

Оглавление

От авторов	8
Краткие справочные данные	10
Глава I. Механика	13
Теоретический материал	13
Кинематика	13
Динамика материальной точки	17
Законы сохранения в механике	20
Статика и гидростатика	22
Расчётные задачи базового уровня сложности	25
§ 1. Кинематика	25
1.1. Движение с постоянной скоростью	25
1.2. Сложение скоростей	29
1.3. Движение с постоянным ускорением	31
1.4. Свободное падение	38
1.5. Движение по окружности	41
§ 2. Динамика	43
2.1. Законы Ньютона	43
2.2. Сила всемирного тяготения, закон всемирного тяготения	47
2.3. Сила тяжести, вес тела	48
2.4. Сила упругости, закон Гука	50
2.5. Сила трения	52
§ 3. Законы сохранения в механике	55
3.1. Импульс. Закон сохранения импульса	55
3.2. Работа силы. Мощность	60
3.3. Кинетическая энергия и её изменение	61
3.4. Потенциальная энергия	62
3.5. Закон сохранения и изменения механической энергии	64
§ 4. Статика и гидростатика	66
4.1. Равновесие тел	66
4.2. Закон Архимеда. Условие плавания тел	70
Изменение физических величин в процессах	72
Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами	86
Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков	99

Расчётные задачи повышенного уровня сложности	117
§ 5. Кинематика	117
§ 6. Динамика материальной точки	119
§ 7. Законы сохранения в механике	121
§ 8. Статика. Основы гидромеханики	122
Расчётные задачи высокого уровня сложности	126
Глава II. Молекулярная физика	132
Теоретический материал	132
Молекулярная физика	132
Термодинамика	136
Расчётные задачи базового уровня сложности	140
§ 1. Молекулярно-кинетическая теория	140
1.1. Количество вещества	140
1.2. Основное уравнение МКТ. Температура	140
1.3. Уравнение состояния идеального газа	142
1.4. Газовые законы	145
§ 2. Термодинамика	151
2.1. Внутренняя энергия, количество теплоты, работа в термодинамике	151
2.2. Первый закон термодинамики	157
2.3. КПД тепловых двигателей	160
2.4. Количество теплоты. Уравнение теплового баланса	161
§ 3. Насыщенный пар. Влажность воздуха	164
Изменение физических величин в процессах	167
Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами	179
Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков	188
Расчётные задачи повышенного уровня сложности	205
§ 4. Молекулярная физика	205
§ 5. Термодинамика	207
Расчётные задачи высокого уровня сложности	211
Глава III. Электродинамика	216
Теоретический материал	216
Основные понятия и законы электростатики	216
Ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля	218
Основные понятия и законы постоянного тока	219
Основные понятия и законы магнитостатики	222
Основные понятия и законы электромагнитной индукции	223

Расчётные задачи базового уровня сложности	224
§ 1. Основы электродинамики	224
1.1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля	224
1.2. Потенциал электростатического поля	227
1.3. Емкость, конденсаторы	229
1.4. Постоянный ток. Закон Ома для участка цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников	230
1.5. Закон Ома для полной цепи	238
1.6. Работа и мощность постоянного тока	241
§ 2. Магнитное поле	244
2.1. Взаимодействие токов	244
2.2. Сила Ампера. Сила Лоренца	246
§ 3. Электромагнитная индукция	250
3.1. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции	250
3.2. Самоиндукция. Индуктивность	254
3.3. Энергия магнитного поля	257
Изменение физических величин в процессах	258
Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами	269
Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков	274
Расчётные задачи повышенного уровня сложности	289
§ 4. Основы электродинамики	289
§ 5. Магнитное поле	292
§ 6. Электромагнитная индукция	294
Расчётные задачи высокого уровня сложности	295
Глава IV. Колебания и волны	301
Теоретический материал	301
Механические колебания и волны	301
Электромагнитные колебания и волны	302
Расчётные задачи базового уровня сложности	304
§ 1. Механические колебания	304
1.1. Динамика колебательного движения	304
1.2. Математический и пружинный маятники	306
1.3. Превращение энергии при гармонических колебаниях	309
1.4. Вынужденные колебания. Резонанс	311
§ 2. Электромагнитные колебания	312
§ 3. Механические волны	316

Изменение физических величин в процессах	318
Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами	323
Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков	332
Расчётные задачи повышенного уровня сложности	340
§ 4. Механические колебания	340
§ 5. Электромагнитные колебания	341
Расчётные задачи высокого уровня сложности	342
Глава V. Оптика	344
Теоретический материал	344
Основные понятия и законы геометрической оптики	344
Основные понятия и законы волновой оптики	349
Расчётные задачи базового уровня сложности	351
§ 1. Световые волны	351
1.1. Закон отражения света	351
1.2. Закон преломления света	352
1.3. Построение изображения в линзах. Формула тонкой линзы	353
Изменение физических величин в процессах	357
Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами	363
Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков	367
Расчётные задачи повышенного уровня сложности	373
Расчётные задачи высокого уровня сложности	375
Глава VI. Квантовая физика	379
Теоретический материал	379
Основные понятия и законы квантовой физики	379
Основные понятия и законы атомной физики	381
Основные понятия и законы ядерной физики	381
Расчётные задачи базового уровня сложности	383
§ 1. Квантовая физика	383
1.1. Фотоны	383
1.2. Фотоэффект	384
§ 2. Атомная физика	387
2.1. Модель атома водорода по Бору	387
§ 3. Физика атомного ядра	389
3.1. Строение атомного ядра. Ядерные реакции	389
3.2. Закон радиоактивного распада	394

Изменение физических величин в процессах	398
Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами	404
Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков	408
Расчётные задачи повышенного уровня сложности	416
Расчётные задачи высокого уровня сложности	418
Глава VII. Качественные задания	421
Глава VIII. Методы научного познания	434
Примеры выполнения некоторых заданий	454
Ответы к сборнику заданий	585

От авторов

Дорогие старшеклассники!

Вы выбрали физику для сдачи ЕГЭ. Сейчас вы держите в руках нашу книгу — тематический тренинг. Чем он будет вам полезен?

Наше пособие содержит более 1500 заданий базового, повышенного и высокого уровней более по следующим разделам: «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Колебания и волны», «Оптика», «Квантовая физика» и «Методы научного познания». Все задания внутри каждого раздела сгруппированы по типам и уровням сложности. С книгой можно работать как на уроках, так и дома.

Ко всем заданиям даны ответы, а к некоторым приведены подробные решения.

Как работать с книгой

На **первом этапе** работы необходимо выяснить, насколько хорошо вы владеете базовыми знаниями. С этой целью выполните несколько первых заданий из каждого раздела. Это поможет вам вспомнить учебный материал, а также выявить пробелы в своих знаниях. В случае, если какая-то тема забыта или недостаточно изучена, обратитесь к учебникам или к краткой теории, которая есть в начале каждого параграфа. Помните, что ключом к успеху является качественное усвоение (желательно даже выучить их наизусть!) основных физических понятий — определений и законов. Без этого будет сложно двигаться дальше.

Рекомендуем ознакомиться с нашим «Карманным справочником» по физике, который в сжатом виде содержит всю необходимую для подготовки к экзамену теорию.

На **втором этапе** решайте несколько заданий ежедневно (или хотя бы 3–4 раза в неделю) последовательно по параграфам — от базового уровня сложности к высокому. Если ваши ответы не совпали с приведёнными в книге, стоит ещё раз повторить тот или иной теоретический материал.

И, наконец, на **третьем, завершающем, этапе** подготовки к экзамену ещё раз проверьте себя: выборочно прорешайте задачи из разных параграфов. Затем приступайте к работе над вариантами из нашего нового пособия «**Физика. Подготовка к ЕГЭ–2026. 30 тренировочных вариантов по демоверсии 2026 года**». Этому этапу необходимо отвести как минимум четыре месяца или даже больше.

Удачи на экзамене!

Уважаемые учителя!

Пособие представляет собой сборник, содержащий большое количество заданий разных типов и уровней сложности, сгруппированных по темам. Оно может помочь вам в организации учебного процесса как в классе, так и дома. В условиях нехватки времени на систематическую работу в классе книга позволит скоординировать работу старшеклассников с учётом уровня их подготовки и дальнейших планов.

Начинать работу с тематическим тренингом и подготовку к ЕГЭ рекомендуем уже в 10-м классе по мере прохождения тем курса. Книга составлена в соответствии с образовательной программой по физике и содержанием учебников, допущенных к использованию в образовательном процессе школ РФ, а также нормативными документами ЕГЭ.

Задания пособия можно использовать также для составления самостоятельных и контрольных работ.

Замечания и предложения, касающиеся данной книги, можно присылать на адрес электронной почты legionrus@legionrus.com.

Краткие справочные данные

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
Гига-	Г	10^9	Санتي-	с	10^{-2}
Мега-	М	10^6	Милли-	м	10^{-3}
Кило-	к	10^3	Микро-	мк	10^{-6}
Гекто-	г	10^2	Нано-	н	10^{-9}
Деци-	д	10^{-1}	Пико-	п	10^{-12}

Константы

Число π	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц	
Электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.
Протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а. е. м.
Нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а. е. м.

Плотность тел (кг/м ³)			
Вода	1000	Подсолнечное масло	900
Древесина (сосна)	400	Алюминий	2700
Керосин	800	Железо	7800
Лёд	900	Ртуть	13600

Удельная теплоёмкость (Дж/(кг · град))			
Вода	4200	Алюминий	900
Лёд	2100	Медь	380
Железо	460	Чугун	500
Свинец	130		

Удельная теплота (Дж/кг)	
Парообразование воды	$2,3 \cdot 10^6$
Плавление свинца	$2,5 \cdot 10^4$
Плавление льда	$3,3 \cdot 10^5$

Нормальные условия	
давление $P_0 = 10^5$ Па	температура $T_0 = 273$ К = 0° С

Молярная масса (кг/моль)			
Азот	$28 \cdot 10^{-3}$	Кислород	$32 \cdot 10^{-3}$
Аргон	$40 \cdot 10^{-3}$	Литий	$6 \cdot 10^{-3}$
Водород	$2 \cdot 10^{-3}$	Молибден	$96 \cdot 10^{-3}$
Воздух	$29 \cdot 10^{-3}$	Неон	$20 \cdot 10^{-3}$
Гелий	$4 \cdot 10^{-3}$	Углекислый газ	$44 \cdot 10^{-3}$

Психрометрическая таблица											
Показания сухого термо- метра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37

Зависимость давления насыщенного пара от температуры			
$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$
-5	0,40	11	1,33
0	0,61	12	1,40
1	0,65	13	1,49
2	0,71	14	1,60
3	0,76	15	1,71
4	0,81	16	1,81
5	0,88	17	1,93
6	0,93	18	2,07
7	1,0	19	2,20
8	1,06	20	2,33
9	1,14	25	3,17
10	1,23	50	12,3

Глава I.

Механика

Теоретический материал

Кинематика

Часть механики, в которой изучают движение, не рассматривая причины, вызывающие тот или иной характер движения, называют *кинематикой*.

Механическим движением называют изменение положения тела относительно других тел (тел отсчёта).

Системой отсчёта называют тело отсчёта, связанную с ним систему координат и часы.

В школьном курсе физики очень часто используется модель реального тела, называемая *материальной точкой*.

В *динамике* изучают причины равномерного или ускоренного движения.

Статика изучает причины равновесия тел.

Материальной точкой называют тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Траекторией называют мысленную линию, по которой движется тело.

По форме траектории движение делится на:

а) прямолинейное;

б) криволинейное (частный случай — окружность).

Путь — это длина участка траектории между начальным и конечным положениями материальной точки. Путь — скалярная величина.

Перемещение — это вектор, соединяющий начальное и конечное положения материальной точки (см. рис. 1).

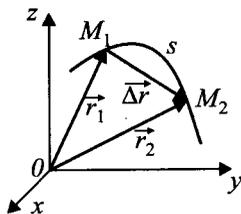


Рис. 1

M_1 и M_2 — положение материальных точек в пространстве.

\vec{r}_1 и \vec{r}_2 — радиус-векторы точек.

$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ — вектор перемещения.

S — путь, пройденный телом (длина участка траектории).

Относительностью механического движения называют зависимость пути, перемещения и скорости одной и той же материальной точки от выбора системы отсчёта.

Равномерным прямолинейным движением называют такое движение, при котором материальная точка за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

Скоростью равномерного прямолинейного движения называют отношение перемещения ко времени, за которое это перемещение произошло:

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}.$$

Проекция скорости на выбранную ось

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = x'_t, \quad v_y = y'_t, \quad v_z = z'_t.$$

Уравнение равномерного прямолинейного движения (зависимость координаты тела от времени)

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t.$$

Здесь v_{0x} — постоянная скорость движения.

Закон сложения скоростей: скорость тела \vec{v} в неподвижной системе отсчёта равна сумме скорости этого тела \vec{v}_1 в подвижной системе отсчёта и скорости \vec{v}_2 подвижной системы отсчёта относительно неподвижной:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2.$$

Равноускоренное прямолинейное движение — это прямолинейное движение, при котором мгновенная скорость за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

Ускорением называют отношение изменения мгновенной скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}.$$

Проекция ускорения на выбранную ось

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = (v_x)'_t, \quad a_y = (v_y)'_t, \quad a_z = (v_z)'_t.$$

Уравнение равноускоренного прямолинейного движения

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Зависимость скорости от времени при равноускоренном движении

$$v(t) = v_{0x} + a_x \cdot t.$$

Связь пройденного телом пути, скорости и ускорения

$$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x \cdot (x_2 - x_1).$$

При движении в одном направлении путь

$$S = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t.$$

Для неравномерного движения пользуются понятием *средней скорости*. Часто вводят среднюю скорость как скалярную величину. Это скорость такого равномерного движения, при котором тело проходит тот же путь за то же время, что и при неравномерном движении: $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$.

Свободным падением называется движение тела (не обязательно в вертикальном направлении) под действием только одной силы — силы тяжести. При свободном падении справедливы все формулы ускоренного движения при условии $a = g$.

Движение тела, брошенного под углом к горизонту, можно разложить на два более простых движения — вдоль оси x и вдоль оси y . При этом в

каждой точке траектории на тело действует только сила тяжести, направленная вертикально вниз. Поэтому ускорение тела $a = g$ во всех точках траектории также направлено вертикально вниз (см. рис. 2).

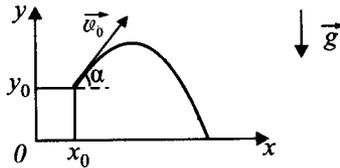


Рис. 2

Уравнения движения тела в горизонтальном направлении (равномерное движение) и вертикальном направлении (ускоренное движение):

$$x(t) = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t;$$

$$y(t) = y_0 + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}.$$

Проекции скорости на оси x и y :

$$v_x = v_0 \cos \alpha; \quad v_y = v_0 \sin \alpha - gt.$$

Проекции ускорения на оси x и y :

$$a_x = 0; \quad a_y = -g = \text{const.}$$

При движении тела по окружности *линейная скорость* в каждой точке направлена по касательной, то есть перпендикулярно радиусу окружности в этой точке (см. рис. 3).

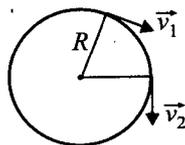


Рис. 3

Отклонение угла поворота этого радиуса к промежутку времени, в течение которого этот поворот произошёл, называется *угловой скоростью* ω .

Угловая скорость выражается в радианах в секунду

$$[\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \frac{1}{\text{с}} = \text{с}^{-1}.$$

Периодом T называют время, за которое материальная точка совершает один полный оборот.

Частотой ν называют число оборотов материальной точки за единицу времени (за 1 с).

Угловая и линейная скорости точки:

$$v = \omega R, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

Поскольку даже при движении по окружности с постоянной по модулю скоростью меняется её направление, то возникает *центростремительное ускорение*:

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R.$$

Динамика материальной точки

Часть механики, изучающая причины, вызвавшие ускорение тел, называется *динамикой*.

Первый закон Ньютона:

существуют такие системы отсчёта, относительно которых тело сохраняет свою скорость постоянной или покоится, если на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано.

Свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения при уравновешенных внешних силах, действующих на него, называется *инертностью*. Явление сохранения скорости тела при уравновешенных внешних силах называют *инерцией*. *Инерциальными системами отсчёта* называют системы, в которых выполняется первый закон Ньютона.

Принцип относительности Галилея:

во всех инерциальных системах отсчёта при одинаковых начальных условиях все механические явления протекают одинаково, т. е. подчиняются одинаковым законам.

Масса — мера инертности тела

$$m = \rho \cdot V,$$

где ρ — плотность вещества, из которого сделано тело, V — его объём.

Сила — это количественная мера взаимодействия тел.

Принцип суперпозиции сил:

при действии на тело нескольких сил, $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, равнодействующая всех сил равна векторной сумме этих сил:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n.$$

Второй закон Ньютона:

ускорение движения тела прямо пропорционально равнодействующей всех приложенных к нему сил и обратно пропорционально массе этого тела:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Если $\vec{F} = \text{const}$, то

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t.$$

Здесь p — импульс тела.

Третий закон Ньютона:

силы, с которыми два тела действуют друг на друга, расположены на одной прямой, равны по модулю и противоположны по направлению (см. рис. 4):

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

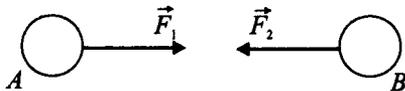


Рис. 4

III закон Ньютона подчёркивает, что действие тел друг на друга носит характер взаимодействия.

Гравитационными силами называют силы, с которыми любые два тела притягиваются друг к другу.

Закон всемирного тяготения:

любые два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Здесь R — расстояние между телами. Закон всемирного тяготения в таком виде справедлив либо для материальных точек, либо для тел шарообразной формы.

Сила тяжести — это сила, с которой Земля или другое небесное тело притягивает к себе массу других объектов.

Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0 :

$$F = G \frac{Mm}{(R_0 + h)^2},$$

где M — масса планеты, m — масса тела.

На поверхности Земли силу тяжести, действующую на тело массой m , можно найти по формуле

$$F_T = m \cdot g.$$

Здесь $g = 10 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения на Земле.

Весом называют силу, с которой тело давит на опору или растягивает подвес.

При движении опоры с ускорением вес тела изменяется в зависимости от величины и направления ускорения.

Невесомостью называют такое движение тела, когда на него действует только одна сила тяжести.

Если тело подвергнуть деформации, то возникают силы, препятствующие этой деформации. Такие силы называют *силами упругости*. Закон Гука записывают в виде:

$$F = -k \cdot x,$$

где k — жёсткость пружины, x — деформация тела. Знак « $-$ » указывает на то, что сила и деформация направлены в разные стороны.

При движении тел друг относительно друга возникают силы, препятствующие движению. Эти силы называются *силами трения*. Различают *трение покоя* и *трение скольжения*. *Сила трения скольжения* подсчитывается по формуле

$$F = \mu N,$$

где N — сила реакции опоры, μ — коэффициент трения.

Эта сила не зависит от площади трущихся тел. Коэффициент трения зависит от материала, из которого сделаны тела, и качества обработки их поверхности. *Трение покоя* возникает, если тела не перемещаются друг относительно друга. Сила трения покоя может меняться от нуля до некоторого максимального значения.

Давлением называют физическую величину, равную отношению силы F , действующей на площадку, перпендикулярную этой силе, к площади площадки S :

$$p = \frac{F}{S}.$$

Законы сохранения в механике

Импульсом тела называют физическую величину, равную произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Импульс — векторная величина.

Второй закон Ньютона можно выразить в импульсной форме:

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t.$$

Импульс системы тел

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$$

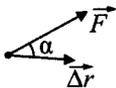
Для изолированной системы тел (система, телá которой взаимодействуют только друг с другом) выполняется *закон сохранения импульса*: векторная сумма импульсов тел изолированной системы до взаимодействия равна векторной сумме импульсов этих же тел после взаимодействия.

Если на систему действуют внешние силы, то закон сохранения импульса системы:

$$\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = \vec{F}_{1\text{внеш.}}\Delta t + \vec{F}_{2\text{внеш.}}\Delta t + \dots$$

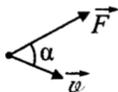
Если $\vec{F}_{1\text{внеш.}} + \vec{F}_{2\text{внеш.}} + \dots = 0$, то $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = 0$.

Механической работой называют физическую величину, которая равна произведению модуля силы, действующей на тело, на модуль перемещения тела и на косинус угла между направлением силы и перемещения:



$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta\vec{r}| \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta r.$$

Мощность силы — это работа, совершённая в единицу времени:



$$P = \frac{A}{\Delta t} = F \cdot v \cdot \cos \alpha.$$

Способность тела совершать работу характеризуется величиной, которую называют *энергией*. Механическую энергию делят на кинетическую и потенциальную.

Кинетическая энергия поступательного движения материальной точки подсчитывается по формуле

$$E_{\text{кин.}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек в инерциальной системе отсчёта:

$$\Delta E_{\text{кин.}} = A_1 + A_2 + \dots,$$

где $A_1 + A_2 + \dots$ — работа всех сил, действующих на систему.

Силы, работа которых не зависит от пути, называются *потенциальными* (силы гравитационного взаимодействия и силы упругости). Если работа силы зависит от пути, то такую силу называют *непотенциальной* (силы трения и силы сопротивления).

Связь работы потенциальных сил с изменением потенциальной энергии:

$$A_{12} = E_{1\text{потенц.}} - E_{2\text{потенц.}} = -\Delta E_{\text{потенц.}}$$

Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести:

$$E_{\text{потенц.}} = mgh.$$

где h — высота подъёма.

Потенциальная энергия деформированной пружины:

$$E_{\text{потенц.}} = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2},$$

где k — коэффициент жёсткости пружины, Δx — абсолютная деформация пружины.

Сумма потенциальной и кинетической энергии составляет *механическую энергию*:

$$E_{\text{мех.}} = E_{\text{кин.}} + E_{\text{потенц.}}$$

Для изолированной системы тел в механике справедлив *закон сохранения механической энергии*: если между телами изолированной системы не действуют силы трения (или другие силы, приводящие к рассеянию энергии), то сумма механических энергий тел этой системы не изменяется (закон сохранения энергии в механике):

$$\Delta E_{\text{мех.}} = 0, \quad \text{если } A_{\text{всех непот. сил}} = 0.$$

Если же силы трения между телами изолированной системы есть, то при взаимодействии часть механической энергии тел переходит во внутреннюю энергию:

$$\Delta E_{\text{мех.}} = A_{\text{всех непот. сил.}}$$

Статика и гидростатика

Тело (материальная точка) находится в состоянии равновесия, если векторная сумма сил, действующих на него, равна нулю. Различают 3 вида равновесия: устойчивое, неустойчивое и безразличное (см. рис. 5).

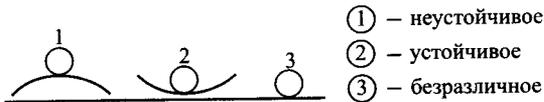


Рис. 5

Если при выведении тела из положения равновесия возникают силы, стремящиеся вернуть это тело обратно, это устойчивое равновесие. Если возникают силы, стремящиеся увести тело ещё дальше из положения равновесия, это неустойчивое положение; если никаких сил не возникает — безразличное.

Абсолютно твёрдое тело — тело, чья форма и размеры неизменны, а расстояние между любыми его двумя точками остаётся неизменным.

Центр масс — геометрическая точка, положение которой определяется распределением массы в теле, а перемещение характеризует движение тела или механической системы как целого.

Положение центра масс (центра инерции) системы материальных точек в механике определяется следующим образом:

$$\vec{r}_{\text{ц.м.}} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$$

В однородном поле тяжести ($\vec{g} = \text{const}$) центр масс тела совпадает с его центром тяжести.

Плечом силы относительно некоторой оси вращения называется кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы.

Момент силы — физическая величина, равная произведению модуля силы на её плечо:

$$M = F \cdot l.$$

Равновесие тела достигается при одновременном выполнении двух условий:

1) векторная сумма всех сил, приложенных к телу, равна нулю:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0;$$

2) алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных к телу относительно любой оси, равна нулю:

$$M_1 + M_2 + \dots = 0;$$

Момент силы считают положительным, если сила вращает тело относительно выбранной оси против часовой стрелки, отрицательным — если по часовой стрелке.

Для жидкостей и газов справедлив закон Паскаля: давление распространяется по всем направлениям без изменений.

Если жидкость или газ находятся в поле силы тяжести, то каждый вышерасположенный слой давит на нижерасположенные и по мере погружения внутрь жидкости или газа давление растёт. Для жидкостей

$$p = \rho gh,$$

где ρ — плотность жидкости, h — глубина проникновения в жидкость.

Давление в жидкости на глубине h :

$$p = p_0 + \rho gh,$$

где p_0 — атмосферное давление.

На тело, погружённое в жидкость или газ, со стороны этой жидкости или газа действует направленная вверх выталкивающая сила, которую называют *силой Архимеда*.

Величину выталкивающей силы устанавливает *закон Архимеда*: на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу жидкости или газа, вытесненных телом:

$$F_A = \rho_{\text{жидк.}} \cdot g \cdot V_{\text{погр.}}$$

где $\rho_{\text{жидк.}}$ — плотность жидкости, в которую погружено тело; $V_{\text{погр.}}$ — объём погружённой части тела.

Условие плавания тела — тело плавает в жидкости или газе, когда выталкивающая сила, действующая на тело, равна силе тяжести, действующей на тело.

Расчётные задачи базового уровня сложности

§ 1. Кинематика

1.1. Движение с постоянной скоростью

1. На рисунке 6 представлен график движения автомобиля по прямолинейному шоссе. На каком промежутке времени модуль скорости автомобиля максимален?

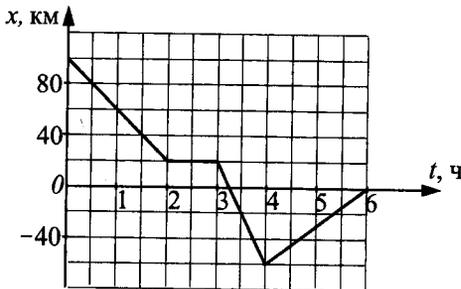


Рис. 6

Ответ: от _____ ч до _____ ч.

2. Тело движется по прямой. На графике (см. рис. 7) представлена зависимость координаты от времени. Чему равен путь, пройденный телом за 80 минут?

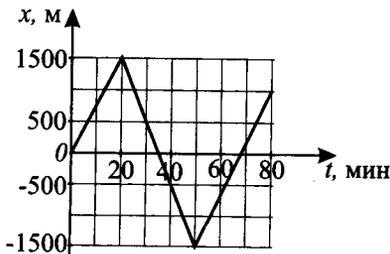


Рис. 7

Ответ: _____ м.

3. Координата тела изменяется со временем так, как показано на рисунке 8. С какой по модулю скоростью движется тело?

Ответ: _____ м/с.

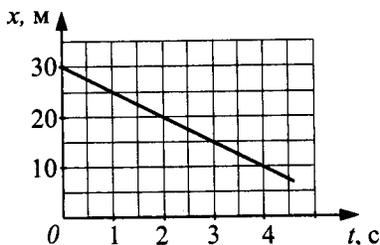


Рис. 8

4. На рисунке 9 представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Чему равен наибольший модуль проекции скорости велосипедиста на ось Ox ?

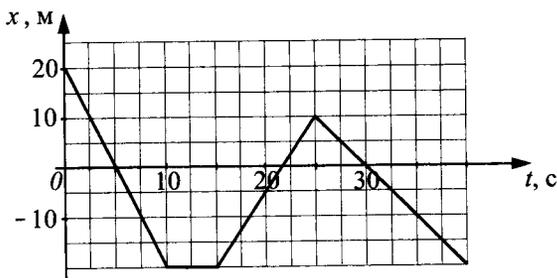


Рис. 9

Ответ: _____ м/с.

5. На рисунке 10 представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите проекцию скорости этого тела на ось Ox в момент времени 30 с.

Ответ: _____ м/с.

6. На рисунке 11 показаны графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Во сколько раз скорость первого тела больше скорости второго?

Ответ: в _____ раз(-а).

7. На рисунке 12 представлены графики движения двух тел. Найдите, на сколько км/ч скорость первого тела больше скорости второго.

Ответ: на _____ км/ч.

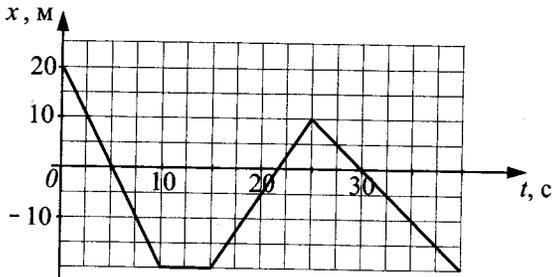


Рис. 10

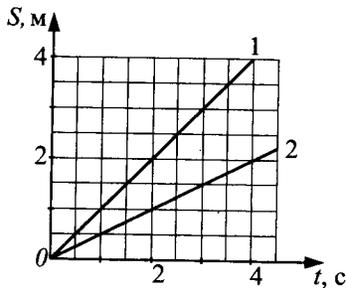


Рис. 11

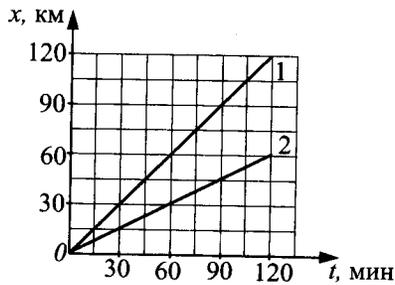


Рис. 12

8. Координата тела меняется с течением времени по формуле $x = 10 - 4t$. Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?

Ответ: $x = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

9. Движение двух тел задано уравнениями $x_1 = 3t$, $x_2 = 130 - 10t$. Когда и где эти тела встретятся?

Ответ: $t = \underline{\hspace{2cm}}$ с, $x = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

10. Тела 1 и 2 движутся вдоль оси x с постоянной скоростью. На рисунке 13 изображены графики зависимости координат движущихся тел 1 и 2 от времени t . Определите, в какой момент времени t тело 1 догонит тело 2.

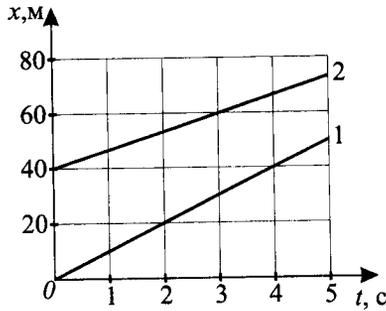


Рис. 13

Ответ: _____ с.

11. Тела 1 и 2 движутся вдоль оси x с постоянной скоростью. На рисунке 14 изображены графики зависимости координат движущихся тел 1 и 2 от времени t . Определите, в какой момент времени t тела 1 и 2 встретятся.

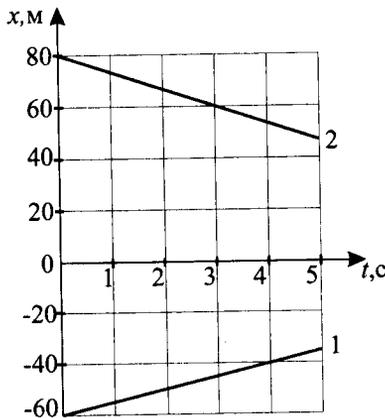


Рис. 14

Ответ: _____ с.

12. Из пунктов A и B , расстояние между которыми равно 260 км, выехали навстречу друг другу два автомобиля. Скорость первого автомобиля

равна 60 км/ч. Чему будет равна скорость второго автомобиля, если встреча автомобилей произойдёт через 2 ч?

Ответ: _____ км/ч.

13. Из пунктов A и B выехали навстречу друг другу два автомобиля. Скорость первого автомобиля равна 80 км/ч, второго — на 10 км/ч меньше, чем первого. Чему равно расстояние между пунктами A и B , если встреча автомобилей произойдёт через 2 ч?

Ответ: _____ км.

1.2. Сложение скоростей

14. Два автомобиля движутся в одном направлении по прямому шоссе с одинаковыми скоростями 90 км/ч. Чему равна скорость первого автомобиля относительно второго?

Ответ: _____ км/ч.

15. На рисунке 15 представлены графики движения двух тел. Найдите, чему будет равна скорость первого тела относительно второго в момент их встречи.

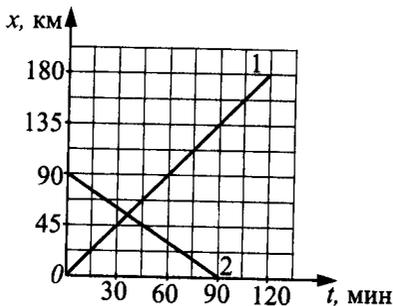


Рис. 15

Ответ: _____ км/ч.

16. Внутри вагона поезда идёт человек со скоростью 1,5 м/с относительно вагона по направлению его движения. С какой скоростью движется человек относительно Земли, если скорость поезда относительно Земли равна 10 м/с?

Ответ: _____ м/с.

17. Два легковых автомобиля едут по прямолинейному участку шоссе в одном направлении. Скорость первого автомобиля равна 90 км/ч, второго — 60 км/ч. Какова скорость первого автомобиля относительно второго?

Ответ: _____ км/ч.

18. На рисунке 16 изображены векторы скорости движения двух пешеходов. Скорость первого пешехода относительно Земли равна 3 км/ч, второго — 4 км/ч. Какова скорость первого пешехода относительно второго?

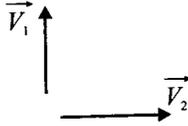


Рис. 16

Ответ: _____ км/ч.

19. Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике (см. рис. 17) показано изменение расстояния между автомобилями с течением времени. Какова скорость первого автомобиля в системе отсчёта, связанной со вторым автомобилем?

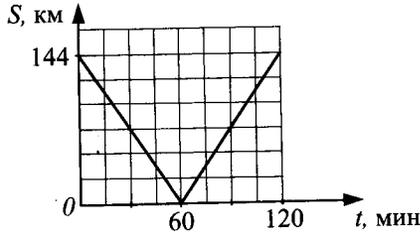


Рис. 17

Ответ: _____ км/ч.

20. Катер проплыл 60 м по течению реки, а потом вернулся на свою пристань. На рисунке 18 представлен график изменения координаты катера с течением времени. Определите скорость катера относительно воды.

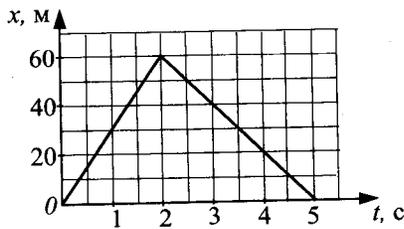


Рис. 18

Ответ: _____ м/с.

1.3. Движение с постоянным ускорением

21. Автомобиль, движущийся со скоростью v_0 , начинает тормозить с ускорением \vec{a}_1 ; развернувшись после остановки, он продолжает движение с ускорением \vec{a}_2 , причём $|\vec{a}_2| = 2|\vec{a}_1|$. Какой из графиков зависимости v_x от t верен (см. рис. 19)?

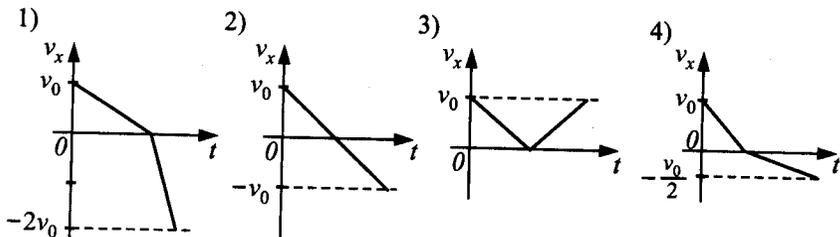


Рис. 19

Ответ: _____.

22. График скорости приведён на рисунке 20. Какой из графиков ускорения соответствует данному графику скорости (см. рис. 21)?

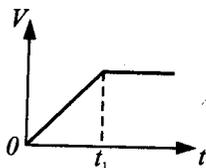


Рис. 20

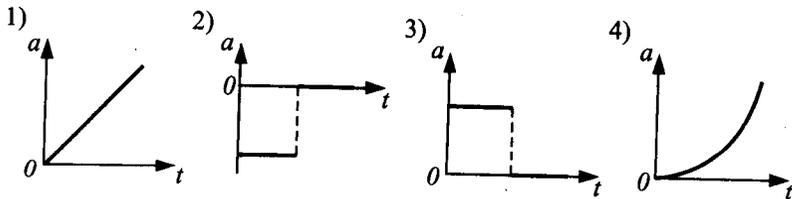


Рис. 21

Ответ: _____.

23. На рисунке 22 представлен график зависимости координаты тела от времени. Чему равна начальная скорость тела?

Ответ: _____ м/с.

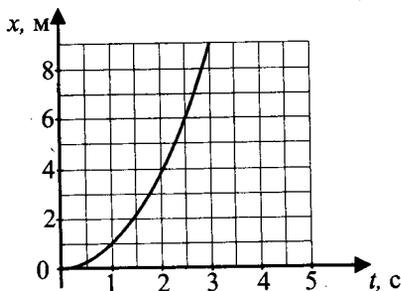


Рис. 22

24. На рисунке 23 представлен график зависимости координаты тела от времени. Чему равно ускорение тела?

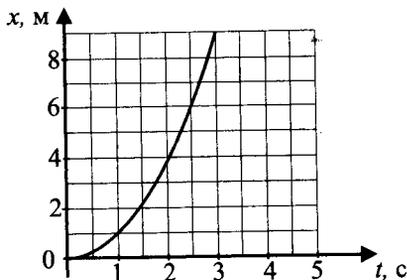


Рис. 23

Ответ: _____ м/с².

25. На рисунке 24 представлен график изменения скорости мотоциклиста при движении по прямолинейному шоссе. На каком промежутке времени модуль ускорения мотоциклиста максимален?

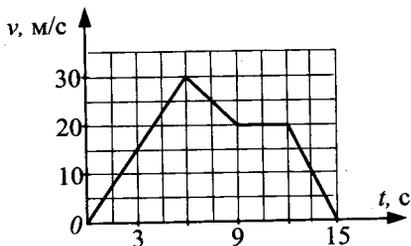


Рис. 24

Ответ: от _____ с до _____ с.

26. Тело массой $m = 2$ кг движется вдоль оси Ox . На графике приведена зависимость скорости тела от времени (см. рис. 25). Определите модуль наибольшего ускорения за промежуток времени от 5 с до 20 с.

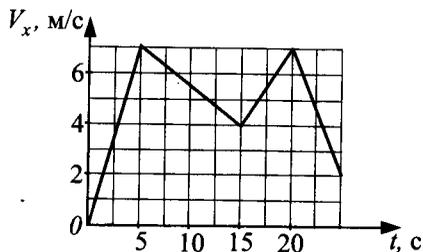


Рис. 25

Ответ: _____ м/с².

27. На рисунке 26 показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 с до 6 с?

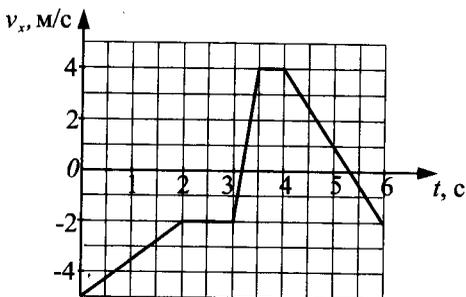


Рис. 26

Ответ: _____ м/с².

28. На рисунке 26 показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 0 с до 2 с?

Ответ: _____ м/с².

29. На рисунке 27 приведён график зависимости координаты от времени. Определите модуль ускорения тела, если известно, что тело движется прямолинейно с постоянным ускорением.

Ответ: _____ м/с².

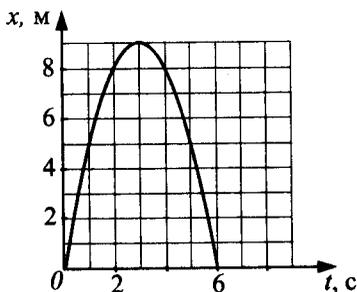


Рис. 27

30. На рисунке 28 представлены графики зависимости скорости от времени для двух тел. На сколько скорость первого тела больше скорости второго тела в момент времени 4 с?

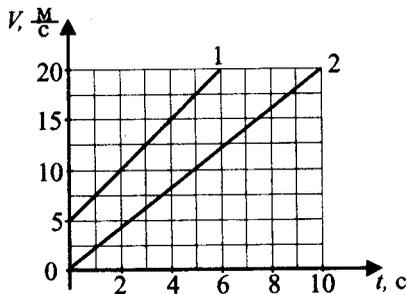


Рис. 28

Ответ: на _____ м/с.

31. На рисунке 28 представлены графики зависимости скорости от времени для двух тел. Чему равно отношение ускорения второго тела к ускорению первого тела?

Ответ: _____.

32. На рисунке 29 представлены графики скоростей трёх тел, движущихся прямолинейно. Каким из трёх тел пройден наименьший путь за 3 с?

Ответ: _____.

33. Тело движется по оси Ox . Проекция его скорости $v_x(t)$ меняется по закону, приведённому на графике (см. рис. 30). Чему равен путь, пройденный телом за 2 с?

Ответ: _____ м.

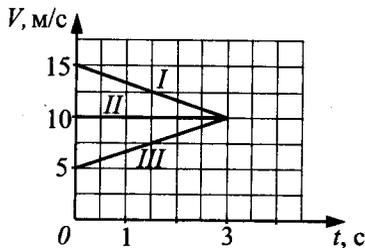


Рис. 29

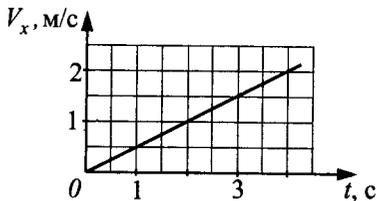


Рис. 30

34. На рисунке 31 представлен график зависимости модуля скорости v_x тела от времени t . Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от $t_1 = 20$ с до $t_2 = 60$ с.

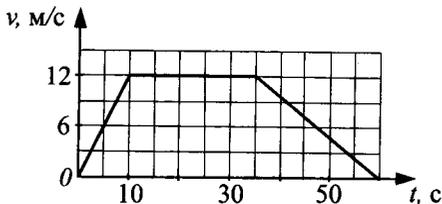


Рис. 31

Ответ: _____ м.

35. На рисунке 32 представлен график зависимости скорости автомобиля v от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 с до 5 с.

Ответ: _____ м.

36. Дан график зависимости скорости тела, движущегося прямолинейно, от времени (см. рис. 33). Определите путь, пройденный телом за 10 с.

Ответ: _____ м.

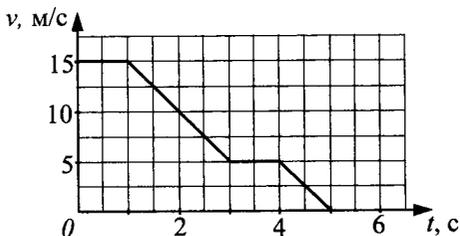


Рис. 32

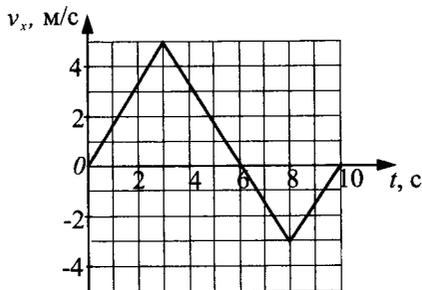


Рис. 33

37. Дан график зависимости скорости тела, движущегося прямолинейно, от времени (см. рис. 34). Определите перемещение тела относительно его начального положения за 10 с.

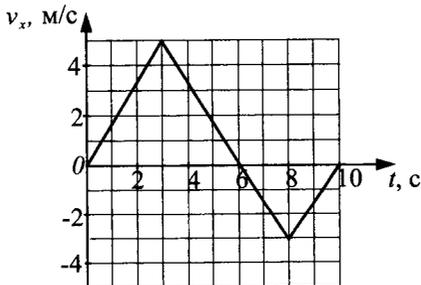


Рис. 34

Ответ: _____ м.

38. При помощи графика зависимости скорости тела от времени, представленного на рисунке 35, определите путь, пройденный телом за первые 8 с.

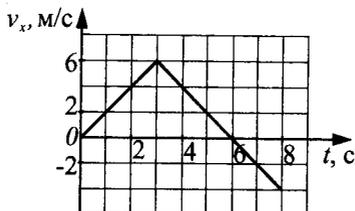


Рис. 35

Ответ: _____ м.

39. На рисунке 36 представлен график зависимости модуля скорости v_x тела от времени t . Определите среднюю скорость движения тела на этом участке.

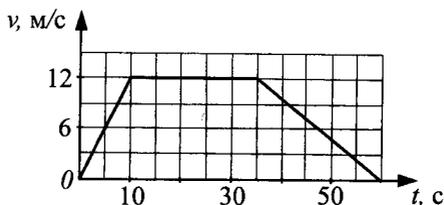


Рис. 36

Ответ: _____ м/с.

40. На рисунке 37 представлен график зависимости ускорения велосипедиста от времени. Найдите путь, пройденный велосипедистом за первые 4 с, если его начальная скорость равна нулю.

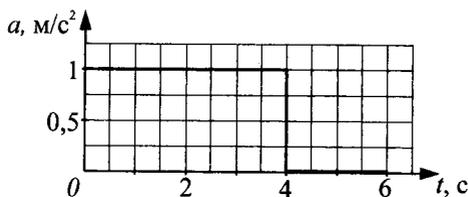


Рис. 37

Ответ: _____ м.

41. Определите ускорение тела по зависимости его координаты от времени $x(t) = 5 + (8 + t)t$ (все величины выражены в системе СИ).

Ответ: _____ м/с².

42. Найдите модуль ускорения материальной точки, движущейся вдоль оси x , согласно уравнению $x = 2 + 3t + 6t^2$ (все величины выражены в системе СИ).

Ответ: _____ м/с².

43. Координата тела меняется с течением времени согласно закону $y(t) = -5 - 4 \cdot t + 6t^2$, где все величины выражены в системе СИ. Определите проекцию начальной скорости v_0 этого тела на ось Oy .

Ответ: _____ м/с.

44. Координата тела меняется с течением времени согласно закону $y(t) = -5 - 4 \cdot t + 6t^2$, где все величины выражены в системе СИ. Определите проекцию ускорения a_y этого тела.

Ответ: _____ м/с².

45. За первые две секунды движения без начальной скорости тело прошло 50 м. Чему равно ускорение тела?

Ответ: _____ м/с².

46. Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением 3 м/с^2 . Какова будет скорость автомобиля через 5 с?

Ответ: _____ м/с.

47. При равноускоренном прямолинейном движении скорость катера увеличилась за 10 с от 2 м/с до 8 м/с. Чему равен путь, пройденный катером за это время?

Ответ: _____ м.

1.4. Свободное падение

48. Тело, брошенное вертикально вверх со скоростью v , через некоторое время упало на поверхность Земли. Какой график (см. рис. 38) соответствует зависимости проекции скорости на ось Ox от времени? Ось Ox направлена вертикально вверх.

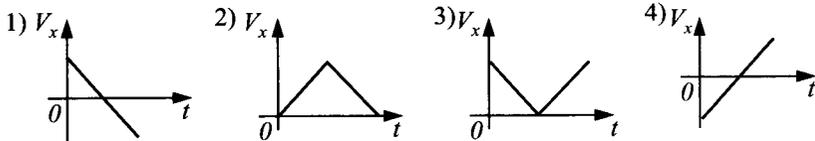


Рис. 38

Ответ: _____.

49. Резиновый упругий мячик падает на гладкую стальную плиту и подпрыгивает на прежнюю высоту. Какой из графиков верно описывает характер изменения скорости мячика (см. рис. 39)?

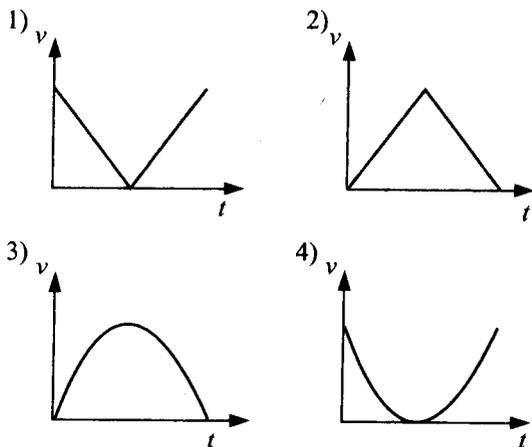


Рис. 39

Ответ: _____.

50. Небольшое тело подбросили вверх с некоторой начальной скоростью. Какой из графиков (см. рис. 40) отражает зависимость модуля его ускорения от времени?

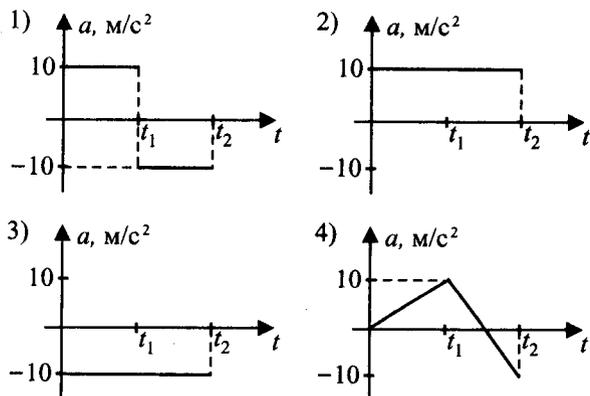


Рис. 40

Ответ: _____.

51. С ветки дерева на землю падает зрелое яблоко. Какой из приведённых ниже графиков (см. рис. 41) верно описывает изменение модуля перемещения яблока в зависимости от времени?

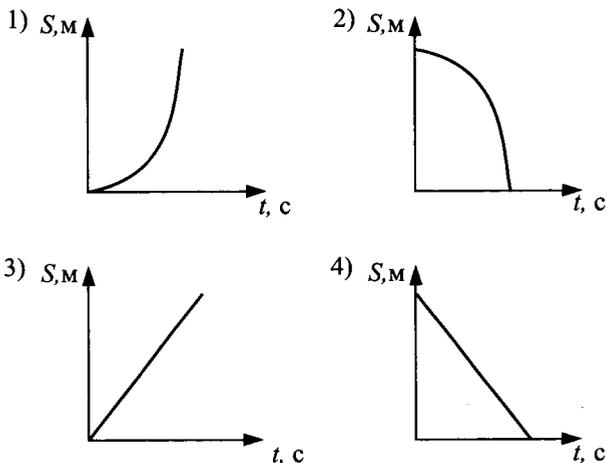


Рис. 41

Ответ: _____.

52. Спортсмен толкает ядро, бросая его под углом к горизонту. Какой из графиков (см. рис. 42) верно описывает характер изменения горизонтальной координаты ядра от времени движения? Начало координат совпадает с начальным положением ядра.

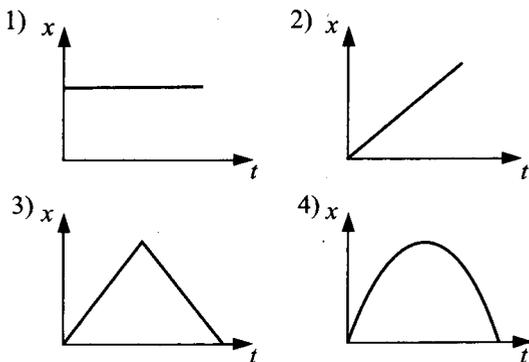


Рис. 42

Ответ: _____.

53. Два тела, брошенных с поверхности Земли вертикально вверх, достигли высот 10 м и 20 м и упали на Землю. На сколько метров отличаются пути, пройденные этими телами?

Ответ: на _____ м.

54. Тело бросили вверх со скоростью 40 м/с с поверхности земли. Через сколько секунд тело поднимется на максимальную высоту?

Ответ: _____ с.

55. Тело свободно падает с большой высоты в течение 5 с. Какой путь оно прошло за это время?

Ответ: _____ м.

56. Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли с начальной скоростью 40 м/с. На какой высоте скорость тела станет 20 м/с?

Ответ: _____ м.

57. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 1 м/с. Какова скорость камня через 0,6 с после бросания?

Ответ: _____ м/с.

58. Тело бросили вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью 40 м/с. Через сколько времени тело будет первый раз находиться на высоте, равной 40 м? Ответ округлите до десятых долей секунды.

Ответ: _____ с.

59. Камень, брошенный вертикально вверх со скоростью 10 м/с, упал на землю. Сколько времени камень находился в полёте, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Ответ: _____ с.

60. Два тела начинают падать с высокой точки с интервалом в 2 с. Чему будет равно расстояние между телами через 3 с полёта первого тела?

Ответ: _____ м.

1.5. Движение по окружности

61. Тело движется по окружности по часовой стрелке (см. рис. 43). Какая стрелка соответствует направлению скорости тела в точке А?

Ответ: _____ .

62. Материальная точка движется равномерно по окружности по часовой стрелке (см. рис. 44). В какой точке траектории ускорение направлено по стрелке?

Ответ: _____ .

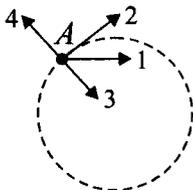


Рис. 43

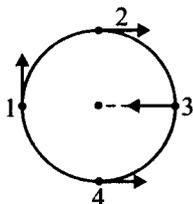


Рис. 44

63. Тело движется по окружности радиусом 20 см с постоянной по модулю скоростью, равной 300 см/мин. Чему равен период обращения? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ с.

64. Автомобиль едет по круговой развязке со скоростью 36 км/ч. Каково центростремительное ускорение автомобиля, если средний радиус кольца составляет 25 м?

Ответ: _____ м/с².

65. Материальная точка равномерно движется по окружности. Найдите отношение пути к модулю перемещения за половину периода.

Ответ: _____ · π.

66. Колесо равномерно вращается с угловой скоростью 4π рад/с. За какое время колесо сделает 100 оборотов?

Ответ: _____ с.

67. Угол поворота равномерно вращающегося колеса радиусом 0,2 м описывается законом $\varphi = 6,28t$. Какова линейная скорость точек на ободе колеса? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

68. Период равномерного движения материальной точки по окружности радиусом 2 м равен 10 с. За какое время точка пройдёт по окружности путь, равный 2π метров?

Ответ: _____ с.

69. Спутник движется по круговой орбите радиусом $8 \cdot 10^6$ м, имея скорость 6,4 км/с. Чему равно центростремительное ускорение спутника?

Ответ: _____ м/с².

70. Спутник движется вокруг некоторой планеты по круговой орбите с постоянной по модулю скоростью 9 км/с, центростремительное ускорение спутника 3 м/с². Найдите, чему равен радиус орбиты спутника.

Ответ: _____ км.

§ 2. Динамика

2.1. Законы Ньютона

71. На рисунке 45А показаны направления скорости и ускорения тела в данный момент времени. Какая из стрелок (1–4) на рисунке 45Б соответствует направлению результирующей всех сил, действующих на тело?

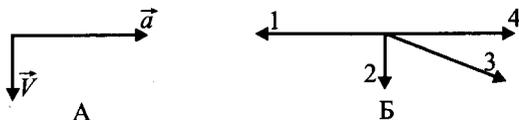


Рис. 45

Ответ: _____ .

72. Как направлена равнодействующая всех сил в тот момент времени, когда её скорость и ускорение перпендикулярны (см. рис. 46)?

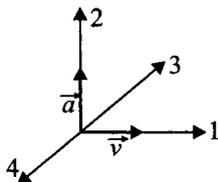


Рис. 46

Ответ: _____ .

73. На рисунке 47 показаны силы, действующие на материальную точку. Найдите, какая равнодействующая сила действует на тело, если модуль первой силы F_1 равен 5 Н.

Ответ: _____ Н.

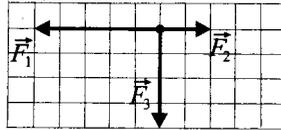


Рис. 47

74. Две силы $F_1 = 6$ Н и $F_2 = 8$ Н приложены к телу. Угол между векторами этих сил равен 90° . Определите модуль равнодействующей этих сил.

Ответ: _____ Н.

75. Чему равен модуль равнодействующей силы, если силы $F_1 = F_2 = 3$ Н направлены под углом $\alpha = 120^\circ$ друг к другу (см. рис. 48)?

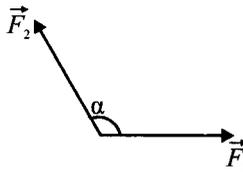


Рис. 48

Ответ: _____ Н.

76. На рисунке 49 показаны силы, действующие на материальную точку. Найдите, какая равнодействующая сила действует на тело, если модуль силы \vec{F}_1 равен 2 Н.

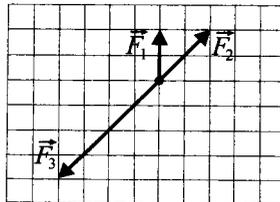


Рис. 49

Ответ: _____ Н.

77. На тело действуют три силы (см. рис. 50): $F_1 = F_2 = F_3 = 2$ Н. Найдите, чему равна равнодействующая сил, действующая на тело в направлении оси x . Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ Н.

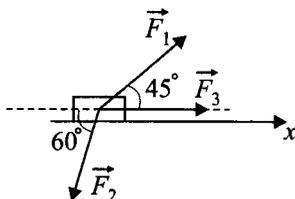


Рис. 50

78. На рисунке 51 дан график зависимости скорости тела массой 2 кг от времени. Какая результирующая сила действует на тело?

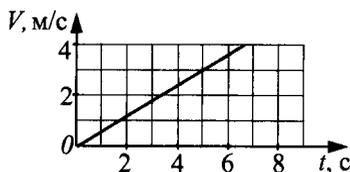


Рис. 51

Ответ: _____ Н.

79. Сила 10 Н сообщает телу ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщает этому же телу ускорение 2 м/с^2 ?

Ответ: _____ Н.

80. На тело массой 5 кг действуют силы, как это показано на рисунке 52, $F_1 = 15 \text{ Н}$, $F_2 = 20 \text{ Н}$. С каким ускорением будет двигаться тело?

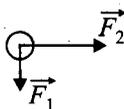


Рис. 52

Ответ: _____ м/с^2 .

81. Масса легкового автомобиля 2 т, а грузового — 8 т. Сравните ускорения автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем сила тяги легкового автомобиля.

Ответ: $a_{\text{л}} = \text{_____} a_{\text{гр}}$.

82. С каким ускорением будет двигаться тело массой 1 кг под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3 Н и 4 Н?

Ответ: _____ м/с^2 .

83. Какое ускорение получит тело массой 5 кг, если на него действуют две силы по 5 Н, направленные под углом 120° друг к другу (см. рис. 53)?



Рис. 53

Ответ: _____ м/с².

84. На тело действует сила 10 Н, и оно имеет ускорение 5 м/с^2 . Каким станет ускорение под действием той же самой силы, если массу тела уменьшить в 5 раз?

Ответ: _____ м/с².

85. Приведён график зависимости скорости прямолинейного движения тела массой 3 кг от времени (см. рис. 54). Найдите наименьшую из сил, действующую на тело на различных участках пути.

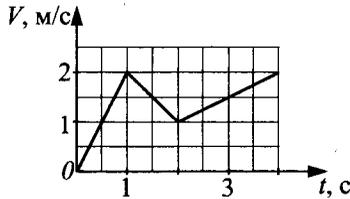


Рис. 54

Ответ: _____ Н.

86. Груз массой $2 \cdot 10^3 \text{ кг}$ загружают по вертикали в трюм теплохода. График зависимости скорости движения груза от времени представлен на рисунке 55. Определите равнодействующую сил, действующих на груз в интервале времени 0–6 с.

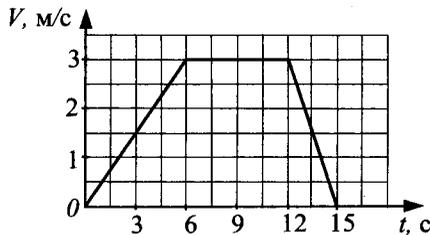


Рис. 55

Ответ: _____ кН.

87. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу массой 2 кг, если зависимость его координат от времени имеет вид

$$x(t) = 4t^2 + 5t - 2 \text{ и } y(t) = 3t^2 + 4t + 14 ?$$

Ответ: _____ Н.

2.2. Сила всемирного тяготения, закон всемирного тяготения

88. Комета, приближаясь к Солнцу, огибает его, двигаясь по криволинейной траектории, как это показано на рисунке 56. Как направлено ускорение кометы в точке А?

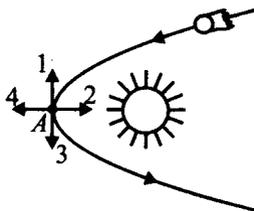


Рис. 56

Ответ: вдоль стрелки № _____.

89. Планета движется вокруг звезды по эллиптической орбите (см. рис. 57). В какой из точек орбиты сила притяжения звезды к планете будет наибольшей?

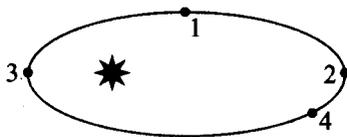


Рис. 57

Ответ: _____.

90. Чему равно отношение силы гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Луны на Землю, к силе гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Земли на Луну, если масса Земли в 81 раз больше массы Луны?

Ответ: _____.

91. Какова сила гравитационного взаимодействия двух вагонов массой по 80 т каждый, если расстояние между ними равно 1000 м? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ мкН.

92. Чему равно ускорение спутника Земли, находящегося на расстоянии, равном радиусу Земли от её поверхности?

Ответ: _____ м/с².

93. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Земли на расстоянии одного земного радиуса от её поверхности?

Ответ: _____ Н.

94. Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к планете в 16 раз больше, чем для второй. Каково отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет?

Ответ: _____.

95. Если массы тел, которые можно считать материальными точками, уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними увеличить в 2 раза, то как изменится сила взаимодействия между ними?

Ответ: уменьшится в _____ раз(-а).

96. Два космических корабля, находящихся на большом расстоянии друг от друга, притягиваются с силой F . Чему будет равна сила взаимодействия, если массу одного корабля увеличить в 2 раза, массу другого корабля увеличить в 3 раза, а расстояние между ними увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ $\cdot F$.

97. Два шара массой $2M$ каждый притягиваются друг к другу с силой F . Если с первого шара перенести половину массы на второй шар, не меняя расстояния между ними, то чему станет равна сила взаимодействия шаров?

Ответ: _____ $\cdot F$.

98. Каково ускорение свободного падения на Марсе, если радиус Марса в 2 раза меньше, чем радиус Земли, а масса в 10 раз меньше, чем масса Земли?

Ответ: _____ м/с².

2.3. Сила тяжести, вес тела

99. Книга массой 200 г лежит на столе. Каково отношение силы реакции стола к весу книги, если масса стола равна 10 кг?

Ответ: _____.

100. Камень массой 100 г свободно падает с некоторой высоты. Чему равен вес камня на половине высоты?

Ответ: _____ Н.

101. Каков вес штанги на некоторой планете, если на Земле её масса равна 100 кг? Известно, что ускорение свободного падения на этой планете в 4 раза меньше, чем на Земле.

Ответ: _____ Н.

102. Груз массой $m = 2$ кг подвешен на двух тросах, сила натяжения каждого из которых равна 20 Н. Найдите, чему равен угол α (см. рис. 58).

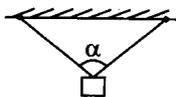


Рис. 58

Ответ: _____ °.

103. Шарик массой 600 г подвешен на невесомой нити. Каков вес шарика?

Ответ: _____ Н.

104. На вертикально падающее тело массой 500 г действует сила сопротивления воздуха, равная 2 Н. Чему равно ускорение тела?

Ответ: _____ м/с².

105. Брусок массой $m = 500$ г покоится на наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 60$ (см. рис. 59). Найдите вес бруска.

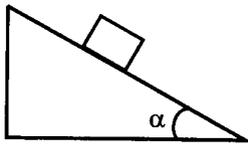


Рис. 59

Ответ: _____ Н.

106. Вес тела в лифте уменьшился в 4 раза. Чему равен модуль ускорения лифта?

Ответ: _____ м/с².

107. Скоростной лифт Эйфелевой башни движется с ускорением 0,5 м/с². Каким будет вес туриста массой 60 кг при подъёме на башню?

Ответ: _____ Н.

2.4. Сила упругости, закон Гука

108. Для того чтобы пружину растянуть на 10 см, пришлось приложить силу 100 Н. Какая сила нужна для сжатия этой пружины на 10 см?

Ответ: _____ Н.

109. Какую силу нужно приложить к концу вертикально закреплённой пружины длиной 0,15 м и жёсткостью 800 Н/м, чтобы растянуть её на 2 см?

Ответ: _____ Н.

110. На рисунке 60 представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от значения её деформации. Чему равна жёсткость этой пружины?

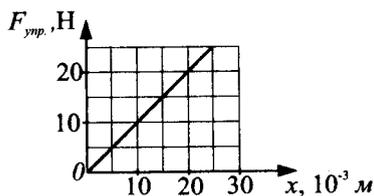


Рис. 60

Ответ: _____ Н/м.

111. Какова жёсткость пружины, если график зависимости силы упругости от удлинения приведён на рисунке 61?

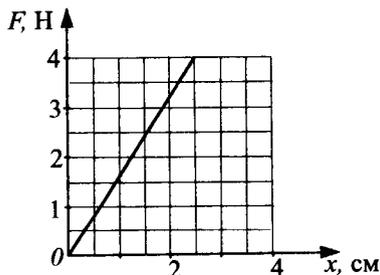


Рис. 61

Ответ: _____ Н/м.

112. На рисунке 62 представлен график зависимости силы упругости пружины от её удлинения. Каким будет удлинение этой пружины, если к ней подвесить тело массой 300 г?

Ответ: _____ см.

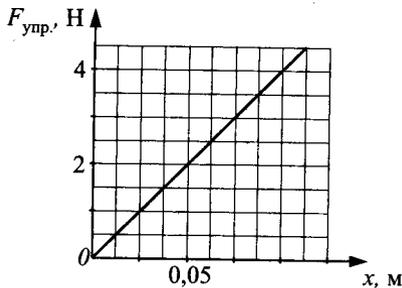


Рис. 62

113. Для измерения силы трения деревянный брусок массой 50 г равномерно тянут по деревянной доске с помощью динамометра. Его показания равны 2 Н. Чему будут равны показания динамометра, если на брусок положить добавочный груз массой 150 г?

Ответ: _____ Н.

114. Коэффициент жёсткости невесомой пружины равен 500 Н/м. На какую величину растягивает пружину груз массой 3 кг?

Ответ: _____ см.

115. Если пружина изменила свою длину на 6 см под действием груза массой 4 кг, то как бы она растянулась под действием груза массой 6 кг?

Ответ: на _____ см.

116. Под действием силы 12 Н пружина сжимается на 3 см. На сколько сантиметров относительно своего несжатого состояния растянется эта пружина, если на неё подействовать силой 20 Н?

Ответ: на _____ см.

117. Две упругие пружины растягиваются силами одной и той же величины F . Удлинение второй пружины Δx_2 в 4 раза меньше, чем удлинение первой пружины Δx_1 . Найдите, чему равна жёсткость второй пружины k_2 , если жёсткость первой пружины $k_1 = 400$ Н/м.

Ответ: _____ Н/м.

118. Тело массой m висит на пружине жёсткостью k , удлиняя её на величину x_1 . Рядом на пружине жёсткостью $2k$ висит тело массой $3m$, удлиняя её на величину x_2 . Найдите, чему равно отношение x_2/x_1 .

Ответ: _____.

119. Две пружины скрепили свободными концами и растягивают в противоположные стороны. Пружина жёсткостью 20 Н/м растянулась на 5 см. Какова жёсткость второй пружины, если её растяжение равно 2,5 см?

Ответ: _____ Н/м.

120. Две пружины жёсткостью 20 Н/м и 80 Н/м скрепляют свободными концами и растягивают так, что удлинение первой пружины составляет 4 см. Какая сила упругости возникнет при этом во второй пружине?

Ответ: _____ Н.

121. Кубик покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рис. 63). Левая пружина жёсткостью $k_1 = 300$ Н/м сжата на 4 см. С какой силой действует на грузик правая пружина?

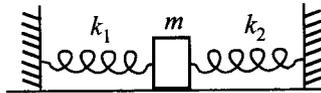


Рис. 63

Ответ: _____ Н.

122. Кубик покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рис. 64). Левая пружина жёсткостью $k_1 = 300$ Н/м сжата на 4 см. Найдите, на сколько сантиметров сжата правая пружина жёсткостью $k_2 = 500$ Н/м.

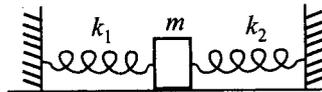


Рис. 64

Ответ: на _____ см.

2.5. Сила трения

123. На деревянном столе лежит деревянный брусок. Ему сообщают начальную скорость, как это показано на рисунке 65, и он какое-то время скользит по поверхности стола. Куда будет направлено ускорение бруска?

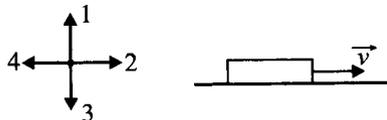


Рис. 65

Ответ: _____ .

124. К лежащему на горизонтальном столе телу массой 2 кг приложили горизонтальную силу, равную 5 Н. Коэффициент трения тела о поверхность равен 0,4. Чему равна сила трения, действующая на тело?

Ответ: _____ Н.

125. Чему будет равна сила трения, действующая на тело массой 1,5 кг, если его тянут по горизонтальной поверхности с силой 7 Н, а коэффициент трения равен 0,4?

Ответ: _____ Н.

126. На рисунке 66 приведён график зависимости модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ бруска от модуля силы нормального давления N . Каков коэффициент трения?

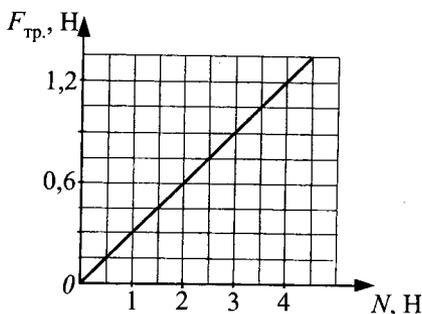


Рис. 66

Ответ: _____.

127. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по деревянной горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке 67. Чему равен коэффициент трения бруска о стол?

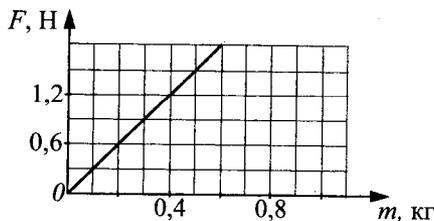


Рис. 67

Ответ: _____.

128. Мальчика на санках тянут с постоянной скоростью по горизонтальной дороге. Сила тяги к санкам приложена горизонтально. Сила трения скольжения полозьев о снег равна 54 Н. Суммарная масса мальчика и санок равна 60 кг. Чему равен коэффициент трения скольжения санок о дорогу?

Ответ: _____.

129. Водитель автомобиля массой 1,2 т выключает двигатель, и машина далее движется по горизонтальному шоссе под действием силы трения. Каково её значение, если коэффициент трения резины об асфальт равен 0,6?

Ответ: _____ кН.

130. Чему равна максимальная сила трения покоя, действующая на человека массой 70 кг, бегущего по дороге, если коэффициент трения равен 0,5?

Ответ: _____ Н.

131. Металлический брусок массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальной поверхности (см. рис. 68), коэффициент трения $\mu = 0,3$. С одной стороны брусок прикреплен к растянутой пружине. Сила упругости $F_{\text{упр.}} = 1,5$ Н. Чему равна сила трения покоя?

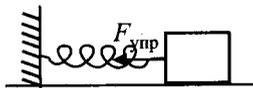


Рис. 68

Ответ: _____ Н.

132. К телу массой 2 кг приложена сила 10 Н, вызывающая движение тела. Если сила трения равна 4 Н, то чему равно ускорение тела?

Ответ: _____ м/с².

133. Чему равна сила трения, действующая на тело массой 100 г, находящееся в состоянии покоя на наклонной плоскости (см. рис. 69)?

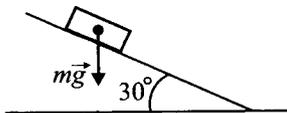


Рис. 69

Ответ: _____ Н.

134. Тело массой 5,6 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения скольжения равен 0,7. Чему равна сила трения, действующая на тело?

Ответ: _____ Н.

135. Тело массой 2 кг движется по наклонной плоскости, расположенной под углом 60° к горизонту. Коэффициент трения между плоскостью и телом равен 0,2. Чему равна сила трения?

Ответ: _____ Н.

§ 3. Законы сохранения в механике

3.1. Импульс. Закон сохранения импульса

136. Автомобиль массой 900 кг движется по прямолинейному участку шоссе со скоростью 72 км/ч. Чему равен импульс автомобиля?

Ответ: _____ кг · м/с.

137. Движение материальной точки описывается уравнением $x = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв массу точки равной 2 кг, найдите импульс точки в момент времени $t = 2$ с.

Ответ: _____ кг · м/с.

138. Тело массой m проходит половину окружности с постоянной по величине скоростью v . Чему равен модуль вектора изменения импульса тела?

Ответ: _____ $\cdot mv$.

139. Тело массой 100 г движется по окружности со скоростью 0,4 м/с. Определите модуль вектора изменения импульса тела за половину периода.

Ответ: _____ кг · м/с.

140. Тело массой 200 г движется по окружности со скоростью 1 м/с. Определите модуль вектора изменения импульса тела за четверть периода. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

141. Система состоит из двух одинаковых шариков, движущихся с одинаковыми по величине скоростями во взаимно перпендикулярных направлениях (см. рис. 70). Под каким углом к горизонту будет направлен импульс системы шариков?

Ответ: _____ $^\circ$.

142. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями 90 км/ч и 60 км/ч соответственно. Масса автомобиля $m = 1,2$ т. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ т.

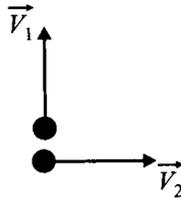


Рис. 70

143. Отношение скорости грузовика к скорости легкового автомобиля $v_1/v_2 = 0,5$. Масса грузовика $m_1 = 4500$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ т.

144. Отношение импульса легкового автомобиля к импульсу мотоцикла

$\frac{p_1}{p_2} = 6$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение массы лег-

кового автомобиля к массе мотоцикла $\frac{m_1}{m_2} = 1,5$?

Ответ: _____ .

145. Тело движется по прямой, не меняя направления движения. Найдите модуль постоянной силы, если под её действием импульс тела изменился на $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ за 2 с.

Ответ: _____ Н.

146. На тело массой 2 кг, движущееся со скоростью 1 м/с, начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 6 м/с?

Ответ: _____ Н · с.

147. Скорость автомобиля массой 1,5 т уменьшилась от 90 км/ч до 72 км/ч. Определите импульс силы, действующей на автомобиль.

Ответ: _____ Н · с.

148. Каково изменение импульса тела в промежуток времени от первой до третьей секунды, если на рисунке 71 представлен график зависимости модуля силы, действующей на некоторое тело, от времени?

Ответ: _____ Н · с.

149. Яблоко массой 0,1 кг непосредственно перед ударом о землю имеет импульс $0,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Определите среднюю силу, действующую на яблоко во время удара, если время до его остановки равно 5 мс.

Ответ: _____ Н.

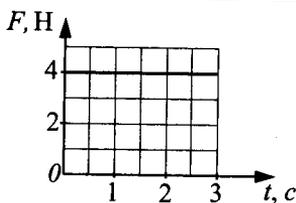


Рис. 71

150. Тело движется по прямой с начальным импульсом $18 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Найдите импульс тела в момент времени 4 с , если на тело действовала ускоряющая сила 6 Н .

Ответ: _____ $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

151. На графике (см. рис. 72) изображена зависимость импульса материальной точки от времени. Чему равна сила, действующая на материальную точку?

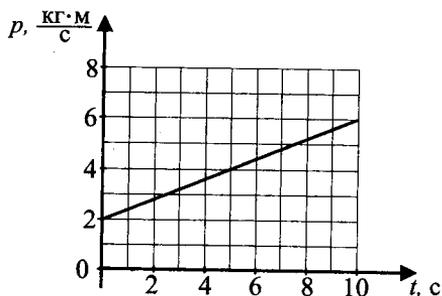


Рис. 72

Ответ: _____ Н .

152. На тело, начинающее движение из состояния покоя, в течение 5 с действует сила, равная 15 Н . Чему равен импульс тела в момент времени 3 с ?

Ответ: _____ $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

153. На тело массой $m = 2 \text{ кг}$ в течение промежутка времени Δt действовала сила $F = 100 \text{ Н}$; при этом изменение импульса тела составило $\Delta p_x = 6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$; $\Delta p_y = 8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен промежуток Δt ?

Ответ: _____ с .

154. Хоккейный вратарь отбивает шайбу массой 200 г , летящую в ворота со скоростью 72 км/ч , изменяя направление её скорости на строго противоположное. Каков при этом импульс силы, действующей на шайбу?

Ответ: _____ $\text{Н} \cdot \text{с}$.

155. Скорость пули, вылетающей из винтовки, равна 450 м/с. Скорость, приобретённая винтовкой в результате отдачи, составила 1,25 м/с. Во сколько раз масса винтовки больше массы пули?

Ответ: в _____ раз(-а).

156. Мяч массой 300 г, летевший вертикально, ударился о Землю и отскочил от неё без потери скорости. Скорость мяча непосредственно перед соударением была равна 1 м/с. Какой импульс получила Земля за время удара?

Ответ: _____ кг · м/с.

157. Спортсмен массой 80 кг, стоя на роликовых коньках, бросает ядро массой 4 кг со скоростью 8 м/с под углом к горизонту 60° . Какова начальная скорость спортсмена после броска?

Ответ: _____ м/с.

158. Мальчик массой 50 кг, стоя на очень гладком льду, бросает груз массой 8 кг под углом 60° к горизонту со скоростью 5 м/с. Какую скорость при этом приобретёт мальчик?

Ответ: _____ м/с.

159. Тележка массой 100 кг, движущаяся со скоростью 3 м/с, догоняет тележку массой 300 кг, движущуюся в ту же сторону со скоростью 1 м/с. Какова скорость движения тележек после их абсолютно неупругого соударения?

Ответ: _____ м/с.

160. Два неупругих шара массами 2 кг и 3 кг движутся со скоростями 2 м/с и 1 м/с соответственно по траекториям, которые пересекаются между собой под прямым углом. Чему будет равен общий импульс этих шаров после их абсолютно неупругого соударения?

Ответ: _____ кг · м/с.

161. Два бильярдных шара массой 250 г каждый движутся навстречу друг другу со скоростями 0,8 м/с и 1,2 м/с. Определите суммарный импульс шаров после столкновения. Считать удар абсолютно упругим.

Ответ: _____ кг · м/с.

162. Заряд фейерверка, запущенный вертикально вверх, разрывается в верхней точке на две части массами $2m$ и $3m$, которые разлетаются в противоположные стороны. Осколок массой $2m$ летит со скоростью 150 м/с. С какой скоростью полетит второй осколок?

Ответ: _____ м/с.

163. Пластилиновый шарик массой 100 г движется со скоростью 0,2 м/с и ударяется о неподвижный пластилиновый шарик такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найдите, с какой скоростью будут двигаться шарики после удара.

Ответ: _____ м/с.

164. Вагон массой 20 т движется со скоростью 15 м/с и сталкивается с неподвижным вагоном массой 10 т. Чему равна скорость обоих вагонов после их сцепки?

Ответ: _____ м/с.

165. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Найдите скорость вагонов после их взаимодействия, если удар неупругий.

Ответ: _____ м/с.

166. С какой скоростью будут двигаться шары равной массы после абсолютно неупругого удара, если до удара у них были скорости 3 м/с и 4 м/с, направленные во взаимно перпендикулярных направлениях?

Ответ: _____ м/с.

167. Два тела массами $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 2$ кг, направления движения которых показаны на рисунке 73, перед абсолютно неупругим ударом имеют скорости $v_1 = 2$ м/с и $v_2 = 4$ м/с. Найдите, чему будет равен модуль импульса системы после соударения.

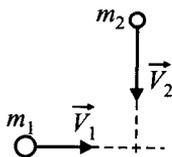


Рис. 73

Ответ: _____ кг·м/с.

168. В тело массой $M = 1$ кг, лежащее на горизонтальной плоскости, падает пуля массой $m = 100$ г, летящая со скоростью $v = 20$ м/с, и, пролетев через тело, продолжает двигаться со скоростью $u = 10$ м/с. С какой скоростью начнёт двигаться ранее неподвижное тело?

Ответ: _____ м/с.

3.2. Работа силы. Мощность

169. Тело массой 2 кг съезжает с вершины гладкой полукруглой сферы с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Чему равна работа силы реакции опоры?

Ответ: _____ Дж.

170. Какую работу нужно совершить, чтобы установить вертикально лежащий на земле фонарный столб высотой 10 м и массой 100 кг?

Ответ: _____ кДж.

171. Какую надо совершить работу, чтобы груз массой 20 кг равномерно поднять на высоту 1,5 м?

Ответ: _____ Дж.

172. Какую работу совершит сила тяжести при подъёме тела массой 5 кг на 2 м?

Ответ: _____ Дж.

173. Дождевая капля массой 10 мг падает с высоты 1,5 км. Найдите, какую работу при этом совершает сила тяжести.

Ответ: _____ Дж.

174. Какую работу совершит сила тяжести при передвижении тела 5 кг по горизонтальной поверхности на 2 м?

Ответ: _____ Дж.

175. Мама тянет санки с ребёнком, прилагая горизонтальное усилие 25 Н. Какую работу совершает мама на пути 500 м?

Ответ: _____ кДж.

176. Мальчик везёт санки с постоянной скоростью. Сила трения санок о снег равна 30 Н. Мальчик совершил работу, равную 30 Дж. Определите пройденный путь.

Ответ: _____ м.

177. Тело массой 1 кг брошено под углом 30° к горизонту со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Чему равна работа силы тяжести за всё время движения?

Ответ: _____ Дж.

178. Если для сжатия на 2 см буферной пружины железнодорожного вагона требуется сила 50 кН, то чему будет равна работа, произведённая при её сжатии на 4 см?

Ответ: _____ кДж.

179. При открывании двери пружину жёсткостью 50 кН/м растягивают на 10 см. Какую работу совершает пружина, закрывая дверь?

Ответ: _____ Дж.

180. Лебёдка поднимает груз массой 500 кг на высоту 20 м за 50 с. Какова мощность двигателя лебёдки?

Ответ: _____ Вт.

181. Спортсмен поднимает гирю массой 16 кг на высоту 2 м, затрачивая на это 0,8 с. Какую мощность при этом развивает спортсмен?

Ответ: _____ Вт.

3.3. Кинетическая энергия и её изменение

182. Автомобиль массой 10^3 кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна его кинетическая энергия?

Ответ: _____ Дж.

183. Автомобиль массой 10^3 кг движется равномерно по мосту на высоте 10 м над землёй. Скорость автомобиля равна 10 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

184. В багажнике машины лежат чемодан и сумка. Масса чемодана равна 60 кг. Какова масса сумки, если отношение кинетической энергии чемодана к кинетической энергии сумки относительно земли равно 2?

Ответ: _____ кг.

185. Груз массой 2 кг под действием силы 60 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 3 м. Чему при этом равно изменение кинетической энергии?

Ответ: _____ Дж.

186. Чему равна кинетическая энергия тела массой 20 кг через 10 с после начала движения, если график зависимости модуля его перемещения от времени представлен на рисунке 74?

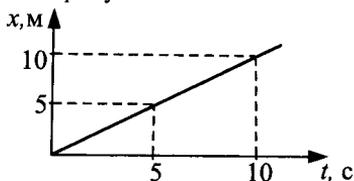


Рис. 74

Ответ: _____ Дж.

187. Чему равна кинетическая энергия тела массой 1 кг, зависимость модуля перемещения которого от времени представлена на рисунке 75, в момент времени 2 с?

Ответ: _____ Дж.

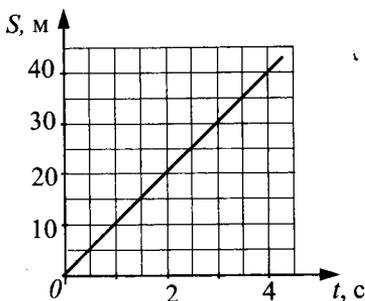


Рис. 75

188. Свободно катящийся по горизонтальной поверхности мяч массой 0,5 кг уменьшил свою скорость с 10 м/с до 4 м/с. Чему равна работа силы трения?

Ответ: _____ Дж.

189. Водитель выключает двигатель автомобиля массой 2 т при скорости 90 км/ч и проезжает до полной остановки путь, равный 200 м. Какую работу совершила сила трения, действующая на автомобиль?

Ответ: _____ кДж.

190. Автомобиль массой 1 т, двигавшийся со скоростью 40 км/ч, после начала торможения уменьшил скорость в два раза. Чему равна работа сил трения? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кДж.

3.4. Потенциальная энергия

191. Мяч бросают под углом 60° к горизонту, а через некоторое время он падает обратно на землю. На каком из графиков (см. рис. 76) верно показано изменение потенциальной энергии мяча с течением времени?

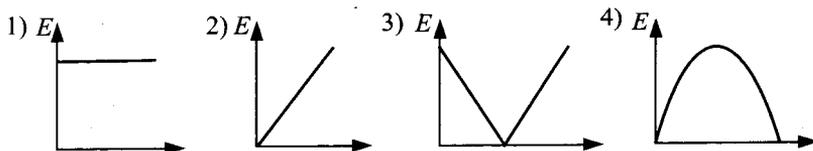


Рис. 76

Ответ: _____.

192. Во сколько раз уменьшилась потенциальная энергия тела массой m , рассчитанная относительно поверхности планеты, если тело перенесли с поверхности Земли на поверхность Марса и поместили на ту же высоту? Ускорение свободного падения на Марсе $g_m = 3,7 \text{ м/с}^2$. Ответ округлите до десятых.

Ответ: в _____ раз(-а).

193. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля равна 1200 кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 3?

Ответ: _____ т.

194. В процессе эксперимента первый шарик массой 200 г прокатили по столу, а второй такой же шарик — по горизонтальному мостику, расположенному в 10 см над поверхностью стола. На сколько джоулей отличаются потенциальные энергии этих шариков?

Ответ: на _____ Дж.

195. На сколько джоулей уменьшится потенциальная энергия стальной гири массой 100 г, падающей с высоты 1,3 м относительно поверхности земли на стол учителя? Высота стола — 80 см.

Ответ: на _____ Дж.

196. На какой высоте окажется тело массой 2,5 кг, свободно упавшее с высоты 8 м, если его потенциальная энергия уменьшилась на 50 Дж?

Ответ: _____ м.

197. Коэффициент жёсткости пружины равен 500 Н/м. Чему будет равна её потенциальная энергия при растяжении пружины на 2 см?

Ответ: _____ Дж.

198. При упругой деформации 3 см стальная пружина имеет потенциальную энергию 9 Дж. На сколько джоулей уменьшится потенциальная энергия этой пружины при уменьшении деформации на 1 см?

Ответ: на _____ Дж.

199. Первая пружина имеет жёсткость 30 кН/м, вторая — 10 кН/м. Найдите, чему равно отношение потенциальных энергий пружин $\frac{E_1}{E_2}$, если первая пружина сжата на 1 см, а вторая растянута на 1 см.

Ответ: _____ .

200. Во сколько раз уменьшится потенциальная энергия пружины, если уменьшить её растяжение в 3 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

3.5. Закон сохранения и изменения механической энергии

201. Камень бросили вертикально вверх. На рисунке 77 изображён график зависимости кинетической энергии камня от времени. Какой из графиков (см. рис. 78) верно отражает зависимость потенциальной энергии камня от времени?

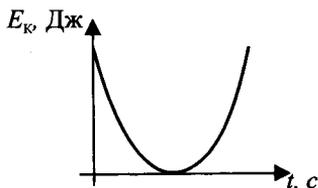


Рис. 77

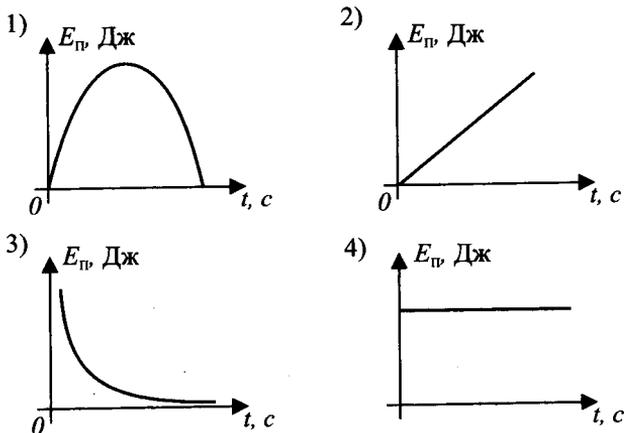


Рис. 78

Ответ: _____.

202. Автомобиль массой 1 т движется со скоростью 20 м/с по мосту, расположенному над поверхностью реки на высоте 15 м. Какова полная механическая энергия автомобиля относительно уровня воды в реке?

Ответ: _____ кДж.

203. Пуля, имеющая скорость 500 м/с и массу 10 г, застряла в стенке. На сколько джоулей увеличилась внутренняя энергия стенки и пули?

Ответ: на _____ Дж.

204. Тело массой 2 кг без трения скатывается с вершины наклонной плоскости длиной 1,4 м, образующей угол 45° с горизонтом. Чему равна кинетическая энергия тела у основания наклонной плоскости? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Дж.

205. Чему будет равна потенциальная энергия пули массой 20 г, выпущенной вертикально вверх со скоростью 600 м/с, в верхней точке траектории?

Ответ: _____ кДж.

206. Мальчик бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью 5 м/с. На какую высоту поднимется камень?

Ответ: _____ м.

207. Тело массой 1,5 кг, брошенное вертикально вверх, достигло максимальной высоты 10 м. Какой кинетической энергией обладало тело сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

208. Камень массой 100 г бросили с поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Какова полная механическая энергия камня в наивысшей точке подъёма?

Ответ: _____ Дж.

209. Тело подбросили вертикально вверх. На уровне земли его энергия равна 10 Дж. Определите максимальную высоту подъёма, если масса тела равна 0,2 кг.

Ответ: _____ м.

210. Тело бросили с высоты 5 м с начальной скоростью 5 м/с, направленной вверх. Сопротивления воздуха нет. Какова скорость тела перед ударом о землю? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

211. Тело бросили с высоты 2 м, придав ему скорость 4 м/с. Какой будет скорость тела перед падением на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

212. Тело падает с высоты h с начальной скоростью $v = 0$. На какой высоте его кинетическая энергия ($E_{\text{кин.}}$) будет равна $2/3$ от его потенциальной энергии ($E_{\text{пот.}}$)?

Ответ: _____ $\cdot h$.

213. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. На какой высоте h кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии?

Ответ: _____ м.

214. На какой высоте кинетическая энергия свободно падающего тела равна его потенциальной энергии, если на высоте 10 м скорость тела равна 8 м/с?

Ответ: _____ м.

215. Шарик на невесомой нити длиной 1,2 м, находящемуся в положении равновесия, сообщили небольшую горизонтальную скорость 4 м/с (см. рис. 79). На какую максимальную высоту относительно положения равновесия поднимется шарик?

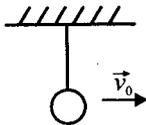


Рис. 79

Ответ: _____ м.

216. Тело массой 20 кг падает на землю с высоты 10 м. При этом его скорость во время удара о землю равна 12 м/с. Чему равна работа силы тяжести?

Ответ: _____ Дж.

217. Мяч массой 300 г брошен с высоты 1,5 м. При ударе о землю скорость мяча равна 4 м/с. Рассчитайте работу сил сопротивления.

Ответ: _____ Дж.

218. Тело массой 2 кг упало с высоты 5 м, у земли оно стало иметь скорость 8 м/с. Какова работа силы трения о воздух?

Ответ: _____ Дж.

§ 4. Статика и гидростатика

4.1. Равновесие тел

219. На рисунке 80 изображена прямая однородная лестница AC , прислонённая к вертикальной стене AB . Определите плечо силы трения, действующей на стержень в точке C , относительно оси, перпендикулярной

плоскости чертежа и проходящей через точку A . Длина лестницы $AC = 1$ м, $\alpha = 30^\circ$.

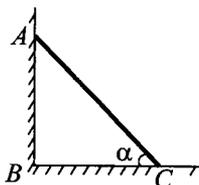


Рис. 80

Ответ: _____ м.

220. На рисунке 81 изображена прямая однородная лестница AC , прислонённая к вертикальной стене AB . Чему равен момент силы тяжести, действующей на эту лестницу, относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка? Масса лестницы равна 4 кг, расстояние от прямого угла B до нижнего конца доски равно $BC = 0,5$ м.

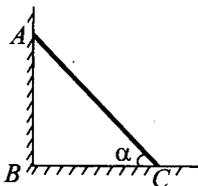


Рис. 81

Ответ: _____ Н·м.

221. Момент первой силы, действующей на рычаг, равен 40 Н·м. Какой должна быть вторая сила, чтобы рычаг находился в равновесии, если плечо этой силы равно 25 см?

Ответ: _____ Н.

222. На одной чашке неравноплечных весов (см. рис. 82) находится гиря массой 100 г. Гирию какой массы нужно положить на вторую чашку, чтобы уравновесить весы?

Ответ: _____ г.

223. Тело массой $m_2 = 0,3$ кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рис. 83). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?

Ответ: _____ кг.

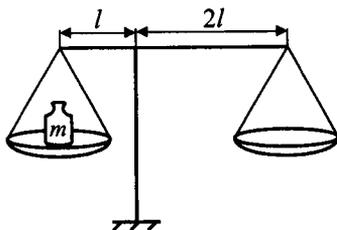


Рис. 82

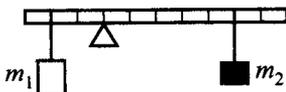


Рис. 83

224. Тела массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 600$ г подвешены к невесомому рычагу (см. рис. 84). Найдите, чему равно плечо l_1 , если $l_2 = 30$ см.

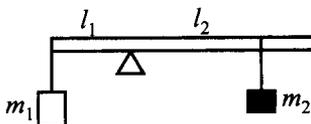


Рис. 84

Ответ: _____ см.

225. Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия лёгкого рычага, к которому приложены силы F_1 и F_2 . Результаты, которые он получил, представлены в таблице (l_1 и l_2 — плечи сил).

F_1 , Н	l_1 , м	F_2 , Н	l_2 , м
20	0,8	?	0,4

Найдите модуль силы F_2 , если рычаг находится в равновесии.

Ответ: _____ Н.

226. Лестница массой 20 кг приставлена к гладкой вертикальной стене под углом 45° . Центр тяжести лестницы находится в её середине. Чему равна сила давления лестницы на стену?

Ответ: _____ Н.

227. С помощью рычага поднимают груз массой 15 кг, прикладывая силу 50 Н. Найдите, во сколько раз длинное плечо рычага больше короткого.

Ответ: в _____ раз(-а).

228. К концам рычага приложены две силы — 2 Н и 6 Н. Плечо первой силы равно 9 см. Какова длина рычага?

Ответ: _____ см.

229. К концам рычага приложены две силы — $F_1 = 9$ Н и $F_2 = 3$ Н. Плечо первой силы равно 10 см. Найдите длину рычага. Рычаг находится в равновесии.

Ответ: _____ м.

230. Однородная балка массой 10 кг лежит на двух опорах (см. рис. 85). С какой силой балка давит на правую опору? Ответ округлите до целых.

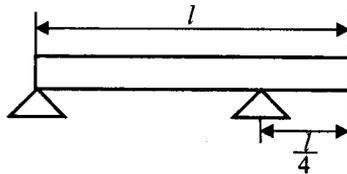


Рис. 85

Ответ: _____ Н.

231. На рисунке 86 изображена система, состоящая из невесомого рычага и блока. Сила $F_1 = 5$ Н. Какую силу F_2 нужно приложить к рычагу в точке А, чтобы система находилась в равновесии?

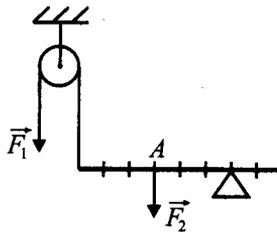


Рис. 86

Ответ: _____ Н.

232. На рисунке 87 изображена система, состоящая из невесомого рычага и идеального блока. Масса груза равна 600 г. Какую силу F нужно приложить к рычагу в точке, которая показана на рисунке, чтобы система находилась в равновесии?

Ответ: _____ Н.

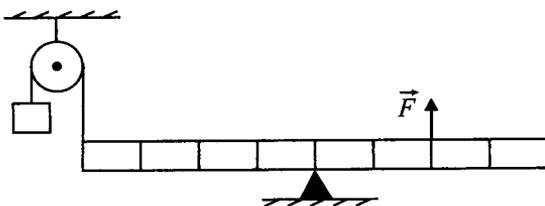


Рис. 87

4.2. Закон Архимеда. Условие плавания тел

233. Чему равно гидростатическое давление в сосуде с ртутью на глубине 10 м?

Ответ: _____ кПа.

234. Чему равно гидростатическое давление воды в аквариуме на его стенку шириной 10 см и высотой 50 см, если плотность воды равна 1000 кг/м^3 ?

Ответ: _____ Па.

235. Атмосферное давление 10^5 Па. Чему равно давление воды в озере на глубине 5 м?

Ответ: _____ кПа.

236. Тело массой 30 кг и объёмом 40 дм^3 плавает в воде. Чему равен модуль выталкивающей силы, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

237. Однородный сосновый брусок площадью поперечного сечения $0,01 \text{ м}^2$ плавает на поверхности воды. Масса бруска 24 кг. Чему будет равна выталкивающая сила, действующая на брусок? Плотность сосны равна 400 кг/м^3 .

Ответ: _____ Н.

238. Вес груза в воздухе равен 2 Н. При опускании груза в воду на него действует сила Архимеда, равная 0,5 Н. Каков вес груза в воде?

Ответ: _____ Н.

239. Тело погружено на половину своего объёма в воду и плавает в ней. Чему равна плотность тела?

Ответ: _____ кг/м^3 .

240. Найдите, какая выталкивающая сила действует в воде на однородный медный шарик объёмом $8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$.

Ответ: _____ Н.

241. Найдите объём стального тела, на которое при погружении в керосин действует выталкивающая сила, равная 240 Н.

Ответ: _____ м³.

242. Подвешенный на нити алюминиевый кубик массой 2,7 кг целиком погружён в керосин и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см. Какая выталкивающая сила действует на кубик?

Ответ: _____ Н.

243. Лодка массой 120 кг плавёт по реке. Чему равен объём подводной части лодки?

Ответ: _____ м³.

244. Железное тело массой 2 кг находится в воде. Какая выталкивающая сила на него действует? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ Н.

245. Какая выталкивающая сила будет действовать на алюминиевый шарик массой 270 г, удерживаемый в толще керосина?

Ответ: _____ Н.

246. На алюминиевый шарик массой 270 г, удерживаемый в толще некоторой жидкости, действует выталкивающая сила 0,9 Н. Какова плотность жидкости?

Ответ: _____ кг/м³.

247. Тело объёмом 0,06 м³ плавает в воде, погружившись на 0,4 своего объёма. Какова выталкивающая сила, действующая на тело?

Ответ: _____ Н.

248. Тело массой 300 г и плотностью 1500 кг/м³ прикрепили к нити и опустили в ёмкость с водой (см. рис. 88). Найдите силу натяжения нити.

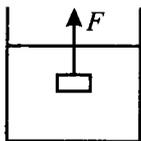


Рис. 88

Ответ: _____ Н.

249. Груз массой $m = 3$ кг и объёмом $V = 2$ л, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость плотностью $\rho = 900$ кг/м³. Определите силу натяжения нити T .

Ответ: _____ Н.

250. Груз массой $m = 5$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость плотностью $\rho = 800$ кг/м³. Сила натяжения нити $T = 26$ Н. Определите объём груза.

Ответ: _____ м³.

Изменение физических величин в процессах

251. Спортсмен стреляет из лука, запуская стрелу сначала под углом 30° , а потом под углом 45° к горизонту. Как изменятся в этих случаях время полёта стрелы и максимальная высота её подъёма, если считать, что начальная скорость стрелы одинакова? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полёта стрелы	Максимальная высота подъёма

252. Маленький мяч свободно падает с некоторой высоты. Как изменятся скорость мяча в момент его падения на землю и время полёта, если его заменить большим мячом? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Время полёта

253. Шарик массой m брошен с земли со скоростью v_0 под углом α_0 к горизонту (см. рис. 89). Как изменятся высота подъёма и дальность полёта шарика, если во время движения на шарик будет действовать встречный ветер с горизонтальной силой F ? Шарик продолжает двигаться вдоль оси x .

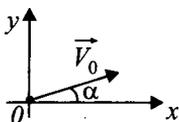


Рис. 89

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Высота подъёма	Дальность полёта

254. Шарик массой m , брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время полёта пролетел в горизонтальном направлении расстояние S . В другом опыте бросают горизонтально с высоты H шарик массой $2m$ с начальной скоростью $v_0/2$. Что произойдёт с дальностью полёта и ускорением шарика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полёта	Ускорение шарика

255. Тело брошено вертикально вверх. Как изменятся максимальная высота подъёма и время движения тела, если его массу увеличить? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная высота подъёма	Время движения

256. Тело движется по окружности с постоянным периодом обращения. Как изменятся радиус окружности и центростремительное ускорение тела, если уменьшится скорость тела, а период обращения останется неизменным?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус окружности	Центростремительное ускорение

257. В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска увеличили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом центростремительное ускорение бруска и сила нормального давления бруска на опору?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение бруска	Сила нормального давления бруска на опору

258. Материальная точка движется по окружности. Что произойдёт с частотой обращения и центростремительным ускорением точки при увеличении линейной скорости её движения в 3 раза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота обращения	Центростремительное ускорение

259. На вращающейся платформе в точке А стоит человек, как это показано на рисунке 90. Как изменятся линейная скорость его вращения и центростремительная сила, действующая на него, при переходе из точки А в точку Б?

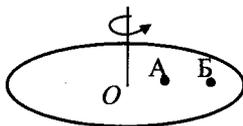


Рис. 90

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Линейная скорость	Центростремительная сила

260. Автомобиль едет по выпуклому мосту с постоянной по модулю скоростью. Как изменятся равнодействующая сил и ускорение автомобиля, если скорость автомобиля увеличить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Равнодействующая сил	Ускорение

261. Тело движется по окружности с постоянным центростремительным ускорением. Как изменятся скорость и период обращения тела, если радиус окружности уменьшится, а ускорение останется неизменным?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость тела	Период обращения

262. Тело бросили с некоторой высоты вертикально вниз. Как при этом изменяются скорость тела и сила тяжести, действующая на тело?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость тела	Сила тяжести, действующая на тело

263. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением тело. Как изменятся время движения и ускорение тела, если массу тела увеличить в два раза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Ускорение

264. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением тело. Как изменятся время движения и сила трения, действующая на тело, если угол наклона поверхности к горизонту увеличить, оставив первоначальную высоту соскальзывания неизменной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Сила трения

265. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рис. 91). Как изменятся время движения и сила трения, действующая на брусок, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой $\frac{1}{3}m$?

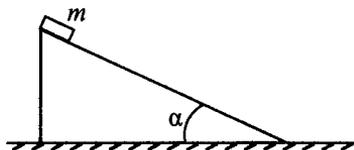


Рис. 91

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Сила трения

266. Сани скатываются с ледяной горки, расположенной под углом 30° к горизонту. Как изменятся ускорение санок и сила трения, если на санки сядет человек?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Сила трения

267. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника планеты уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода радиус орбиты спутника и период обращения вокруг планеты? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Период обращения вокруг планеты

268. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли увеличилась. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и частота его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Частота обращения

269. В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода высота орбиты спутника и период его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Высота орбиты	Период обращения

270. Высота полёта искусственного спутника над Землёй увеличилась с 300 км до 400 км. Как изменяются при этом период обращения спутника и скорость его движения по орбите? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения спутника	Скорость движения спутника по орбите

271. При переходе с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода период обращения спутника вокруг Земли и его центростремительное ускорение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения спутника	Центростремительное ускорение

272. Подвешенный на верёвке железный кубик опустили в воду так, что он не касается дна. Как изменятся действующие на кубик выталкивающая сила и сила тяжести, если кубик приподнять, оставив наполовину в воде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Выталкивающая сила	Сила тяжести

273. Подвешенный на верёвке железный кубик опустили в воду так, что он не касается дна. Как изменятся давление воды на нижнюю грань кубика и модуль силы натяжения нити, если приподнять кубик, оставив его целиком в воде? Верхняя и нижняя грани кубика горизонтальны, воду считать несжимаемой.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление воды на нижнюю грань кубика	Модуль силы натяжения нити

274. На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся действующая на него сила Архимеда и глубина погружения, если воду подсолить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

275. В керосине плавает сосновый кубик. Как изменятся глубина погружения и выталкивающая сила, если сосновый кубик заменить дубовым кубиком такого же размера? Плотность дуба больше плотности сосны.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения	Выталкивающая сила

276. Футбольный мяч погрузили глубоко под воду и отпустили. Как меняются в начале его подъёма сила тяжести и выталкивающая сила?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Выталкивающая сила

277. В сосуд с керосином полностью погружён железный груз, закреплённый на невесомой нерастяжимой нити. Груз не касается стенок и дна сосуда. Керосин в сосуде заменили на воду. Как при этом изменились сила натяжения нити и сила тяжести, действующая на тело?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Сила тяжести

278. В сосуд с водой полностью погружён железный груз, закреплённый на невесомой нерастяжимой нити. Груз не касается стенок и дна сосуда. Груз заменили на другой железный груз вдвое меньшей массы и тоже полностью погрузили его в воду. Как при этом изменились сила натяжения нити и сила Архимеда, действующая на тело?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Сила Архимеда

279. Груз, подвешенный к динамометру и опущенный в стакан с водой до полного погружения, с постоянной скоростью опускают ещё глубже в воду (см. рис. 92). Как по мере этого погружения изменяются показание динамометра и выталкивающая сила, действующая на груз со стороны воды?

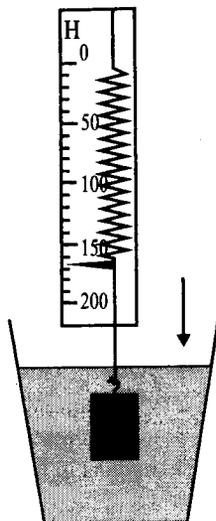


Рис. 92

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показание динамометра	Выталкивающая сила

280. Груз, подвешенный к динамометру и опущенный в стакан с водой до полного погружения, с постоянной скоростью вытаскивают из воды (см. рис. 93). Как по мере выхода груза из воды изменяются показание динамометра и выталкивающая сила, действующая на груз со стороны воды?

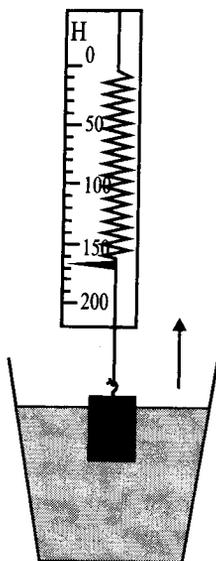


Рис. 93

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показание динамометра	Выталкивающая сила

281. Автомобиль массой m , имеющий некоторую начальную скорость v_0 , начинает тормозить и останавливается, пройдя расстояние S . Как изменятся его тормозной путь и сила трения, действующая на автомобиль, если коэффициент трения увеличить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тормозной путь	Сила трения

282. Деревянный брусок скользит с доски, образующей некоторый угол с горизонтом. Как изменятся скорость бруска у основания доски и пройденный бруском путь, если увеличить угол наклона доски? Трением на доске пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость бруска	Путь бруска

283. Для изучения движения тела, брошенного горизонтально, с балкона несколько раз бросают мяч, увеличивая его начальную скорость. Как при этом будут изменяться время падения мяча и его скорость в момент удара о землю?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время падения мяча	Скорость в момент удара о землю

284. Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что произойдёт с его ускорением и полной механической энергией в процессе движения камня вверх? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение камня	Полная механическая энергия

285. Качели отклонили от положения равновесия на некоторый угол. Как при достижении положения равновесия изменятся потенциальная и полная энергии качелей?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Полная энергия

286. Два пластилиновых шарика одинаковой массы двигались навстречу друг другу с одинаковой скоростью. Как изменились после абсолютно неупругого удара импульс первого шарика и импульс системы, состоящей из двух шаров?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс первого шарика	Импульс системы

287. Два стальных шарика одинаковой массы двигались навстречу друг другу с одинаковой скоростью. Как изменились после абсолютно упругого удара модуль импульса первого шарика и импульс системы, состоящей из двух шариков?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль импульса первого шарика	Импульс системы

288. Движущийся шар налетает на покоящийся шар такой же массы. В результате неупругого столкновения шары начинают двигаться как единое целое. Как изменяются при этом импульс первого шара и кинетическая энергия системы шаров?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс первого шара	Кинетическая энергия системы шаров

Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами

289. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость линейной скорости тела, равномерно движущегося по окружности, от времени;
- Б) зависимость модуля импульса равноускоренно движущегося тела от времени;
- В) зависимость пути, пройденного телом при равноускоренном движении, от времени.

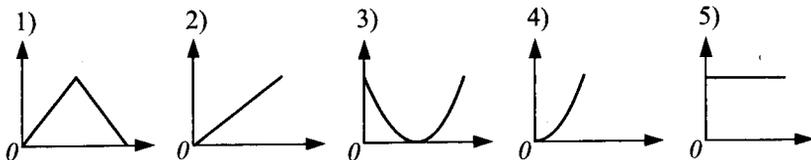


Рис. 94

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5 (см. рис. 94). Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

290. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость скорости машины при торможении от времени;
- Б) зависимость модуля импульса равномерно движущегося тела от времени;
- В) зависимость кинетической энергии равноускоренно движущегося тела от времени.

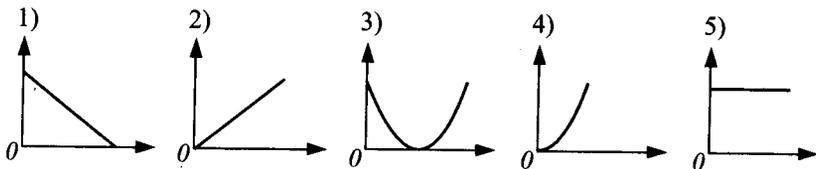


Рис. 95

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5 (см. рис. 95). Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

291. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость высоты свободно падающего тела от времени;
- Б) зависимость ускорения, действующего на брошенное под углом к горизонту тело, от времени;
- В) зависимость потенциальной энергии растянутой пружины от величины её растяжения.

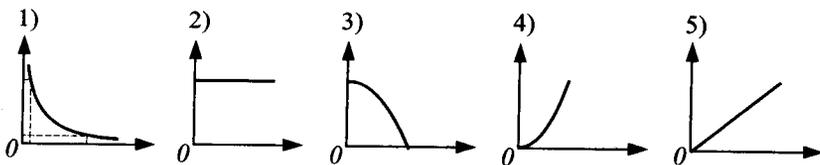


Рис. 96

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5 (см. рис. 96). Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

292. Тело движется прямолинейно. Координата тела изменяется по закону $x = 20 - 3t^2$, где все величины приведены в СИ. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их значения (в СИ)
А) модуль начальной скорости тела	1) 20
Б) модуль ускорения тела	2) 0
	3) 3
	4) 6
	5) 1,5

Ответ:

А	Б

293. Мальчик находится в лифте. Лифт начинает движение вверх с ускорением. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила тяжести, действующая на мальчика	1) $mg + ma$
Б) сила реакции опоры	2) $mg - ma$
	3) ma
	4) mg

Ответ:

А	Б

294. Небольшое тело в момент времени $t = 0$ начинает скользить с вершины наклонной плоскости без трения, как это показано на рисунке 97. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

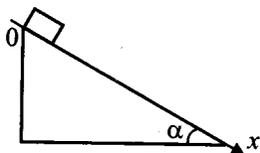


Рис. 97

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формулы	Физические величины
А) $mg \cos \alpha$ Б) $mg \sin \alpha$	1) сила трения скольжения 2) равнодействующая сила 3) проекция силы тяжести на ось Ox 4) вес тела

Ответ:

А	Б

295. Брусок массой m скатывается с наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, проходя путь s . Начальная скорость тела равна нулю, коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) модуль силы реакции опоры Б) модуль работы силы тяжести при движении бруска по наклонной плоскости	1) $mg \sin \alpha$ 2) $mg \cos \alpha$ 3) $Smg \sin \alpha$ 4) $Smg \cos \alpha$ 5) 0

Ответ:

А	Б

296. Два пластилиновых шарика массами m и $2m$ находятся на гладком горизонтальном столе. Первый из них движется ко второму со скоростью v , а второй покоится относительно стола. Установите соответствие между формулами, по которым можно рассчитать модули изменения скоростей

шариков в результате их абсолютно неупругого удара, и модулями изменения скоростей шариков.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Модули изменения скоростей шариков	Формулы
А) модуль изменения скорости первого шарика	1) $ \Delta \vec{v} = v$
Б) модуль изменения скорости второго шарика	2) $ \Delta \vec{v} = \frac{1}{3}v$
	3) $ \Delta \vec{v} = 2v$
	4) $ \Delta \vec{v} = \frac{2}{3}v$

Ответ:

А	Б

297. На рисунке 98 приведён график зависимости модуля скорости материальной точки от времени. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, которые, используя данные графика, можно рассчитать.

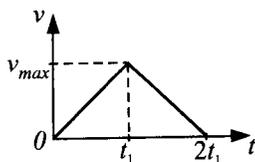


Рис. 98

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) пройденный путь в промежутке времени от 0 до t_1	1) $\frac{1}{2}v_{max}t_1$
Б) модуль ускорения в промежутке времени от 0 до t_1	2) $2v_{max}t_1$
	3) $\frac{v_{max}}{t_1}$
	4) $\frac{v_{max}}{2t_1}$

Ответ:

А	Б

298. Мяч бросают под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) время полёта мяча	1) $\frac{2v_0 \cos \alpha}{g}$
Б) максимальная дальность полёта	2) $\frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$
	3) $\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
	4) $\frac{v_0^2 \cos 2\alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

299. Шайба массой m съезжает без трения с горки высотой h из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . Чему равны модуль импульса шайбы и её кинетическая энергия у подножия горки? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

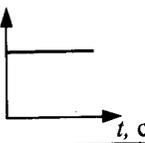
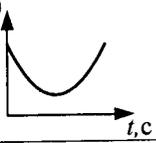
Физические величины	Формулы
А) модуль импульса шайбы	1) $\sqrt{2gh}$
Б) кинетическая энергия	2) $m\sqrt{2gh}$
	3) mgh
	4) mg

Ответ:

А	Б

300. После удара ракеткой теннисный мяч летит через сетку под углом 25° к горизонту. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, описывающими зависимость этих величин от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики		Физические величины
А) 	Б) 	1) потенциальная энергия мяча 2) кинетическая энергия мяча 3) модуль ускорения мяча 4) модуль скорости мяча

Ответ:

А	Б

301. Небольшое тело в момент времени $t = 0$ начинает скользить с вершины наклонной плоскости без трения, как это показано на рисунке 99. Графики А и Б отражают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение тела. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

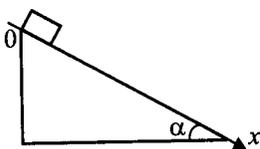
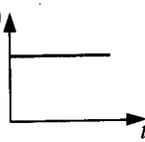
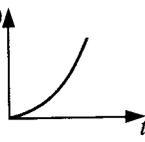


Рис. 99

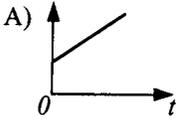
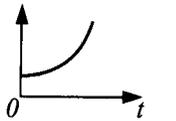
Графики		Физические величины
А) 	Б) 	1) кинетическая энергия 2) потенциальная энергия 3) проекция импульса на ось Ox 4) проекция ускорения на ось Ox

Ответ:

А	Б

302. Тело лежит на горизонтальном диске, вращающемся вокруг его вертикальной оси. Угловая скорость вращения диска линейно увеличивается со временем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>А)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Б)</p>  </div> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1) линейная скорость тела 2) центростремительное ускорение тела 3) потенциальная энергия тела в поле тяжести

Ответ:

А	Б

303. На рисунке 100 изображён график зависимости проекции импульса p точечного тела массой 2 кг, движущегося вдоль координатной оси по гладкой горизонтальной поверхности, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

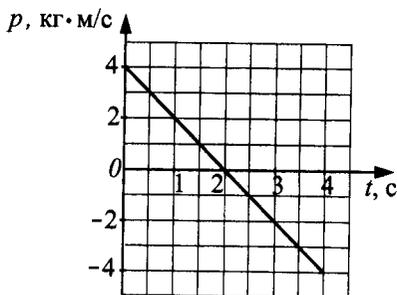
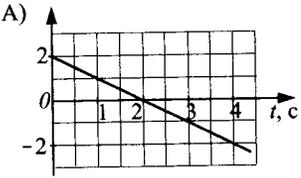
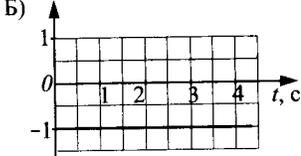


Рис. 100

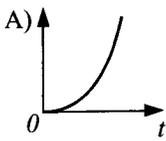
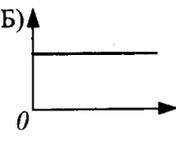
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) модуль силы, действующей на тело 2) проекция на координатную ось ускорения тела 3) проекция на координатную ось скорости тела 4) кинетическая энергия тела

Ответ:

А	Б

304. Школьник изучает движение тела, брошенного под углом к горизонту, и строит графики описывающих его величин. Установите соответствие между построенными графиками и величинами, соответствующими этим графикам.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) кинетическая энергия 2) потенциальная энергия 3) горизонтальная составляющая скорости 4) вертикальная составляющая скорости

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

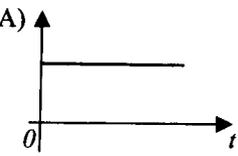
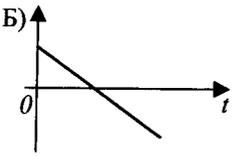
Ответ:

А	Б

305. Тело движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = -4 + 6t - 3t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию

из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

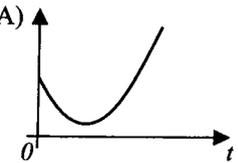
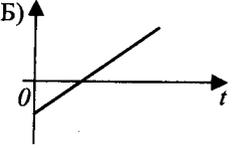
Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) проекция перемещения тела вдоль оси Ox</p> <p>2) проекция ускорения тела a_x</p> <p>3) модуль равнодействующей F_x сил, действующих на тело</p> <p>4) проекция скорости тела v_x</p>

Ответ:

А	Б

306. Тело движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = 4 - 6t + 3t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) координата тела x</p> <p>2) проекция импульса тела p_x</p> <p>3) модуль равнодействующей F_x сил, действующих на тело</p> <p>4) кинетическая энергия тела E</p>

Ответ:

А	Б

307. Шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью v (см. рис. 101). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха можно пренебречь, t_0 — полное время полёта.

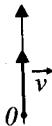
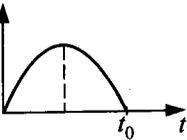
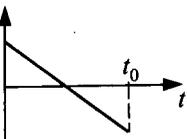


Рис. 101

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

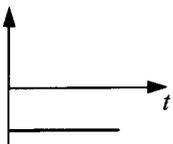
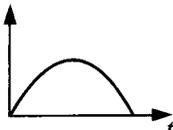
Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) ускорение шарика 2) кинетическая энергия шарика 3) потенциальная энергия шарика 4) проекция импульса шарика на ось Oy</p>

Ответ:

А	Б

308. Камень бросили вертикально вверх с поверхности земли. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) проекция скорости камня v_y 2) кинетическая энергия камня 3) проекция ускорения камня a_y 4) энергия взаимодействия камня с землёй

Ответ:

А	Б

309. В момент $t = 0$ небольшой мячик бросают горизонтально с начальной скоростью $v > 0$ со стола высотой h (см. рис. 102). Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .

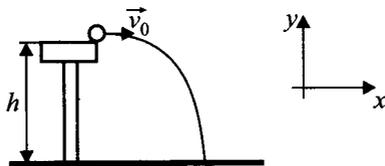
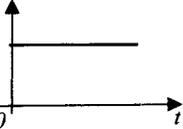
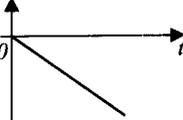


Рис. 102

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) горизонтальная составляющая скорости мячика 2) проекция ускорения мячика на оси Oy 3) вертикальная составляющая скорости мячика 4) потенциальная энергия мячика

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

310. В момент $t = 0$ небольшой мячик бросают с начальной скоростью $v_0 > 0$ под углом α к горизонту со стола высотой h (см. рис. 103). Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .

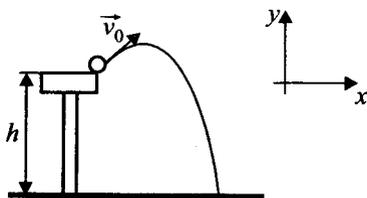


Рис. 103

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) горизонтальная составляющая скорости мячика</p> <p>2) проекция ускорения мячика на оси Oy</p> <p>3) вертикальная составляющая скорости мячика</p> <p>4) потенциальная энергия мячика</p>

Ответ:

А	Б

Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков

311. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Движение по окружности никогда не бывает равномерным.
- 2) Движение по окружности может происходить с постоянной по модулю скоростью.
- 3) Свободное падение происходит, если на тело не действуют никакие силы.
- 4) Движение тела, брошенного под углом к горизонту, происходит с постоянным ускорением.
- 5) Максимальная дальность полёта тела, брошенного под углом к горизонту, происходит при угле в 45° .

Ответ: _____.

312. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Потенциальная энергия тела зависит от выбора уровня отсчёта.
- 2) Кинетическая энергия тела зависит от высоты тела над поверхностью Земли.
- 3) Закон сохранения механической энергии справедлив всегда.
- 4) Изменение кинетической энергии тела равно работе консервативных сил.
- 5) Работа консервативных сил по замкнутой траектории равна нулю.

Ответ: _____.

313. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При абсолютно упругом ударе телá соединяются и движутся как одно целое.
- 2) При неупругом ударе не выполняется закон сохранения механической энергии.
- 3) При неупругом ударе не выполняется закон сохранения импульса.
- 4) При движении спутника вокруг Земли работа силы тяжести равна нулю.

5) При движении спутника вокруг Земли с постоянной скоростью существует ускорение.

Ответ: _____ .

314. Скорость движущегося тела меняется так, как это показано на графике на рисунке 104.

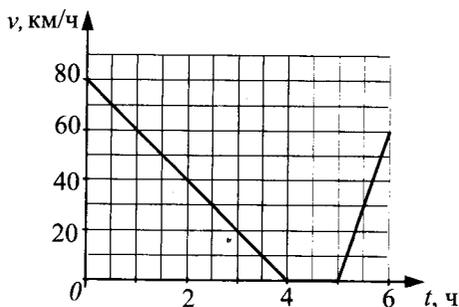


Рис. 104

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В течение первых двух часов скорость тела уменьшалась.
- 2) В течение первых четырёх часов тело прошло путь 320 км.
- 3) Модуль ускорения тела с 5-го по 6-й час больше, чем за первые 3 часа.
- 4) Ускорение тела с 5-го по 6-й час увеличивалось.
- 5) В течение первых двух часов тело прошло путь 160 км.

Ответ: _____ .

315. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости проекции скорости движения этих тел от времени представлены на рисунке 105.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленных графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Проекция ускорения на ось Ox тела 1 отрицательна, а тела 2 — положительна.
- 2) Проекция ускорения на ось Ox обоих тел положительна.
- 3) Модуль ускорения тела 1 меньше модуля ускорения тела 2.
- 4) К моменту времени t_1 тела 1 и 2 прошли одинаковый путь.

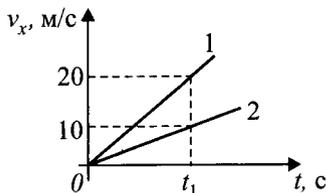


Рис. 105

- 5) В момент времени t_1 ускорение тела 1 в 2 раза больше ускорения тела 2.

Ответ: _____.

316. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости проекции скорости движения этих тел от времени представлены на рисунке 106.

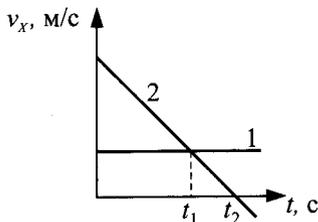


Рис. 106

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленных графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Тело 1 покоится, тело 2 движется равноускоренно.
- 2) Проекция ускорения на ось Ox тела 2 отрицательна.
- 3) Модуль скорости тела 2 уменьшался в течение промежутка времени от 0 до t_2 и увеличивался в моменты времени, большие t_2 .
- 4) К моменту времени t_1 тела 1 и 2 прошли одинаковый путь.
- 5) В момент времени t_1 тела 1 и 2 имели одинаковые скорости.

Ответ: _____.

317. Материальная точка движется вдоль оси Ox . На рисунке 107 представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t .

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

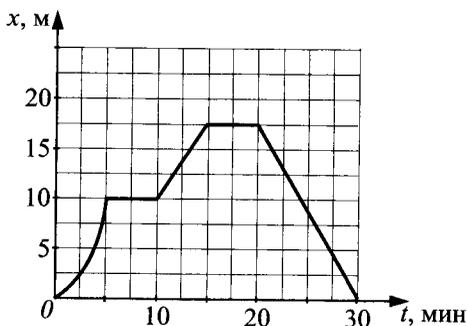


Рис. 107

- 1) Через полчаса тело вернулось в первоначальную точку.
- 2) Первые пять минут тело двигалось равноускоренно.
- 3) С 10-й по 15-ю минуты тело прошло 10 м.
- 4) За полчаса движения было сделано 2 одинаковых по длительности остановки.
- 5) С 20-й по 30-ю минуты тело двигалось со скоростью 1,5 м/мин.

Ответ: _____ .

318. На рисунке 108 показан график проекции скорости мотоциклиста, движущегося вдоль оси x .

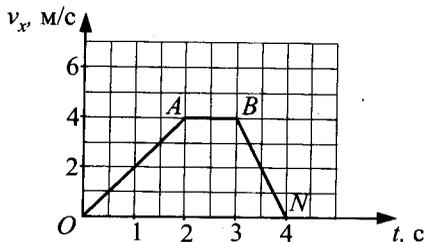


Рис. 108

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) На участке BN мотоциклист двигался в отрицательном направлении оси x .
- 2) Путь, пройденный мотоциклистом за первые 2 с движения, равен 4 м.

- 3) На участке AB мотоциклист стоял.
- 4) На участке OA мотоциклист двигался равноускоренно.
- 5) На участке OA ускорение мотоциклиста составило 2 м/с^2 .

Ответ: _____ .

319. Материальная точка движется вдоль оси Ox . На рисунке 109 представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t .

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

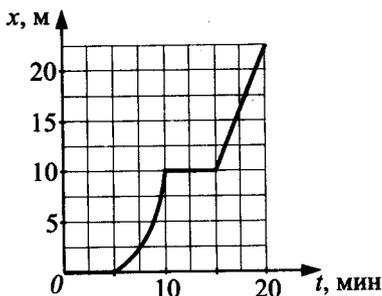


Рис. 109

- 1) Тело двигалось равноускоренно с 10-й по 15-ю минуту.
- 2) Первые пять минут тело покоилось.
- 3) С 10-й по 15-ю минуту тело двигалось с постоянной скоростью 10 м/мин .
- 4) С 15-й по 20-ю минуту тело двигалось с постоянной скоростью $2,5 \text{ м/мин}$.
- 5) С 5-й по 10-ю минуту тело двигалось равноускоренно с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: _____ .

320. Тело массой 30 кг движется вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта. График зависимости проекции скорости v_x этого тела на ось Ox от времени t представлен на рисунке 110.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В течение первых 20 секунд и последних 25 секунд тело двигалось равномерно.

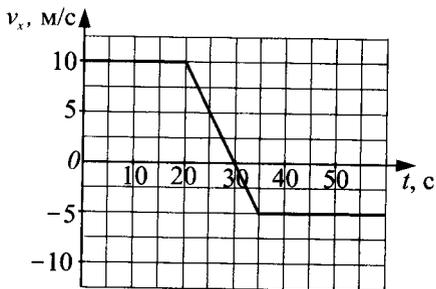


Рис. 110

- 2) Ускорение тела в промежутке времени от 20 с до 30 с больше ускорения тела в промежутке времени от 30 с до 35 с.
- 3) В промежутке времени от 25 с до 35 с перемещение тела равно 25 м.
- 4) В промежутке времени от 30 с до 35 с импульс тела уменьшился на 75 кг·м/с.
- 5) В промежутке времени от 20 с до 25 с кинетическая энергия тела уменьшилась в 4 раза.

Ответ: _____.

321. На рисунке 111 приведены графики движения трёх тел, движущихся вдоль оси x .

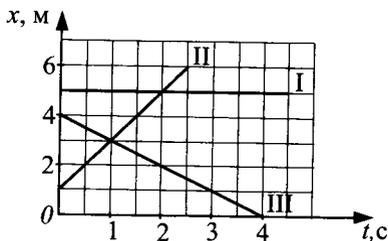


Рис. 111

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Скорость движения второго тела увеличивается.
- 2) Уравнение движения третьего тела имеет вид $x = 4 - t$.
- 3) Уравнение движения второго тела имеет вид $x = 1 - 2t$.
- 4) Первое тело покоится.

5) Первое и второе тела встретятся в момент времени 2 с.

Ответ: _____.

322. На рисунке 112 приведена зависимость скорости движущегося тела от времени.

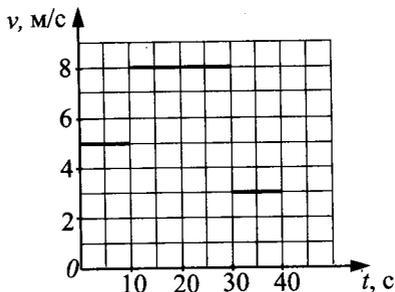


Рис. 112

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Средняя скорость движущегося тела равна 5,3 м/с.
- 2) Путь, пройденный телом в интервале времени от 10 с до 30 с, в 1,5 раза меньше всего пути.
- 3) Средняя скорость движущегося тела на всём пути равна 6 м/с.
- 4) В интервале времени от 30 с до 40 с тело двигалось равноускоренно.
- 5) В интервале времени от 10 с до 30 с тело двигалось с постоянной скоростью.

Ответ: _____.

323. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости координаты этих тел от времени представлены на рисунке 113.

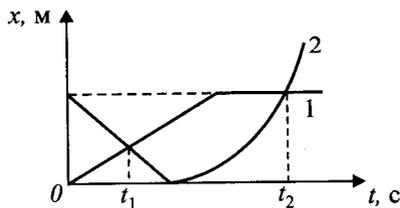


Рис. 113

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленных графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В момент времени t_1 тело 2 двигалось с большей по модулю скоростью.
- 2) К моменту времени t_1 тело 1 прошло больший путь.
- 3) В момент времени t_2 тела имели одинаковые по модулю скорости.
- 4) В интервале времени от 0 до t_1 оба тела двигались равномерно.
- 5) В интервале времени от 0 до t_2 оба тела двигались в одном направлении.

Ответ: _____ .

324. Тело движется под действием внешней изменяющейся силы. На рисунке 114 представлен график зависимости скорости тела от времени. Масса тела равна 2 кг.

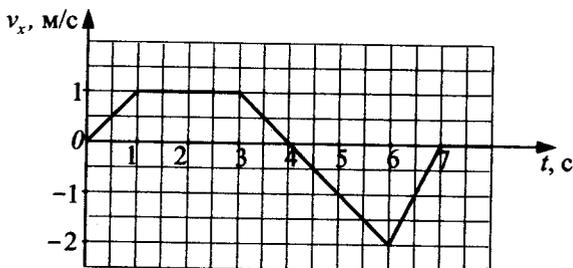


Рис. 114

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Перемещение тела за первые 7 с равно нулю.
- 2) Пройденный путь в период 0–4 с положителен, а в период от 4 с до 7 с отрицателен.
- 3) В период 0–4 с тело движется вдоль оси x , а в период от 4 с до 7 с — в противоположном направлении.
- 4) Средняя путевая скорость за период от 0 с до 7 с равна нулю.
- 5) Тело в период от 4 с до 6 с движется с постоянным ускорением.

Ответ: _____ .

325. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости проекции скорости движения этих тел от времени представлены на рисунке 115.

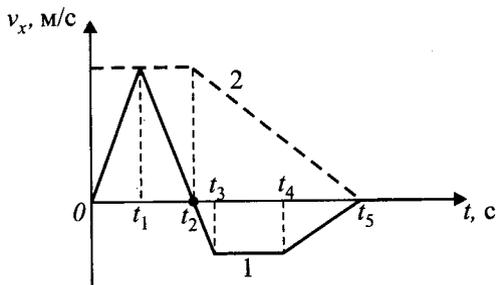


Рис. 115

Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения на основании анализа представленных графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В интервале времени от 0 до t_3 тело 2 покоится.
- 2) К моменту времени t_2 тела 1 и 2 прошли одинаковый путь.
- 3) В интервале времени от t_3 до t_4 проекция ускорения a_x тела 1 отрицательна.
- 4) В интервале времени от t_3 до t_4 тело 2 движется равнозамедленно.
- 5) В момент времени t_5 тело 1 останавливается.

Ответ: _____.

326. Ученик исследовал прямолинейное движение тележки. Трение между тележкой и поверхностью пренебрежимо мало. В результате эксперимента ученик получил график зависимости проекции скорости на некоторую ось от времени (см. рис. 116).

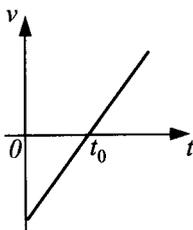


Рис. 116

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Движение тележки равноускоренное.
- 2) Все силы, действующие на тележку во время движения, скомпенсированы.

- 3) Ускорение меняет своё направление в момент времени t_0 .
- 4) Скорость меняет своё направление в момент времени t_0 .
- 5) Тележка движется с постоянным ускорением.

Ответ: _____ .

327. На рисунке 117 представлена зависимость скорости движения материальной точки от времени.

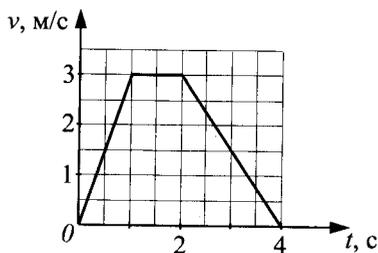


Рис. 117

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Модули сил, действующих на точку в интервалах $0-1$ с и $2-4$ с, равны.
- 2) Модуль ускорения в промежутке $2-4$ с равен $1,5$ м/с².
- 3) Движение в промежутке $1-2$ с равноускоренное.
- 4) Путь, пройденный точкой, равен $7,5$ м.
- 5) Путь, пройденный точкой, равен 12 м.

Ответ: _____ .

328. На рисунке 118 представлена зависимость пути, пройденного телом массой 1 кг, от времени. В момент времени $t = 0$ тело покоилось.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Скорость тела равна 1 м/с.
- 2) Путь, пройденный телом за $2,5$ с, равен 3 м.
- 3) Ускорение тела равно 2 м/с².
- 4) Изменение импульса тела за 3 с равно 3 кг · м/с.
- 5) Равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна нулю.

Ответ: _____ .

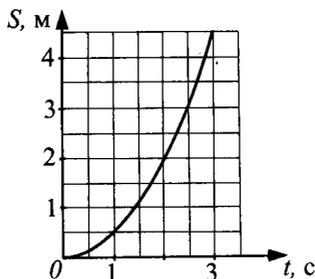


Рис. 118

329. На рисунке 119 приведена зависимость проекции скорости движущегося тела от времени.

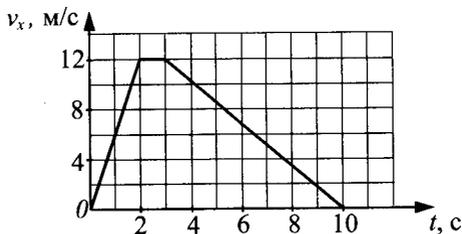


Рис. 119

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа равнодействующей всех сил, действующих на тело в интервале времени от 4 с до 10 с, отрицательна.
- 2) Максимальная кинетическая энергия у тела была в момент времени 10 с.
- 3) Путь при торможении вдвое больше пути при ускорении тела.
- 4) В интервале времени от 4 с до 9 с кинетическая энергия тела уменьшилась в 3 раза.
- 5) За всё время движения тело прошло путь 66 м.

Ответ: _____.

330. Шарик катится по жёлобу. Изменение координаты шарика x с течением времени t в инерциальной системе отсчёта показано на графике (см. рис. 120).

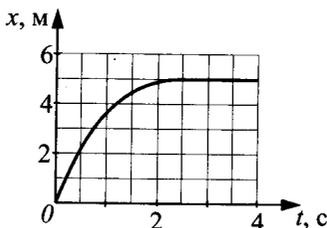


Рис. 120

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Первые 2,5 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился.
- 2) Скорость шарика постоянно увеличивалась.
- 3) На шарик в интервале от 0 с до 4 с действовала увеличивающаяся сила.
- 4) На шарик в интервале от 0 с до 2,5 с действовала тормозящая сила.
- 5) Первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной.

Ответ: _____ .

331. Тело тянут по горизонтальной плоскости с постоянной увеличивающейся горизонтально направленной силой F . На рисунке 121 приведён график зависимости ускорения, приобретаемого телом, от величины этой силы.

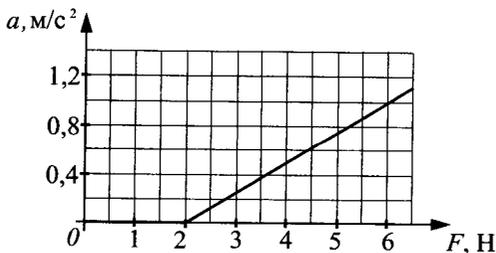


Рис. 121

Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В интервале величины силы от 0 Н до 2 Н тело движется равномерно.
- 2) В интервале величины силы от 0 Н до 2 Н тело движется равноускоренно.
- 3) В интервале величины силы от 0 Н до 2 Н тело покоится.
- 4) В интервале величины силы от 2 Н до 6 Н тело движется равномерно.
- 5) Максимальная сила трения покоя, действующая на тело, равна 2 Н.

Ответ: _____ .

332. Автомобиль движется по прямой улице. На графике (см. рис. 122) представлена зависимость скорости автомобиля от времени.

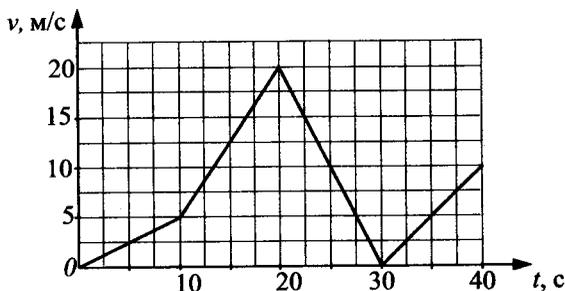


Рис. 122

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа равнодействующей всех сил, приложенных к автомобилю, на протяжении всего пути была положительна.
- 2) Работа равнодействующей всех сил, приложенных к автомобилю, в интервале времени от 20 с до 30 с была отрицательна.
- 3) Самое большое по модулю ускорение автомобиль развил в интервале времени от 20 с до 30 с.
- 4) В интервале времени от 20 с до 25 с кинетическая энергия тела уменьшилась в 4 раза.
- 5) В момент времени 20 с автомобиль повернул в обратную сторону.

Ответ: _____ .

333. Массивный груз (см. рис. 123а), покоящийся на горизонтальной опоре, привязан к лёгкой нерастяжимой верёвке, перекинутой через идеаль-

ный блок. К верёвке прикладывают постоянную силу F , направленную под углом 45° к горизонту. Зависимость модуля ускорения груза от модуля си-

а)

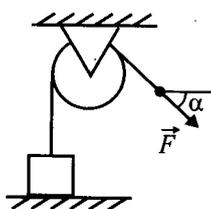
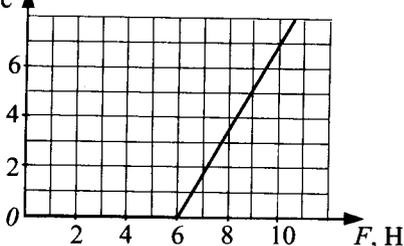
б) $a, \text{ м/с}^2$ 

Рис. 123

лы представлена на графике (см. рис. 123б).

Из приведённого ниже списка выберите **все** утверждения, соответствующие результатам опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Масса груза равна 6 кг.
- 2) Сила натяжения нити в процессе движения равна 6 Н.
- 3) Масса груза равна 600 г.
- 4) Сила натяжения нити в процессе движения больше 6 Н.
- 5) Когда внешняя сила больше 6 Н, груз движется равномерно.

Ответ: _____.

334. В лёгкий сосуд (массой сосуда можно пренебречь) наливают 500 г воды и подвешивают его к пружине, прикрепленной другим концом к потолку. Затем в дне сосуда открывают отверстие, через которое вода медленно вытекает. На рисунке 124 изображён график зависимости длины l пружины от времени t .

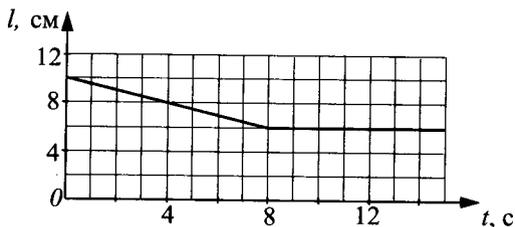


Рис. 124

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Жёсткость пружины равна 125 Н/м.
- 2) Когда сосуд заполнен водой полностью, удлинение пружины равно 10 см.
- 3) Длина недеформированной пружины равна 6 см.
- 4) Через 7 с в сосуде останется половина начального количества воды.
- 5) При вытекании жидкости растяжение пружины увеличивается.

Ответ: _____ .

335. Автомобиль массой 1,5 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 60 м, двигаясь с постоянной скоростью 54 км/ч.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, характеризующие движение автомобиля. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вниз и перпендикулярна скорости автомобиля.
- 2) Вес автомобиля в верхней точке моста равен 9375 Н.
- 3) Центростремительное ускорение автомобиля равно $48,6 \text{ м/с}^2$.
- 4) Сила, с которой автомобиль действует на мост, в каждой его точке направлена вертикально вниз.
- 5) Вектор скорости автомобиля при движении по мосту постоянно меняет своё направление.

Ответ: _____ .

336. Автомобиль массой 1,5 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 60 м, двигаясь с постоянной скоростью 54 км/ч.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, характеризующие движение автомобиля. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Центростремительное ускорение автомобиля равно $3,75 \text{ м/с}^2$.
- 2) Сила, с которой мост действует на автомобиль, равна 15000 Н и направлена вертикально вверх.
- 3) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вверх.
- 4) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 15000 Н.
- 5) Сумма сил, действующих на автомобиль, в верхней точке моста равна нулю.

Ответ: _____ .

337. На наклонной плоскости с углом наклона 30° находится брусок массой 1 кг. Брусок могут перемещать вверх при помощи динамометра, расположенного параллельно наклонной плоскости. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен 0,2. В таблице приведены значения скорости в определённые моменты времени.

$t, \text{ с}$	1	2	3	4	5
$v_x, \text{ м/с}$	0	0	1	1	1

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленной таблицы. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила трения, действующая на брусок в момент времени 4 с, равна 1,73 Н.
- 2) Показание динамометра при равномерном подъёме бруска в момент времени 5 с равно 1,73 Н.
- 3) Сила трения, действующая на брусок, в момент времени 4 с меньше, чем в момент времени 5 с.
- 4) Сила трения в течение всего времени наблюдения не изменяется.
- 5) Сила трения, действующая на брусок, в момент времени 1 с меньше, чем в момент времени 5 с.

Ответ: _____.

338. На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать сила F , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на рисунке 125а. Зависимость работы этой силы от времени представлена на рисунке 125б.

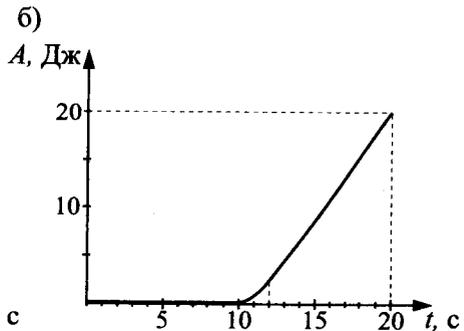
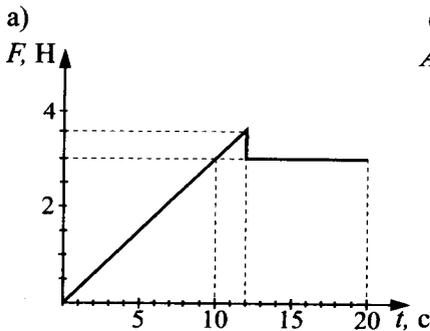


Рис. 125

Выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленных графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В интервале времени между 0 с и 10 с работа силы трения была равна нулю.
- 2) С 10-й по 20-ю секунды брусок переместился примерно на 6,7 м.
- 3) Сила трения скольжения, действующая на брусок в процессе его движения, равна 3 Н.
- 4) Кинетическая энергия в интервале времени от 12 с до 20 с возрастает.
- 5) Первые 10 секунд тело двигалось с постоянной скоростью.

Ответ: _____ .

339. Ученик исследовал зависимость длины упругой пружины от приложенной к ней силы и получил следующие данные.

l , см	10	11	12	13	14	15
F , Н	0	2	4	6	7	8

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленной таблицы. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Закон Гука для данной пружины справедлив для первых четырёх измерений.
- 2) Закон Гука для данной пружины справедлив для последних трёх измерений.
- 3) Закон Гука для этой пружины не выполняется.
- 4) Жёсткость пружины равна примерно 200 Н/м.
- 5) Жёсткость пружины равна примерно 2 Н/м.

Ответ: _____ .

340. На рисунке 126 представлена зависимость кинетической и потенциальной энергий от времени для тела, брошенного вертикально вверх.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленных на рисунке графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Кинетической энергии соответствует график 2.
- 2) Полная энергия во время движения не сохраняется.
- 3) Тело достигнет максимальной высоты в момент времени 2 с.
- 4) Максимальная потенциальная энергия равна 160 Дж.
- 5) Максимальная потенциальная энергия равна 80 Дж.

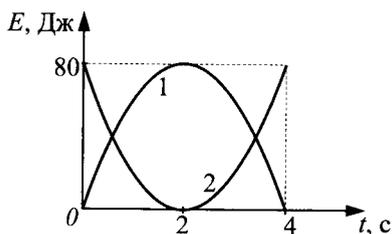


Рис. 126

Ответ: _____

341. В кубический аквариум с размером стороны 1 м до краёв налита вода. Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Давление на дно равно 10^4 Па.
- 2) Давление на дно равно 10^3 Па.
- 3) Сила давления на дно равна 10^3 Н.
- 4) Давление воды на стенки у дна равно 10^4 Па.
- 5) Давление воды на стенки у дна равно нулю.

Ответ: _____ .

342. Алюминиевое тело массой 54 кг полностью погружено в воду.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) После погружения тела в воду его масса не изменилась.
- 2) Выталкивающая сила, действующая на тело, равна 200 Н.
- 3) Объём тела равен 20 дм^3 .
- 4) Объём тела равен 2 дм^3 .
- 5) Выталкивающая сила, действующая на тело, равна 20 Н.

Ответ: _____ .

343. Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 600 г каждый, связанных друг с другом, плавают в керосине так, что уровень жидкости приходится на границу между ними (см. рис. 127).

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, соответствующие этим данным. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Если керосин заменить на воду, то глубина погружения брусков уменьшится.
- 2) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 12 Н.

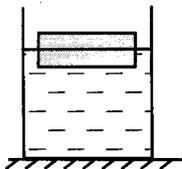


Рис. 127

- 3) Если к имеющимся двум брускам сверху добавить ещё один такой же брусок, то глубина их погружения увеличится на 5 см.
- 4) Если на верхний брусок положить груз массой 0,5 кг, то бруски утонут.
- 5) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м^3 .

Ответ: _____ .

Расчётные задачи повышенного уровня сложности

§ 5. Кинематика

344. Материальная точка первую половину времени двигалась со скоростью 40 км/ч, вторую — со скоростью 60 км/ч. Какова её средняя скорость?

345. Автомобиль ехал первую половину пути со скоростью 40 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 60 км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля на всём пути?

346. Автомобиль первую половину пути проехал со скоростью 40 км/ч. На стоянке автомобиль провёл столько же времени, сколько затратил на вторую половину пути, которую проехал со скоростью 60 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?

347. Точка движется вдоль оси X по закону $x = 5 + 4t - 2t^2$ (м). Чему равна координата, в которой скорость точки обращается в нуль?

348. В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2,5 секунды прошло путь 30 м, при этом его скорость уменьшилась в 2 раза. Какой была начальная скорость тела?

- 349.** В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 5 секунд прошло путь 21 м, при этом его скорость увеличилась в 2 раза. Какой была начальная скорость тела?
- 350.** Тело, движущееся равноускоренно из состояния покоя, за первый километр разгона приобрело скорость 72 км/ч. Чему равно общее время разгона, если за это время тело прошло путь, равный 1,96 км?
- 351.** Поезд отходит от станции и начинает двигаться равноускоренно. На первом километре пути его скорость увеличилась на 5 м/с. Весь его путь составил 4 км. Найдите время разгона поезда.
- 352.** Два тела одновременно брошены вертикально вниз: первое — с высоты 25 м без начальной скорости, второе — с высоты 100 м с начальной скоростью, направленной вертикально вниз. Чему равна начальная скорость второго тела, если тела упали одновременно?
- 353.** Из некоторой высоко расположенной точки одновременно бросают два тела с одинаковой скоростью 25 м/с: одно — вертикально вверх, другое — вертикально вниз. На каком расстоянии друг от друга будут эти тела через 2 с?
- 354.** Вертолёт летит в горизонтальном направлении со скоростью 40 м/с. Из него выпал груз, который коснулся земли через 4 с. На какой высоте летит вертолёт? Соппротивлением воздуха пренебречь.
- 355.** Тело бросили вертикально вверх с начальной скоростью 25 м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, через какое время оно упадёт на землю.
- 356.** Стрела пущена с ровной горизонтальной поверхности земли под углом 45° к горизонту. Какова максимальная дальность полёта стрелы, если через 1,5 с после выстрела её скорость была направлена горизонтально?
- 357.** Стрела, выпущенная с вершины башни в горизонтальном направлении, вонзилась на расстоянии 90 м от башни в землю под углом 45° к горизонту. Определите время, которое стрела находилась в полёте.
- 358.** Стрела, выпущенная под углом 45° к горизонтальной поверхности земли, упала обратно на землю через 4 с. На какой высоте находилась стрела через 2 с после выстрела?
- 359.** Камень брошен с башни в горизонтальном направлении. Через 3 с вектор скорости камня составил угол в 45° с горизонтом. Какова начальная скорость камня?
- 360.** Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю через 2 с в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?

361. Мяч брошен горизонтально из окна со скоростью $V_0 = 10$ м/с. На каком расстоянии упадёт мяч, если окно находится на высоте 45 м?
362. Тело брошено с высоты 20 м. Какой путь пройдёт тело за последнюю 0,1 с своего движения? Начальная скорость тела равна нулю.
363. Пуля вылетает из ствола в горизонтальном направлении со скоростью 800 м/с. На сколько метров снизится пуля во время полёта, если пуля и мишень находятся на расстоянии, равном 400 м?

§ 6. Динамика материальной точки

364. С высоты 10 м лист бумаги падал в течение 2 с. Определите среднюю силу сопротивления воздуха, если масса листа равна 3 г.
365. Тело массой 200 г равномерно движется по окружности радиусом 40 см. При этом на тело действует сила, равная 8 Н. С какой скоростью движется тело?
366. Автомобиль массой 1,75 т движется по вогнутому закруглённому мосту радиусом 20 м со скоростью 16 м/с. Каков вес автомобиля в самой низкой точке моста?
367. Автомобиль массой 1000 кг едет по выпуклому мосту с радиусом кривизны 40 м. Какую скорость должен иметь автомобиль, чтобы в верхней точке моста пассажиры почувствовали состояние невесомости?
368. Математический маятник равномерно вращается в вертикальной плоскости вокруг точки подвеса. Какова масса маятника, если разность между максимальным и минимальным натяжением равна 10 Н?
369. Шарик массой 100 г, подвешенный на нити 50 см, равномерно вращается в вертикальной плоскости со скоростью 3 м/с. Каков вес шарика в верхней точке траектории?
370. Два груза массами $M_1 = 2$ кг и $M_2 = 4$ кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны невесомой и нерастяжимой нитью (см. рис. 128). Брусок M_1 тянут с силой F . Когда увеличивающаяся сила F достигает значения 12 Н, нить обрывается. Чему равно в этот момент значение силы натяжения нити?



Рис. 128

371. Тележку ставят на верх наклонной плоскости длиной 1 м, расположенной под углом 30° к горизонту. Какой будет скорость тележки к окончанию её спуска с наклонной плоскости? Ответ округлите до десятых.
372. Высота наклонной плоскости равна 10 м, угол её наклона к горизонту равен 30° . Сколько времени будет спускаться с вершины наклонной плоскости тело, если коэффициент трения между плоскостью и телом равен 0,3? Ответ округлите до сотых.
373. Груз массой 1 кг подвешен на пружине жёсткостью 400 Н/м к потолку лифта. Лифт равноускоренно движется вниз, набирая скорость. Каково ускорение лифта, если удлинение пружины постоянно и равно 2 см?
374. Вертолёт поднимает вертикально вверх на тросе груз массой 10 т с ускорением 1 м/с^2 . Какова сила натяжения троса?
375. Мальчик съезжает с горки высотой 3 м на санках. Масса мальчика с санками равна 30 кг. Каков вес мальчика с санками, если расстояние от вершины горки до её основания равно 5 м?
376. Зависимость скорости автомобиля от времени описывается уравнением $v = 1,5t$ (м/с). Какова сила тяги двигателя автомобиля, если его масса равна 1,5 т, а коэффициент трения шин о дорогу равен 0,6?
377. Коэффициент трения резины колёс автомобиля об асфальт равен 0,4. Какого минимального радиуса поворота должен придерживаться водитель, двигающийся со скоростью 20 м/с, во избежание аварии?
378. Груз массой $m = 3,5 \text{ кг}$ тянут по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 25 \text{ Н}$, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рис. 129). Определите величину возникающей силы трения, если коэффициент трения между грузом и поверхностью $\mu = 0,25$.

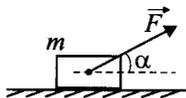


Рис. 129

379. Брусok массой 2 кг может двигаться вдоль горизонтальных направляющих (см. рис. 130). Коэффициент трения бруска о направляющие $\mu = 0,1$. Если на брусok действует сила \vec{F} , по модулю равная 24 Н и направленная под углом 30° к горизонту, то с каким ускорением движется брусok?



Рис. 130

380. На первоначально покоящееся на гладком горизонтальном столе тело массой 4 кг действует в течение трёх секунд сила \vec{F} , горизонтально направленная, по модулю равная 2 Н (см. рис. 131). Чему равна работа силы \vec{F} за указанное время?



Рис. 131

§ 7. Законы сохранения в механике

381. Снаряд массой 2 кг, летящий с некоторой скоростью, разрывается на два осколка. Первый осколок массой 1 кг летит под углом 90° к первоначальному направлению со скоростью 300 м/с. Скорость второго осколка равна 500 м/с. Найдите скорость снаряда.

382. Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 150 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова скорость второго осколка, если его масса равна 2 кг?

383. Камень массой 100 г, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю через 2 с в 20 м от места броска. Чему равна кинетическая энергия камня в высшей точке траектории?

384. С какой высоты упало тело, если в тот момент, когда его кинетическая энергия была равна потенциальной, оно имело скорость 14 м/с?

385. Автомобиль резко тормозит, блокируя колёса. Если коэффициент трения между шинами и дорогой равен 0,5, а путь, пройденный автомобилем до остановки, равен 49,4 м, то какова скорость автомобиля до начала торможения?

386. Тормозной путь автомобиля массой 1,5 т равен 3 м. Если время торможения составляет 0,4 с, то какой кинетической энергией обладал автомобиль в момент начала торможения?

387. Какой минимальной мощностью должен обладать двигатель трамвая массой 15 т, чтобы трамвай мог подняться вверх по наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, при наличии трения с коэффициентом 0,02 со скоростью 10 м/с?

388. Брусok съезжает по наклонной плоскости с высоты 2 м, и его скорость у основания равна 4 м/с. Определите работу силы трения, если масса бруска равна 0,1 кг.

389. Пуля массой 2 г, летящая со скоростью 100 м/с, пробивает деревянный щит насквозь и движется дальше со скоростью вдвое меньшей, чем начальная. Чему равна сила сопротивления щита, если его толщина равна 3 см?

390. При выстреле из подводного ружья средняя сила, действующая на гарпун, равна 250 Н, длина рабочего хода ружья — 0,4 м, масса гарпуна — 0,2 кг. Определите максимальную высоту, на которую сможет взлететь гарпун при выстреле в воздух.

391. КПД двигателя механизма, имеющего мощность 300 кВт и двигающегося со скоростью 36 км/ч, равен 0,4. Найдите силу сопротивления движению.

392. Чему равен КПД крана, который равномерно поднимает груз массой 3 т на высоту 10 м за 30 с? Мощность двигателя крана равна 20 кВт.

393. Летящая со скоростью 20 м/с граната разбивается на два осколка равной массы, один из которых движется в направлении, противоположном движению гранаты, со скоростью 200 м/с. Какова скорость второго осколка?

394. Горизонтально расположенная невесомая пружина жёсткостью $k = 125$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой — касается бруска массой $m = 200$ г, находящегося на гладкой горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. Найдите, на какую длину была сжата пружина, если после того как брусок отпустили, его скорость достигла величины $v = 80$ см/с.

395. Горизонтально расположенная невесомая пружина находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой — касается бруска массой $m = 400$ г, находящегося на гладкой горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину на $\Delta x = 2$ см, и отпускают. Найдите коэффициент жёсткости пружины, если после того как брусок отпустили, его скорость достигла величины $v = 50$ см/с.

396. С высоты 80 см на вертикально установленную пружину падает брусок массой 100 г. Какой будет деформация пружины, если её жёсткость равна 1 кН/м?

§ 8. Статика. Основы гидромеханики

397. Сплошной кубик плотностью 960 кг/м³ плавает на границе раздела воды и керосина, погружаясь в воду на 5 см (см. рис. 132). Слой керосина

располагается выше, чем верхняя поверхность кубика. Определите длину ребра кубика.



Рис. 132

398. Однородное тело плавает на границе раздела двух жидкостей. $3/4$ его объёма находится в жидкости плотностью 800 кг/м^3 , а $1/4$ — в жидкости плотностью 1000 кг/м^3 . Чему равна плотность тела? Ответ округлите до целых.

399. Для определения архимедовой силы, действующей на стальной грузик массой 100 г , его взвесили с помощью динамометра сначала в воздухе, а потом в воде. По данным опыта определите архимедову силу, если в воде показания динамометра были равны $0,9 \text{ Н}$.

400. Каков объём выступающей над поверхностью воды части тела, если действующая на него сила Архимеда равна 5 кН ? Объём всего тела равен 1 м^3 .

401. Чему равна масса стального тела, которое в воде весит 7000 Н ?

402. Тело какой массы можно положить на деревянный плот, плавающий в воде, для того чтобы плот оказался на грани полного погружения в воду? Масса плота 1000 кг . Плотность дерева принять равной 600 кг/м^3 .

403. Плотность льда равна 900 кг/м^3 , а плотность воды — 1000 кг/м^3 . Какую площадь имеет льдина толщиной 40 см , способная удержать над водой человека массой 80 кг ? Льдина при этом будет погружена в воду полностью.

404. В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин и вода (см. рис. 133). На рисунке $b = 12 \text{ см}$, $H = 20 \text{ см}$. Какова высота жидкости h в правом колене?

405. В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты две неизвестные жидкости (см. рис. 134). На рисунке $b = 10 \text{ см}$, $H = 18 \text{ см}$, $h = 14 \text{ см}$. Найдите, во сколько раз плотность одной жидкости меньше плотности другой.

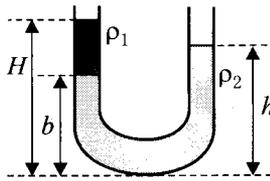


Рис. 133

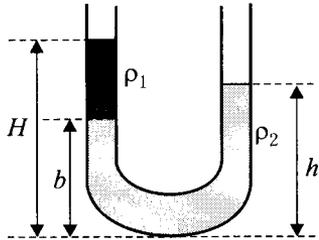


Рис. 134

406. Однородное тело кубической формы массой 100 кг стоит на горизонтальной плоскости. Какой величины минимальную силу, направленную параллельно этой плоскости, надо приложить к верхней точке тела, чтобы перевернуть его?

407. Два шара массами 3 кг и 1 кг соединены невесомым стержнем. Расстояние между их центрами равно 1 м. На каком расстоянии от центра более лёгкого шара находится центр тяжести системы?

408. На концах невесомого стержня длиной 1 м закреплены грузы массой 2 кг и 6 кг. Стержень подвешен на нити в его середине. На каком расстоянии от лёгкого груза надо закрепить шарик массой 5 кг, чтобы стержень был расположен горизонтально?

409. Невесомый стержень лежит на двух опорах, касаясь точек A и C (см. рис. 135). На стержне в точке B закреплён груз массой $M = 600$ кг. Расстояние от левой опоры до груза $AB = 1$ м, расстояние от правой опоры до груза $BC = 4$ м. Найдите силу, действующую на стержень в точке C .

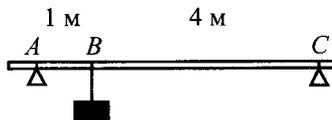


Рис. 135

410. Чему равны силы F_1 и F_2 , действующие на опоры горизонтального невесомого стержня длиной 5 м (см. рис. 136), к которому подвешен груз массой 10 кг на расстоянии 2 м от одного из концов (вес самого стержня не учитывать)?

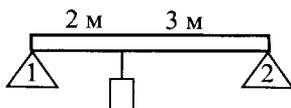


Рис. 136

411. Какую силу \vec{F}_2 нужно приложить к точке B рычага, для того чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис. 137)? Сила $\vec{F}_1 = 5$ Н, $\frac{AB}{AO} = 3$.

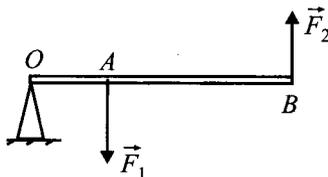


Рис. 137

412. Груз удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 50 Н (см. рис. 138). Рычаг состоит из шарнира и однородного стержня массой 8 кг и длиной 1 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 20 см. Чему равна масса груза?

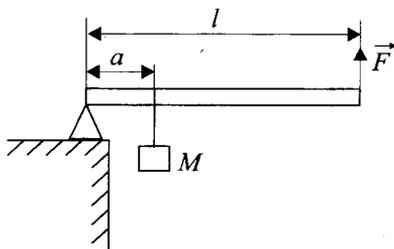


Рис. 138

413. Груз массой 2 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 40 Н (см. рис. 138). Рычаг состоит из шарнира и однородного стержня массой 6 кг и длиной 1,2 м. Найдите, чему равно расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза.

Расчётные задачи высокого уровня сложности

414. Железная гири висит на невесомой нити, прикреплённой к невесомому рычагу AB , способному вращаться вокруг точки O (см. рис. 139). Гирию полностью поместили в сосуд с водой. Какую силу надо приложить к точке B , чтобы рычаг AB остался в горизонтальном положении, если $AB = 3 \cdot AO$, а объём гири $V = 1,5 \text{ дм}^3$?

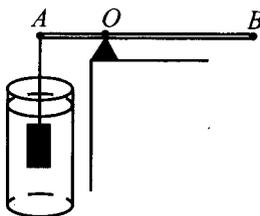


Рис. 139

Какие законы вы использовали для описания равновесия системы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

415. На дне сосуда с жидкостью укреплена шарнирно тонкая деревянная цилиндрическая палочка длиной 40 см, часть которой длиной 10 см выступает над поверхностью жидкости (см. рис. 140). Чему равно отношение плотности жидкости к плотности дерева?

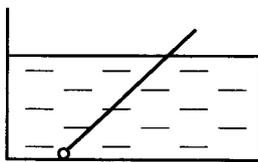


Рис. 140

Какие законы вы использовали для описания равновесия системы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

416. Деревянный брусок перемещают горизонтально по доске, прикладывая силу 3 Н, направленную под углом 30° к горизонту (см. рис. 141). Двигаясь из состояния покоя, брусок проходит 50 см за 2 с. Определите коэффициент трения скольжения, если масса бруска равна 200 г.

Какие законы вы использовали для описания движения бруска? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

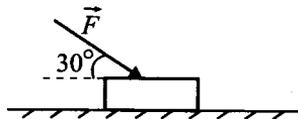


Рис. 141

417. Грузы массами $M = 2$ кг и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рис. 142). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости. При каком значении массы m груз массой M движется вверх по наклонной плоскости с ускорением $1,6$ м/с²? Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения между грузом и наклонной плоскостью $\mu = 0,2$.

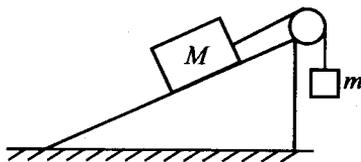


Рис. 142

Какие законы вы использовали для описания движения системы грузов? Обоснуйте их применимость к данному случаю. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела.

418. Брусok массой $M = 300$ г соединён с грузом массой $m = 700$ г невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через идеальный блок (см. рис. 143). Брусok скользит вверх по гладкой наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 30° . Определите ускорение бруска.

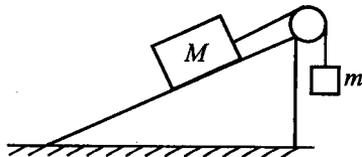


Рис. 143

Какие законы вы использовали для описания движения системы грузов? Обоснуйте их применимость к данному случаю. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела.

419. Два тела массами $m_1 = 2,5$ кг и $m_2 = 3$ кг связаны лёгкой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис. 144). Наклонные плоскости образуют с горизонтом углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 30^\circ$. С каким ускорением движутся бруски? Коэффициент трения между брусками и плоскостью равен 0,25.

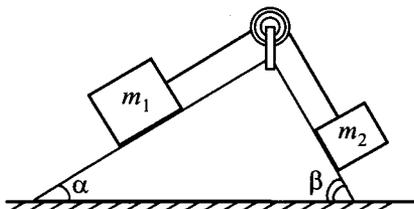


Рис. 144

Какие законы вы использовали для описания движения системы тел? Обоснуйте их применимость к данному случаю. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела.

420. В установке, изображённой на рисунке 145, грузик $m = 100$ г соединён перекинутой через блок невесомой и нерастяжимой нитью с бруском $M = 1,5$ кг, лежащим на горизонтальной поверхности трибометра, закреплённого на столе. Грузик отводят в сторону, приподнимая его на некоторую высоту h , и отпускают. Какую величину должна превзойти эта высота, чтобы брусок сдвинулся с места в тот момент, когда грузик проходит нижнюю точку траектории? Длина свисающей части нити 0,8 м, коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,12$. Трением в блоке, а также размерами блока пренебречь.

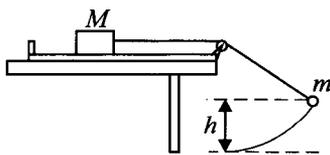


Рис. 145

Какие законы вы используете для описания движения грузика и бруска? Обоснуйте их применение.

421. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны

$v_{\text{пл.}} = 23 \text{ м/с}$ и $v_{\text{бр.}} = 5 \text{ м/с}$. Масса бруска $M_{\text{бр.}} = 3m_{\text{пл.}}$. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,25$. На какое расстояние переместятся сцепившиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 50%? Принять, что столкновение тел происходит мгновенно.

Какие законы вы использовали для описания движения пластилина и бруска? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

422. На длинных тонких нитях подвешены пластилиновые шары массой m и $3m$, как это показано на рисунке 146а. Шар массой $3m$ отводят на угол 60° (см. рис. 146б) и отпускают без начальной скорости. Найдите косинус угла, на который отклонятся шары после абсолютно неупругого столкновения, если длина нити равна L .

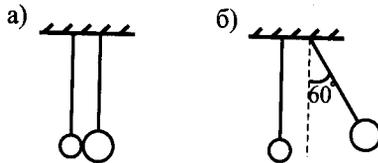


Рис. 146

Какие законы вы использовали для описания движения пластилиновых шаров? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

423. Коэффициент трения скольжения между камнем и деревянной доской равен 0,46. При каком угле между доской и горизонтом камень, размещённый на доске, начнёт с неё соскальзывать?

Какие законы вы использовали для описания условия скольжения камня? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

424. Из ствола безоткатного орудия, установленного на горизонтальной платформе, вылетает снаряд массой 20 кг со скоростью 200 м/с под углом 45° к горизонту. На какое расстояние откатится платформа с орудием, если их масса равна 2 т, а коэффициент сопротивления движению платформы равен 0,1?

Какие законы вы использовали для описания движения снаряда и орудия? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

425. Летящая пуля массой 10 г попадает в ящик с песком, висящий на закреплённой одним концом верёвке. Какая доля энергии пули перешла в кинетическую энергию ящика, если его масса равна 4 кг?

Какие законы вы использовали для описания попадания пули в ящик с песком? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

426. Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

Какие законы вы использовали для описания разрыва снаряда? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

427. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых равны h и $4h$ (см. рис. 147). На правой вершине горки находится шайба. Масса горки в 8 раз больше массы шайбы. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причём шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость шайбы на левой вершине горки.

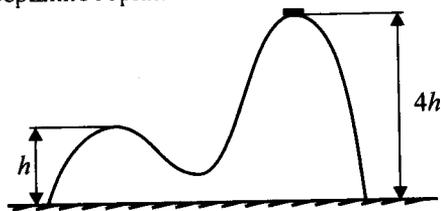


Рис. 147

Какие законы вы использовали для решения этой задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

428. Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На шероховатой поверхности на границе этих частей находится брусок массой 100 г. Со стороны гладкой части на него по горизонтали налетает металлический шар массой 0,5 кг, движущийся со скоростью 2 м/с. Определите расстояние (в метрах), которое пройдёт брусок до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром, если коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,2.

Какие законы вы использовали для описания движения бруска и шара? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

429. Грузик массой 100 г начинает двигаться без трения с нулевой начальной скоростью из точки A по полой узкой трубке, имеющей форму половины окружности радиусом R (см. рис. 148). Какова сила давления грузика на трубку в точке на высоте $h = R/2$?

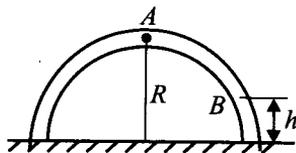


Рис. 148

Какие законы вы использовали для описания движения грузика? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

430. Шарик, движущийся горизонтально со скоростью $11,3 \text{ м/с}$, вкатывается на горку, имеющую форму, представленную на рисунке 149. Дуга АБ — четверть окружности радиусом $R = 5 \text{ м}$. Пренебрегая силой трения, определите, на каком расстоянии от точки Б упадёт шарик. Ответ округлите до сотых.

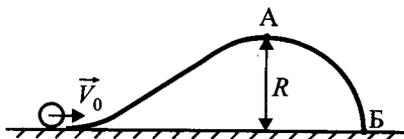


Рис. 149

Какие законы вы использовали для описания движения шарика? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Глава II.

Молекулярная физика

Теоретический материал

Молекулярная физика

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) заключаются в следующем:

1. Вещества состоят из атомов и молекул.
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении. Этот процесс называется *тепловым движением*.
3. Атомы и молекулы взаимодействуют между собой с силами притяжения и отталкивания.

Характер движения и взаимодействия молекул может быть разным, в связи с этим принято различать 3 агрегатных состояния вещества: *твёрдое, жидкое и газообразное*. Наиболее сильно взаимодействие между молекулами в твёрдых телах. В них молекулы расположены в так называемых узлах кристаллической решётки, т. е. в положениях, при которых равны силы притяжения и отталкивания между молекулами. Движение молекул в твёрдых телах сводится к колебательному около этих положений равновесия. В жидкостях ситуация отличается тем, что, поколебавшись около каких-то положений равновесия, молекулы часто их меняют. В газах молекулы далеки друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними очень малы и молекулы движутся поступательно, изредка сталкиваясь между собой и со стенками сосуда, в котором они находятся.

Диффузией называют взаимное проникновение одних молекул между другими молекулами.

Броуновским движением называют непрерывное хаотическое движение взвешенных в жидкости или газе частиц под действием ударов молекул растворителя.

Относительной молекулярной массой M_r называют отношение массы m_0 молекулы к $1/12$ массы атома углерода m_{oc} .

Количество вещества в молекулярной физике принято измерять в молях.

Модем ν называется количество вещества, в котором содержится столько же атомов или молекул (структурных единиц), сколько их содержится в 12 г углерода. Это число атомов в 12 г углерода называется *числом Авогадро* $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Молярная масса $M = M_r \cdot 10^{-3}$ кг/моль — это масса одного моля вещества.

Количество молей в веществе можно рассчитать по формуле

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}.$$

Идеальный газ — это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало. В идеальном газе пренебрегают размерами молекул.

Основное уравнение МКТ устанавливает связь давления идеального газа с массой молекул, концентрацией и средним значением квадрата скорости молекулы:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2},$$

где $n = \frac{N}{V}$ — концентрация молекул, m_0 — масса одной молекулы, $\overline{v^2}$ — среднее значение квадрата скорости.

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы газа

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}.$$

Тогда основное уравнение МКТ можно записать так:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k.$$

Абсолютным нулём температуры называют предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в ноль, т. е. это температура, при которой прекращается тепловое движение молекул.

Абсолютная температурная шкала — это температурная шкала, в которой за начало отсчёта принят абсолютный ноль температур. Эту шкалу предложил английский учёный Кельвин. Между шкалами Кельвина и Цельсия существует следующая связь: $T \text{ К} = t \text{ }^\circ\text{C} + 273$.

Связь средней кинетической энергии поступательного движения молекул газа и температуры

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT.$$

Средний квадрат скорости теплового движения молекул

$$\overline{v^2} = \frac{3kT}{m_0},$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К — постоянная Больцмана.

Средняя квадратичная скорость — корень квадратный из среднего квадрата скорости теплового движения молекул

$$\bar{v} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}.$$

Связь давления идеального газа с его концентрацией и температурой имеет вид:

$$p = nkT.$$

При одинаковом давлении и температуре концентрация молекул у всех газов одна и та же.

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева — Клапейрона):

$$pV = \frac{m}{M} RT,$$

где $R = k \cdot N_A = 8,31$ Дж/(моль·К) — универсальная газовая постоянная.

Другие формы записи уравнения Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{M}.$$

Для любых термодинамических процессов, происходящих с газом постоянной массы, выполняется соотношение

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const.}$$

Изотермический процесс (закон Бойля — Мариотта, см. рис. 150): для данной массы газа при неизменной температуре произведение давления на его объём есть величина постоянная

$$pV = \text{const.}$$

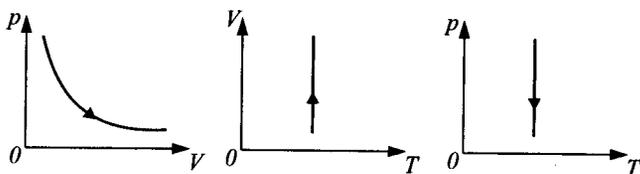


Рис. 150

Изохорный процесс (закон Шарля, см. рис. 151): для данной массы газа при неизменном объёме отношение давления к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная

$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$

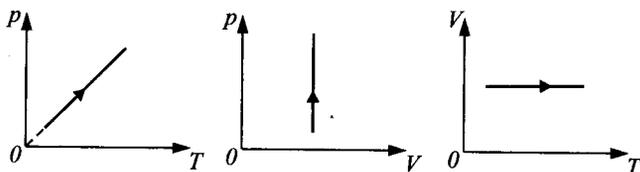


Рис. 151

Изобарный процесс (закон Гей-Люссака, см. рис. 152): для данной массы газа при неизменном давлении отношение объёма газа к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная

$$\frac{V}{T} = \text{const.}$$

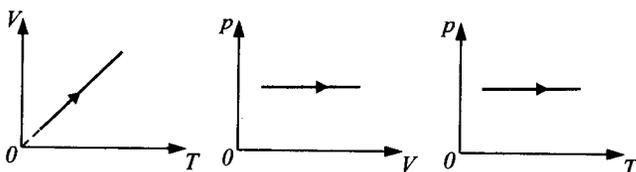


Рис. 152

Закон Дальтона:

если в сосуде находится смесь нескольких газов, то давление смеси равно сумме парциальных давлений, т. е. тех давлений, которые каждый газ создавал бы в отсутствие остальных:

$$p_{\text{общ.}} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n.$$

В воздухе, представляющем из себя смесь газов, наряду с другими газами находятся водяные пары. Их содержание принято характеризовать термином «влажность». Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютной влажностью называют плотность водяных паров в воздухе — ρ ($[\rho] = \text{г/м}^3$). Можно характеризовать абсолютную влажность парциальным давлением водяных паров — p ($[p] = \text{мм рт. ст.; Па}$).

Относительная влажность (φ) — отношение плотности водяного пара, имеющегося в воздухе, к плотности того водяного пара, который должен был бы содержаться в воздухе при этой температуре, чтобы пар был насыщенным. Можно измерять относительную влажность как отношение парциального давления водяного пара (p) к тому давлению ($p_{\text{н.п.}}$), которое имеет насыщенный пар при этой температуре:

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{н.п.}}} \cdot 100\% = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п.}}} \cdot 100\%.$$

Термодинамика

Внутренняя энергия тела равна сумме кинетических энергий беспорядочного движения всех молекул относительно центра масс тела и потенциальных энергий взаимодействия всех молекул друг с другом.

Внутренняя энергия идеального газа представляет собой сумму кинетических энергий беспорядочного движения его молекул; так как молекулы идеального газа не взаимодействуют друг с другом, то их потенциальная энергия обращается в нуль.

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \nu c_v T = \frac{3}{2} pV.$$

Количеством теплоты Q называют энергию, передаваемую газу в результате теплообмена.

Удельная теплоёмкость — это количество теплоты, которое получает или отдаёт 1 кг вещества при изменении его температуры на 1 К:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}, \quad [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

При расширении газ совершает положительную работу, при сжатии — отрицательную. Работа A , совершаемая внешними телами над газом, отличается от работы газа A' только знаком:

$$A = -A'.$$

Графический смысл работы — это площадь под соответствующим графиком зависимости pV .

Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики):

изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:

$$\Delta U = A + Q.$$

Применение первого закона термодинамики к изопроцессам:

а) *изотермический процесс* $T = \text{const} \Rightarrow \Delta T = 0$.

В этом случае изменение внутренней энергии идеального газа

$$\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T = 0.$$

Следовательно, $Q = A'$.

Всё переданное газу тепло расходуется на совершение им работы против внешних сил;

б) *изохорный процесс* $V = \text{const} \Rightarrow \Delta V = 0$.

В этом случае работа газа равна нулю.

Следовательно, $\Delta U = Q$. Всё переданное газу тепло расходуется на увеличение его внутренней энергии;

в) *изобарный процесс* $p = \text{const} \Rightarrow \Delta p = 0$.

В этом случае

$$Q = \Delta U + A'.$$

Работа газа в изобарном процессе равна произведению давления газа на изменение его объёма:

$$A' = p(V_2 - V_1) = p \cdot \Delta V.$$

Адиабатным называется процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой,

$$Q = 0.$$

В этом случае $A' = -\Delta U$, т. е. изменение внутренней энергии газа происходит за счёт совершения работы газа над внешними телами.

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела в твёрдом или жидком состоянии в пределах одного агрегатного состояния, рассчитывается по формуле

$$Q = cm(t_2 - t_1),$$

где c — удельная теплоёмкость тела, m — масса тела, t_1 — начальная температура, t_2 — конечная температура.

Количество теплоты, необходимое для плавления тела при температуре плавления, рассчитывается по формуле

$$Q = \lambda m,$$

где λ — удельная теплота плавления, m — масса тела.

Количество теплоты, необходимое для парообразования, рассчитывается по формуле

$$Q = Lm,$$

где L — удельная теплота парообразования, m — масса тела.

Количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива, рассчитывается по формуле

$$Q = qm,$$

где q — удельная теплота сгорания топлива, m — масса топлива.

Если система изолирована, теплообмен с окружающей средой отсутствует, то справедливо уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0.$$

Для того чтобы превратить часть тепловой энергии в механическую, чаще всего пользуются тепловыми двигателями. *Кэффициентом полезного действия теплового двигателя* называют отношение работы A , совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{H}}} = \frac{Q_{\text{H}} - |Q_{\text{X}}|}{Q_{\text{H}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{X}}|}{Q_{\text{H}}}.$$

Здесь Q_n — количество теплоты, полученное рабочим телом от нагревателя; Q_x — количество теплоты, переданное рабочим телом холодильнику.

Французский инженер С. Карно придумал идеальную тепловую машину с идеальным газом в качестве рабочего тела. КПД такой машины

$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n}.$$

Здесь T_n — температура нагревателя; T_x — температура холодильника.

Расчётные задачи базового уровня сложности

§ 1. Молекулярно-кинетическая теория

1.1. Количество вещества

431. В баллоне находится $36 \cdot 10^{26}$ молекул газа. Какое примерно количество вещества находится в баллоне?

Ответ: _____ кмоль.

432. Сколько молекул содержится в 1 см^3 воды?

Ответ: _____ $\cdot 10^{22}$.

433. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?

Ответ: _____ моль.

434. Сравните массы аргона и азота, находящихся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ. Ответ округлите до сотых.

Ответ: $m_{Ar} = \text{_____} m_{N_2}$.

435. Определите массу воздуха в классной комнате размерами $5 \times 12 \times 3 \text{ м}$ при температуре 25°C . Принять плотность воздуха равной $1,29 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: _____ кг.

1.2. Основное уравнение МКТ. Температура

436. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Во сколько раз при этом возросло давление газа на стенки сосуда?

Ответ: в _____ раз(-а).

437. Давление, равное 10^5 Па , создаётся молекулами массой $3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$, концентрация которых равна 10^{25} м^{-3} . Чему равна среднеквадратичная скорость молекул?

Ответ: _____ м/с.

438. Концентрация молекул идеального газа увеличилась в 4 раза, а средняя скорость их движения уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

439. Во сколько раз увеличится давление газа при увеличении средней квадратичной скорости молекул идеального газа в два раза и уменьшении концентрации молекул в два раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

440. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул идеального газа уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом изменилась средняя квадратичная скорость движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

441. Какова средняя квадратичная скорость молекул газа, если, имея массу 6,1 кг, он занимает объём 5 м^3 при давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$?

Ответ: _____ м/с.

442. Газ нагрели на 50°C . На сколько градусов нагрели газ по шкале Кельвина?

Ответ: на _____ К.

443. Чему равна абсолютная температура, если по шкале Цельсия температура равна -25°C ?

Ответ: _____ К.

444. Термодинамическая температура идеального газа была 400 К. Она увеличилась в 2 раза. Во сколько раз при этом увеличилась температура по шкале Цельсия?

Ответ: в _____ раз(-а).

445. Азот и водород находятся при одинаковой температуре. Чему равно отношение средней кинетической энергии поступательного движения молекул азота к средней кинетической энергии поступательного движения молекул водорода?

Ответ: _____ .

446. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?

Ответ: $v_{\text{H}_2} = \text{_____} v_{\text{O}_2}$.

447. Чему равна средняя кинетическая энергия молекул азота при температуре 200 К? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-21}$ Дж.

448. На сколько процентов уменьшится концентрация молекул газа, если при неизменном давлении увеличить термодинамическую температуру газа на 25%?

Ответ: на _____ %.

449. Газ, находящийся в сосуде, нагрели от 30°C до 120°C . Во сколько раз при этом увеличилась средняя кинетическая энергия молекул?

Ответ: в _____ раз(-а).

450. В двух сосудах находятся различные газы. Масса каждой молекулы газа в первом сосуде равна m , во втором сосуде — $3m$. Средняя квадра-

тичная скорость молекул газа в первом сосуде равна v , во втором сосуде — $v/3$. Чему равна абсолютная температура газа в первом сосуде, если во втором сосуде она равна T ?

Ответ: _____ $\cdot T$.

451. Чему равна плотность кислорода при температуре 285 К и давлении 10^5 Па?

Ответ: _____ кг/м³.

452. Во сколько раз увеличилась абсолютная температура газа, если в результате его нагревания средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

453. Температура идеального газа повышается с 500 °С до 1000 °С. Во сколько раз при этом увеличилась средняя кинетическая энергия движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

454. Каково отношение средних квадратичных скоростей кислорода v_K и водорода v_B в смеси этих газов, если они находятся в состоянии теплового равновесия и отношение их молярных масс равно 16?

Ответ: $v_K =$ _____ v_B .

1.3. Уравнение состояния идеального газа

455. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 4 раза. Во сколько раз увеличилась температура газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

456. Во сколько раз увеличится объём, занимаемый газом, если заменить при одинаковых массах, температурах и давлении кислород водородом?

Ответ: в _____ раз(-а).

457. Сосуд с газом соединили со вторым таким же сосудом. Во сколько раз уменьшится давление в первом сосуде после установления равновесия?

Ответ: в _____ раз(-а).

458. Из закрытого сосуда с газом выпустили две трети газа. Во сколько раз уменьшилось давление газа? Температура газа не изменилась.

Ответ: в _____ раз(-а).

459. В сосуде при температуре T находится 3 моль водорода. Какой будет температура 3 моль кислорода в сосуде того же объёма и при том же давлении? (Водород и кислород считать идеальными газами.)

Ответ: _____ $\cdot T$.

460. Водород, находящийся в сосуде, создавал давление 10^5 Па, а кислород в том же сосуде при той же температуре — $2 \cdot 10^5$ Па. Чему будет равно давление смеси газов при помещении в сосуд этих газов одновременно при той же температуре?

Ответ: _____ $\cdot 10^5$ Па.

461. На рисунке 153 показан график процесса, проведённого над 1 моль идеального газа. Найдите отношение температур T_3 к T_2 .

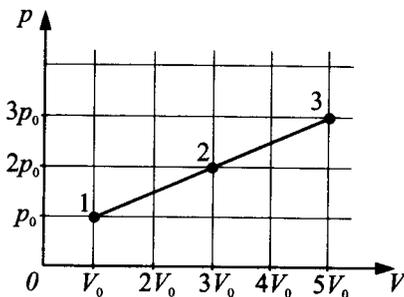


Рис. 153

Ответ: _____.

462. На рисунке 154 показан график процесса, проведённого над 12 моль идеального газа. Найдите отношение температур $\frac{T_4}{T_1}$.

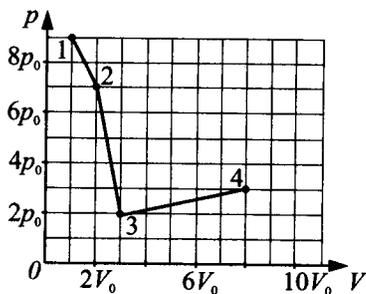


Рис. 154

Ответ: _____.

463. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Температура газа в точке 1 равна 200 К. Чему равна температура газа в точке 2 (см. рис. 155)?

Ответ: _____ К.

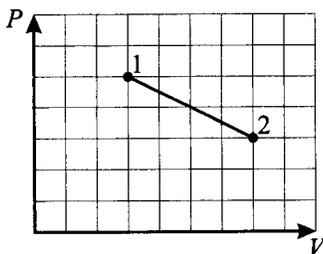


Рис. 155

464. Идеальный газ постоянной массы сжали так, что его давление увеличилось в 4 раза, а объём уменьшился вдвое. Во сколько раз увеличилась при этом температура газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

465. В сосуде находится идеальный газ. Какую часть газа из сосуда выпустили, если температура оставшегося газа уменьшилась в 2 раза, а давление уменьшилось в 4 раза?

Ответ: _____.

466. Давление двух моль кислорода в сосуде при температуре 300 К равно p_1 . Каково давление 1 моль кислорода в этом сосуде при втрое большей температуре?

Ответ: _____ $\cdot p_1$.

467. Объём 12 моль азота в сосуде при температуре 300 К и давлении 10^5 Па равен V_1 . Чему равен объём 1 моль азота при таком же давлении и вдвое большей температуре?

Ответ: $V_2 =$ _____ V_1 .

468. Какой объём занимает водород массой 50 г при температуре 20°C и давлении 10^5 Па?

Ответ: _____ м^3 .

469. Термодинамическая температура газа увеличилась в 1,5 раза, объём и масса газа не изменились. Во сколько раз увеличилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

470. Определите молярную массу газа, 3,5 кг которого занимают объём 200 л при температуре 275 К и давлении 20 МПа.

Ответ: _____ кг/моль.

471. Определите массу азота, занимающего объём 3 л при температуре 20°C и давлении 100 кПа.

Ответ: _____ г.

472. Чему равна температура 1 моль идеального газа, имеющего давление $2 \cdot 10^5$ Па и объём 30 дм^3 ?

Ответ: _____ К.

473. Какое количество вещества содержит газ, имеющий при давлении 10^6 Па и температуре 227°C объём 2 м^3 ?

Ответ: _____ моль.

474. На рисунке 156 показан график зависимости давления газа в запаянном сосуде от его температуры. Объём сосуда равен $0,4 \text{ м}^3$. Сколько моль газа содержится в этом сосуде?

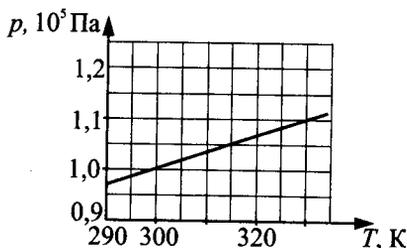


Рис. 156

Ответ: _____ моль.

475. В цилиндре под поршнем, плотно прилегающим к стенкам, находится водород. Для увеличения его объёма на 100 см^3 его температуру увеличивают в 1,5 раза. Каким станет конечный объём водорода?

Ответ: _____ см^3 .

1.4. Газовые законы

476. На каком из графиков показан процесс изохорного охлаждения газа (см. рис. 157)?

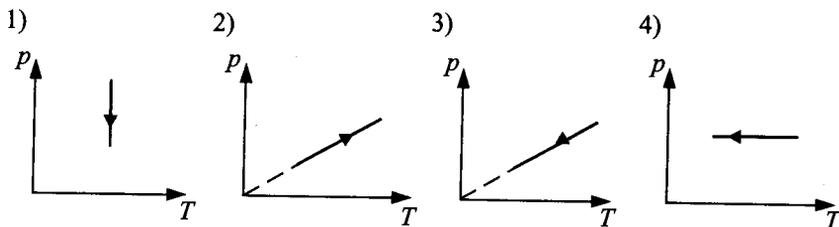


Рис. 157

Ответ: _____.

477. Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (см. рис. 158) — 1, 2, 3 или 4 — является графиком изобарного нагревания газа?

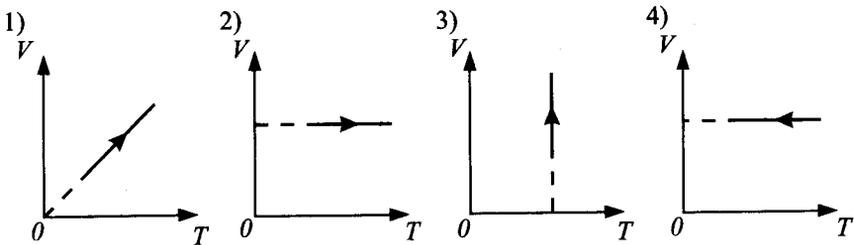


Рис. 158

Ответ: _____.

478. На рисунке 159 приведён график циклического процесса над идеальным газом. Какой участок соответствует изобарическому сжатию?

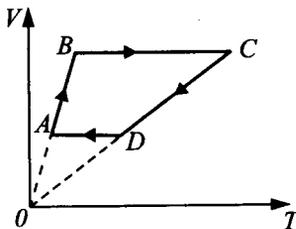


Рис. 159

Ответ: _____.

479. Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре объём газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях p — V соответствует этим изменениям состояния газа (см. рис. 160)?

Ответ: _____.

480. Один моль разреженного газа сначала изотермически сжимали, а затем изобарно нагревали (см. рис. 161). На каком из рисунков изображён график этих процессов?

Ответ: _____.

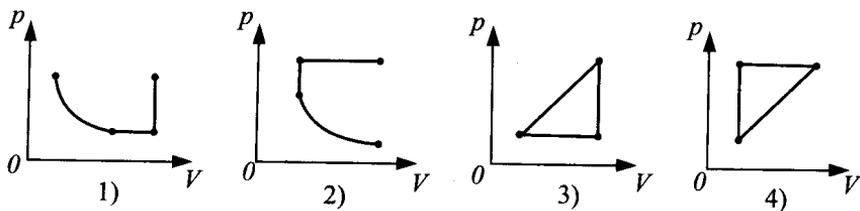


Рис. 160

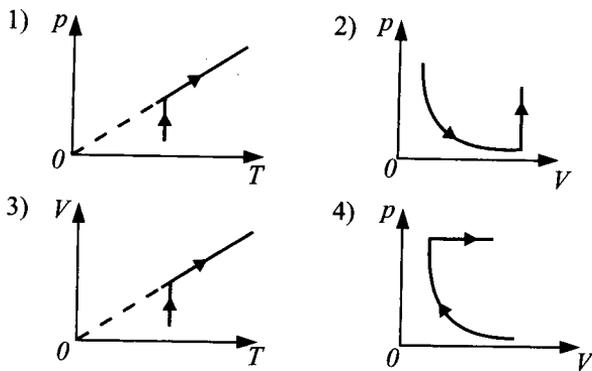


Рис. 161

481. Один моль разреженного газа сначала изотермически сжимали, а затем изохорно нагревали (см. рис. 162). На каком из рисунков изображён график этих процессов?

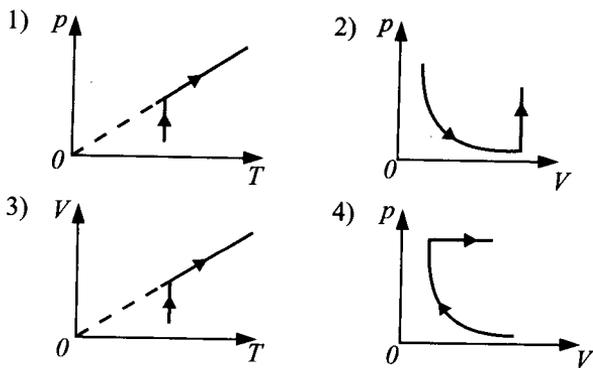


Рис. 162

Ответ: _____ .

482. В какой точке графика давление наибольшее (см. рис. 163)?

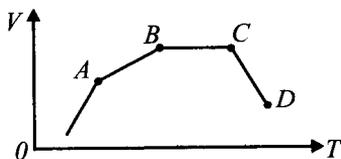


Рис. 163

Ответ: _____.

483. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. С помощью графика изменения давления газа в зависимости от его температуры (см. рис. 164) определите, какому состоянию соответствует наименьший объём.

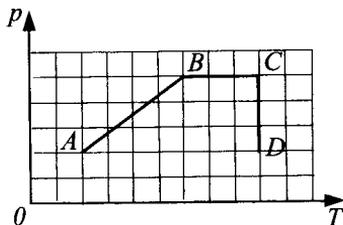


Рис. 164

Ответ: _____.

484. На рисунке 165 показан график некоторого процесса, происходящего с идеальным газом, в координатах (V, T) . Какой номер из представленных на рисунке 166 будет иметь график этого же процесса в координатах (p, V) ?

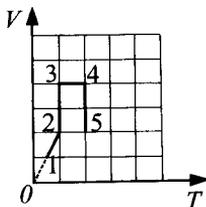


Рис. 165

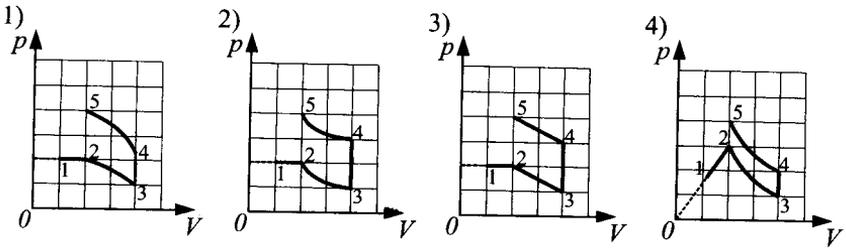


Рис. 166

Ответ: _____.

485. Какому из графиков (см. рис. 167) соответствует процесс, изображённый в системе координат $p - T$ (см. рис. 168)?

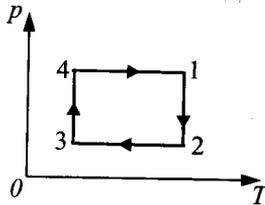


Рис. 167

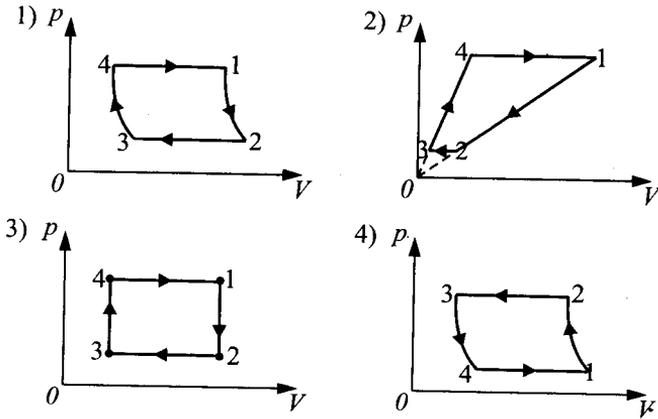


Рис. 168

Ответ: _____.

486. С газом произошёл процесс, описываемый окружностью в координатах $p - V$ (см. рис. 169). В какой точке окружности температура газа максимальна?

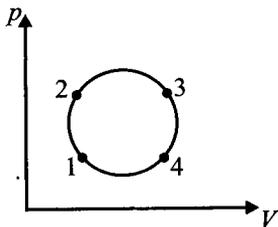


Рис. 169

Ответ: в точке _____.

487. С газом произошёл процесс, описываемый окружностью в координатах $V - T$ (см. рис. 170). В какой точке окружности давление газа максимально?

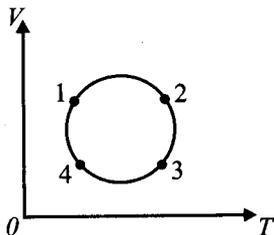


Рис. 170

Ответ: в точке _____.

488. С газом произведён процесс, описываемый окружностью в координатах $p - T$ (см. рис. 171). В какой из обозначенных точек окружности объём газа минимален?

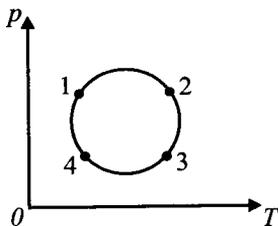


Рис. 171

Ответ: в точке _____.

489. На рисунке 172 показан график изотермического расширения водорода. Масса водорода 30 г. При какой температуре происходил процесс? Ответ округлите до целых.

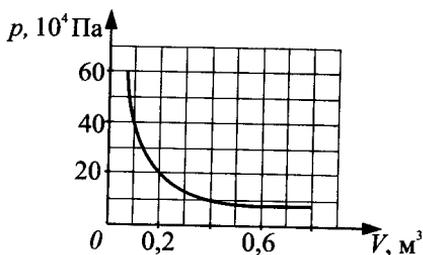


Рис. 172

Ответ: _____ К.

490. На сколько градусов необходимо увеличить температуру газа, чтобы при изобарном нагревании газа его объём увеличился вдвое по сравнению с объёмом при 0°C ?

Ответ: на _____ $^\circ\text{C}$.

491. Какое давление установится в результате изотермического расширения кислорода, содержащегося в баллоне объёмом 12 л под давлением 1 МПа, в пустой баллон объёмом 3 л?

Ответ: _____ МПа.

492. В изохорном процессе температура некоторого газа увеличилась с 20°C до 313°C . Во сколько раз при этом увеличилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

§ 2. Термодинамика

2.1. Внутренняя энергия, количество теплоты, работа в термодинамике

493. На сколько джоулей изменилась внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на 20°C ?

Ответ: на _____ Дж.

494. Термодинамическую температуру идеального одноатомного газа повысили в 3 раза при постоянном объёме. Во сколько раз при этом увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

495. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Во сколько раз увеличилась при этом температура газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

496. На рисунке 173 изображён процесс, осуществляемый с идеальным газом. Чему равно отношение внутренней энергии в состоянии 2 к внутренней энергии в состоянии 1?

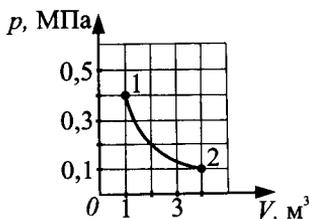


Рис. 173

Ответ: _____.

497. На рисунке 174 изображён график процесса, осуществляемого с идеальным газом. На каком участке газом не совершается работа?

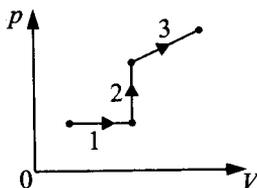


Рис. 174

Ответ: на участке _____.

498. На графике изображён цикл с идеальным газом неизменной массы (см. рис. 175). На каком участке графика работа не совершается?

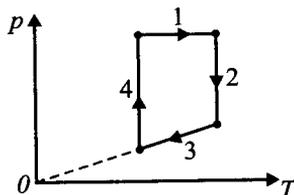


Рис. 175

Ответ: на участке _____.

499. Чему равна работа, совершённая идеальным газом за один цикл, изображённый на pV -диаграмме (см. рис. 176)?

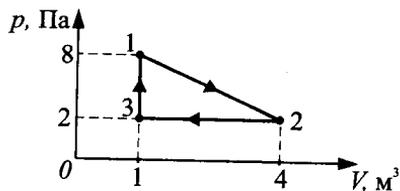


Рис. 176

Ответ: _____ Дж.

500. Газ из состояния 1 переводят в состояние 3 так, как это показано на графике зависимости давления газа от его объёма (см. рис. 177). Чему равна работа внешних сил?

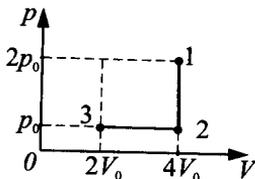


Рис. 177

Ответ: _____ $p_0 V_0$.

501. Один моль идеального газа совершает замкнутый цикл 1–2–3–4–1, как это показано на рисунке 178. В каком из процессов газ совершает наибольшую работу?

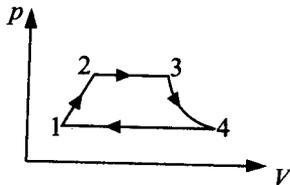


Рис. 178

Ответ: в процессе _____.

502. Какую работу газ совершил в ходе процесса, изображённого на рисунке 179, если $V_1 = 1,1$ л, $V_2 = 1,5$ л, $p_1 = 9 \cdot 10^6$ Па, $p_2 = 4 \cdot 10^6$ Па?

Ответ: _____ Дж.

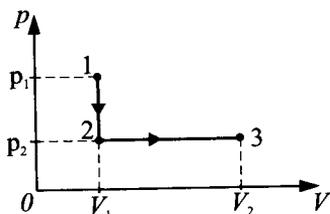


Рис. 179

503. Чему равна работа, совершённая газом за один цикл, изображённый на рисунке 180?

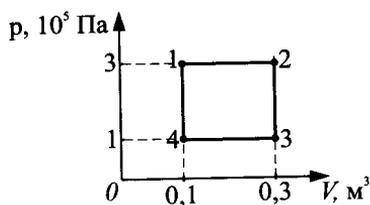


Рис. 180

Ответ: _____ кДж.

504. Какую работу совершил газ при переходе из состояния 1 в состояние 3 (см. рис. 181)?

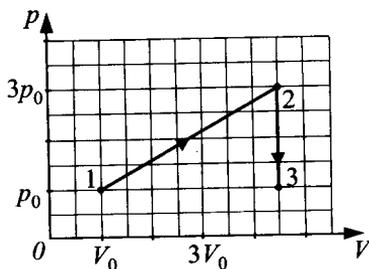


Рис. 181

Ответ: _____ $\cdot p_0 V_0$.

505. На графике показан процесс расширения газа, который сопровождался уменьшением давления (см. рис. 182). На каком из участков графика работа газа была наибольшей?

Ответ: на участке _____.

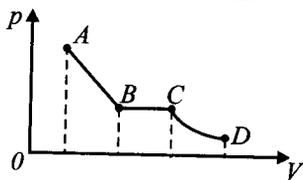


Рис. 182

506. Два моля идеального газа перешло из состояния 1 в состояние 2. Чему равна работа газа, совершённая в результате такого перехода (см. рис. 183)?

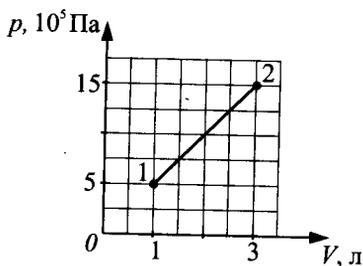


Рис. 183

Ответ: _____ Дж.

507. Найдите работу газа в процессе 1–2, изображённом на рисунке 184.

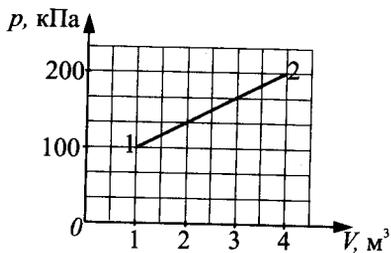


Рис. 184

Ответ: _____ кДж.

508. Чему равна работа, совершённая газом в результате цикла, диаграмма которого приведена на рисунке 185?

Ответ: _____ Дж.

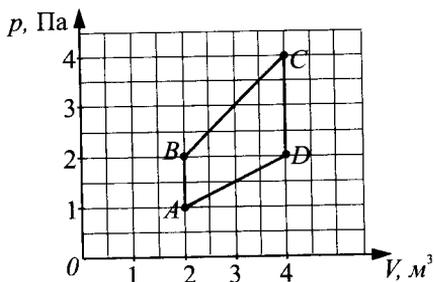


Рис. 185

509. На рисунке 186 показана зависимость давления идеального газа от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Найдите, чему равно отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$.

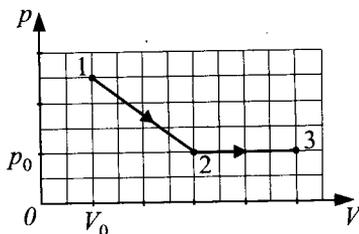


Рис. 186

Ответ: _____.

510. На рисунке 187 изображён график некоторого процесса. На каком участке работа газом не совершается?

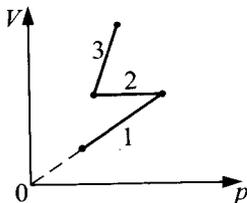


Рис. 187

Ответ: на участке _____.

511. Идеальный газ совершает цикл 1–2–3–1 (см. рис. 188). На каком участке цикла газ совершает наибольшую по модулю работу?

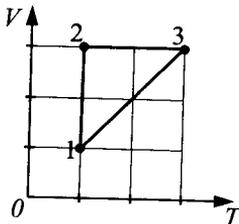


Рис. 188

Ответ: на участке _____.

512. Какова работа внешних сил при переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 3 (см. рис. 189)?

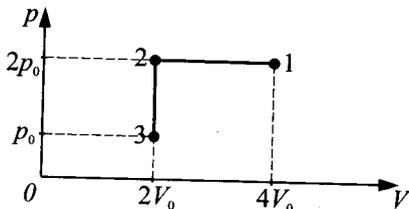


Рис. 189

Ответ: _____ $\cdot p_0 V_0$.

2.2. Первый закон термодинамики

513. В процессе эксперимента внутренняя энергия газа уменьшилась на 50 кДж и он совершил работу 35 кДж. Какое количество теплоты при этом газ отдал окружающей среде в результате теплообмена?

Ответ: _____ кДж.

514. На графике (см. рис. 190) показана зависимость объёма идеального одноатомного газа от давления. Газ совершает работу, равную 6,5 кДж. Какое количество теплоты получено газом?

Ответ: _____ кДж.

515. Чему равна сообщённая газу теплота в некотором процессе, в котором внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, а газ совершил работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

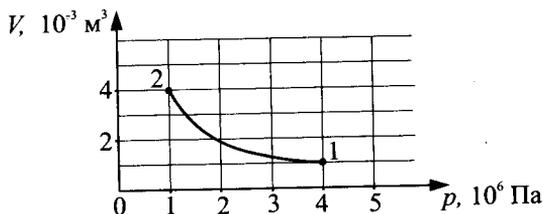


Рис. 190

516. Газ получил количество теплоты, равное 1 кДж, и его сжали, совершив при этом работу, равную 600 Дж. На сколько при этом увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ Дж.

517. Газ совершил работу, равную 78 Дж, при этом его внутренняя энергия уменьшилась на 53 Дж. Какое количество теплоты получил газ?

Ответ: _____ Дж.

518. В некотором процессе газ совершил работу, равную 5 МДж, а его внутренняя энергия уменьшилась на 2 МДж. Какое количество теплоты передано газу в этом процессе?

Ответ: _____ МДж.

519. При передаче газу количества теплоты 300 Дж его внутренняя энергия уменьшилась на 100 Дж. Какую работу при этом совершил газ?

Ответ: _____ Дж.

520. Аргон, находящийся в сосуде объёмом 5 л, нагревают так, что его давление возрастает с 100 кПа до 300 кПа. Какое количество теплоты получил газ?

Ответ: _____ кДж.

521. При адиабатном процессе газ совершил работу 500 Дж. Как при этом уменьшилась его внутренняя энергия?

Ответ: на _____ Дж.

522. В изобарном процессе идеальный одноатомный газ совершил работу 4 кДж. Какое количество теплоты было получено газом в этом процессе?

Ответ: _____ кДж.

523. Идеальный одноатомный газ совершил работу A_0 , при этом внутренняя энергия его увеличилась на $\frac{3}{2}A_0$. Чему равно отношение совершённой работы к количеству переданной газу теплоты?

Ответ: _____ .

524. На рисунке 191 изображён процесс изменения состояния газа. При этом газу сообщено количество теплоты, равное $3 \cdot 10^5$ Дж. На сколько килоджоулей увеличилась внутренняя энергия газа?

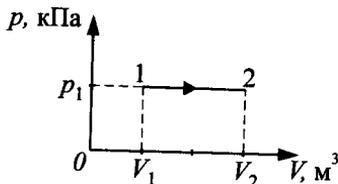


Рис. 191

Ответ: на _____ кДж.

525. На рисунке 192 изображён процесс изменения состояния газа. При этом газу сообщено количество теплоты, равное $3 \cdot 10^5$ Дж. На сколько килоджоулей увеличилась внутренняя энергия газа?

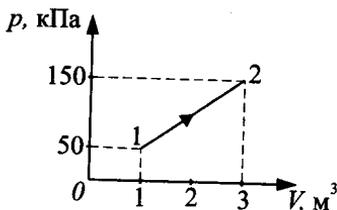


Рис. 192

Ответ: на _____ кДж.

526. На диаграмме pT (см. рис. 193) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдаёт 50 кДж теплоты. Чему равна работа внешних сил?

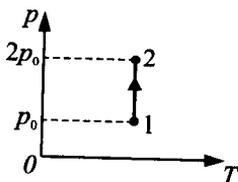


Рис. 193

Ответ: _____ кДж.

527. Один моль идеального одноатомного газа с начальной температурой 300 К нагревают при постоянном давлении. Какую работу совершит газ, если его объём увеличится в 2 раза?

Ответ: _____ кДж.

528. Давление газа под поршнем цилиндра равно $8 \cdot 10^5$ Па, а температура равна 150°C . Газ, нагреваясь, изобарно расширился до объёма в три раза больше первоначального. Какую работу совершили при этом 3 моль газа?

Ответ: _____ кДж.

529. Давление газа под поршнем цилиндра равно $8 \cdot 10^5$ Па, а температура равна 150°C . Газ, нагреваясь, изобарно расширился до объёма в два раза больше первоначального. Какую работу совершили при этом 3 моль газа?

Ответ: _____ кДж.

530. На сколько градусов увеличится температура 1 моль идеального одноатомного газа в изохорном процессе, если газу сообщено 10^2 Дж теплоты?

Ответ: на _____ К.

531. На TV -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа (см. рис. 194). Газ получает 100 кДж теплоты. Чему равна работа, совершённая газом?

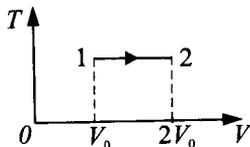


Рис. 194

Ответ: _____ кДж.

2.3. КПД тепловых двигателей

532. Если КПД тепловой машины 40% и она получила за цикл 10 Дж теплоты, то какое количество теплоты получил холодильник?

Ответ: _____ Дж.

533. Тепловая машина с КПД 50% за цикл работы отдаёт холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

534. Идеальная тепловая машина забирает от нагревателя количество теплоты, равное 150 Дж, а отдаёт холодильнику 90 Дж. Определите КПД этой машины.

Ответ: _____ %.

535. Идеальная тепловая машина имеет КПД 30 %. Температура холодильника 280 К. Чему равна температура нагревателя?

Ответ: _____ К.

536. Температура холодильника идеального теплового двигателя равна 27 °С, а температура нагревателя на 90 °С больше. Чему равен КПД такого двигателя?

Ответ: _____ %.

537. В идеальной тепловой машине за счёт каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа, равная 300 Дж. Определите температуру нагревателя, если температура холодильника равна 280 К.

Ответ: _____ К.

538. На сколько процентов увеличится КПД идеального теплового двигателя, в котором абсолютная температура нагревателя вдвое больше температуры холодильника, если, не меняя температуру нагревателя, вдвое уменьшить температуру холодильника?

Ответ: на _____ %.

539. В тепловой машине, максимально возможный КПД которой равен 0,4, в качестве холодильника используют тающий лёд. Чему равна температура нагревателя?

Ответ: _____ °С.

540. Чему равен КПД идеальной тепловой машины, если температура её нагревателя составляет 527 °С, а холодильника равна 27 °С?

Ответ: _____ %.

541. Коэффициент полезного действия тепловой машины равен 37 %. Во сколько раз затраченное количество теплоты больше полезной работы, совершаемой машиной?

Ответ: в _____ раз(-а).

2.4. Количество теплоты. Уравнение теплового баланса

542. На рисунке 195 приведены графики изменения температуры четырёх веществ со временем. В начале нагревания все эти вещества находились в жидком состоянии. Какое из веществ имеет наибольшую температуру кипения?

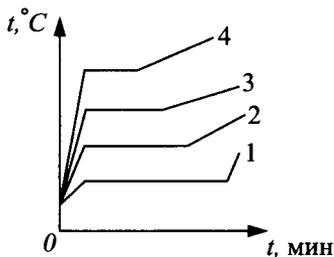


Рис. 195

Ответ: _____.

543. На графике (см. рис. 196) приведены кривые нагревания двух кристаллических веществ одинаковой массы при одинаковой мощности подвода тепла. Каково отношение удельной теплоты плавления второго вещества к удельной теплоте плавления первого?

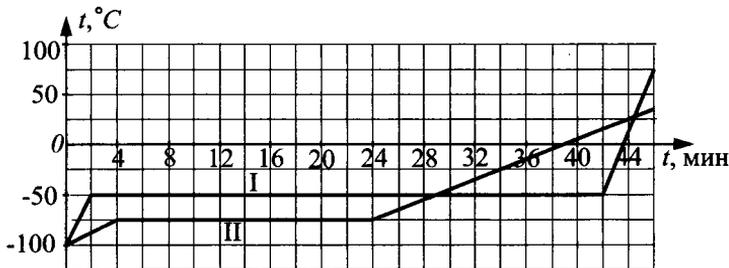


Рис. 196

Ответ: _____.

544. На графике приведена кривая нагрева кристаллического вещества при постоянной мощности подвода тепла (см. рис. 197). Каково отношение теплоёмкостей вещества в твёрдом и жидком состояниях?

Ответ: _____.

545. Сколько энергии нужно для нагревания чугунного слитка массой 100 г до температуры 50°C , если его начальная температура равна 30°C ?

Ответ: _____ Дж.

546. Какое количество тепла выделяется при охлаждении 2 т чугуна от 500°C до 300°C ?

Ответ: _____ МДж.

547. До какой температуры нагреется слиток алюминия массой 3 т, если его начальная температура равна 170°C и ему сообщили 270 МДж тепла?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

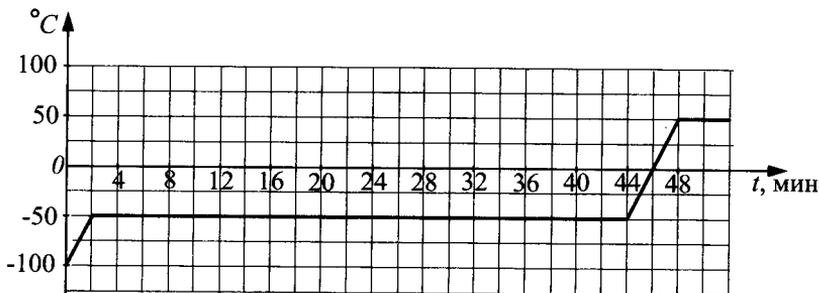


Рис. 197

548. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы расплавить 14 кг меди, находящейся при температуре плавления? Удельная теплота плавления меди $\lambda = 210$ кДж/кг.

Ответ: _____ МДж.

549. Температура медной детали повысилась с 25°C до 75°C . Масса детали равна 0,4 кг. Какое количество теплоты получила деталь при нагревании?

Ответ: _____ Дж.

550. Вода остыла и замёрзла, при этом её температура понизилась с $+50^\circ\text{C}$ до -100°C . Масса воды равна 1 кг. Какое количество теплоты отдала вода при остывании?

Ответ: _____ кДж.

551. Какое количество теплоты потребуется, чтобы 1,5 кг льда, взятого при температуре плавления, превратить в воду?

Ответ: _____ кДж.

552. Сколько льда, находящегося при температуре 0°C , можно расплавить за счёт конденсации 150 г пара, находящегося при $t = 100^\circ\text{C}$? Ответ округлите до тысячных.

Ответ: _____ кг.

553. Сколько тепла выделится при конденсации двух килограммов водяного пара?

Ответ: _____ МДж.

554. На рисунке 198 показан процесс изменения температуры 1 кг вещества при его изобарном охлаждении. Первоначально вещество находилось в газообразном состоянии. Определите удельную теплоту парообразования вещества.

Ответ: _____ МДж/кг.

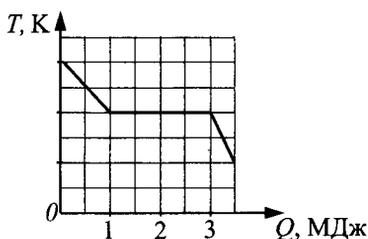


Рис. 198

555. До какой температуры нагреется вода, полученная из 500 г снега, взятого при температуре 0°C , если на весь процесс расходуется 300 кДж?

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$.

556. При отвердевании 100 кг стали при температуре плавления выделилось 8,2 МДж теплоты. Чему равна удельная теплота плавления стали?

Ответ: _____ кДж/кг.

557. В алюминиевую кастрюлю массой 300 г и объёмом 1 л налили воду. Начальная температура кастрюли с водой была равна 15°C . Воду в кастрюле нагревают до кипения. Какое количество теплоты для этого потребовалось? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ кДж.

§ 3. Насыщенный пар. Влажность воздуха

558. В сосуде между поршнем и жидкостью имеется свободное пространство. При постоянной температуре поршень медленно опускают, уменьшая свободное пространство в 2 раза. На каком из графиков (см. рис. 199) правильно показана зависимость давления водяного пара, заполняющего пространство между поршнем и жидкостью, от объёма?

Ответ: _____.

559. Показания сухого термометра составляют 14°C , а влажного — 10°C . С помощью психрометрической таблицы на с. 12 определите, какова относительная влажность воздуха.

Ответ: _____ %.

560. Относительная влажность воздуха равна 8%. Найдите отношение массы водяных паров, содержащихся в этом воздухе, к массе насыщенного пара при той же температуре.

Ответ: _____.

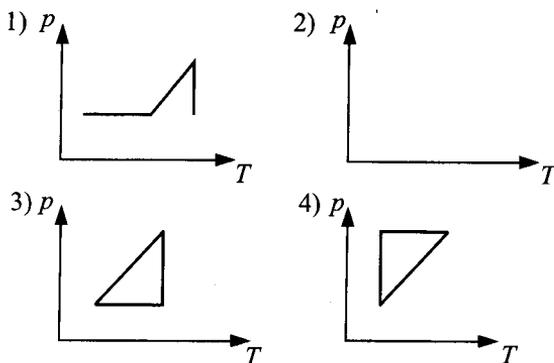


Рис. 199

561. Если парциальное давление водяного пара, находящегося в воздухе, в 8 раз меньше давления насыщенного пара при той же температуре, то чему равна относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

562. Давление пара в помещении при некоторой температуре равно 600 Па. Найдите давление насыщенного пара при этой же температуре, если относительная влажность воздуха равна 75 %.

Ответ: _____ Па.

563. Относительная влажность воздуха при температуре 100 °С равна 40 %. Найдите парциальное давление содержащихся в воздухе водяных паров.

Ответ: _____ кПа.

564. Найдите относительную влажность воздуха при температуре 100 °С, если парциальное давление водяных паров, содержащихся в нём, равно 65 кПа.

Ответ: _____ %.

565. Давление водяных паров на улице при температуре 14 °С было равно 1 кПа, давление насыщенных водяных паров при той же температуре равно 1,6 кПа. Определите относительную влажность воздуха.

Ответ: _____ %.

566. Каково давление насыщенного водяного пара при температуре 100 °С?

Ответ: _____ кПа.

567. В сосуде под поршнем находятся вода и водяной пар при давлении p . Сохраняя температуру постоянной, поршень опустили, и объём сосуда уменьшился в 2 раза. Чему стало равно давление пара?

Ответ: _____ $\cdot p$.

568. Воздух в цилиндре под поршнем изотермически сжали, уменьшив его объём в 2 раза. Какой стала относительная влажность воздуха, если первоначально она была равна 40 %?

Ответ: _____ %.

569. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 40 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в три раза. Чему при этом стала равна относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

570. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 20 %. Во сколько раз надо уменьшить объём сосуда (при неизменной температуре), чтобы относительная влажность воздуха стала равна 50 %?

Ответ: в _____ раз(-а).

571. В цилиндре под поршнем находится воздух влажностью $\varphi = 42\%$. Объём воздуха изотермически увеличивается вдвое. Какой станет влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

572. В цилиндре под поршнем находится воздух, влажность которого $\varphi = 50\%$. Во сколько раз нужно изотермически уменьшить объём, занимаемый воздухом, чтобы началась конденсация пара?

Ответ: в _____ раз(-а).

573. Парциальное давление водяного пара в воздухе при 19°C было равно 1,1 кПа. Найдите относительную влажность. Для определения давления насыщенного пара см. таблицу на с. 12.

Ответ: _____ %.

574. Найдите относительную влажность воздуха в комнате при 18°C , если при 10°C образуется роса. Для определения давления насыщенного пара см. таблицу на с. 12.

Ответ: _____ %.

575. Относительная влажность воздуха при 20°C равна 69 %. Каково давление насыщенных паров при 20°C , если при этом парциальное давление водяного пара в воздухе равно 1,61 кПа? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ кПа.

576. Температура воздуха равна 20°C , относительная влажность воздуха составляет 50 %, а парциальное давление водяного пара в воздухе при этом равно 1,16 кПа. Чему равно давление насыщенных паров при 20°C ?

Ответ: _____ Па.

Изменение физических величин в процессах

577. Как изменятся плотность воздуха и подъёмная сила, действующая на воздушный шар, при понижении температуры окружающего воздуха и неизменном атмосферном давлении?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность воздуха	Подъёмная сила

578. Пузырёк воздуха всплывает со дна водоёма на поверхность. Как изменяются давление воздуха в пузырьке и его объём, если температура в этом процессе остаётся постоянной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Давление воздуха	Объём пузырька

579. В сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находилась смесь двух идеальных газов, состоящая из 1 моль первого газа и 4 моль второго. Половину содержимого сосуда выпустили, после чего в сосуд добавили 2,5 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов, если в сосуде поддерживалась постоянная температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление первого газа	Суммарное давление газов

580. Температура газа в сосуде с подвижным поршнем возрастает. Как при этом изменяются давление и плотность газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа

581. Что произойдёт с температурой и внутренней энергией водяного пара, если в процессе теплопередачи он получит некоторое количество теплоты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура	Внутренняя энергия

582. С некоторой массой идеального газа был проведён циклический процесс, изображённый на рисунке 200. Объясните, как менялись давление газа и его объём при переходе из состояния 1 в состояние 2.

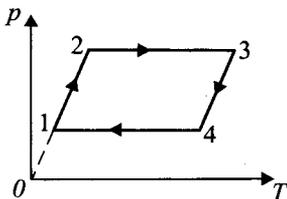


Рис. 200

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивалась
- 2) уменьшалась
- 3) не изменялась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Объём газа

583. С некоторой массой идеального газа был проведён циклический процесс, изображённый на рисунке 201. Укажите, как менялось давление газа при переходах $1 \rightarrow 2$, $4 \rightarrow 1$.

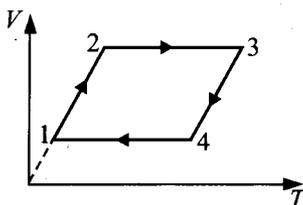


Рис. 201

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивалась
- 2) уменьшалась
- 3) не изменялась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Процесс $1 \rightarrow 2$	Процесс $4 \rightarrow 1$

584. В закрытом сосуде находятся водяной пар и некоторое количество воды. Как изменятся при изотермическом уменьшении объёма сосуда следующие величины: давление в сосуде, масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление в сосуде	Масса воды

585. Газ изобарно нагревают. Как при этом меняются масса газа и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса газа	Плотность газа

586. Газ адиабатически сжимают. Как при этом изменятся температура и внутренняя энергия газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Внутренняя энергия газа

587. В сосуде под поршнем, плотно прилегающим к стенкам сосуда, находится идеальный газ. Поршень резко вдвигают внутрь сосуда. Как при этом изменятся температура газа и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Внутренняя энергия газа

588. Что произойдёт с внутренней энергией идеального газа и его плотностью, если он адиабатически расширится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия газа	Плотность газа

589. Температура газа в герметично закрытом сосуде возрастает. Как при этом изменяются давление газа и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа

590. В процессе сжатия 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

591. Некоторое количество идеального газа находится в сосуде при атмосферном давлении. Как изменятся давление и концентрация частиц, если в сосуде проделать небольшое отверстие и при постоянной температуре медленно уменьшить его объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Концентрация частиц

592. В процессе сжатия 1 моля разреженного гелия его температура всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом внутренняя энергия гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия гелия	Давление гелия

593. 1 моль идеального одноатомного газа находится в цилиндрическом сосуде под поршнем. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рис. 202). В сосуд закачивают ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого давление газа и концентрация его молекул?

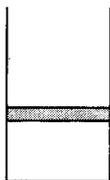


Рис. 202

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Концентрация молекул газа

594. 10 моль разреженного гелия находится в сосуде при давлении выше атмосферного. Как изменятся давление и внутренняя энергия газа, если в сосуде сделать небольшое отверстие и его температуру поддерживать постоянной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

595. Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изобарном процессе совершает работу $A > 0$. Как изменяются в этом процессе объём и температура газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Температура газа

596. В процессе работы теплового двигателя количество теплоты, полученное от нагревателя, не изменилось, а количество теплоты, отданное холодильнику, уменьшилось. Как при этом изменились полезная работа и коэффициент полезного действия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полезная работа двигателя	КПД

597. Температуру нагревателя тепловой машины увеличили, а температуру холодильника оставили прежней. Как при этом изменились полезная работа двигателя и количество теплоты, отдаваемое рабочему телу?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полезная работа двигателя	Количество теплоты, отдаваемое рабочему телу

598. В идеальном тепловом двигателе количество теплоты, которое каждую секунду передаётся от нагревателя, увеличилось, а количество теплоты, каждую секунду передаваемое холодильнику, осталось неизменным. Как при этом изменились КПД двигателя и работа, совершаемая двигателем за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД двигателя	Работа, совершаемая двигателем за цикл

599. При проведении экспериментов по исследованию процесса плавления твёрдого тела используемый оловянный образец (нагретый до температуры 232°C) заменили на свинцовый той же массы (нагретый до температуры 327°C). Как при этом изменились количество теплоты, необходимое для полного плавления исследуемого образца, и время, затраченное на этот процесс?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество теплоты	Время

600. В результате технических изменений КПД плавильной печи значительно увеличился. Как при этом изменились масса топлива, потребляемая печью (для расплавления такой же массы стали, что и ранее), и удельная теплота плавления стали?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса топлива, потребляемая печью	Удельная теплота плавления стали

601. Лёд, взятый при 0°C , превращают в воду. Как при этом изменятся температура и потенциальная энергия взаимодействия его молекул?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура	Потенциальная энергия взаимодействия молекул

602. В калориметр с водой, находящейся при комнатной температуре, погружили стальной цилиндр, нагретый до 100°C . Что произойдёт с температурой и внутренней энергией воды, если стальной цилиндр заменить на алюминиевый цилиндр такой же массы и начальной температуры?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура воды	Внутренняя энергия воды

603. При исследовании процесса плавления твёрдого тела массу исследуемого образца увеличили в два раза. Как при этом изменились температура плавления вещества и количество теплоты, необходимое для его полного плавления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура плавления	Количество теплоты

604. В калориметр со льдом, имеющим температуру 0°C , добавили воду при комнатной температуре. Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: масса льда и его удельная теплоёмкость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса льда	Удельная теплоёмкость льда

605. Лёд массой 1 кг и температурой 0° , находясь при комнатной температуре, получил 1 кДж теплоты. Как изменятся в результате этого процесса следующие величины: температура льда, масса льда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура льда	Масса льда

606. В герметичном сосуде находится влажный воздух, температуру воздуха увеличили. Как при этом изменились относительная влажность воздуха и энергия молекул воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Относительная влажность воздуха	Энергия молекул воды

607. В сосуде под поршнем, плотно прилегающим к стенкам сосуда, находится влажный воздух при относительной влажности 60%. Поршень медленно опускают, уменьшая объём сосуда в 2 раза и поддерживая температуру воздуха постоянной. Как при этом изменятся относительная влажность воздуха и масса водяных паров, находящихся в этом воздухе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Относительная влажность воздуха	Масса водяных паров

608. В воздухе увеличилось содержание водяного пара, но температура не изменилась. Что произошло с относительной влажностью воздуха и давлением насыщенного водяного пара?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Относительная влажность воздуха	Давление насыщенного водяного пара

609. В сосуде находится водяной пар, имеющий относительную влажность 40%. Его объём изотермически увеличивают в 2 раза. Как при этом меняются давление водяного пара и его относительная влажность?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление водяного пара	Относительная влажность

610. В сосуде находятся вода и водяной пар. Объём сосуда изотермически уменьшают в 2 раза. Как при этом меняются давление водяного пара и масса воды в сосуде?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление водяного пара	Масса воды

Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами

611. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость объёма от температуры при изобарном процессе;
- Б) зависимость давления от объёма при изотермическом процессе;
- В) зависимость температуры тела от времени в процессе плавления.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5 (см. рис. 203). Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

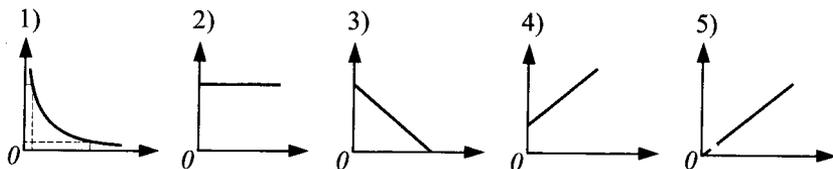


Рис. 203

Ответ:

	А	Б	В

612. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость давления газа от его объёма при изохорическом процессе;
- Б) зависимость объёма газа от температуры при изобарном процессе;
- В) зависимость температуры газа от давления при изотермическом процессе.

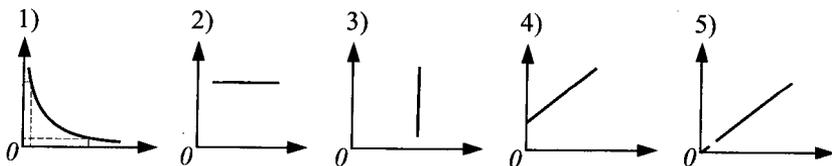


Рис. 204

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5 (см. рис. 204). Для каждой зависимости

А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

613. Установите соответствие между изопроцессами и формулами, описывающими эти процессы (p — давление газа, V — объём газа, T — его термодинамическая температура).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

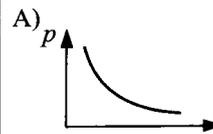
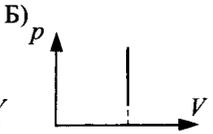
Изопроцессы	Формулы
А) изохорный	1) $pV = const$
Б) изобарный	2) $\frac{p}{T} = const$
	3) $\frac{V}{T} = const$
	4) $pV = \frac{m}{M} RT$

Ответ:

А	Б

614. Установите соответствие между изопроцессами, совершаемыми идеальным газом, и их графиками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

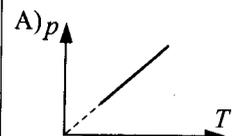
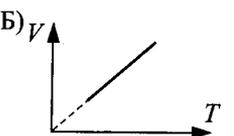
Графики	Изопроцессы
А)  Б) 	1) изобарный 2) изохорный 3) изотермический 4) адиабатный

Ответ:

А	Б

615. Установите соответствие между изопроцессами, совершаемыми идеальным газом, и их графиками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

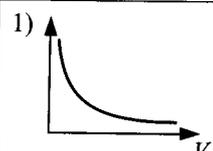
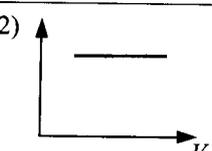
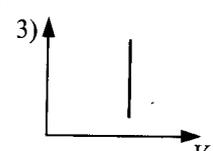
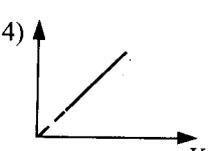
Графики	Изопроцессы
А)  Б) 	1) изобарный 2) изохорный 3) изотермический 4) адиабатный

Ответ:

А	Б

616. Газ совершает изобарный процесс. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие состояние газа. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от объёма.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

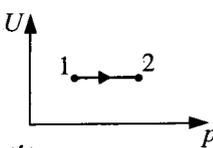
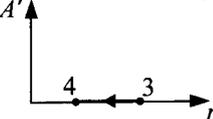
Физические величины	Графики
А) давление газа Б) термодинамическая температура	1)  2) 
	3)  4) 

Ответ:

А	Б

617. На рисунках представлены графики некоторой зависимости двух процессов 1–2 и 3–4, происходящих с неизменным количеством идеального газа. Графики построены в координатах $p-U$ и $p-A'$, где p — давление газа, U — его внутренняя энергия, A' — работа газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими эти процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

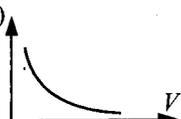
Графики	Утверждения
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) изотермический процесс, объём газа увеличивается</p> <p>2) изотермический процесс, объём газа уменьшается</p> <p>3) изохорный процесс, температура газа увеличивается</p> <p>4) изохорный процесс, температура газа уменьшается</p>

Ответ:

А	Б

618. Над газом, находящимся под поршнем, проводят изотермический процесс. Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения объёма газа под поршнем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

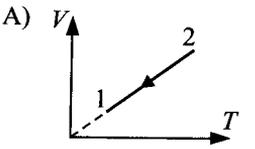
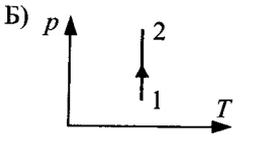
Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) работа газа</p> <p>2) внутренняя энергия</p> <p>3) количество теплоты</p> <p>4) давление газа</p>

Ответ:

А	Б

619. На рисунках приведены графики процессов, проведённых над идеальным одноатомным газом. Установите соответствие между графиками и термодинамическими процессами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

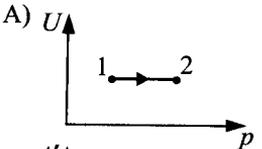
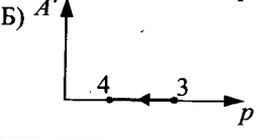
Графики	Термодинамические процессы
А)  Б) 	1) над газом совершается работа, его внутренняя энергия неизменна 2) сам газ совершает работу, его внутренняя энергия увеличивается 3) над газом совершается работа, его внутренняя энергия уменьшается 4) сам газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается

Ответ:

А	Б

620. На рисунках представлены графики зависимости двух процессов — 1–2 и 3–4, происходящих с неизменным количеством идеального газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими эти процессы. Графики построены в координатах $p-U$ и $p-A'$, где p — давление газа, U — его внутренняя энергия, A' — работа газа.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Утверждения
А)  Б) 	1) объём газа увеличивается, и он совершает положительную работу 2) объём газа уменьшается, и над газом совершается положительная работа 3) температура и внутренняя энергия газа увеличиваются 4) температура и внутренняя энергия газа уменьшаются

Ответ:

А	Б

621. На рисунке 205 приведён график замкнутого цикла, проведённого над идеальным одноатомным газом. Участок DA соответствует адиабате,

BC — изотерме. Установите соответствие между участками цикла и термодинамическими процессами, происходящими с газом на этих участках.

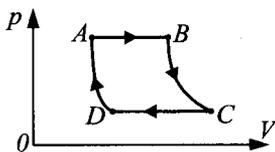


Рис. 205

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Термодинамические процессы	Участки цикла
А) работа газа положительна, внутренняя энергия газа неизменна	1) AB
Б) над газом совершается работа, его внутренняя энергия увеличивается	2) BC
	3) CD
	4) DA

Ответ:

А	Б

622. На рисунке 206 приведён график замкнутого цикла, проведённого с 1 моль идеального газа (p — давление газа, V — его объём). Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта. A_1 — работа газа в замкнутом цикле, A_2 — работа газа на участке 1–2.

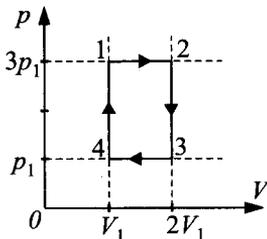


Рис. 206

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) A_1	1) $6V_1p_1$
Б) A_2	2) $2V_1p_1$
	3) $3V_1p_1$
	4) V_1p_1

Ответ:

А	Б

623. На рисунке 207 приведён график замкнутого цикла, проведённого над идеальным одноатомным газом. Установите соответствие между участками цикла и термодинамическими процессами, происходящими с газом на этих участках.

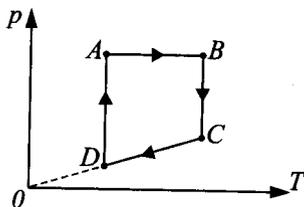


Рис. 207

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Термодинамические процессы	Участки цикла
А) работа газа равна 0, внутренняя энергия газа уменьшается	1) AB
Б) газ совершает положительную работу, его внутренняя энергия не изменяется	2) BC
	3) CD
	4) DA

Ответ:

А	Б

624. Идеальная тепловая машина получает от нагревателя, имеющего температуру T_1 , теплоту Q_1 и отдаёт холодильнику, имеющему температуру T_2 , теплоту Q_2 . A — работа машины. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины	1) $\frac{Q_1}{Q_2}$
Б) работа, совершённая машиной за один цикл	2) $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$
	3) $Q_1 - Q_2$
	4) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

Ответ:

А	Б

625. Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя	1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
Б) КПД двигателя	2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
	3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
	4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

626. На графике зависимости температуры от времени (см. рис. 208) показаны процессы, происходящие с твёрдым телом, помещённым в плаvilную печь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта (c — удельная теплоёмкость вещества, λ — удельная теплота плавления, r — удельная теплота парообразования, q — удельная теплота сгорания топлива, Q — количество теплоты, m — масса вещества).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

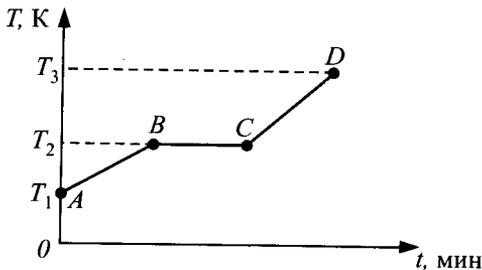


Рис. 208

Физические величины	Формулы
А) количество теплоты, поглощённой в процессе $A - B$	1) $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$
Б) количество теплоты, поглощённой в процессе $B - C$	2) $Q = q \cdot m$
	3) $Q = r \cdot m$
	4) $Q = \lambda \cdot m$

Ответ:

А	Б

627. Кастрюлю поставили на плиту, а через некоторое время огонь под ней выключили. На графике зависимости температуры от времени показаны процессы, происходящие с жидкостью в этой кастрюле (см. рис. 209). Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта (c — удельная теплоёмкость вещества, λ — удельная теплота плавления, r — удельная теплота парообразования, Q — количество теплоты, m — масса вещества).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) количество теплоты, поглощённой в процессе $A - B$	1) $Q = c \cdot m \cdot (T_2 - T_1)$
Б) количество теплоты, поглощённой в процессе $B - C$	2) $Q = \lambda \cdot m$
	3) $Q = r \cdot m$
	4) $Q = c \cdot m \cdot (T_1 - T_2)$

Ответ:

А	Б

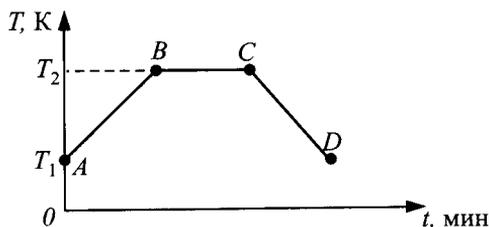


Рис. 209

Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблиц или графиков

628. Давление идеального газа при постоянной концентрации его молекул увеличилось в 2 раза.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура газа увеличилась в 2 раза.
- 2) Объём газа остался неизменным.
- 3) Температура газа уменьшилась в 2 раза.
- 4) Объём газа увеличился в 2 раза.
- 5) Количество молекул газа увеличилось в 2 раза.

Ответ: _____ .

629. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ (см. рис. 210). Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит шарик. Газ нагрели.

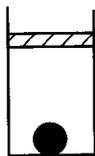


Рис. 210

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Объём газа в сосуде увеличился, следовательно, увеличилась архимедова сила, действующая на шарик.
- 2) Давление газа в сосуде не изменилось.
- 3) Объём газа в сосуде увеличился, следовательно, уменьшилась архимедова сила, действующая на шарик.
- 4) Давление газа в сосуде уменьшилось, так как увеличился объём сосуда.
- 5) Так как объём сосуда не меняется, при нагревании давление газа увеличивается.

Ответ: _____ .

630. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от объёма V , показанная на графике (см. рис. 211).

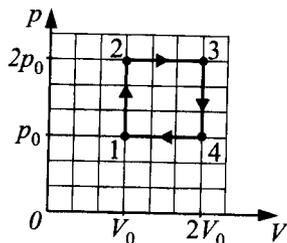


Рис. 211

Из приведённого ниже списка выберите **все** утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе 2–3 объём газа и его температура увеличивались.
- 2) В процессе 1–2 газ не совершал работу.
- 3) В процессе 3–4 давление газа уменьшалось, а температура увеличивалась.
- 4) В процессах 1–2 и 2–3 газ получал тепло.
- 5) В процессах 4–1 и 1–2 газ получал тепло.

Ответ: _____ .

631. 1 моль идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2, охлаждая при постоянном объёме, а затем переводят при постоянном давлении из состояния 2 в состояние 3 с начальной температурой (см. рис. 212).

В итоге газ совершил работу, численно равную $0,5RT$, где T — начальная температура.

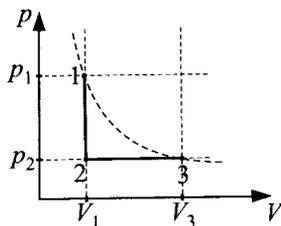


Рис. 212

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе 1–2 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 2) Внутренняя энергия газа при переходе из состояния 1 в состояние 3 увеличивается.
- 3) Начальное давление газа в 2 раза больше конечного.
- 4) В процессе 2–3 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 5) В процессе 2–3 газ получает некоторое количество теплоты.

Ответ: _____ .

632. На рисунке 213 изображён график циклического процесса, происходящего с идеальным газом.

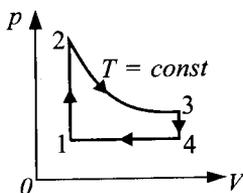


Рис. 213

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа данного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе 4–1 работа газом не совершается.
- 2) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа не меняется.
- 3) В процессе 3–4 работа газом не совершается.

- 4) В процессе 4–1 давление газа остаётся постоянным.
 5) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа не меняется.

Ответ: _____ .

633. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от объёма V , показанная на графике (см. рис. 214).

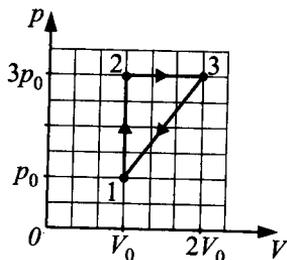


Рис. 214

Из приведённого ниже списка выберите **все** утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе 2–3 объём газа и его температура увеличивались.
- 2) В процессе 1–2 газ не совершал работу.
- 3) В процессе 3–1 объём газа уменьшался, а давление увеличивалось.
- 4) В процессах 1–2 и 2–3 газ получал тепло.
- 5) В процессах 2–3 и 3–1 газ отдавал тепло.

Ответ: _____ .

634. На рисунке 215 показан замкнутый цикл, произведённый с данной массой идеального газа.

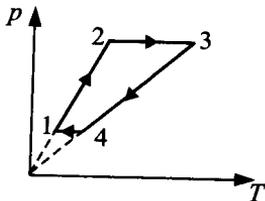


Рис. 215

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) На участке 3–4 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 2) На участке 2–3 работа газа положительна.
- 3) На участке 4–1 работа газа положительна.
- 4) На участке 1–2 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 5) На участке 1–2 работа газа положительна.

Ответ: _____.

635. На рисунке 216 показана зависимость давления от объёма идеального газа в циклическом процессе.

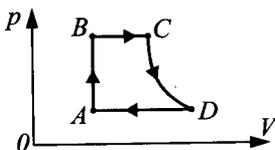


Рис. 216

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа этого циклического процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе $B-C$ температура газа уменьшается.
- 2) Наибольшую работу газ совершает в процессе $A-B$.
- 3) В процессе $C-D$ внутренняя энергия газа не меняется.
- 4) В процессе $A-B$ температура газа растёт.
- 5) В процессе $A-D$ работа газа равна нулю.

Ответ: _____.

636. Над одним молем идеального газа совершают процесс $A-B$ (см. рис. 217).

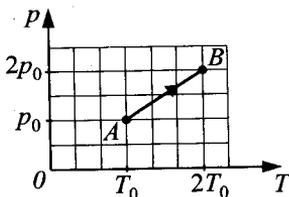


Рис. 217

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа газа на участке AB положительна.
- 2) КПД процесса равен 0.
- 3) Газ не совершает полезную работу.
- 4) Внутренняя энергия на участке AB увеличилась.
- 5) Работа газа на участке AB отрицательна.

Ответ: _____.

637. На рисунке 218 показана зависимость давления от температуры идеального газа в циклическом процессе.

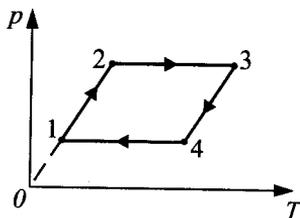


Рис. 218

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа этого циклического процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Объём газа наибольший в состоянии 4.
- 2) Процесс 3–4 изохорный.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 4) В процессе 4–1 объём газа уменьшается.
- 5) В процессе 2–3 газ отдаёт теплоту.

Ответ: _____.

638. На pV -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа (см. рис. 219).

Выберите из приведённого ниже списка **все** верные утверждения о процессах, происходящих с газом.

- 1) За цикл A_{1234} над газом совершили работу, равную $1,25p_0V_0$.
- 2) Процесс на участке 2–3 изобарический.
- 3) На участке 4–1 газ совершил бóльшую работу, чем на участке 3–4.
- 4) Температура газа в точке 4 равна температуре газа в точке 2.
- 5) На участке 4–1 температура газа уменьшалась.

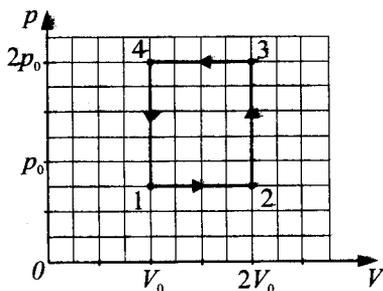


Рис. 219

Ответ: _____ .

639. На рисунке 220 представлен график процесса, происходящего с идеальным одноатомным газом в замкнутом цикле.

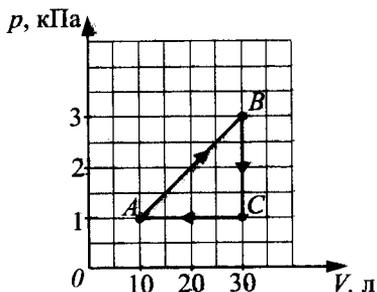


Рис. 220

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа газа, совершённая на участке BC , имеет отрицательное значение.
- 2) Работа газа, совершённая на участке BC , равна нулю.
- 3) Объём газа в точке A в 3 раза меньше объёма газа в точке C .
- 4) КПД замкнутого процесса равен нулю.
- 5) Работа газа, совершённая на участке CA , равна 0.

Ответ: _____ .

640. На рисунке 221 представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объёма.

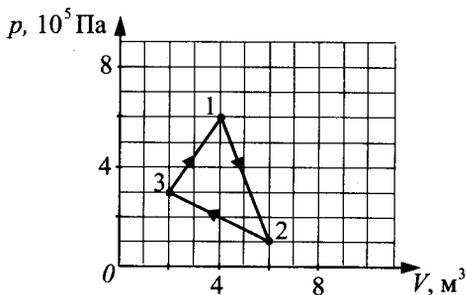


Рис. 221

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа, совершённая газом на замкнутом участке 1–2–3–1, равна нулю.
- 2) Газ на этапе 1–2 отдаёт некоторое количество теплоты.
- 3) Газ на этапе 2–3 получает некоторое количество теплоты.
- 4) Изменение внутренней энергии газа на замкнутом участке 1–2–3–1 равно нулю.
- 5) На участке 2–3 газ совершает положительную работу.

Ответ: _____.

641. Газ можно перевести из состояния 1 в состояние 2 двумя способами (см. рис. 222).

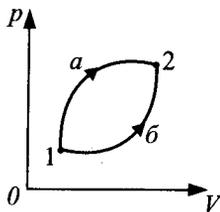


Рис. 222

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Изменение внутренней энергии в процессе *a* больше, чем в процессе *b*.

- 2) Работа газа при переходе a равна работе газа при переходе b .
- 3) Сообщаемое газу количество теплоты в процессе a больше, чем в процессе b .
- 4) Изменение внутренней энергии газа при переходах a и b одинаково.
- 5) Работа газа при переходе a меньше работы газа при переходе b .

Ответ: _____ .

642. На рисунке 223 приведён экспериментальный график зависимости температуры некоторого тела от времени. Первоначально тело находилось в твёрдом состоянии.

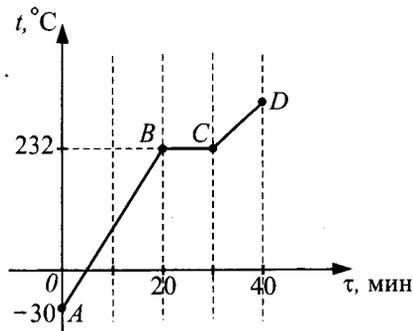


Рис. 223

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Начальная температура тела равна -30°C .
- 2) Температура плавления равна 232°C .
- 3) Плавление длилось 10 мин.
- 4) Внутренняя энергия в точке C больше, чем в точке D .
- 5) Точка D соответствует газообразному состоянию тела.

Ответ: _____ .

643. Лёд нагревают при помощи электрического нагревателя, мощность которого постоянна. На рисунке 224 представлен график зависимости температуры воды в различных агрегатных состояниях от времени. Известно, что продолжительность этапа BC составляет 1 мин, а этапа DE — 68 мин. Удельная теплота плавления льда равна 34 кДж/кг . КПД считать равным 100%.

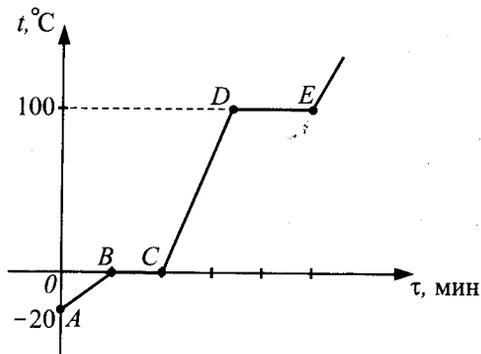


Рис. 224

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Удельная теплота парообразования воды равна примерно 68 МДж/кг.
- 2) Удельная теплота парообразования воды равна примерно 2,3 МДж/кг.
- 3) Участок DE соответствует процессу парообразования воды.
- 4) Участок CD соответствует процессу нагревания льда.
- 5) Участок CD соответствует процессу нагревания воды.

Ответ: _____.

644. На рисунке 225 показан график зависимости температуры вещества, первоначально находившегося в парообразном состоянии, от времени.

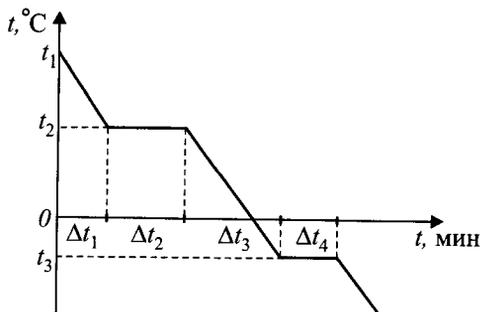


Рис. 225

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Вещество кристаллизовалось в течение промежутка времени Δt_2 .
- 2) Жидкость нагрелась в течение промежутка времени Δt_3 .
- 3) Температура отвердевания жидкости равна t_3 .
- 4) В течение промежутка времени Δt_4 сосуществовали жидкость и твёрдое тело.
- 5) Температура кипения равна t_1 .

Ответ: _____.

645. На рисунке 226 изображён график зависимости температуры воды от времени процесса. Первоначально вещество находилось в твёрдом состоянии (лёд).

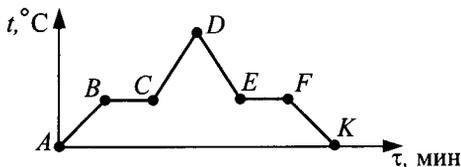


Рис. 226

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Участок AB соответствует процессу нагревания льда.
- 2) В процессе, соответствующем участку FK , внутренняя энергия льда уменьшается.
- 3) Точка D соответствует парообразному состоянию воды.
- 4) В процессе, соответствующем участку BC , внутренняя энергия системы «лёд — вода» уменьшается.
- 5) Точка D соответствует жидкому состоянию воды.

Ответ: _____.

646. На рисунке 227 приведён график зависимости температуры воды от времени процесса при нормальном атмосферном давлении.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе, соответствующем участку CD , внутренняя энергия пара уменьшается.

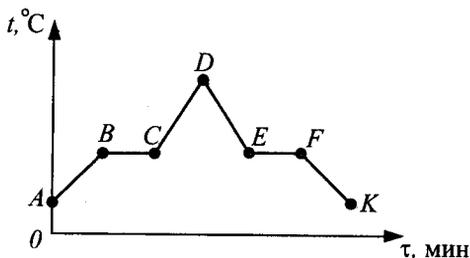


Рис. 227

- 2) Участок AB соответствует процессу нагревания воды.
- 3) Точка D соответствует парообразному состоянию воды.
- 4) В процессе, соответствующем участку EF , внутренняя энергия системы «вода — пар» уменьшается.
- 5) В точке K вода находится в твёрдом состоянии (лёд).

Ответ: _____ .

647. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 50°C , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рисунке 228 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

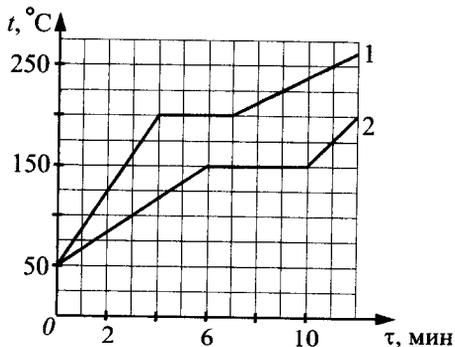


Рис. 228

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа результатов этого эксперимента. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура парообразования второго вещества равна 150°C .

- 2) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии меньше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 3) На плавление первого вещества потребовалось большее количество теплоты, чем на плавление второго.
- 4) За время эксперимента оба вещества получили разное количество теплоты.
- 5) Удельная теплота плавления первого вещества меньше удельной теплоты плавления второго вещества.

Ответ: _____.

648. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 25°C , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рисунке 229 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

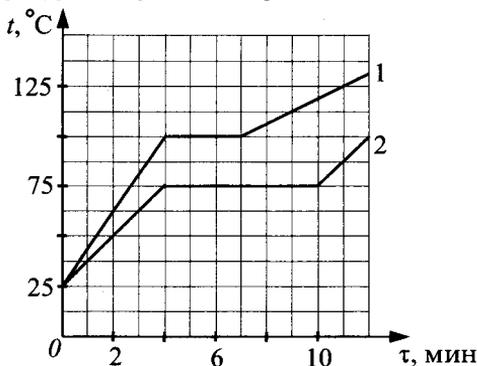


Рис. 229

Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка **все** верные утверждения. Запишите в ответе их номера.

- 1) Температура плавления первого вещества равна 75°C .
- 2) Удельная теплота плавления первого вещества равна удельной теплоте плавления второго вещества.
- 3) На нагревание первого и второго веществ до температуры плавления потребовалось одинаковое количество теплоты.
- 4) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии меньше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.

5) В момент времени $t = 6$ мин оба вещества находились в жидком состоянии.

Ответ: _____.

649. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 20°C , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рисунке 230 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

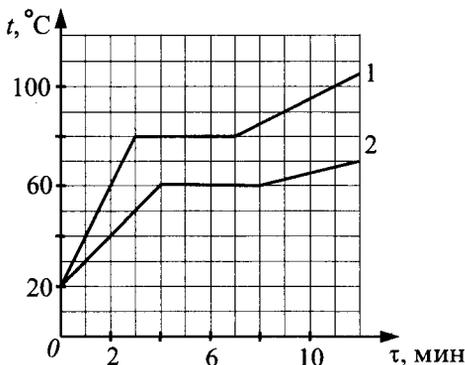


Рис. 230

Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка **все** верные утверждения. Запишите в ответе их номера.

- 1) Температура плавления первого вещества равна 20°C .
- 2) Удельная теплота плавления первого вещества равна удельной теплоте плавления второго вещества.
- 3) На нагревание первого и второго веществ до температуры плавления потребовалось одинаковое количество теплоты.
- 4) Удельная теплоёмкость первого вещества в жидком состоянии в 2 раза больше удельной теплоёмкости второго вещества в жидком состоянии.
- 5) В момент времени $t = 9$ мин оба вещества находились в жидком состоянии.

Ответ: _____.

650. На рисунке 231 приведён экспериментально полученный график зависимости температуры от времени при нагревании некоторого вещества. Первоначально вещество находилось в твёрдом состоянии.

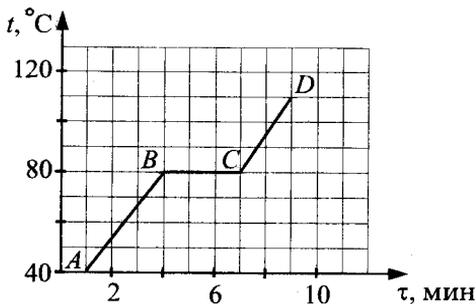


Рис. 231

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа результатов этого эксперимента. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура плавления равна $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2) Теплоёмкости в жидком и газообразном состоянии одинаковы.
- 3) Наибольшей внутренней энергией вещество обладает в точке D .
- 4) Наименьшей внутренней энергией вещество обладает в точке C .
- 5) В точке D вещество находится в жидком состоянии.

Ответ: _____ .

651. Кружку с водой поставили на газовую горелку. Значения температуры воды в зависимости от времени представлены на графике (см. рис. 232).

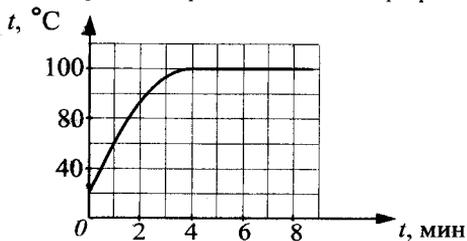


Рис. 232

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) По истечении четырёх минут вода закипела.
- 2) При температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ вода отдаёт воздуху столько тепла, сколько получает от горелки.
- 3) Теплоёмкость воды увеличивается со временем.
- 4) Через 4 минуты вся вода испарилась из кружки.

- 5) На 6-й минуте вода частично испарилась, частично осталась в жидком состоянии.

Ответ: _____ .

652. Вещество в твёрдом состоянии медленно плавилось в плавильной печи с постоянной мощностью. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Время, мин	0	10	20	30	40	50	60
Температура, °С	200	210	218	218	218	225	235

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, представленных в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна 210 °С.
- 2) Через полчаса после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком и твёрдом состояниях одинакова.
- 4) Через час после начала измерений вещество находилось только в жидком состоянии.
- 5) Процесс плавления вещества занял менее 20 минут.

Ответ: _____ .

653. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 20 °С, равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. В таблице представлены данные измерения температуры веществ и времени их нагревания.

Время, мин	5	10	15	20	25	30	35	40
t_1, °С	80	140	200	200	200	210	220	230
t_2, °С	60	100	100	100	100	100	120	140

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Процесс плавления второго вещества занял больше времени, чем процесс плавления первого вещества.
- 2) Температура плавления второго вещества равна 200 °С.
- 3) В процессе нагревания оба вещества полностью расплавились.
- 4) Оба вещества в жидком состоянии имеют одинаковые удельные теплоёмкости.

- 5) За время проведения эксперимента первое вещество получило большее количество теплоты, чем второе.

Ответ: _____.

654. В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке 233 показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода.

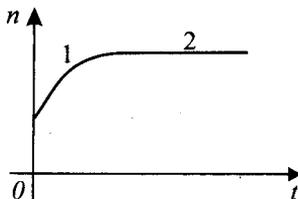


Рис. 233

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие данный процесс.

- 1) На участке 1 водяной пар ненасыщенный, а на участке 2 — насыщенный.
- 2) На участке 2 давление водяных паров не менялось.
- 3) На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
- 4) На участке 2 плотность водяных паров увеличивалась.
- 5) На участке 1 давление водяных паров уменьшалось.

Ответ: _____.

655. В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке 234 показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие данный процесс.

- 1) На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
- 2) На участке 1 водяной пар ненасыщенный, а на участке 2 — насыщенный.
- 3) На участке 2 плотность водяных паров увеличилась.

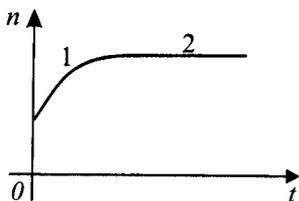


Рис. 234

4) На участке 1 давление водяных паров уменьшилось.

5) На участке 2 давление водяных паров не менялось.

Ответ: _____.

Расчётные задачи повышенного уровня сложности

§ 4. Молекулярная физика

656. Найдите давление идеального газа, плотность которого равна $1,5 \text{ кг/м}^3$, а средняя квадратичная скорость молекул — 200 м/с .

657. Чему равна плотность водорода при нормальных условиях?

658. Какое число молекул газа находится в кабинете высотой $2,7 \text{ м}$ и площадью 30 м^2 ? Давление газа равно 100 кПа , температура газа равна 17°С .

659. Газ массой 15 г занимает объём 5 л при температуре 280 К . После совершения изобарного процесса плотность газа стала равной $0,6 \text{ кг/м}^3$. Какова конечная температура газа?

660. Идеальный газ, количество которого равно $\nu = 0,3 \text{ моль}$, совершает процесс $B-C$, изображённый на графике (см. рис. 235). Чему равна температура газа, находящегося в состоянии, которому соответствует точка C ?

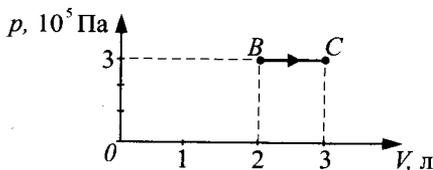


Рис. 235

661. Идеальный газ, количество которого равно $\nu = 0,3$ моль, совершает процесс $D-E$, изображённый на графике (см. рис. 236). Чему равна температура газа, находящегося в состоянии, которому соответствует точка D ?

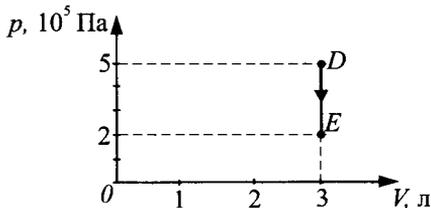


Рис. 236

662. Найдите массу воздуха, заполняющего кабинет высотой 2,7 м и площадью 30 м². Давление воздуха равно 100 кПа, температура воздуха равна 17 °С. Молярная масса воздуха 29 г/моль.

663. В двух сосуда ёмкостями 5 м³ и 3 м³ находится идеальный газ при одинаковой температуре. Давление газа в первом сосуде равно 10⁵ Па, а во втором — 3 · 10⁵ Па. Сосуды соединили тонким шлангом. Каким стало давление в сосудах?

664. В двигателе внутреннего сгорания старого автомобиля из-за износа поршневых колец нагретые газы просачиваются наружу. В процессе сжатия температура газовой смеси повысилась в 12 раз, объём уменьшился в 4 раза, а давление возросло в 32 раза. Во сколько раз при этом уменьшилась масса смеси?

665. Газ находится в сосуде объёмом 5 л, имея температуру 25 °С и давление 10⁶ Па. Объём сосуда уменьшили в 5 раз, давление повысили в 6 раз. Чему стала равна температура газа?

666. Два моль идеального одноатомного газа сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 400 К, увеличив объём газа в три раза (см. рис. 237). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1–2?

667. Воздух объёмом 50 мл и температурой 20 °С расширили при постоянном давлении до объёма 60 мл. Какова конечная температура воздуха?

668. В двух половинах цилиндра объёмом $V = 2$ л, разделённых поршнем площадью $S = 1$ кв. дм, при одинаковой температуре находятся одинаковые массы газа. На сколько дециметров сместится поршень, если масса газа в одной из частей цилиндра уменьшится втрое?

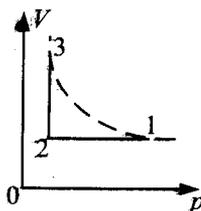


Рис. 237

669. В двух половинах цилиндра, разделённых поршнем площадью S , при одинаковой температуре находятся равные массы идеального газа. Массу газа в одной из половин цилиндра уменьшают втрое, в результате поршень смещается на x . Каков объём цилиндра?

670. Сколько молекул воды испарилось из открытого стакана за 1 с, если за 20 суток из него испарилось 200 г воды?

671. Три моль идеального газа находится в баллоне с клапаном, который открывается при давлении, превышающем $p_1 = 200$ кПа. Какое количество газа останется в баллоне при нагревании его до температуры $T_1 = 600$ К, если при температуре $T_0 = 200$ К давление в баллоне было $p_0 = 100$ кПа?

672. В сосуде находится смесь $m_1 = 10$ г азота и $m_2 = 20$ г углекислого газа при температуре $T = 300$ К и давлении $p = 10^5$ Па. Найдите плотность смеси, считая газы идеальными.

673. Идеальный одноатомный газ изохорно охладили из состояния с давлением 9 кПа так, что температура газа изменилась в 1,2 раза. Масса газа в процессе оставалась постоянной. На сколько Па изменилось давление газа в этом процессе?

§ 5. Термодинамика

674. В сосуде объёмом 2 л находится гелий плотностью $\rho = 2$ кг/м³. Какое количество теплоты нужно сообщить газу, считая его идеальным, чтобы повысить его температуру на 10 К? Ответ выразите в джоулях и округлите до целых.

675. Два моль идеального газа переходят из состояния 1 в состояние 2, как это показано на графике (см. рис. 238). Определите работу, совершаемую газом в этом процессе.

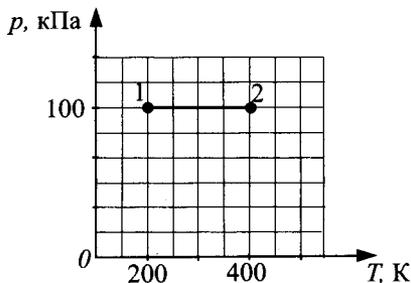


Рис. 238

676. Чему равно изменение внутренней энергии аргона, находящегося при нормальном атмосферном давлении, если его изобарно расширяют в 2 раза? Начальный объём газа равен 2 л.

677. В изобарном процессе одноатомный газ получил некоторое количество теплоты Q . Какая часть из этого количества теплоты пошла на изменение внутренней энергии газа?

678. Какое количество теплоты было получено или отдано одноатомным идеальным газом при переходе из состояния 1 в состояние 3, если на рисунке 239 представлен график зависимости давления от объёма?

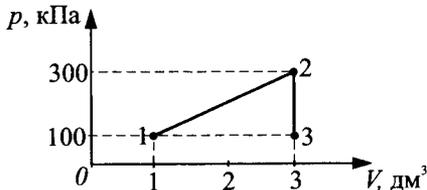


Рис. 239

679. Рассчитайте количество теплоты, сообщённое одноатомному идеальному газу в процессе $A-B-C$, представленном на PV -диаграмме (см. рис. 240).

680. Масса 100 г идеального газа, находящегося при температуре 200 К, охлаждается изохорически так, что давление уменьшается в 2 раза. Затем газ расширяется при постоянном давлении. В конечном состоянии его температура равна первоначальной. Определите совершённую газом работу. Молярная масса газа равна 20 г/моль.

681. В цилиндр заключено 1,6 кг кислорода при температуре 17°C и давлении $4 \cdot 10^5$ Па. До какой температуры нужно изобарно нагреть кислород, чтобы работа по расширению была равна $4 \cdot 10^4$ Дж?

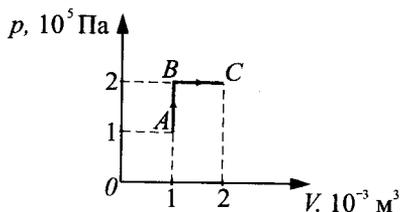


Рис. 240

- 682.** Какой объём воздуха можно охладить на 20°C , если при этом расплавить 1 м^3 льда, взятого при 0°C ? Теплоёмкость воздуха принять за $1,006 \cdot 10^3\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ при нормальных условиях.
- 683.** На сколько градусов повысится температура воды массой 500 г , если она получит количество теплоты, выделившееся при остывании 3 кг меди от 60°C до 10°C ?
- 684.** Для определения удельной теплоёмкости вещества тело массой 200 г , нагретое до температуры 100°C , опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура воды равна 23°C . После установления теплового равновесия температура тела и воды оказалась равной 30°C . Определите удельную теплоёмкость исследуемого вещества. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.
- 685.** Какое количество теплоты потребуется, чтобы расплавить наполовину кусок свинца массой 1 кг , находящийся при температуре 300 К ? Температура плавления свинца равна 600 К .
- 686.** Какое количество теплоты потребуется, чтобы получить пар массой 200 г из 2 кг воды, взятой при температуре 0°C ?
- 687.** В калориметре смешали 5 кг воды, находящейся при температуре 80°C , и 3 кг воды, имеющей температуру 40°C . Найдите температуру воды в калориметре после установления теплового равновесия.
- 688.** Воду из двух сосудов, содержащих 500 г и 300 г воды при температуре 85°C и 45°C соответственно, слили в один. Теплоёмкостью сосуда можно пренебречь. Чему стала равна температура воды в сосуде после установления теплового равновесия?
- 689.** Смешали 1 л кипящей воды и 3 л воды при 25°C . Какова температура смеси?
- 690.** Тело состоит из 3 кг вещества с удельной теплоёмкостью $400\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ и 5 кг вещества с удельной теплоёмкостью $500\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Какова средняя удельная теплоёмкость материала тела?

- 691.** В теплоизолированный сосуд малой теплоёмкости налита вода массой 2 кг при температуре 50°C . В сосуд бросили 1 кг льда, находящегося при температуре 0°C . Какой будет установившаяся в сосуде температура?
- 692.** В кастрюлю налили холодной воды при температуре 9°C и поставили на плиту, не закрывая крышкой. Спустя 10 мин вода закипела. Через какое время после начала кипения она полностью испарится? Ответ округлите до целых.
- 693.** Железный метеорит влетает в атмосферу Земли со скоростью $1,5 \cdot 10^3$ м/с, имея температуру 300 К. 63 % кинетической энергии метеорита при движении в атмосфере переходит во внутреннюю. Какая часть метеорита расплавится? Ответ выразите в процентах и округлите до целых. Удельная теплота плавления железа равна 270 кДж/кг, температура плавления железа равна 1812 К.
- 694.** В калориметр, содержащий $M = 600$ г воды при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$, опускают шар массой $m = 500$ г и температурой $T_1 = 90^\circ\text{C}$. После установления теплового равновесия температура в калориметре оказалась равной $T_2 = 30^\circ\text{C}$. Найдите удельную теплоёмкость материала шара. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.
- 695.** В калориметре находится 100 г воды температурой 90°C . Какова должна быть масса льда, помещённого в калориметр, чтобы температура смеси была равна 5°C ? Температура льда равна 0°C .
- 696.** В цилиндре компрессора происходит сжатие 8 моль идеального одноатомного газа. При этом совершается работа, равная 1800 Дж. На сколько градусов повысилась при этом температура газа, если процесс сжатия можно считать адиабатным?
- 697.** В двух сосудах объёмами V_1 и $V_2 = \frac{1}{3}V_1$ содержатся гелий и кислород соответственно при одинаковой температуре. Давление кислорода $p_2 = 13$ Па. После перекачивания гелия во 2-й сосуд в нём устанавливается давление смеси $p = 58$ Па. Каким было давление гелия в 1-м сосуде?
- 698.** Какое количество теплоты необходимо затратить для нагревания до температуры кипения и испарения 100 г воды? Начальная температура воды 20°C . Потерями тепла пренебречь.
- 699.** Температура нагревателя идеальной тепловой машины увеличилась в 1,5 раза (достигла 1000°C), а холодильника — в 1,2 раза (достигла 200°C). Во сколько раз увеличился КПД тепловой машины?
- 700.** Идеальный тепловой двигатель совершает за один цикл работу 30 кДж. Температура нагревателя составляет 127°C , а температура холодильника

равна 27°C . Найдите количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику.

701. Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна 400 K , а температура холодильника — 300 K . Нагреватель каждую секунду передаёт тепловой машине 800 Дж тепла. Определите полезную мощность этого двигателя.

702. Паровая машина работает в интервале температур $150\text{--}400^\circ\text{C}$. За один цикл холодильнику передаётся 100 кДж теплоты. Какое количество теплоты получено от нагревателя за один цикл?

703. В идеальном двигателе из каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, 700 Дж отдаётся холодильнику. Чему будет равна температура холодильника, если температура нагревателя равна 227°C ?

704. Каково отношение абсолютных температур холодильника и нагревателя у идеального теплового двигателя мощностью 15 кВт , если он отдаёт холодильнику 35 кДж теплоты каждую секунду?

705. Какова мощность нагревателя тепловой машины, если при $\eta = 20\%$ за $t = 10\text{ с}$ машиной совершается полезная работа в 200 Дж ?

706. На высоте 200 км давление воздуха составляет примерно 10^{-9} от нормального атмосферного давления, а температура воздуха равна примерно 1200 K . Оцените, во сколько раз плотность воздуха на этой высоте меньше плотности воздуха у поверхности Земли, где температура равна 27°C .

Расчётные задачи высокого уровня сложности

707. В сосуд с водой бросают кусочки тающего льда при непрерывном помешивании. Вначале кусочки льда тают, но в некоторый момент лёд перестаёт таять. Первоначальная масса воды в сосуде равна 660 г . В конце процесса масса воды увеличилась. На сколько граммов увеличилась масса воды к моменту прекращения таяния льда, если первоначальная температура воды $12,5^\circ\text{C}$? Потерями теплоты пренебречь.

708. В двух сосудах объёмами 10 л и 20 л находится аргон. Давление в обоих сосудах одинаковое, но в 1-м сосуде температура равна 300 K , а во 2-м — 450 K . Сосуды соединены между собой тонкой трубкой с краном. Какая температура установится в сосудах, если открыть кран? Объёмом трубки и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Считать давление аргона неизменным.

709. В сосуде со свободно перемещающимся поршнем площадью 30 см^2 находится 2 моль идеального газа при нормальном давлении и температуре

27 °С (см. рис. 241). Какую силу надо приложить, чтобы поршень остался неподвижен при нагревании газа на 100 °С? (Теплообменом с окружающей средой пренебречь.)

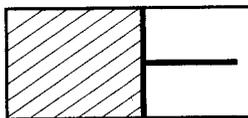


Рис. 241

710. В калориметр теплоёмкостью 76 Дж/К, содержащий воду при 20 °С, впускают водяной пар массой 40 г при температуре 100 °С. После теплообмена в калориметре установилась температура 60 °С. Определите начальную массу воды в калориметре, если тепловые потери составили 20 %.

711. На графике (см. рис. 242) показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. Определите модуль отношения работ газа на участках цикла 3–4 и 1–2.

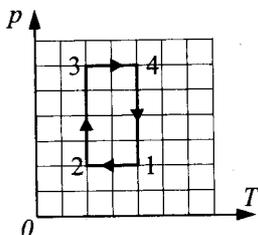


Рис. 242

712. В комнате размерами $2,5 \times 4 \times 5$ м при $t_0 = 25$ °С влажность воздуха составляет 85 %. Какова масса росы, которая может выпасть при уменьшении температуры до $t_1 = 10$ °С? (Давление насыщенного водяного пара при 25 °С $p_{25^\circ\text{C}} = 3,17 \cdot 10^3$ Па, при 10 °С $p_{10^\circ\text{C}} = 1,23 \cdot 10^3$ Па.)

713. В двух частях сосуда, разделённых термоизолирующей перегородкой, находится 4 г гелия при температуре 27 °С и 16 г гелия при температуре 227 °С. Чему будет равна среднеквадратичная скорость атомов гелия, если убрать перегородку? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

714. Одноатомный идеальный газ совершает процесс, график которого изображён на рисунке 243. Найдите максимальное значение внутренней энергии газа в ходе данного процесса.

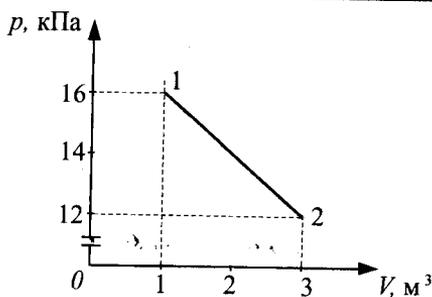


Рис. 243

715. 1 моль идеального газа совершает процесс, при котором его объём меняется пропорционально корню квадратному из температуры. Какую работу при этом совершает газ, если его температура повышается на 30 К?

716. На pV -диаграмме (см. рис. 244) изображён замкнутый цикл 1–2–3, проведённый с 1 моль идеального газа. В процессе 2–3 температура газа уменьшается в 2 раза. Процессы 3–1 и 1–2 — изотермический и изобарный соответственно. Найдите отношение работ A_{12}/A_{23} .

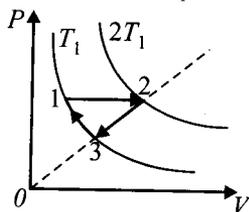


Рис. 244

717. Тепловая машина работает по циклу Карно, и рабочим веществом является идеальный газ. Каково отношение температур нагревателя и холодильника, если за один цикл машина производит работу 12 кДж и на изотермическое сжатие затрачивается работа 6 кДж?

718. Найдите КПД цикла, изображённого на рисунке 245, для идеального одноатомного газа.

719. Идеальный газ совершает процесс, график которого показан на рисунке 246. Найдите КПД процесса 1–2–3–4, если $p_0 = 10^5$ Па, $V_0 = 4$ л.

720. Автомобиль затрачивает 8 л бензина на 100 км. Температура газа в цилиндре двигателя равна 900°C , а отработанного газа — 100°C . Какова развиваемая мощность двигателя, если автомобиль едет со скоростью 60 км/ч? Плотность бензина равна 700 кг/м^3 , удельная теплота сгорания бензина равна 44 МДж/кг .

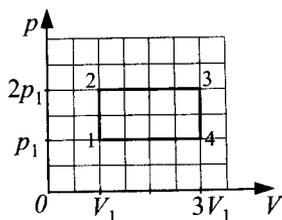


Рис. 245

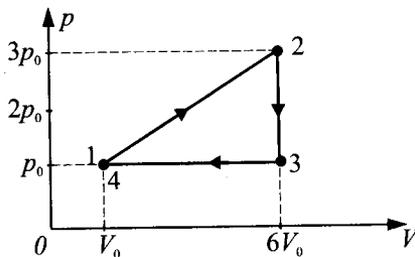


Рис. 246

721. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247$ Дж?

722. В сосуде объёмом $V = 0,02$ м³ с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью s , заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя F пробки о края отверстия равна 100 Н. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите значение s , считая газ идеальным.

723. 1 моль идеального одноатомного газа совершает процесс, в котором давление растёт пропорционально объёму $p = 0,1V$ (МПа). Какое количество теплоты получает газ, если он расширяется от объёма 2 м³ до 5 м³?

724. Определите, какой будет температура в комнатах, объём которых равен 44 м³ и 33 м³, если между ними открывается дверь. Первоначальное давление в комнатах равно 100 кПа и 90 кПа, а температура — 27 °С и 20 °С соответственно.

725. Два моль одноатомного газа, находящегося в цилиндре при температуре $T_1 = 200$ К и давлении $2 \cdot 10^5$ Па, расширяются и одновременно охлаждаются так, что его давление (p) в этом процессе обратно пропорционально объёму в кубе (V^3). Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 939,5$ Дж, а его давление стало равным $0,25 \cdot 10^5$ Па?

726. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно так, что начальная и конечная температуры одинаковы. Работа газа за весь процесс равна 10 кДж. Какую работу совершил газ при адиабатическом расширении?

727. На диаграмме p – V (см. рис. 247) изображён цикл 1–2–3–1, проведённый с 1 моль идеального газа. В процессе 1–2 объём увеличился в 2 раза. Процессы 2–3 и 3–1 — изохорный и изобарный соответственно. Найдите отношение работ A_{12}/A_{31} .

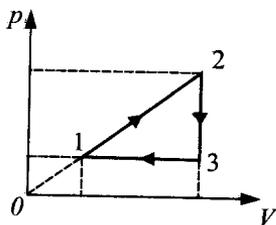


Рис. 247

728. В закрытом сосуде ёмкостью 2 м^3 находится 2,7 кг воды и 3,2 кг кислорода. Найдите давление в сосуде при температуре 527°C , зная, что в этих условиях вся вода превращается в пар.

729. В двух теплоизолированных баллонах объёмами 3 л и 5 л, соединённых трубкой с краном, находится гелий. В первом баллоне его температура равна 27°C , а во втором баллоне — 127°C . Давление газа в обоих баллонах одинаково. Какая температура установится в баллонах, если открыть кран?

Глава III.

Электродинамика

Теоретический материал

Основные понятия и законы электростатики

Точечными зарядами называют такие заряды, расстояния между которыми гораздо больше их размеров.

Закон Кулона:

сила взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}.$$

Коэффициент пропорциональности в этом законе $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

В СИ коэффициент k записывается в виде:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ (электрическая постоянная).

Закон Кулона для случая взаимодействия электрических зарядов в диэлектрике имеет вид:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

где ϵ — диэлектрическая проницаемость.

Электрические заряды взаимодействуют между собой с помощью электрического поля. Для качественного описания электрического поля используется силовая характеристика, которая называется напряжённостью электрического поля (\vec{E}). *Напряжённость электрического поля* равна отношению силы, действующей на пробный заряд q_0 , помещённый в некоторую точку поля, к величине этого заряда:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

Направление вектора напряжённости совпадает с направлением силы, действующей на положительный пробный заряд, $[E] = \text{В/м}$. Из закона Кулона и определения напряжённости поля следует, что напряжённость поля точечного заряда:

$$E = k \frac{q}{r^2},$$

где q — заряд, создающий поле; r — расстояние от точки, где находится заряд, до точки, где создаётся поле.

Если электрическое поле создаётся не одним, а несколькими зарядами, то для нахождения напряжённости результирующего поля используется принцип суперпозиции электрических полей: напряжённость результирующего поля равна векторной сумме напряжённостей полей, созданных каждым из зарядов в отдельности:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n.$$

Однородное электрическое поле — это электрическое поле, напряжённость которого одинакова по модулю и направлению во всех точках пространства ($\vec{E} = \text{const}$).

Работа электрического поля при перемещении заряда.

Найдём работу перемещения положительного заряда силами Кулона в однородном электрическом поле. Пусть поле перемещает заряд q из точки 1 в точку 2:

$$A = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1).$$

В электрическом поле работа не зависит от формы траектории, по которой перемещается заряд. Из механики известно, что если работа не зависит от формы траектории, то она равна изменению потенциальной энергии с противоположным знаком:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W.$$

Отсюда следует, что

$$W_p = qEd.$$

Потенциалом электрического поля называют отношение потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду:

$$\varphi = \frac{W_p}{q}.$$

Запишем работу поля в виде:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU.$$

Здесь $U = \varphi_1 - \varphi_2$ — *разность потенциалов* в начальной и конечной точках траектории. Разность потенциалов называют также *напряжением*.

Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля

$$U = E \cdot d.$$

Потенциал электрического поля системы зарядов равен алгебраической сумме потенциалов полей, созданных каждым из зарядов,

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$$

Если проводник расположить в электрическом поле, то происходит явление электростатической индукции. Результирующая напряжённость внутри проводника в этом случае равна нулю. Внутри и на поверхности проводника потенциал одинаковый. Следовательно, поверхность проводника является эквипотенциальной поверхностью.

Если диэлектрик расположить в электрическом поле, то происходит явление поляризации. Величина, которая показывает, во сколько раз напряжённость поля в вакууме больше, чем напряжённость в диэлектрике, называется *диэлектрической проницаемостью* этого диэлектрика.

Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля

Емкостью конденсатора называют физическую величину, численно равную отношению заряда, одной из обкладок конденсатора к разности потенциалов между его обкладками. Емкость измеряется в фарадах [1 Ф].

$$C = \frac{q}{U}.$$

Формула для подсчёта ёмкости плоского воздушного конденсатора имеет вид:

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d},$$

где S — площадь обкладок, d — расстояние между ними.

Если пространство между обкладками конденсатора заполнено диэлектриком проницаемостью ε , то электроёмкость конденсатора можно найти по формуле

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}.$$

Конденсаторы можно соединять в батареи. При параллельном соединении ёмкость батареи C равна сумме ёмкостей конденсаторов:

$$C_{\text{паралл.}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Разности потенциалов между обкладками одинаковы, а заряды прямо пропорциональны ёмкостям.

При последовательном соединении величина, обратная ёмкости батареи, равна сумме обратных ёмкостей, входящих в батарею,

$$\frac{1}{C_{\text{посл.}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Заряды на конденсаторах одинаковы, а разности потенциалов обратно пропорциональны ёмкостям.

Заряженный конденсатор обладает энергией. Энергию заряженного конденсатора можно подсчитать по любой из следующих формул:

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}.$$

Основные понятия и законы постоянного тока

Электрический ток — направленное движение электрических зарядов. В различных веществах носителями заряда выступают частицы разного знака. За положительное направление тока принято направление движения положительных зарядов. Количественно электрический ток характеризуют его силой. Это заряд, прошедший за единицу времени через поперечное сечение проводника:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

Закон Ома для участка цепи имеет вид:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Коэффициент пропорциональности R , называемый *электрическим сопротивлением*, является характеристикой проводника $[R] = \text{Ом}$. Сопротивление проводника зависит от его геометрии и свойств материала:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где l — длина проводника, ρ — удельное сопротивление, S — площадь поперечного сечения, ρ является характеристикой материала и его состояния $[\rho] = \text{Ом}\cdot\text{м}$.

Проводники можно соединять последовательно. Сопротивление такого соединения находится как сумма сопротивлений:

$$R_{\text{послед.}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

При последовательном соединении через проводники течёт один и тот же ток, а напряжение на сопротивлениях прямо пропорционально этим сопротивлениям:

$$U_1 : U_2 : U_3 = R_1 : R_2 : R_3.$$

При параллельном соединении величина, обратная сопротивлению, равна сумме обратных сопротивлений:

$$\frac{1}{R_{\text{паралл.}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Напряжение на всех резисторах при параллельном соединении одинаково, а токи обратно пропорциональны величинам сопротивлений:

$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}.$$

Для того чтобы в цепи длительное время протекал электрический ток, в составе цепи должны содержаться источники тока. Количественно источники тока характеризуют их *электродвижущей силой* (ЭДС). Это отношение работы, которую совершают сторонние силы при переносе электрических зарядов по замкнутой цепи, к величине перенесённого заряда:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ст.}}}{q},$$

где $A_{\text{ст.}}$ — работа сторонних сил, q — прошедший заряд.

Если к зажимам источника тока подключить нагрузочное сопротивление R , то в получившейся замкнутой цепи потечёт ток, силу которого можно подсчитать по формуле

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

Это соотношение называют *законом Ома для полной цепи*.

Электрический ток, пробегая по проводникам, нагревает их, совершая при этом работу

$$A = UIt,$$

где t — время, I — сила тока, U — разность потенциалов.

Закон Джоуля — Ленца:

количество теплоты, выделяемой при протекании тока через проводник, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению и времени прохождения тока.

$$Q = I^2 Rt.$$

Количество теплоты, выделившееся на резисторе R ,

$$Q = I^2 Rt = IUt = \frac{U^2}{R} t.$$

Мощность электрического тока

$$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = IU.$$

Тепловая мощность, выделяемая на резисторе,

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = IU.$$

Мощность источника тока

$$P_{\mathcal{E}} = \frac{\Delta A_{\text{ст.}}}{\Delta t} = I\mathcal{E}.$$

Основные понятия и законы магнитостатики

Характеристикой магнитного поля является *магнитная индукция* \vec{B} . Поскольку это вектор, то следует определить и направление этого вектора, и его модуль. Направление вектора магнитной индукции связано с ориентирующим действием магнитного поля на магнитную стрелку. За направление вектора магнитной индукции принимается направление от южного полюса S к северному N магнитной стрелки, свободно устанавливающейся в магнитном поле.

Направление вектора магнитной индукции прямолинейного проводника с током можно определить с помощью *правила буравчика*: если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

Модулем вектора магнитной индукции назовём отношение максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на участок проводника с током, к произведению силы тока на длину этого участка:

$$B = \frac{F_m}{I \Delta l}.$$

Единица магнитной индукции называется *тесла* [1 Тл].

На проводник с током, помещённый в магнитное поле, действует *сила Ампера*.

Закон Ампера:

на отрезок проводника с током силой I и длиной l , помещённый в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} , действует сила, модуль которой равен произведению модуля вектора магнитной индукции на силу тока, на длину участка проводника, находящегося в магнитном поле, и на синус угла между направлением вектора \vec{B} и проводником с током:

$$F = BIl \sin \alpha.$$

Направление силы Ампера определяется с помощью правила *левой руки*:

если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.

На электрический заряд, движущийся в магнитном поле, действует *сила Лоренца*. Модуль силы Лоренца, действующей на положительный

заряд, равен произведению модуля заряда на модуль вектора магнитной индукции и на синус угла α между вектором магнитной индукции и вектором скорости движущегося заряда:

$$F = |q|vB \sin \alpha.$$

Направление силы Лоренца определяется с помощью *правила левой руки*:

если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительного заряда, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Лоренца, действующей на заряд. Для отрицательно заряженной частицы сила Лоренца направлена против направления большого пальца.

Основные понятия и законы электромагнитной индукции

Магнитным потоком Φ через поверхность контура площадью S называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь этой поверхности и на косинус угла между вектором магнитной индукции \vec{B} и нормалью к поверхности \vec{n} :

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Единицей магнитного потока является *вебер* [1 Вб].

Если замкнутый проводящий контур пронизывается меняющимся магнитным потоком, то в этом контуре возникают ЭДС и электрический ток. Эту ЭДС называют *ЭДС электромагнитной индукции*, а ток — *индукционным*. Явление их возникновения называют *электромагнитной индукцией*. ЭДС индукции можно подсчитать по основному закону электромагнитной индукции, или по *закону Фарадея*:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -(\Phi)'$$

Знак «-» связан с направлением индукционного тока. Оно определяется *по правилу Ленца*: индукционный ток имеет такое направление, что его действие противодействует причине, вызвавшей появление этого тока.

ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l , движущемся со скоростью \vec{v} ($\vec{v} \perp \vec{l}$) в однородном магнитном поле B :

$$|\mathcal{E}_i| = Blv \cos \alpha,$$

где α — угол между вектором B и нормалью \vec{n} к плоскости, в которой лежат векторы l и v .

Магнитный поток, пронизывающий контур, прямо пропорционален току, протекающему в этом контуре:

$$\Phi = LI.$$

Коэффициент пропорциональности L зависит от геометрии контура и называется индуктивностью, или коэффициентом самоиндукции этого контура. Единицей индуктивности является генри [1 Гн].

ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -LI'.$$

Энергию магнитного поля тока можно подсчитать по формуле

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L — индуктивность проводника, создающего поле; I — ток, текущий по этому проводнику.

Расчётные задачи базового уровня сложности

§ 1. Основы электродинамики

1.1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля

730. Каков избыточный заряд металлического шарика, если на нём содержится $2 \cdot 10^6$ избыточных электронов?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-13}$ Кл.

731. Какое количество избыточных электронов имеет металлический шарик, если его заряд составляет $8 \cdot 10^{-14}$ Кл?

Ответ: _____ .

732. Определите направление вектора напряжённости электрического поля в точке A , создаваемого разноимёнными зарядами так, как это показано на рисунке 248.

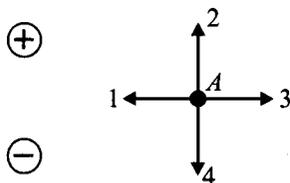


Рис. 248

Ответ: _____.

733. Как направлено поле электрического диполя в точке A (см. рис. 249), находящейся на середине перпендикуляра?

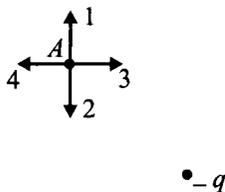


Рис. 249

Ответ: по направлению _____.

734. В середине электрического диполя находится положительный заряд (см. рис. 250). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на этот заряд со стороны поля диполя? Ответ запишите словом (словами).

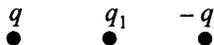


Рис. 250

Ответ: _____.

735. На рисунке 251 представлено 4 неподвижных точечных равных по модулю заряда, расположенных в вершинах квадрата. Вдоль какой стрелки направлен вектор напряжённости суммарного электрического поля в центре квадрата?

Ответ: _____.

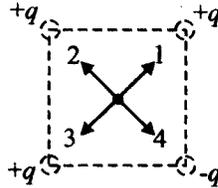


Рис. 251

736. В вершинах квадрата (см. рис. 252) находятся заряды величиной q , $2q$, $3q$ и $4q$. Определите направление силы, действующей на заряд q , расположенный в центре этого квадрата (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*). Ответ запишите словом (словами).

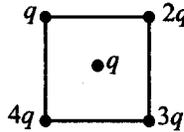


Рис. 252

Ответ: _____.

737. Во сколько раз увеличится сила взаимодействия двух электрических зарядов, если, не меняя расстояния между ними, один заряд увеличить в 8 раз, а другой — уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

738. Во сколько раз надо увеличить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила их взаимодействия осталась прежней?

Ответ: в _____ раз(-а).

739. Два одинаковых шарика, имеющих заряды q и $-5q$, расположены на расстоянии r друг от друга. Шарики приводят в соприкосновение и разносят на расстояние $0,5r$. Во сколько раз увеличилась сила электростатического взаимодействия этих шариков?

Ответ: в _____ раз(-а).

740. Два одинаковых шарика, имеющих заряды q и $5q$, расположены на расстоянии r друг от друга и взаимодействуют с силой F_1 . Шарики приводят в соприкосновение и разносят на расстояние $2r$. В этом случае сила их взаимодействия стала равной F_2 . Найдите, чему равно отношение $\frac{F_2}{F_1}$.

Ответ: _____.

741. Два заряда взаимодействуют с силой 30 Н. Какой станет сила взаимодействия, если величину каждого заряда увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ Н.

742. Два одинаковых точечных заряда находятся на расстоянии 1 м друг от друга и взаимодействуют с силой 90 мкН. Чему равны величины этих зарядов?

Ответ: _____ мкКл.

743. Два электрических заряда в воздухе взаимодействуют с силой 60 Н. Какой станет сила взаимодействия зарядов, если погрузить их в воду? Диэлектрическая проницаемость воды равна 81.

Ответ: _____ Н.

744. Модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов, находящихся в вакууме, равен $1,8 \cdot 10^{-4}$ Н. Определите расстояние между зарядами, если их величины равны 10^{-8} Кл и $2 \cdot 10^{-8}$ Кл.

Ответ: _____ см.

745. Два заряда взаимодействуют с силой 40 Н. Какой станет сила взаимодействия, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ Н.

746. Два точечных заряда взаимодействуют в вакууме на расстоянии 10 см с такой же силой, как в диэлектрике на расстоянии 5 см. Определите диэлектрическую проницаемость вещества диэлектрика.

Ответ: _____.

747. Сила, действующая на заряд 2 мкКл, равна 4 Н. Определите напряжённость поля в этой точке.

Ответ: _____ МН/Кл.

748. Заряженная пылинка движется в электрическом поле. Во сколько раз уменьшится ускорение пылинки, если её заряд увеличить в 3 раза, а напряжённость поля уменьшить в 9 раз? Силу тяжести и сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: в _____ раз(-а).

1.2. Потенциал электростатического поля

749. Электрический заряд $q = +10^{-3}$ Кл под действием сил электростатического поля перемещается из точки 1 в точку 2. Поле при этом совершает работу, равную 4 Дж. Чему равна разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ между точками?

Ответ: _____ В.

750. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 2 нКл из одной точки поля в другую, если разность потенциалов между ними 500 В ?

Ответ: _____ мкДж.

751. Электрический заряд q медленно перенесли из одной точки поля в другую. При этом электрическим полем была совершена работа 250 мДж при разности потенциалов между этими точками в 50 В . Какова величина заряда?

Ответ: _____ мКл.

752. Потенциал точки А электростатического поля равен 350 В , потенциал точки Б равен 150 В . Какую работу совершают силы электростатического поля при перемещении отрицательного заряда $2,5 \text{ мКл}$ из точки А в точку Б?

Ответ: _____ мкДж.

753. При перемещении положительного электрического заряда в электростатическом поле из точки с потенциалом 20 В в точку с потенциалом 12 В совершается работа $0,16 \text{ Дж}$. Чему равно значение заряда?

Ответ: _____ Кл.

754. На расстоянии 3 см от положительного точечного заряда потенциал электрического поля равен 20 В . Каким будет потенциал электрического поля на расстоянии 6 см от того же заряда?

Ответ: _____ В.

755. Напряжённость однородного электрического поля равна 100 В/м , расстояние между точками, расположенными на одной силовой линии поля, 3 см . Чему равна разность потенциалов между этими точками?

Ответ: _____ В.

756. Определите силу, действующую на заряд 1 нКл , находящийся между двумя квадратными проводящими пластинами. Размеры пластин $20 \times 20 \text{ см}$, расстояние между ними 1 см . Разность потенциалов между пластинами 10 кВ .

Ответ: _____ Н.

757. Чему равен потенциал электростатического поля системы двух одинаковых по величине и противоположных по знаку зарядов в точке А, лежащей на середине отрезка, соединяющего заряды (см. рис. 253)?

Ответ: _____ мВ.

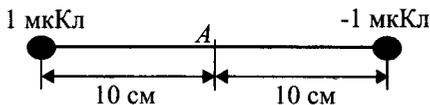


Рис. 253

1.3. Электроёмкость, конденсаторы

758. На шаре ёмкостью C находится заряд q . Какой станет ёмкость шара, если заряд увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ $\cdot C$.

759. Какова ёмкость системы из трёх заряженных конденсаторов, ёмкостью 40 мкФ каждый, показанной на рисунке 254?

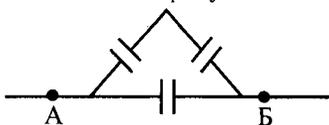


Рис. 254

Ответ: _____ мкФ.

760. Отсоединённый от источника тока плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 100 В. Если такой конденсатор заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 4, то чему станет равна разность потенциалов между обкладками конденсатора?

Ответ: _____ В.

761. Заряженный до напряжения 200 В конденсатор ёмкостью 100 мкФ параллельно соединили с незаряженным конденсатором ёмкостью 200 мкФ. Найдите заряд, появившийся на втором конденсаторе.

Ответ: _____ мКл.

762. Какова разность потенциалов между обкладками плоского конденсатора, расположенными на расстоянии 5 мм друг от друга, если напряжённость поля внутри конденсатора равна 40 кВ/м?

Ответ: _____ В.

763. Во сколько раз увеличится ёмкость конденсатора, если расстояние между обкладками плоского конденсатора увеличить в 2 раза, а площадь обкладок — в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

764. В зазор между обкладками плоского воздушного конденсатора помещают стеклянную пластину с проницаемостью, равной 5. Во сколько раз при этом увеличится ёмкость конденсатора?

Ответ: в _____ раз(-а).

765. Пластины плоского воздушного конденсатора раздвинули, увеличив расстояние между ними в 3 раза, и внесли в пространство между пластинами слюду с диэлектрической проницаемостью 6. Во сколько раз увеличится при этом электроёмкость плоского конденсатора?

Ответ: в _____ раз(-а).

766. Первый конденсатор ёмкостью $6C$ подключён к источнику постоянного напряжения U , второй — ёмкостью C — к источнику постоянного напряжения $3U$. Во сколько раз энергия электрического поля первого конденсатора меньше энергии электрического поля второго?

Ответ: в _____ раз(-а).

1.4. Постоянный ток. Закон Ома для участка цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников

767. Сила тока, текущего по проводнику, равна 5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 1 минуту?

Ответ: _____ Кл.

768. По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, прошедшего по проводнику, меняется с течением времени согласно графику (см. рис. 255). Определите силу тока в проводнике.

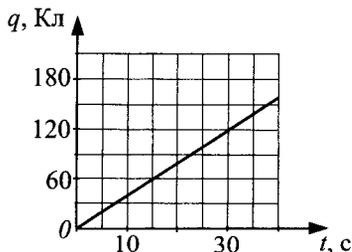


Рис. 255

Ответ: _____ А.

769. На рисунке 256 представлен график зависимости силы электрического тока, текущего по проводнику, от времени. Найдите величину заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника в интервале времени от 40 с до 100 с.

Ответ: _____ Кл.

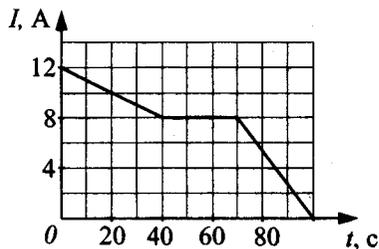


Рис. 256

770. На рисунке 257 представлен график зависимости силы электрического тока, текущего по проводнику, от времени. Найдите силу тока I_0 , если известно, что от 40 с до 70 с через проводник прошёл заряд 90 Кл.

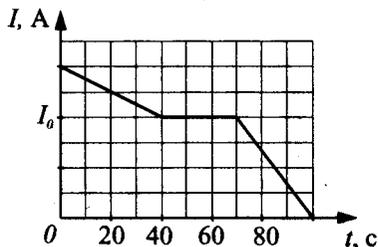


Рис. 257

Ответ: _____ А.

771. На рисунке 258 приведена зависимость тока через сопротивление от напряжения на его концах. Определите величину этого сопротивления.

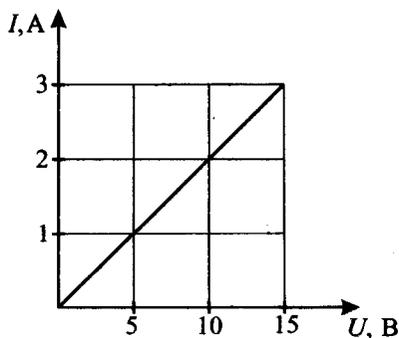


Рис. 258

Ответ: _____ Ом.

772. При определении неизвестного сопротивления экспериментально была получена следующая таблица:

$I, \text{ A}$	0,5	1,5	2,5	3,5
$U, \text{ В}$	3	9	15	21

Найдите, чему равно сопротивление проводника.

Ответ: _____ Ом.

773. При напряжении 220 В сила тока в электрической лампе равна 5 А. Чему равно электрическое сопротивление лампы?

Ответ: _____ Ом.

774. Во сколько раз увеличится сила тока в проводнике, если его сопротивление уменьшить в 4 раза, а напряжение увеличить в 8 раз?

Ответ: в _____ раз(-а).

775. Во сколько раз уменьшится сила тока, протекающего по проводнику, если напряжение между его концами и площадь поперечного сечения проводника уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

776. Длину металлического провода, подключённого к источнику тока, увеличили в 2 раза. Во сколько раз нужно увеличить напряжение, чтобы сила тока в проводе не изменилась?

Ответ: в _____ раз(-а).

777. Чему станет равно сопротивление участка электрической цепи, если ключ замкнуть (см. рис. 259)? Каждый из резисторов имеет сопротивление R .

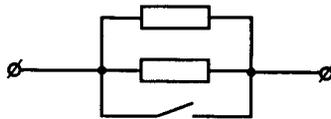


Рис. 259

Ответ: _____.

778. Три резистора сопротивлениями $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$ и $R_3 = 30 \text{ Ом}$ соединены последовательно. Чему равно отношение напряжений U_3/U_1 на этих резисторах?

Ответ: _____.

779. На рисунке 260 изображена схема включения четырёх резисторов. Слева от каждого резистора указаны его номер и текущий через него ток. Укажите номер резистора с наибольшим сопротивлением.

Ответ: _____.

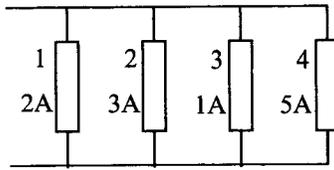


Рис. 260

780. Электрическая цепь, представленная на рисунке 261, состоит из одинаковых резисторов по 6 Ом каждый. Чему равно сопротивление цепи между точками А и В?

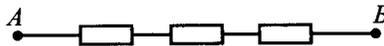


Рис. 261

Ответ: _____ Ом.

781. Каково сопротивление участка цепи, составленного из трёх одинаковых резисторов сопротивлением 2 Ом каждый (см. рис. 262)?

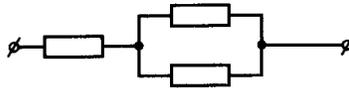


Рис. 262

Ответ: _____ Ом.

782. Каково сопротивление участка цепи, составленного из пяти одинаковых резисторов сопротивлением 3 Ом каждый (см. рис. 263)?

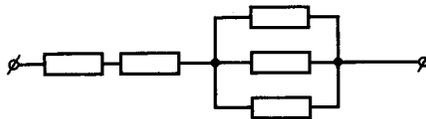


Рис. 263

Ответ: _____ Ом.

783. Чему равно сопротивление электрической цепи между точками А и В (см. рис. 264)?

Ответ: _____ Ом.

784. Два резистора 5 Ом и 10 Ом соединены последовательно и подключены к источнику тока. Найдите отношение силы тока, текущего по меньшему сопротивлению, к силе тока, текущего по большему.

Ответ: _____ .

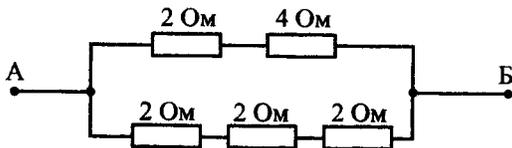


Рис. 264

785. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 10 \text{ кОм}$ и $R_2 = 40 \text{ кОм}$ включены в цепь так, как это показано на рисунке 265. Определите отношение сил токов $\frac{I_1}{I_2}$, текущих через эти резисторы.

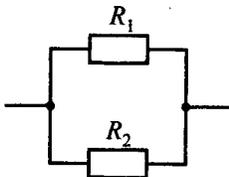


Рис. 265

Ответ: _____.

786. Каждый из резисторов на участке цепи AB , схема которого изображена на рисунке 266, имеет сопротивление 12 Ом . На сколько ом уменьшится сопротивление участка цепи, если ключ K замкнуть?

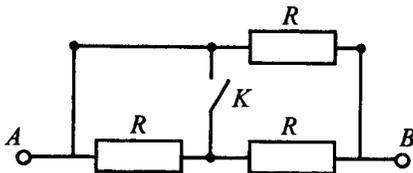


Рис. 266

Ответ: на _____ Ом.

787. Через участок цепи (см. рис. 267) течёт постоянный ток $I = 10 \text{ А}$. Какую силу тока показывает амперметр A ? Сопротивлением амперметра пренебречь.

Ответ: _____ А.

788. Шесть одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$ соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 24 \text{ А}$ (см. рис. 268). Какую силу тока показывает идеальный амперметр A ?

Ответ: _____ А.

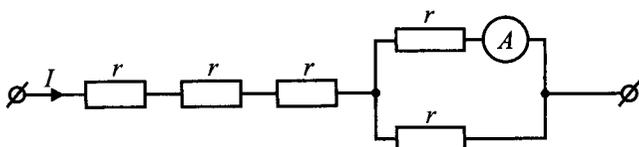


Рис. 267

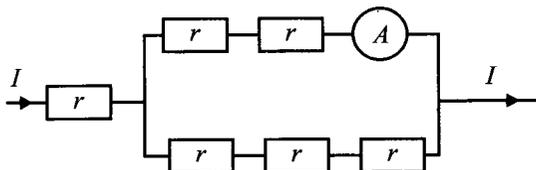


Рис. 268

789. Несколько одинаковых резисторов с сопротивлением r соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 25$ А (см. рис. 269). Какую силу тока показывает идеальный амперметр А?

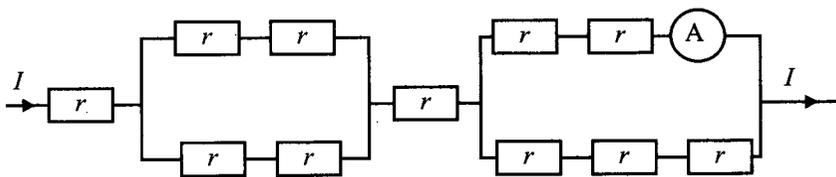


Рис. 269

Ответ: _____ А.

790. Одинаковые резисторы с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь. Через амперметр A_1 течёт ток $I = 12$ А (см. рис. 270). Какую силу тока показывает идеальный амперметр А?

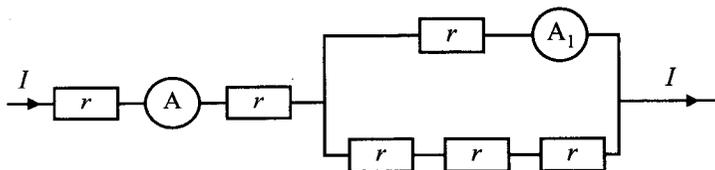


Рис. 270

Ответ: _____ А.

791. Определите силу тока через резистор R_3 , если $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \text{ Ом}$. Шкала амперметра A_1 проградуирована в системе СИ (см. рис. 271).

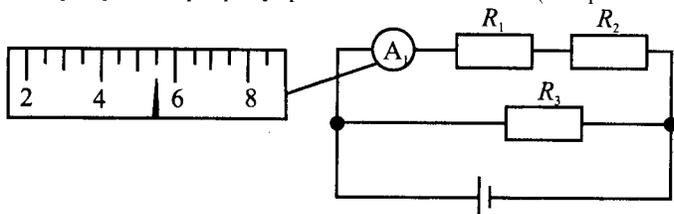


Рис. 271

Ответ: _____ А.

792. Через резистор, подключённый к батарее, течёт постоянный ток. Если при неизменном напряжении батареи в цепь включить последовательно второй резистор такого же сопротивления, то во сколько раз уменьшится сила тока, проходящего через первый резистор?

Ответ: в _____ раз(-а).

793. Определите силу тока в цепи, изображённой на рисунке 272, если вольтметр показывает напряжение $U = 10 \text{ В}$.

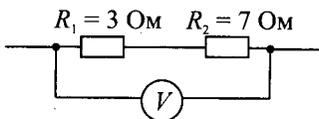


Рис. 272

Ответ: _____ А.

794. Определите сопротивление лампы в цепи, показанной на рисунке 273, если показания приборов $0,5 \text{ А}$ и 30 В .

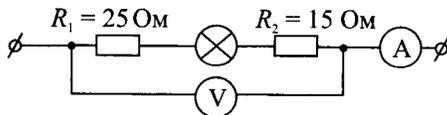


Рис. 273

Ответ: _____ Ом.

795. Одинаковые резисторы с сопротивлением $r = 3 \text{ Ом}$ соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 12 \text{ А}$ (см. рис. 274). Какое напряжение показывает вольтметр V . Вольтметр считать идеальным.

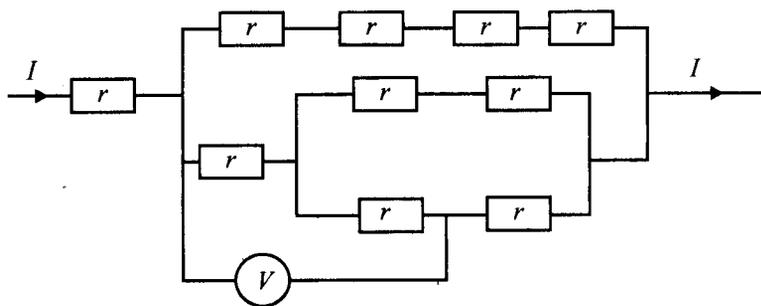


Рис. 274

Ответ: _____ В.

796. Одинаковые резисторы с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 12$ А (см. рис. 275). Какое напряжение показывает вольтметр V . Вольтметр считать идеальным.

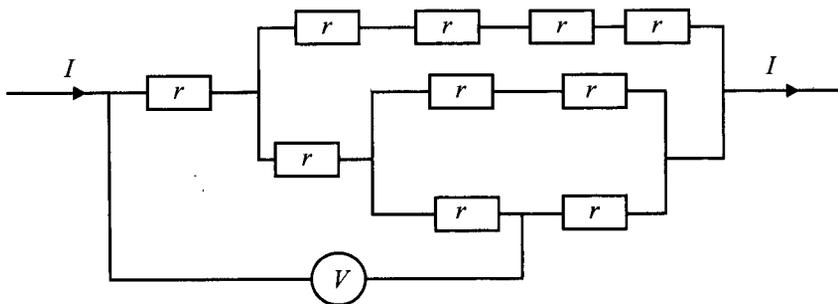


Рис. 275

Ответ: _____ В.

797. В схеме, изображённой на рисунке 276, напряжение U равно 60 В, сопротивление каждого резистора равно 10 Ом. На сколько ампер увеличатся показания амперметра при замыкании ключа K ?

Ответ: на _____ А.

798. Чему равно напряжение на втором резисторе, если электрическая цепь состоит из трёх последовательно соединённых резисторов, подключённых к источнику постоянного напряжения 24 В, при этом $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, напряжение на третьем резисторе равно 6 В?

Ответ: _____ В.

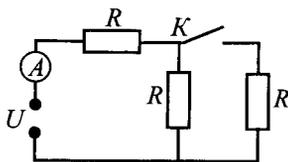


Рис. 276

1.5. Закон Ома для полной цепи

799. Напряжение на идеальном вольтметре, включённом так, как это показано на рисунке 277, равно 6 В. Определите силу тока, текущего через сопротивление R_1 .

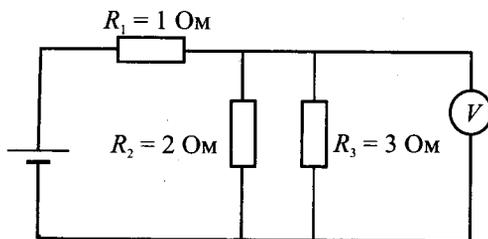


Рис. 277

Ответ: _____ А.

800. В цепи, изображённой на рисунке 278, амперметр показывает силу тока 2 А. Найдите напряжение на резисторе R_2 . Амперметр считать идеальным, сопротивления резисторов $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_3 = 5$ Ом.

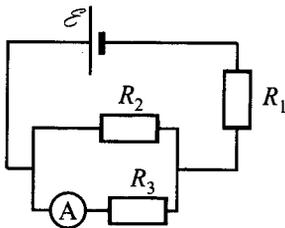


Рис. 278

Ответ: _____ В.

801. В цепи, изображённой на рисунке 279, амперметр показывает силу тока 6 А. Найдите напряжение на резисторе R_2 . Амперметр считать идеальным, сопротивления резисторов $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_3 = 2$ Ом.

Ответ: _____ В.

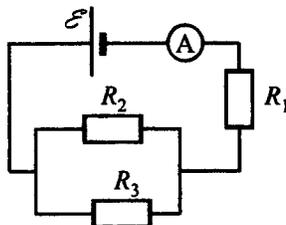


Рис. 279

802. Через идеальный амперметр, включённый в цепь, как показано на рисунке 280, течёт ток 2 А. Определите напряжение на сопротивлении R_2 .

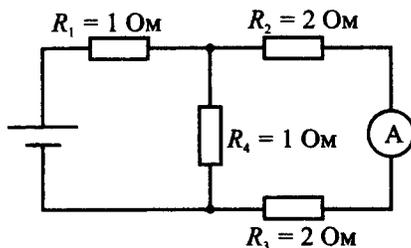


Рис. 280

Ответ: _____ В.

803. Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС, равной 10 В, и резистора сопротивлением 2,5 Ом. Сила тока в цепи равна 2,5 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

Ответ: _____ Ом.

804. Чему равно сопротивление резистора, подключённого к источнику тока с ЭДС 4,2 В, если сила тока в цепи равна 2 А, а внутреннее сопротивление источника тока 0,1 Ом?

Ответ: _____ Ом.

805. Внутреннее сопротивление источника тока в 2 раза меньше нагрузочного. Во сколько раз увеличится сила тока, если нагрузочное сопротивление уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

806. Источник тока (см. рис. 281) имеет ЭДС $\mathcal{E} = 6$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = R_3 = 2$ Ом. Какой силы ток течёт через источник?

Ответ: _____ А.

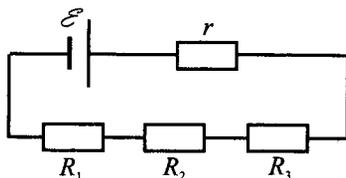


Рис. 281

807. Источник тока (см. рис. 282) имеет ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Какой силы ток течёт через источник?

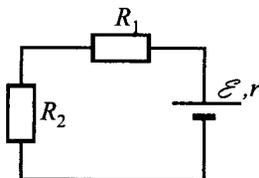


Рис. 282

Ответ: _____ А.

808. Источник тока (см. рис. 283) имеет ЭДС $\mathcal{E} = 9,6$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Какой силы ток течёт через источник?

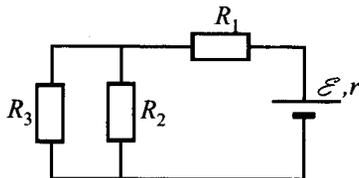


Рис. 283

Ответ: _____ А.

809. Источник тока (см. рис. 284) имеет ЭДС $\mathcal{E} = 7,8$ В, внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом. $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 1$ Ом. Какой силы ток течёт через источник?

Ответ: _____ А.

810. Чему равна ЭДС динамомашины с внутренним сопротивлением 0,5 Ом, питающей 50 соединённых параллельно ламп, сопротивлением 100 Ом каждая, при напряжении 220 В?

Ответ: _____ В.

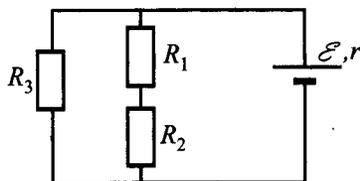


Рис. 284

811. В проводнике сопротивлением $2\ \text{Ом}$, подключённом к элементу с ЭДС $2,2\ \text{В}$, идёт ток силой $1\ \text{А}$. Чему равна сила тока короткого замыкания элемента?

Ответ: _____ А.

812. Ток короткого замыкания равен $2\ \text{А}$ при внутреннем сопротивлении источника $0,5\ \text{Ом}$. Чему равна ЭДС источника?

Ответ: _____ В.

1.6. Работа и мощность постоянного тока

813. В электронагревателе, через который течёт постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Чему будет равно количество выделившейся теплоты, если сопротивление нагревателя и время t увеличить вдвое, не изменяя силу тока?

Ответ: _____ $\cdot Q$.

814. Два резистора с сопротивлениями R и $2R$ подключают к источнику постоянного напряжения так, как это показано на электрических схемах (см. рис. 285). В каком случае в цепи выделится наибольшее количество теплоты?

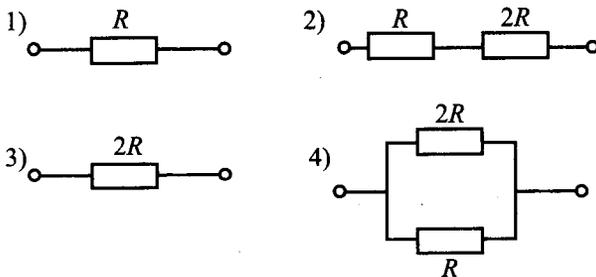


Рис. 285

Ответ: _____ .

815. Найдите силу тока, потребляемую электромотором, на корпусе которого имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ А.

816. По резистору течёт постоянный ток. На рисунке 286 приведён график зависимости количества теплоты, выделяемого в резисторе, от времени. Сопротивление резистора равно 2 Ом. Чему равна сила тока в резисторе?

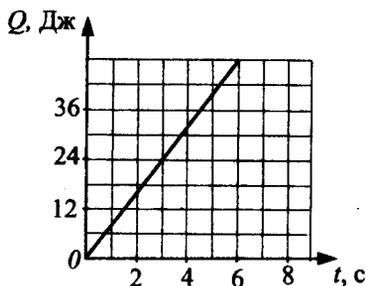


Рис. 286

Ответ: _____ А.

817. По резистору течёт постоянный ток. На рисунке 287 приведён график зависимости количества теплоты, выделяемой в резисторе, от времени. Сопротивление резистора равно 4 Ом. Чему равно напряжение на резисторе?

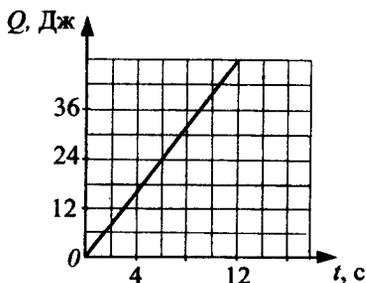


Рис. 287

Ответ: _____ В.

818. Чему равно сопротивление проводника, если при приложении к концам проводника 120 В за 15 мин работы тока на нём выделилось 540 кДж тепла?

Ответ: _____ Ом.

819. Лампочка, рассчитанная на напряжение 12 В, обладает сопротивлением 2 Ом. Какую работу совершает ток в лампочке в течение 5 мин?

Ответ: _____ кДж.

820. На рисунке 288 показан участок цепи, по которому течёт постоянный ток. Чему равно отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом?

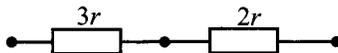


Рис. 288

Ответ: _____.

821. К источнику тока с внутренним сопротивлением 1 Ом подключён резистор сопротивлением 9 Ом. За какое время в источнике тока выделится 4 Дж теплоты, если ЭДС источника 18 В?

Ответ: _____ с.

822. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 6$ Ом и $R_2 = 18$ Ом включают в электрическую цепь последовательно. Найдите отношение $\frac{P_2}{P_1}$ мощностей, выделяемых на первом и втором сопротивлениях.

Ответ: _____.

823. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 9$ Ом и $R_2 = 18$ Ом включают в электрическую цепь параллельно. Найдите отношение $\frac{P_2}{P_1}$ мощностей, выделяемых на первом и втором сопротивлениях.

Ответ: _____.

824. При ремонте электрической плиты спираль была укорочена на 10 % от её первоначальной длины. Во сколько раз увеличилась мощность плитки?

Ответ: в _____ раз(-а).

825. При прохождении тока по проводнику в течение 4 мин совершена работа 26 400 Дж. Определите силу тока в проводнике, если напряжение на его концах равно 22 В.

Ответ: _____ А.

826. Какова сила тока, проходящего по проводнику, если при напряжении на его концах 220 В в течение 1 мин совершается работа 66 кДж?

Ответ: _____ А.

§ 2. Магнитное поле

2.1. Взаимодействие токов

827. На рисунке 289 показаны два параллельных проводника, ток по которым течёт перпендикулярно плоскости листа от нас. Определите, куда направлен (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции магнитного поля в точке A . Ответ запишите словом (словами).

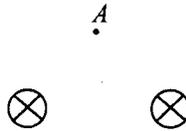


Рис. 289

Ответ: _____.

828. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными проводниками тока $I_2 = 2I_1$ (см. рис. 290). Точка A находится на одинаковом расстоянии от первого и второго. Определите, куда направлено (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) магнитное поле \vec{B} в точке A . Ответ запишите словом (словами).



Рис. 290

Ответ: _____.

829. На рисунке 291 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой (виток расположен в плоскости рисунка). Определите, куда направлен (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции магнитного поля в центре витка. Ответ запишите словом (словами).

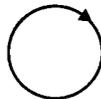


Рис. 291

Ответ: _____.

830. На рисунке 292 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой (виток расположен в плоскости рисунка). Определите, куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля в центре витка. Ответ запишите словом (словами).

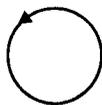


Рис. 292

Ответ: _____ .

831. По двум проводникам текут одинаковые по силе токи в направлениях, которые указаны на рисунке 293. Как будет направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитное поле в точке A ? Ответ запишите словом (словами).

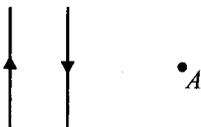


Рис. 293

Ответ: _____ .

832. По двум проводникам текут токи в направлениях, которые указаны на рисунке 294. Как будет направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитное поле в точке A ? Ответ запишите словом (словами).

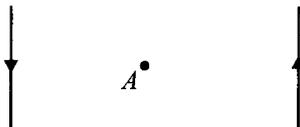


Рис. 294

Ответ: _____ .

833. Имеются два проводника с током, направления которых указаны на рисунке 295. Если $I_1 > I_2$, то куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор магнитной индукции в середине перпендикуляра к проводникам? Ответ запишите словом (словами).

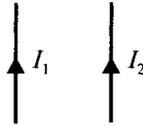


Рис. 295

Ответ: _____.

2.2. Сила Ампера. Сила Лоренца

834. Прямоугольная рамка с током помещена в однородное магнитное поле, силовые линии которого расположены в плоскости чертежа, как это указано на рисунке 296. Куда направлен ток на участке CD (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*), если сила, действующая на участок AB , перпендикулярна чертежу и направлена к нам? Ответ запишите словом (словами).

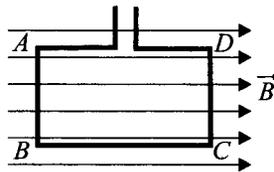


Рис. 296

Ответ: _____.

835. Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору магнитной индукции B . Направление тока в рамке показано стрелками (см. рис. 297). Как направлена сила действия магнитного поля на сторону рамки cd (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

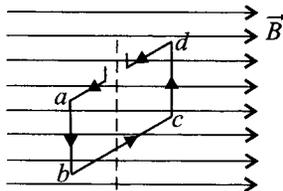


Рис. 297

Ответ: _____.

836. В однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости листа от нас, находится проводник с током, как показано на рисунке 298. Определите направление силы Ампера (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*). Ответ запишите словом (словами).



Рис. 298

Ответ: _____.

837. Проводник, по которому течёт ток, помещён во внешнее магнитное поле (см. рис. 299). Куда направлена сила Ампера, действующая на проводник (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

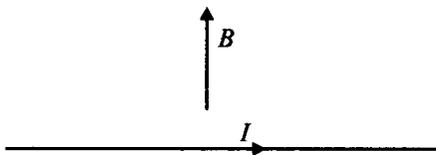


Рис. 299

Ответ: _____.

838. Электрон e^- , влетевший в зазор между полюсами магнита, имеет горизонтальную скорость v , перпендикулярную вектору индукции B магнитного поля (см. рис. 300). Куда направлена действующая на него сила Лоренца F (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

839. Положительно заряженная частица движется со скоростью \vec{v} в магнитном поле с индукцией \vec{B} , как это показано на рисунке 301. Куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы Лоренца, действующей на частицу? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

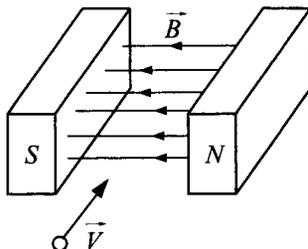


Рис. 300

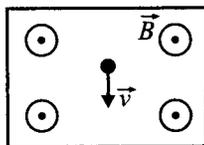


Рис. 301

840. Протон движется вдоль прямого длинного проводника с током (см. рис. 302). Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).

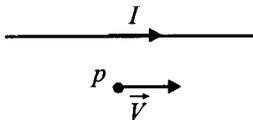


Рис. 302

Ответ: _____.

841. Электрон движется вдоль прямого длинного проводника с током (см. рис. 303). Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).

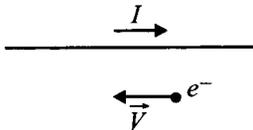


Рис. 303

Ответ: _____.

842. В однородном магнитном поле индукцией 6,2 мТл параллельно линиям магнитной индукции расположен проводник длиной 10 см, по которому течёт ток силой 2 А. Определите силу Ампера, действующую на проводник со стороны магнитного поля.

Ответ: _____ Н.

843. На прямолинейный проводник длиной 0,5 м, по которому течёт ток, равный 2 А, в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл действует сила Ампера, равная 0,05 Н. Каков угол между направлением протекания тока и магнитной индукцией?

Ответ: _____ °.

844. Участок проводника длиной 10 см расположен перпендикулярно магнитному полю с магнитной индукцией 0,2 Тл. Определите силу, действующую на этот участок проводника, если ток, текущий через проводник, равен 2 А, а напряжение на его концах равно 0,1 В.

Ответ: _____ Н.

845. По проводнику длиной 2 м течёт ток 2 А. Направление протекающего тока перпендикулярно индукции магнитного поля, которая равна 0,5 Тл. С какой силой действует магнитное поле на ток?

Ответ: _____ Н.

846. Участок проводника длиной 20 см расположен перпендикулярно магнитному полю с магнитной индукцией 0,05 Тл. Определите силу тока, текущего через проводник, если сила Ампера, действующая на этот участок проводника, равна 0,01 Н.

Ответ: _____ А.

847. Определите силу Лоренца, действующую на заряженный шарик с зарядом 2 мкКл, движущийся перпендикулярно направлению магнитного поля индукцией 2 мТл со скоростью 5 м/с.

Ответ: _____ нН.

848. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле с индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

Ответ: _____ пН.

849. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 4$, влетели с одинаковыми скоростями в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение радиусов этих окружностей $\frac{R_2}{R_1}$, если отношение масс частиц $\frac{m_1}{m_2} = 0,5$.

Ответ: _____.

850. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих частиц, если отношение их периодов обращения $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$.

Ответ: _____.

851. Протон влетает в однородное магнитное поле индукцией 4 мТл со скоростью $5 \cdot 10^5$ м/с перпендикулярно вектору B . Какую работу совершает поле над протоном за один оборот по окружности?

Ответ: _____ Дж.

§ 3. Электромагнитная индукция

3.1. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции

852. Какая из лампочек загорится последней в схеме на рисунке 304, если ключ K замкнуть?

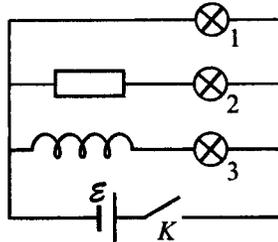


Рис. 304

Ответ: _____.

853. Как надо перемещать постоянный магнит (вид сверху) относительно замкнутого контура (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*), чтобы в нём возник ток заданного направления (см. рис. 305)? Ответ запишите словом (словами).

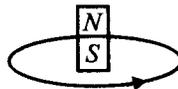


Рис. 305

Ответ: _____.

854. На рисунке 306 приведён график зависимости магнитного поля от времени. На каком участке времени модуль ЭДС индукции будет максимален?

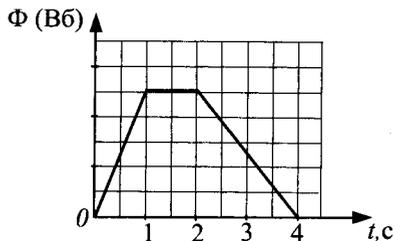


Рис. 306

Ответ: от _____ с до _____ с.

855. Изменение магнитного потока через виток показано на рисунке 307. Определите величину ЭДС, возникающую в этом витке.

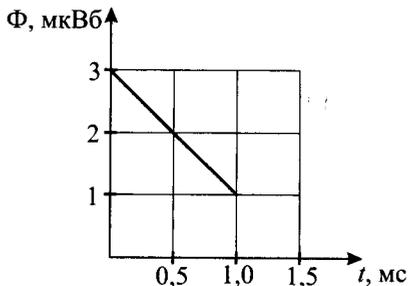


Рис. 307

Ответ: _____ мВ.

856. За 1 с магнитный поток, пронизывающий площадку, ограниченную проводящим контуром, уменьшается на 0,05 Вб. Чему равна ЭДС электромагнитной индукции, возникающая в контуре?

Ответ: _____ В.

857. На рисунке 308 показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Найдите модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре, в момент времени $t = 20$ с.

Ответ: _____ В.

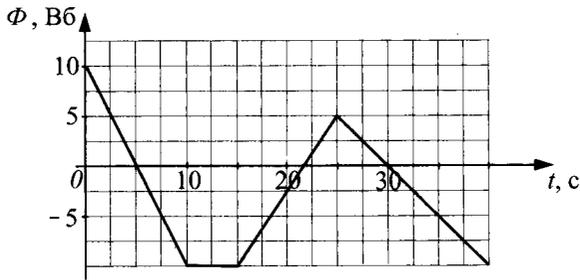


Рис. 308

858. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости контура площадью $0,5 \text{ м}^2$, его величина изменяется, как показано на рисунке 309. Чему по модулю равна ЭДС индукции в контуре?

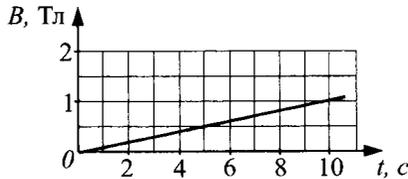


Рис. 309

Ответ: _____ мВ.

859. Магнитный поток через контур сопротивлением $R = 0,5 \text{ Ом}$ меняется так, как это показано на графике (см. рис. 310). Чему равна сила индукционного тока в контуре в момент времени $t = 6 \text{ с}$?

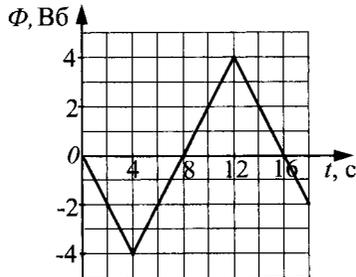


Рис. 310

Ответ: _____ А.

860. Замкнутый контур площадью сечения 25 см^2 помещён в магнитное поле, индукция которого меняется, как это представлено на графике (см.

рис. 311). Сопротивление контура равно 1 Ом. Найдите максимальное значение силы индукционного тока.

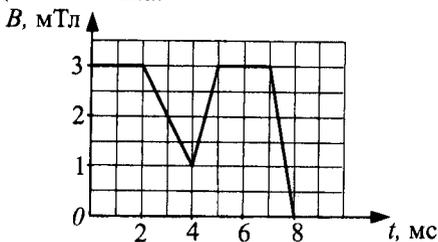


Рис. 311

Ответ: _____ А.

861. Определите модуль изменения магнитного потока за 0,015 с, пронизывающего проводящую рамку, если в ней индуцируется ЭДС 4,5 мВ.

Ответ: _____ мкВб.

862. Определите ЭДС индукции, возникающую в проводящем контуре, если магнитный поток, пронизывающий контур, за 0,16 с меняется от 0,098 Вб до 0,010 Вб.

Ответ: _____ В.

863. За 4 с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно увеличивается от 3 мВб до 11 мВб. Определите, какая ЭДС при этом генерируется в рамке.

Ответ: _____ мВ.

864. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 0,2 м² под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный 0,4 Вб. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

Ответ: _____ Тл.

865. Проволочная рамка площадью 10^{-3} м² вращается в однородном магнитном поле. Ось вращения, лежащая в плоскости рамки, перпендикулярна вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 4 \cdot 10^{-7} \cos(20\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Определите модуль магнитной индукции.

Ответ: _____ мТл.

866. Проволочная рамка вращается в однородном магнитном поле индукцией $B = 2 \cdot 10^{-3}$ Тл. Ось вращения, лежащая в плоскости рамки, перпендикулярна вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 6 \cdot 10^{-7} \cos(20\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Определите площадь рамки.

Ответ: _____ см².

867. С какой скоростью надо перемещать проводник перпендикулярно к линиям индукции магнитного поля, чтобы в нём возбуждалась ЭДС индукции 1 В? Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл. Длина активной части проводника равна 1 м.

Ответ: _____ м/с.

868. В однородном магнитном поле индукцией $B = 2 \cdot 10^{-4}$ Тл проводник длиной $L = 0,5$ м движется со скоростью $v = 3$ м/с. Вектор B перпендикулярен вектору скорости v . Чему равна разность потенциалов на концах проводника?

Ответ: _____ мВ.

869. Проводник длиной 20 см перемещают в магнитном поле индукцией 4 мТл со скоростью 0,5 м/с. Угол между направлением вектора скорости, перпендикулярного проводнику, и вектором магнитной индукции составляет 30° . Определите разность потенциалов, возникшую на концах проводника.

Ответ: _____ мВ.

3.2. Самоиндукция. Индуктивность

870. На рисунке 312 представлен график зависимости силы тока в катушке от времени. Индуктивность катушки $L = 2,5$ Гн. Магнитными полями сторонних источников пренебречь.

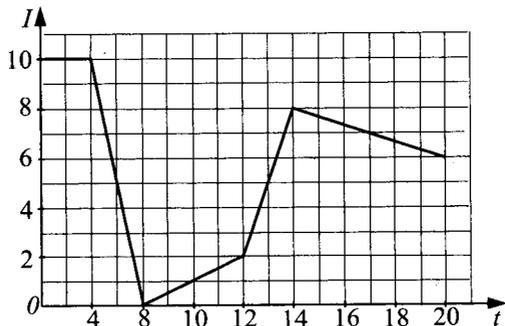


Рис. 312

На каком временном интервале за всё указанное на графике время модуль изменения магнитного потока, пронизывающего катушку, принимает максимальное значение?

Ответ: от _____ до _____ с.

871. При какой силе тока магнитный поток $0,02$ Вб возникает в катушке индуктивности 2 Гн?

Ответ: _____ А.

872. На рисунке 313 приведён график изменения силы тока в катушке индуктивности от времени. В каком промежутке времени модуль ЭДС самоиндукции принимает наибольшее значение?

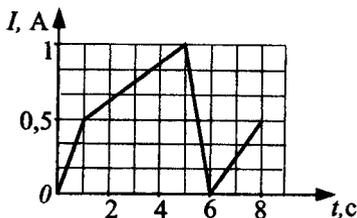
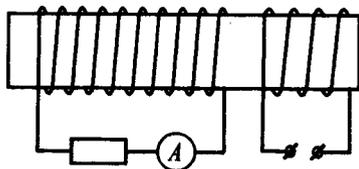


Рис. 313

Ответ: от _____ с до _____ с.

873. На стальной сердечник намотаны две катушки, как это показано на рисунке 314а. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно графику (см. рис. 314б).

а)



б)

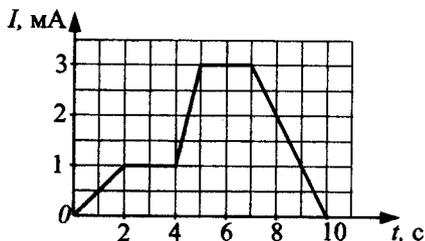


Рис. 314

В какие промежутки времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?

Ответ: от _____ с до _____ с; от _____ с до _____ с и от _____ с до _____ с.

874. Если сила тока в катушке индуктивностью $0,4$ Гн изменяется с течением времени так, как показано на графике (см. рис. 315), то чему равно максимальное значение ЭДС самоиндукции в катушке?

Ответ: _____ В.

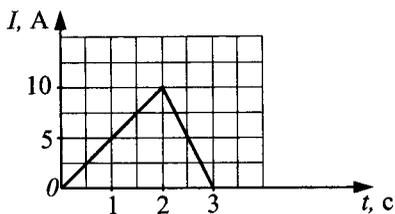


Рис. 315

875. На рисунке 316 представлен график изменения силы тока в катушке индуктивностью $L = 6$ Гн. Чему равна величина ЭДС самоиндукции?

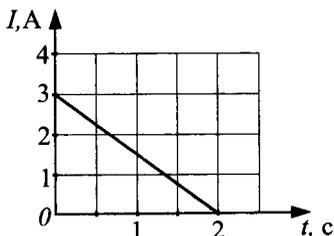


Рис. 316

Ответ: _____ В.

876. На рисунке 317 изображён график зависимости силы тока в катушке от времени. Максимальное значение ЭДС самоиндукции равно 2 мВ. Чему равна индуктивность катушки?

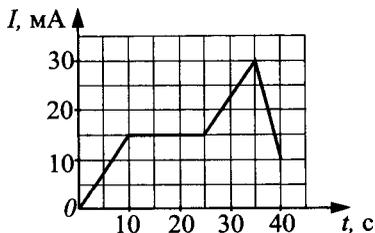


Рис. 317

Ответ: _____ Гн.

877. На рисунке 318 приведена зависимость изменения силы тока I в катушке от времени. Если индуктивность катушки $L = 0,45$ Гн, то чему равна ЭДС самоиндукции на участке AB ?

Ответ: _____ В.

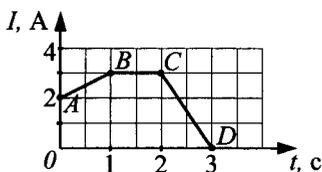


Рис. 318

878. Чему равна индуктивность катушки, если при изменении силы тока на 2 А в секунду в ней возникает ЭДС самоиндукции 0,01 В?

Ответ: _____ мГн.

879. В контуре индуктивностью $L = 0,5$ Гн ток равномерно увеличился от 1 А до 5 А за 0,1 с. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникшая в контуре?

Ответ: _____ В.

880. За какое время в катушке индуктивностью 240 мГн происходит возрастание силы тока от 0 до 11,4 А, если при этом возникает ЭДС самоиндукции 30 В?

Ответ: _____ мс.

3.3. Энергия магнитного поля

881. Если при изменении силы тока в катушке с 12 А до 8 А энергия магнитного поля уменьшилась на 2 Дж, то чему равна индуктивность такой катушки?

Ответ: _____ мГн.

882. Какой должна быть сила тока в обмотке катушки индуктивностью 0,4 Гн, чтобы энергия магнитного поля оказалась равной 0,8 Дж?

Ответ: _____ А.

883. Найдите энергию магнитного поля катушки индуктивности, в которой при токе 10 А возникает магнитный поток 1 Вб.

Ответ: _____ Дж.

884. Найдите ток, текущий по катушке индуктивности, если в ней возникает магнитный поток 0,5 Вб. Энергия магнитного поля катушки равна 4 Дж.

Ответ: _____ А.

885. Найдите энергию магнитного поля соленоида, в котором при токе 10 А возникает магнитный поток 1 Вб.

Ответ: _____ Дж.

886. Чему равна энергия магнитного поля соленоида индуктивностью 0,4 Гн, по обмотке которого течёт ток 3 А?

Ответ: _____ Дж.

Изменение физических величин в процессах

887. Что произойдёт с потенциалом поля, созданного отрицательным зарядом в точке нахождения положительного заряда, и с модулем силы взаимодействия между зарядами при приближении положительного заряда к точечному отрицательному заряду?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциал поля	Модуль силы взаимодействия

888. К источнику ЭДС подсоединяют нагрузочный резистор. При уменьшении величины сопротивления этого резистора как изменятся сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	ЭДС источника

889. Включённый в цепь идеальный амперметр показывает некоторую силу тока (см. рис. 319). Все резисторы в схеме одинаковы, внутреннее сопротивление источника равно нулю. Как изменятся показания амперметра и полное сопротивление электрической цепи после того, как точки (3) и (4) соединить проводником?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

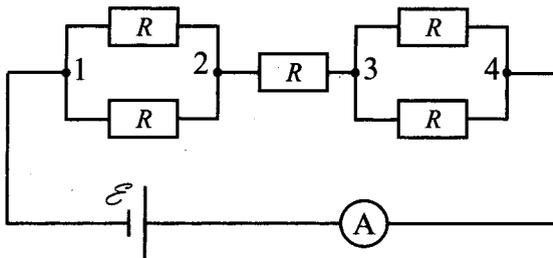


Рис. 319

Показания амперметра	Полное сопротивление цепи

890. Электрическая цепь собрана из источника тока и резистора. Как изменятся сила тока и общее сопротивление цепи, если параллельно к имеющемуся подключить ещё один такой же резистор?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Общее сопротивление

891. В электрической цепи, состоящей из реостата и источника тока, источник тока заменяют на другой, ЭДС которого такая же, а внутреннее сопротивление больше. Как изменятся при этом сила тока в цепи и напряжение на реостате?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на реостате

892. Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного тока и внешнего сопротивления. Как изменятся при уменьшении

внутреннего сопротивления источника следующие величины: сила тока во внешней цепи и электродвижущая сила источника?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока во внешней цепи	Электродвижущая сила источника

893. На рисунке 320 изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резисторов R_1 , R_2 и ключа K . Как изменятся при замыкании ключа K сила тока в резисторе R_1 и в резисторе R_2 ?

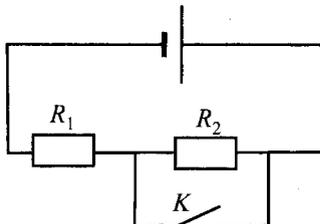


Рис. 320

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в резисторе R_1	Сила тока в резисторе R_2

894. К источнику ЭДС подсоединяют реостат. Как меняются сила тока в цепи и напряжение на реостате при увеличении его сопротивления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на реостате

895. Источник ЭДС с внутренним сопротивлением соединён с реостатом. Что произойдёт с ЭДС источника и силой тока в нём, если сопротивление реостата увеличивать?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ЭДС источника	Сила тока

896. Как будут меняться показания амперметра и вольтметра в цепи, изображённой на рисунке 321, если ползунок реостата переместить вверх?

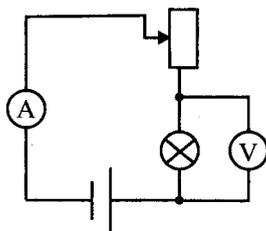


Рис. 321

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показания амперметра	Показания вольтметра

897. На рисунке 322 изображена схема электрической цепи, содержащей резистор, реостат, источник тока и вольтметр. Как изменятся показания вольтметра и сила тока, текущего через резистор, при перемещении ползунка реостата в крайнее правое положение?

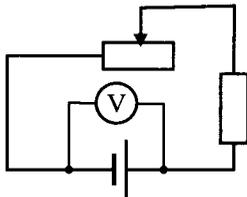


Рис. 322

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показания вольтметра	Сила тока

898. На рисунке 323 изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резисторов R_1 , R_2 и реостата. Как изменятся при передвижении ползунка реостата вправо сила тока в резисторе R_1 и сила тока в резисторе R_2 ?

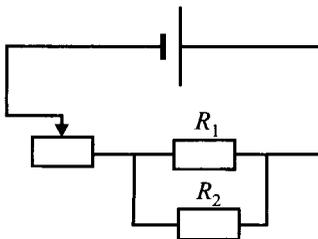


Рис. 323

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в резисторе R_1	Сила тока в резисторе R_2

899. Как изменятся показания каждого из двух амперметров в электрической цепи, если изменить полярность источника напряжения (см. рис. 324)?

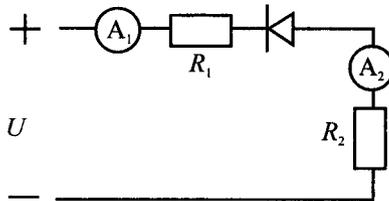


Рис. 324

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показания первого амперметра A_1	Показания второго амперметра A_2

900. Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного тока и внешнего сопротивления. Как изменятся при уменьшении внутреннего сопротивления источника следующие величины: общее сопротивление цепи и мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении

901. По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при увеличении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность	Сопротивление резистора

902. Как при увеличении напряжения на резисторе изменятся сопротивление резистора и мощность, выделяемая на нём?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопротивление резистора	Мощность, выделяемая на резисторе

903. Как изменятся тепловая мощность, выделяемая на проволочном резисторе, и его электрическое сопротивление, если длину проводника уменьшить в 4 раза, а силу тока в нём увеличить в 2 раза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность	Сопротивление резистора

904. Между обкладками плоского воздушного конденсатора, подключённого к источнику питания, поместили фарфоровую пластинку. Как при этом изменятся ёмкость и энергия конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Энергия конденсатора

905. Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника питания. Как изменятся ёмкость и энергия конденсатора, если увеличить расстояния между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Энергия конденсатора

906. Плоский воздушный конденсатор зарядили до некоторой разности потенциалов и отключили от источника. Затем пластины конденсатора раздвинули на некоторое расстояние. Как изменились при этом ёмкость конденсатора и напряжение на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Напряжение на обкладках

907. Плоский конденсатор подключили к источнику тока, а затем пространство между его обкладками заполнили жидким диэлектриком. Что произойдёт при этом с зарядом конденсатора и его ёмкостью?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд конденсатора	Ёмкость

908. Несущая заряд q частица массой m влетает в однородное магнитное поле с индукцией B и начинает двигаться по окружности радиусом r . Как изменятся радиус траектории частицы и период её обращения при увеличении индукции поля B ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории частицы	Период обращения частицы

909. Два бесконечно длинных прямых проводника с одинаково направленными токами сближаются. Что произойдёт в процессе сближения с индукцией магнитного поля, созданного этими проводниками в середине соединяющего их отрезка, и силой взаимодействия проводников?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Сила взаимодействия проводников

910. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Как изменятся период вращения и центростремительное ускорение частицы, если её кинетическая энергия увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период вращения	Центростремительное ускорение

911. Положительно заряженный шарик массой m равномерно движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . Вектор скорости шарика перпендикулярен вектору магнитной индукции. Заряд шарика q . Если скачком увеличить значение вектора индукции магнитного поля, то что произойдёт при этом с кинетической энергией и радиусом вращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Радиус вращения

912. Рядом с бесконечно длинным прямым проводом с током расположена прямоугольная проволочная рамка (см. рис. 325). Сила тока I увеличивается с постоянной скоростью.

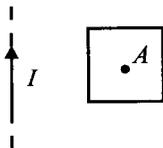


Рис. 325

Как изменятся индукция магнитного поля в точке A , созданного проводом, и сила индукционного тока в рамке?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Сила индукционного тока

913. В однородном магнитном поле находится проводящий виток, ориентированный перпендикулярно линиям магнитной индукции. За некоторый промежуток времени поле уменьшают до нуля, вследствие чего по проводнику протекает некоторый заряд. Как изменятся ЭДС индукции и индукционный ток, если время выключения поля уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ЭДС индукции	Индукционный ток

914. Что произойдёт с силой тока в цепи и магнитной индукцией внутри катушки, если ползунок реостата переместить влево (см. рис. 326)?

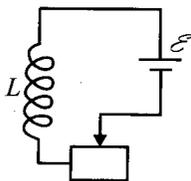


Рис. 326

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Магнитная индукция

Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами

915. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость потенциальной энергии пружины от величины её сжатия;
- Б) зависимость силы тока в замкнутой цепи от сопротивления нагрузки;
- В) зависимость силы Ампера от длины проводника.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5 (см. рис. 327). Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

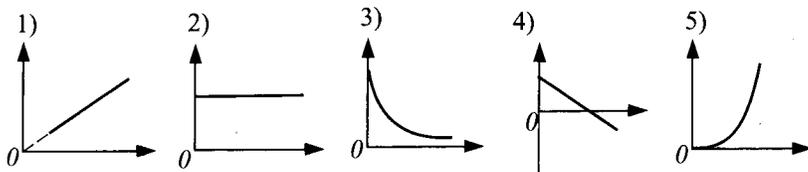


Рис. 327

Ответ:

А	Б	В

916. На рисунке 328 изображена цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

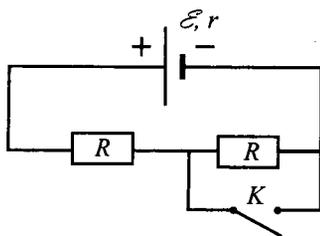


Рис. 328

Физические величины	Формулы
А) сила тока, проходящего через источник при разомкнутом ключе K	1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
Б) напряжение на источнике при замкнутом ключе K	2) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
	4) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$

Ответ:

А	Б

917. На рисунке 329 показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника тока; R — сопротивление резистора).

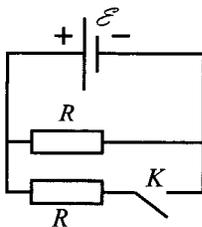


Рис. 329

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) мощность источника при разомкнутом ключе K	1) $\frac{\mathcal{E}}{R}$
Б) сила тока, проходящего через источник при замкнутом ключе K	2) $\frac{2\mathcal{E}}{R}$
	3) $\frac{2\mathcal{E}^2}{R}$
	4) $\frac{\mathcal{E}^2}{R}$

Ответ:

А	Б

918. Через резистор, подключённый к источнику постоянного напряжения, течёт ток. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) мощность тока	1) $I^2 R$
Б) количество теплоты, выделяющееся в резисторе	2) $U^2 R$
	3) $\frac{U^2}{Rt}$
	4) $\frac{U^2 t}{R}$

Ответ:

А	Б

919. На рисунке 330 изображена цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника тока; R — сопротивление).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

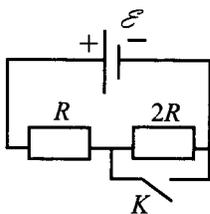


Рис. 330

Физические величины	Формулы
А) сила тока через источник при замкнутом ключе K	1) $\frac{\mathcal{E}^2}{3R}$
Б) мощность тока в цепи при разомкнутом ключе K	2) $\frac{\mathcal{E}}{R}$
	3) $\frac{\mathcal{E}^2}{2R}$
	4) $\frac{3\mathcal{E}}{R}$

Ответ:

А	Б

920. Источник постоянной ЭДС \mathcal{E} с внутренним сопротивлением r нагрузили на резистор сопротивлением R . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) полезная мощность	1) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}$
Б) коэффициент полезного действия	2) $\frac{R}{R+r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}^2 r}{(R+r)^2}$
	4) $\frac{\mathcal{E} R}{R+r}$

Ответ:

А	Б

921. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле	1) $\frac{mV}{qB}$
Б) период обращения частицы по окружности в магнитном поле	2) $\frac{2\pi m}{qB}$
	3) $\frac{qB}{mV}$
	4) $\frac{2R}{qB}$

Ответ:

А	Б

922. Электрон влетает в магнитное поле и описывает окружность. Установите соответствие между физическими величинами, описывающими движение электрона, и формулами для их расчёта.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) скорость	1) $\frac{qBR}{m}$
Б) сила Лоренца	2) $qBRm$
	3) $\frac{q^2 B^2 R}{m}$
	4) $q^2 B^2 Rm$

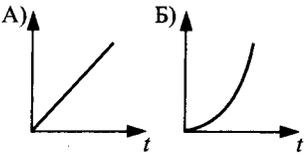
Ответ:

А	Б

923. В катушке индуктивностью L при равномерном увеличении силы тока на ΔI возникла ЭДС самоиндукции \mathcal{E} . Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения силы тока в катушке. Уста-

новите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
	1) сила тока 2) ЭДС самоиндукции 3) энергия магнитного поля в катушке 4) индуктивность катушки

Ответ:

А	Б

Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков

924. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Кинетическая энергия тела, подброшенного вертикально вверх, в процессе подъёма растёт.
- 2) В процессе плавления температура тела остаётся постоянной.
- 3) Сила Лоренца направлена перпендикулярно направлению скорости движения проводника в магнитном поле, следовательно, работы она не совершает.
- 4) Электролизом называется разложение вещества на составные части при прохождении через его раствор электрического тока.
- 5) Любое вещество проводит электрический ток.

Ответ: _____.

925. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Потенциальная энергия тела, колеблющегося на пружине в вертикальной плоскости, остаётся постоянной.

- 2) В процессе плавления температура тела увеличивается.
- 3) Сила Архимеда, действующая на тело, погружённое в жидкость, направлена всегда противоположно силе тяжести.
- 4) Магнитное поле создаётся движущимися электрическими зарядами.
- 5) Любое вещество проводит электрический ток.

Ответ: _____.

926. Точечные положительные заряды q и $2q$ закреплены на расстоянии L друг от друга в вакууме (см. рис. 331). На середине прямой, соединяющей заряды, поместили точечный отрицательный заряд $-q$.

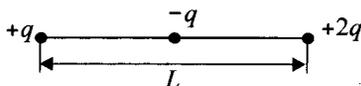


Рис. 331

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленной схемы. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Модуль и направление силы, действующей на положительный заряд q , не изменятся.
- 2) Модуль силы, действующей на положительный заряд q , не изменится, направление изменится на противоположное.
- 3) В месте нахождения заряда $-q$ напряжённость поля направлена в плоскости рисунка влево.
- 4) Модуль силы, действующей на положительный заряд $2q$, увеличится, направление изменится на противоположное.
- 5) Модуль силы, действующей на положительный заряд q , станет равным нулю.

Ответ: _____.

927. Однородное электростатическое поле создано равномерно заряженной протяжённой горизонтальной пластиной. Линии напряжённости поля направлены вертикально вниз (см. рис. 332).

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых на рисунке.

- 1) Пластина имеет отрицательный заряд.
- 2) Напряжённость поля в точке A равна напряжённости поля в точке C .

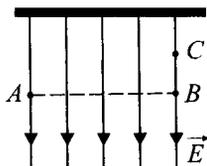


Рис. 332

- 3) Потенциал электростатического поля в точке C равен потенциалу поля в точке B .
- 4) Работа электростатического поля по перемещению пробного точечного отрицательного заряда из точки B в точку C равна нулю.
- 5) Работа электростатического поля по перемещению пробного точечного отрицательного заряда из точки A в точку B равна нулю.

Ответ: _____ .

928. Однородное электростатическое поле создано равномерно заряженной протяжённой горизонтальной пластиной. Линии напряжённости поля направлены вертикально вниз (см. рис. 333).

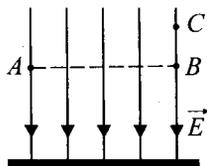


Рис. 333

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых на рисунке.

- 1) Пластина имеет отрицательный заряд.
- 2) Напряжённость поля в точке C меньше напряжённости поля в точке B .
- 3) Потенциал электростатического поля в точке A равен потенциалу поля в точке C .
- 4) Работа электростатического поля по перемещению пробного точечного отрицательного заряда из точки C в точку B равна нулю.
- 5) Если в точку B поместить пробный точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вверх.

Ответ: _____ .

929. На рисунке 334 показаны линии напряжённости электростатического поля, создаваемого равномерно заряженной по поверхности сферой.

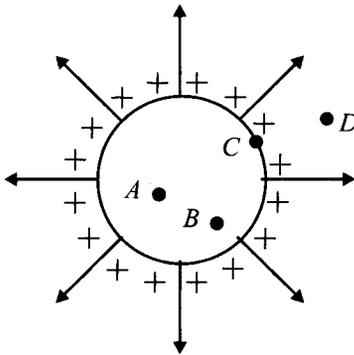


Рис. 334

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке A меньше, чем в точке B .
- 2) Потенциал электрического поля в точке A больше, чем в точке C .
- 3) Работа сил электростатического поля по перемещению точечного электрического заряда из точки A в точку C равна нулю.
- 4) Потенциал поля в точке D меньше, чем в точке C .
- 5) Разность потенциалов между точками A и D меньше разности потенциалов между точками B и D .

Ответ: _____.

930. Два незаряженных пластиковых кубика 1 и 2 вплотную придвинули друг к другу и поместили в электрическое поле напряжённостью E , направленной вправо (см. рис. 335а). Такую же процедуру проделали с незаряженными алюминиевыми кубиками. Затем кубики быстро раздвинули, после чего убрали электрическое поле (см. рис. 335б).

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие данный процесс. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 2) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.

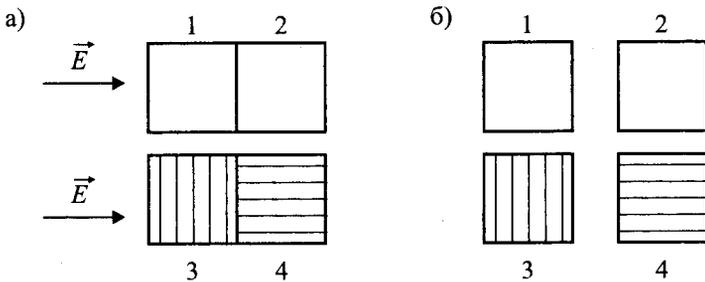


Рис. 335

- 3) После того как кубики 1 и 2 раздвигают, кубик 1 приобретает отрицательный заряд.
- 4) После того как кубики 3 и 4 раздвигают, кубик 4 приобретает положительный заряд.
- 5) При помещении кубиков 1 и 2 в электрическое поле наблюдается явление поляризации.

Ответ: _____.

931. Учитель демонстрирует опыт (см. рис. 336), в ходе которого в зазор между обкладками конденсатора помещается стеклянная пластинка.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании процессов, наблюдаемых в ходе опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

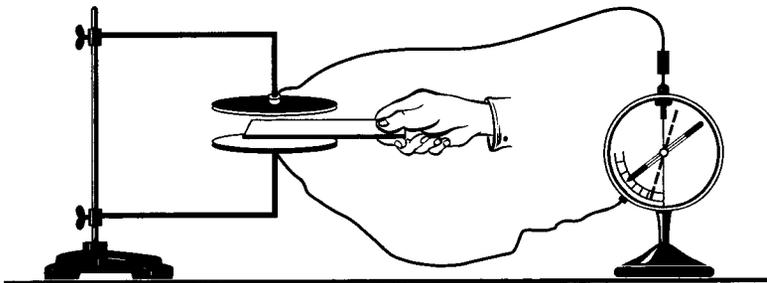


Рис. 336

- 1) Ёмкость конденсатора уменьшается.
- 2) Напряжение на конденсаторе уменьшается.
- 3) Стеклянная пластинка поляризуется в электрическом поле.
- 4) Поле внутри стеклянной пластинки не проникает.

5) Напряжённость поля между обкладками возрастает.

Ответ: _____.

932. Ученик проводил опыты с конденсатором. Он измерял заряд на его обкладках при различных напряжениях. Результаты опыта ученик занёс в таблицу.

U, В	0,48	1,09	1,50	2,10	2,61
q, мКл	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Электроёмкость конденсатора примерно равна 20 мкФ.
- 2) Для заряда 0,07 мКл напряжение на конденсаторе может составить 3,5 В.
- 3) Напряжение на конденсаторе не связано с зарядом.
- 4) Заряд прямо пропорционален напряжению.
- 5) Линейная связь заряда и напряжения в данном опыте не выполняется.

Ответ: _____.

933. На три конденсатора $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ, включённых последовательно, подано постоянное напряжение U .

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Самый большой заряд на C_1 .
- 2) Самый большой заряд на C_3 .
- 3) Заряд одинаков на всех конденсаторах.
- 4) Ёмкость батареи конденсаторов равна $3C$.
- 5) Ёмкость батареи конденсаторов равна $\frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}$.

Ответ: _____.

934. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике на рисунке 337.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие характеристики предмета и его изображения.

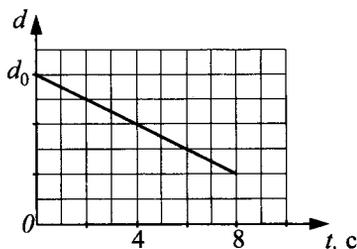


Рис. 337

- 1) В промежутке времени от 0 с до 8 с ёмкость конденсатора уменьшилась.
- 2) В момент времени 8 с ёмкость конденсатора увеличилась в 2 раза по сравнению с первоначальной.
- 3) В промежутке времени от 2 с до 8 с заряд конденсатора увеличился.
- 4) В промежутке времени от 0 с до 8 с напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора увеличилась.
- 5) В промежутке времени от 0 с до 8 с напряжение на пластинах конденсатора увеличилось.

Ответ: _____ .

935. Две лампы сопротивлениями R_1 и R_2 соединили параллельно и подключили к клеммам источника постоянного напряжения U .

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Если одна из ламп перегорит, то вторая тоже гореть не будет.
- 2) Если одна из ламп перегорит, то во второй увеличится сила тока.
- 3) Если сопротивление первой лампы больше, то через неё будет проходить ток меньшей силы.
- 4) Если одна из ламп перегорит, то во второй сила тока не изменится.
- 5) Если сопротивление первой лампы больше, то через неё будет проходить ток большей силы.

Ответ: _____ .

936. По резисторам $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, включённым последовательно, течёт постоянный ток.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Самая большая мощность тока наблюдается в R_1 .

- 2) Самая большая мощность тока наблюдается в R_3 .
- 3) Самое большое напряжение наблюдается на R_1 .
- 4) Самое большое напряжение наблюдается на R_3 .
- 5) Самый большой ток течёт через R_1 .

Ответ: _____.

937. На рисунке 338 приведены графики зависимости силы тока в фехральных проволоках одинаковой площади поперечного сечения от напряжения на их концах.

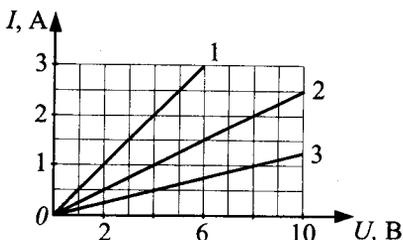


Рис. 338

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие этот процесс. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Удельное сопротивление проволоки № 2 равно удельному сопротивлению проволоки № 1.
- 2) Сопротивление проволоки № 2 равно 0,25 Ом.
- 3) Длина проволоки № 1 больше длины проволоки № 2.
- 4) Сопротивление проволоки № 1 равно 2 Ом.
- 5) Если эти проволоки подключить последовательно, то большее количество теплоты выделится в проволоке № 1.

Ответ: _____.

938. На рисунке 339 приведён график зависимости силы тока от сопротивления реостата, подключённого к источнику постоянного тока.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) ЭДС источника тока равна 6 В.
- 2) Внутреннее сопротивление источника тока равно 0,5 Ом.
- 3) Мощность, выделяющаяся в реостате при силе тока 8 А, равна 16 Вт.

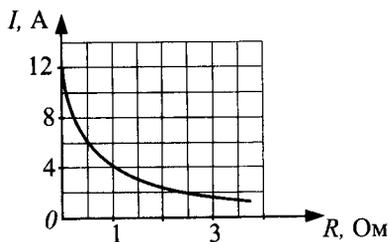


Рис. 339

- 4) Падение напряжения на реостате при сопротивлении 4 Ом равно 8 В.
 5) КПД источника равен 50 %.

Ответ: _____ .

939. Спираль электронагревателя опустили в воду, имеющую температуру 0°C , и включили в сеть с напряжением 220 В. КПД нагревателя равен 78 %. В таблице представлена зависимость температуры воды от времени. Масса воды равна 2 кг.

Время, мин	0	10	20	30	60	120	180
Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	0	3,3	6,7	10	20,2	40,4	60,7

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) За 180 минут выкипит 78 % массы воды.
- 2) За 1 час нагрева температура воды изменится больше, чем на 20°C .
- 3) За 30 минут вода получила количество теплоты, равное 84 кДж.
- 4) Сопротивление спирали электронагревателя равно 800 Ом.
- 5) Сопротивление спирали электронагревателя равно 420 Ом.

Ответ: _____ .

940. Имеются две тонкие проволоки 1 и 2 равной длины, изготовленные из одинакового материала. Через них течёт ток силой 0,6 А. На рисунке 340 изображены графики зависимости изменения температуры этих проволок от времени.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленных графиков. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Поперечное сечение проволоки 2 больше поперечного сечения проволоки 1.

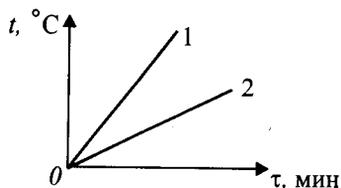


Рис. 340

- 2) Сопротивление проволоки 2 больше сопротивления проволоки 1.
- 3) Мощность, выделяющаяся в проволоке 2, больше мощности, выделяющейся в проволоке 1.
- 4) Масса проволоки 2 больше массы проволоки 1.
- 5) Температуры плавления проволока 2 достигнет позже, чем проволока 1.

Ответ: _____.

941. В справочнике физических свойств различных материалов имеется следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см ³	Удельное электрическое сопротивление при 0 °С, Ом · мм ² /м
Серебро	10,5	0,015
Золото	19,3	0,023
Медь	8,92	0,017
Алюминий	2,7	0,025
Свинец	11,34	0,2
Вольфрам	19,3	0,053

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равной площади поперечного сечения проводник из свинца длиной 10 м будет иметь электрическое сопротивление почти в 10 раз меньше, чем проводник из золота.
- 2) Проводники из золота и вольфрама при одинаковых размерах будут иметь приблизительно равные электрические сопротивления.
- 3) Проводники из золота и вольфрама при одинаковых размерах будут иметь приблизительно равные массы.
- 4) При замене медного провода на алюминиевый той же длины и того же сопротивления масса провода уменьшится.

- 5) При одинаковых размерах наилучшим проводником из приведённых в таблице является серебро.

Ответ: _____.

942. В справочнике физических свойств различных материалов имеется следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см ³	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг · °С)
Серебро	10,5	234
Золото	19,3	130
Медь	8,92	385
Алюминий	2,7	930
Свинец	11,34	130
Вольфрам	19,3	134

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равных массах самой большой теплоёмкостью будет обладать алюминий.
- 2) При одинаковых размерах тел из золота и вольфрама их масса и количество теплоты, необходимое для нагревания на одно и то же число градусов, будут приблизительно одинаковы (разница не более 5 %).
- 3) При одинаковых размерах тел из золота и свинца их масса и количество теплоты, необходимое для нагревания на одно и то же число градусов, будут приблизительно одинаковы (разница не более 5 %).
- 4) При равном объёме тел из меди и алюминия отдадут примерно одинаковое количество теплоты (разница не более 5 %) при охлаждении на одно и то же число градусов.
- 5) При равном объёме тел из серебра и алюминия отдадут примерно одинаковое количество теплоты (разница не более 5 %) при охлаждении на одно и то же число градусов.

Ответ: _____.

943. В справочнике физических свойств различных материалов представлена следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см ³	Удельное электрическое сопротивление (при 20 °С), Ом·мм ² /м
Константан (сплав)	8,8	0,5
Латунь	8,4	0,07
Медь	8,9	0,017
Никелин (сплав)	8,8	0,4
Нихром (сплав)	8,4	1,0
Серебро	10,5	0,016

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равных размерах проводник из никелина будет иметь то же сопротивление, что и проводник из константана, но его масса будет меньше.
- 2) При равных размерах проводник из серебра будет иметь самую маленькую массу.
- 3) Проводники из константана и никелина при одинаковых размерах будут иметь одинаковые массы.
- 4) При замене медной спирали электроплитки на латунную такого же размера электрическое сопротивление спирали увеличится.
- 5) При последовательном включении проводников из нихрома и константана, имеющих одинаковые размеры, потребляемая мощность у нихрома будет в 4 раза больше.

Ответ: _____.

944. Проводник AC перемещают в магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции так, как это изображено на рисунке 341.

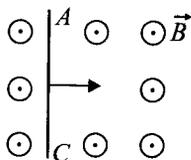


Рис. 341

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Потенциал точки C выше потенциала точки A .

- 2) Потенциал точки A выше потенциала точки C .
- 3) Разность потенциалов между точками A и C пропорциональна скорости проводника.
- 4) Модуль разности потенциалов между точками A и C не зависит от того, движется ли проводник в плоскости рисунка влево или вправо.
- 5) Разность потенциалов между точками A и C пропорциональна квадрату скорости проводника.

Ответ: _____ .

945. Контейнер с радиоактивным веществом помещают в магнитное поле, в результате чего пучок радиоактивного излучения распадается на три компоненты (см. рис. 342). Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости рисунка от наблюдателя.

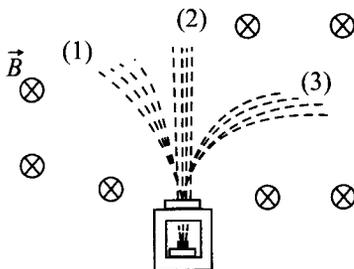


Рис. 342

Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите в ответе их номера.

- 1) Компонента 3 представляет собой поток отрицательно заряженных частиц.
- 2) Компонента 1 не имеет электрического заряда.
- 3) В магнитном поле изменяется направление скорости движения заряженных частиц.
- 4) Компонента 1 представляет собой поток электронов.
- 5) Компонента 2 не имеет электрического заряда.

Ответ: _____ .

946. На рисунке 343 приведён график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

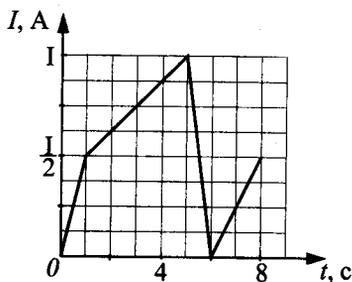


Рис. 343

- 1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени 4 с.
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени в интервале 5–6 с.
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает минимальное значение в момент времени в интервале 5–6 с.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени в интервале 1–5 с.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает минимальное значение в момент времени в интервале 1–5 с.

Ответ: _____ .

947. Определите характер взаимодействия двух катушек с проводом, соединённых с источником постоянного тока (см. рис. 344). Направление намотки провода в катушках одинаковое.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Катушки не будут взаимодействовать.
- 2) Катушки будут взаимодействовать.
- 3) Катушки будут отталкиваться.
- 4) Катушки будут притягиваться.
- 5) Катушки будут поворачиваться вокруг вертикальной оси.

Ответ: _____ .

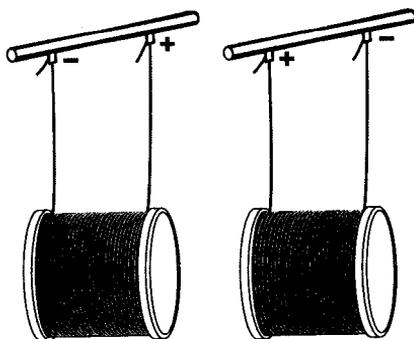


Рис. 344

948. На рисунке 345 показан экспериментальный график зависимости магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур, от времени.

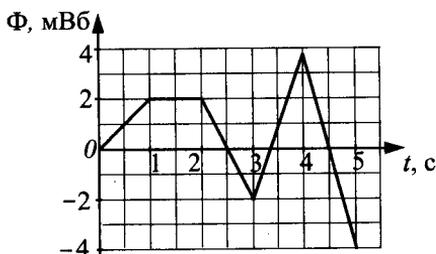


Рис. 345

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Максимальная ЭДС индуцируется в контуре в промежутке времени от 4 с до 5 с.
- 2) Максимальный индукционный ток течёт в контуре в промежутке времени от 1 с до 2 с.
- 3) В момент времени 4,5 с магнитный поток, пронизывающий контур, равен нулю.
- 4) В промежутке времени от 0 с до 1 с индукционный ток в контуре не течёт.
- 5) В момент времени 2,5 с ЭДС индукции равна 0.

Ответ: _____ .

949. На рисунке 346 показан экспериментальный график зависимости магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур, от времени.

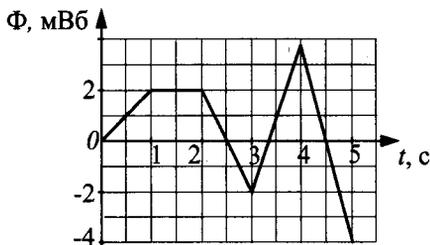


Рис. 346

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Максимальная ЭДС индуцируется в контуре в промежутке времени от 3 с до 4 с.
- 2) В промежутке времени от 1 с до 2 с ЭДС индукции равна нулю.
- 3) В начальный момент времени магнитный поток, пронизывающий контур, равен нулю.
- 4) В промежутке времени от 4 с до 5 с индукционный ток в контуре не течёт.
- 5) В момент времени 4 с ЭДС индукции, возникающая в контуре, максимальна.

Ответ: _____ .

Расчётные задачи повышенного уровня сложности

§ 4. Основы электродинамики

950. Два одинаковых металлических шарика, заряженные разноимёнными зарядами $2q$ и $-6q$, находятся на расстоянии 2 м друг от друга. Шарик приводят в соприкосновение. На какое расстояние надо их развести, чтобы сила взаимодействия оставалась по модулю прежней?

951. Два точечных заряда $+4$ нКл и -8 нКл находятся в воздухе на расстоянии 4 см друг от друга. С какой силой они будут действовать на заряд $+5$ нКл, находящийся посередине между ними?

952. Электростатическое поле создаётся двумя точечными одинаковыми по модулю, но противоположными по знаку зарядами, величина которых составляет 3 нКл. Расстояние между зарядами равно 10 см. Какова напряжённость электростатического поля в точке, расположенной посередине между зарядами?

953. В однородном электрическом поле конденсатора напряжённостью 105 В/м неподвижно «висит» пылинка массой 10^{-8} г. Найдите заряд пылинки.

954. На одной прямой на расстоянии 1 м, 2 м и 4 м от начала координат находятся заряды (см. рис. 347). Их величины равны $+q$, $-2q$ и Q соответственно. Каким должен быть заряд Q , чтобы напряжённость электрического поля в начале координат равнялась нулю?

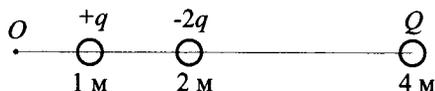


Рис. 347

955. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся на расстоянии L друг от друга. Если расстояние между ними уменьшается на 50 см, то сила взаимодействия увеличивается в 2 раза. Найдите расстояние L .

956. Заряженная частица создаёт в некоторой точке вакуума напряжённость 60 В/м. Какая сила будет действовать на заряд 5 нКл, помещённый в эту точку, если всю систему поместить в керосин, диэлектрическая проницаемость которого равна 2 ?

957. Два одинаковых шарика зарядом $1,2 \cdot 10^{-6}$ Кл каждый подвешены к одной точке на нитях длиной 20 см. Найдите массы шариков, если угол между нитями равен 60° . Ответ выразите в граммах и округлите до десятых.

958. В горизонтально направленное однородное электрическое поле напряжённостью 2 кВ/м внесли маленький заряженный шарик массой $2,8$ г, подвешенный на нити. При этом нить отклонилась от вертикали на угол 45° . Чему равен заряд шарика? Ответ округлите до целых.

959. Электрон двигался в однородном электрическом поле напряжённостью $0,01$ В/м. До какой скорости он разогнался за 1 мкс, не имея начальной скорости?

960. Положительно заряженное тело массой $m = 1$ мкг и зарядом $q = 5$ пКл поместили в вертикально направленное однородное электростатическое поле. Какой должна быть напряжённость электростатического поля, чтобы ускорение тела было равно нулю?

961. Воздушный конденсатор ёмкостью 3 мкФ заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 4 . Конденсатор какой ёмкости надо включить последовательно с данным, чтобы получившаяся батарея имела такую же ёмкость, как начальная ёмкость первого конденсатора?

962. Три одинаковых конденсатора ёмкостью 40 мкФ каждый соединены так, как это показано на схеме (см. рис. 348). После зарядки батарея конденсаторов имеет энергию $0,3$ Дж. Определите разность потенциалов между точками А и Б.

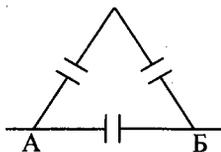


Рис. 348

963. На концах цилиндрического алюминиевого проводника длиной 15 м поддерживается разность потенциалов $1,5$ В (удельное сопротивление алюминия $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м). Если по проводнику идёт ток силой $2,8$ А, то чему равен радиус проводника?

964. Алюминиевый цилиндрический провод длиной 2 км имеет сопротивление $5,6$ Ом. Определите массу провода. (Удельное сопротивление алюминия $\rho = 0,028$ Ом·мм²/м.)

965. Сопротивления 300 Ом и 100 Ом включены последовательно в электрическую цепь. Какое количество теплоты выделится на втором сопротивлении, если на первом за то же время выделился 21 кДж теплоты?

966. Проводники сопротивлениями 6 Ом и 4 Ом соединены параллельно. Какова мощность тока в проводнике сопротивлением 4 Ом, если сила тока в первом проводнике равна 1 А?

967. Лампа мощностью 60 Вт включена в сеть напряжением 220 В. Сколько электронов пройдёт через поперечное сечение спирали лампы за 1 с?

968. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В, а внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

969. Если в нагрузке источника тока при сопротивлениях 27 Ом и 3 Ом выделяется одинаковая полезная мощность, то чему равно внутреннее сопротивление источника тока?
970. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление $R = 4$ Ом в цепи протекает ток 0,2 А, а при замыкании на сопротивление 7 Ом протекает ток 0,14 А. Определите ток короткого замыкания.
971. Конденсатор ёмкостью 10^{-6} Ф зарядили от источника ЭДС с $\mathcal{E} = 10$ В, отсоединили от источника и расстояние между обкладками увеличили в 2 раза. Чему после этого равна энергия, запасённая в конденсаторе?
972. Если на сопротивлении, к которому приложено напряжение $U = 50$ В, за $t = 10$ с выделилось количество теплоты 10 кДж, то чему равен заряд q , протёкший через это сопротивление?
973. К источнику тока с ЭДС 5 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подсоединяют нагрузочное сопротивление 4 Ом. Чему равен КПД источника?
974. Электрическая цепь состоит из источника тока и внешнего резистора. На рисунке 349 показан график зависимости силы тока в цепи от сопротивления резистора. Чему равна ЭДС источника тока?

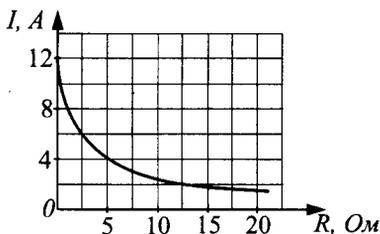


Рис. 349

§ 5. Магнитное поле

975. Протон движется со скоростью $8 \cdot 10^6$ м/с в однородном магнитном поле. Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно направлению движения протона и равен 0,05 Тл. Найдите радиус орбиты протона.
976. Электрон влетел в однородное магнитное поле с магнитной индукцией, равной 2 мТл, перпендикулярно линиям индукции. Какую частоту вращения приобретёт электрон? Ответ округлите до целых.
977. Электрон, разогнанный разностью потенциалов 50 кВ, влетел в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл со скоростью, перпендику-

лярной вектору магнитной индукции. По окружности какого радиуса он будет двигаться? Ответ округлите до десятых.

978. Электрон движется по окружности радиусом 1 см в однородном магнитном поле. Вектор магнитной индукции поля направлен перпендикулярно направлению скорости электрона и равен 9,1 мТл. Найдите скорость электрона.

979. С какой скоростью должна двигаться частица в двух взаимно перпендикулярных полях, электрическом ($E = 100$ В/м) и магнитном ($B = 0,5$ Тл), чтобы её движение было равномерным?

980. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 4 см со скоростью 10^6 м/с. Индукция магнитного поля равна 0,6 Тл. Найдите заряд частицы, если её энергия равна $19,2 \cdot 10^{-16}$ Дж.

981. Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия совершает работу 0,004 Дж. Чему равна сила тока, протекающего по проводнику? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

982. Провод длиной 2 м, по которому течёт ток силой 10 А, подвешен на двух пружинах в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл (см. рис. 350). Пружины оказались нерастяннутыми. Чему равна масса провода?

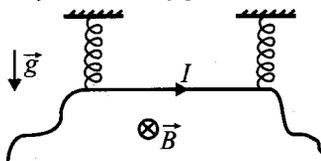


Рис. 350

983. Линейный проводник длиной 0,2 м, по которому течёт ток 5 А, равномерно движется по поверхности перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией $B = 0,4$ Тл. Найдите коэффициент трения проводника о поверхность, если его масса $m = 0,4$ кг.

984. В магнитном поле с индукцией 20 мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции находится участок проводника длиной 5 см, по которому протекает ток силой 10 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 10 см в направлении своего действия?

985. Ион, заряд которого $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, движется в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B} = 0,6$ Тл в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, $R = 2,5 \cdot 10^{-4}$ м. Чему равен импульс иона?

§ 6. Электромагнитная индукция

986. Магнитное поле, пронизывающее квадратную рамку со стороной 10 см, убывает со скоростью 60 мТл/с. Какой ток течёт в рамке, если её сопротивление равно 2 Ом?

987. Проводящий виток радиусом 5 см расположен во внешнем однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл так, что магнитный поток через контур равен нулю. При повороте витка на угол 90° относительно его диаметра поток становится максимальным. Чему равна ЭДС индукции в контуре, если поворот занял 0,5 с?

988. Вектор индукции магнитного поля величиной 0,2 Тл направлен параллельно поверхности контура, охватывающего площадь 50 см^2 . На сколько мВб увеличится магнитный поток при повороте контура на 90° ?

989. Кольцо из сверхпроводника помещено в однородное магнитное поле, индукция которого нарастает от нуля до 0,1 Тл. Плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции поля. Определите силу индукционного тока, возникающего в кольце радиусом 1,5 см, если его индуктивность 0,5 мГн.

990. Проводящая рамка площадью 20 см^2 помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл так, что линии магнитной индукции лежат в плоскости рамки. Рамку в течение 0,2 с поворачивают так, что линии магнитной индукции становятся перпендикулярными её плоскости. Какова величина ЭДС индукции, возникшей при этом в рамке?

991. Проводящая рамка площадью 40 см^2 помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,6 Тл таким образом, что линии магнитной индукции лежат в плоскости рамки. Рамку в течение 0,2 с повернули так, что в ней возникла ЭДС индукции величиной 6 мВ. Каким стал угол между линиями магнитной индукции и плоскостью рамки?

992. Из двух одинаковых кусков проволоки изготовили два контура в виде квадрата и кольца. Оба контура помещены в одной плоскости в однородное, равномерно изменяющееся со временем магнитное поле. Линии магнитной индукции поля находятся под углом α к плоскости контуров. В кольцевом контуре индуцируется ток $I_1 = 4 \text{ А}$. Найдите силу тока в квадратном контуре.

993. Проводящий стержень равномерно со скоростью 0,5 м/с скользит по двум параллельным горизонтальным рельсам, замкнутым на резистор сопротивлением 25 Ом. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл (см. рис. 351). За 6 минут на резисторе выделяется количество теплоты, равное 144 мДж. Чему равно расстояние между рельсами?

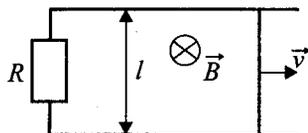


Рис. 351

994. По двум горизонтально расположенным параллельным проводящим рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением, замкнутым на конденсатор электроёмкостью 100 мкФ , поступательно и равномерно скользит проводящий стержень. Расстояние между рельсами 50 см . Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $1,6 \text{ Тл}$ (см. рис. 352). Через достаточно большой промежуток времени от начала движения энергия электрического поля конденсатора 8 мкДж . Какова скорость движения стержня? Рельсы закреплены на диэлектрической подложке.

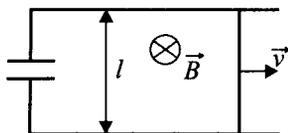


Рис. 352

995. По двум горизонтально расположенным параллельным проводящим рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением, замкнутым на последовательно соединённые резистор с сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$ и катушку с индуктивностью $L = 2,5 \text{ мГн}$, скользит поступательно и равномерно проводящий стержень (см. рис. 353). Расстояние между рельсами $l = 8 \text{ см}$. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 4 \text{ Тл}$. При этом энергия магнитного поля катушки постоянна и равна 2 мкДж . Найдите модуль скорости движения стержня. Сопротивлением стержня и катушки пренебречь. Рельсы закреплены на диэлектрической подложке.

Расчётные задачи высокого уровня сложности

996. Два электрона, находящихся в начальный момент времени далеко друг от друга, движутся навстречу друг другу вдоль одной прямой с одинаковыми по модулю скоростями 1000 км/с . На какое наименьшее расстояние они сблизятся?

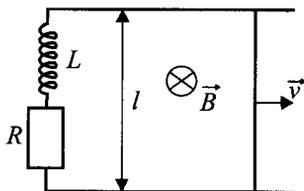


Рис. 353

997. Подсчитайте время, которое потребуется электрону, влетевшему со скоростью 10^5 м/с в однородное электрическое поле с напряжённостью 10 В/м параллельно силовым линиям, до полной остановки.

998. По горизонтально расположенным рельсам, замкнутым резистором 5 Ом, без трения перемещают металлическую перемычку. Однородное магнитное поле индукцией $0,5$ Тл направлено перпендикулярно плоскости расположения рельс. Расстояние между рельсами — 2 метра. Какую мощность надо затратить, чтобы равномерно перемещать перемычку со скоростью 2 м/с?

999. Электроны, ускоренные разностью потенциалов U , влетают в электрическое поле отклоняющих пластин параллельно им, а затем попадают на экран, расположенный на расстоянии L от конца пластин. На какое расстояние h сместится электронный луч на экране, если на пластины, имеющие длину l и расположенные на расстоянии d одна от другой, подать напряжение U_n ?

1000. В вершинах квадрата находятся одинаковые положительные заряды $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл каждый. Какой заряд надо поместить в центре квадрата, чтобы система находилась в равновесии?

1001. Какой заряд пройдёт в электрической схеме (см. рис. 354) через ключ K после его замыкания?

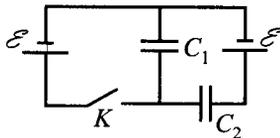


Рис. 354

1002. В середину пространства между обкладками конденсатора вставлена тонкая прослойка стекла толщиной $d_1 = 2$ см и диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 7$. Расстояние между обкладками конденсатора $d = 10$ см, напряжение между ними $U_1 = 290$ В. Найдите, какое напряжение установится между обкладками, если стекло извлечь.

1003. Электрон влетает в пространство между обкладками плоского конденсатора в середине зазора в направлении, параллельном обкладкам. Скорость электрона равна $2 \cdot 10^7$ м/с, длина конденсатора — 5 см, расстояние между его обкладками — 6 мм. При какой минимальной разности потенциалов между обкладками электрон не вылетит из конденсатора?

1004. Две большие параллельные вертикальные пластины заряжены разноимённо и расположены на расстоянии d друг от друга. Между пластинами, на равном расстоянии от них, помещён маленький шарик, имеющий заряд $q = 2 \cdot 10^{-11}$ Кл. Масса шарика $m = 2$ мг. Напряжённость поля между пластинами $E = 5 \cdot 10^5$ В/м. В момент, когда шар коснулся одной из пластин, его скорость была $v = 2$ м/с. Найдите расстояние между пластинами. Трением о воздух и размерами шарика пренебречь.

1005. Определите, на сколько градусов за 20 с изменилась температура однородного цилиндрического алюминиевого проводника длиной 10 м, если к нему приложили разность потенциалов 3 В. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла на его концах пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия равно $2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.)

1006. Пять одинаковых конденсаторов соединены последовательно. К одному из них параллельно подключён ещё один конденсатор вдвое меньшей ёмкости, напряжение на котором $U = 500$ В. Найдите напряжение на всей батарее конденсаторов.

1007. Пластины плоского конденсатора присоединены к источнику постоянного напряжения $U = 300$ В. Пластины сближаются со скоростью $v = 1$ мм/с. Какова сила тока, текущего по проводам в тот момент, когда пластины находятся на расстоянии $d = 2$ мм друг от друга? Площадь пластин $S = 400$ см².

1008. При параллельном соединении двух одинаковых источников тока на внешнем сопротивлении выделяется мощность 100 Вт. При последовательном соединении этих же источников тока на внешнем сопротивлении выделяется мощность 196 Вт. Какая мощность будет выделяться на внешнем сопротивлении при подключении к нему одного источника тока?

1009. В схеме, показанной на рисунке 355, ключ K долгое время находился в положении 1. В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. К моменту $t > 0$ на резисторе $R = 100$ кОм выделалось количество теплоты $Q = 25$ мкДж. Сила тока в цепи в этот момент $I = 0,1$ мА. Чему равна электроёмкость C конденсатора? ЭДС батареи $\mathcal{E} = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.

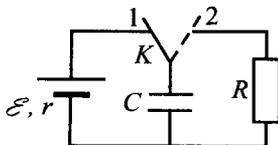


Рис. 355

1010. Два плоских конденсатора ёмкостью C и $2C$ соединили параллельно и зарядили до напряжения U_0 . Затем ключ K разомкнули и отключили конденсаторы от источника тока (см. рис. 356). Пространство между обкладками конденсаторов заполнено жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Какой будет разность потенциалов между обкладками, если из левого конденсатора диэлектрик вытечет?

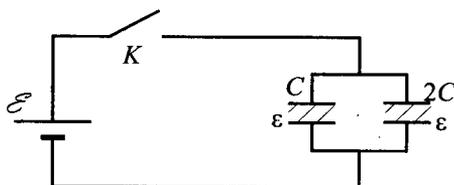


Рис. 356

1011. Рамка площадью 400 см^2 вращается в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл . При периоде вращения рамки $2,5 \text{ мс}$ вольтметр, подключённый к концам рамки, показывает напряжение 80 В . Сколько витков проволоки намотано на рамку? (Вольтметр показывает действующее значение ЭДС.)

1012. В электрической схеме, изображённой на рисунке 357, напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора уменьшилась в $1,2$ раза после замыкания ключа. Определите сопротивление лампы, если внутреннее сопротивление источника тока равно 2 Ом .

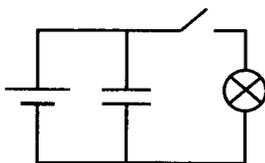


Рис. 357

1013. Электрон влетает в пространство между обкладками плоского горизонтально расположенного конденсатора параллельно его пластинам со скоростью 30 Мм/с . Напряжённость поля внутри конденсатора равна $3,5 \text{ кВ/м}$. На какое расстояние сместится электрон по вертикали при вылете из конденсатора, если длина его обкладок равна 10 см ?

1014. Виток с силой тока, равной 2 А , помещается во внешнее однородное магнитное поле, индукция которого равна $0,02 \text{ Тл}$, так, что плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля. Какую работу надо совершить, чтобы повернуть контур на 90° , если радиус витка равен 3 см ?

1015. Прямолинейный проводящий стержень AC (см. рис. 358) длиной $L = 40 \text{ см}$ подвешен горизонтально на двух одинаковых пружинах в однородном магнитном поле $B = 0,5 \text{ Тл}$. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рисунка и направлен от нас. С помощью лёгких проводов, параллельных вектору магнитной индукции, по стержню пропустили электрический ток силой 2 А , при этом деформация каждой пружины уменьшилась и стала равной 10 см . Чему равна масса стержня, если жёсткость каждой пружины равна 10 Н/м ?

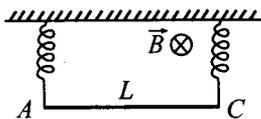


Рис. 358

1016. В цепи, изображённой на рисунке 359, ЭДС батареи равна 100 В , сопротивления резисторов $R_1 = 10 \text{ Ом}$ и $R_2 = 6 \text{ Ом}$, а ёмкости конденсаторов $C_1 = 100 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 60 \text{ мкФ}$. В начальном состоянии ключ K разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Через некоторое время после замыкания ключа в системе установится равновесие. Какую работу совершат сторонние силы к моменту установления равновесия?

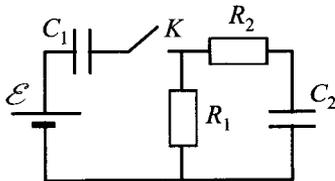


Рис. 359

1017. Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью $C_1 = C_4 = 2C$, $C_2 = C$ и $C_3 = 4C$ подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 2$ В и внутренним сопротивлением r (см. рис. 360). На сколько джоулей изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе C_4 возникнет пробой? Ёмкость $C = 4$ мкФ.

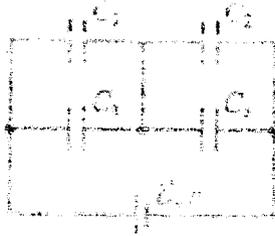


Рис. 360

Глава IV.

Колебания и волны

Теоретический материал

Механические колебания и волны

Гармоническими колебаниями называют такие колебания, в которых колеблющаяся величина x изменяется по закону синуса (или косинуса):

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0),$$

где A — амплитуда, или максимальное смещение из положения равновесия; $\omega t + \varphi_0$ — фаза колебаний, характеризует положение тела в начальный момент времени.

Скорость и ускорение:

$$v_x(t) = x'_t, \quad a_x(t) = (v_x)'_t = -\omega^2 x(t).$$

Следовательно,

$$a_x + \omega^2 x(t) = 0.$$

Динамическое описание:

$$ma_x = -kx,$$

где $k = m\omega^2$.

Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии):

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = const.$$

Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения:

$$v_{\max} = \omega A, \quad a_{\max} = \omega^2 A.$$

Период и частота колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}.$$

Период свободных колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Период свободных колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Волна называется *поперечной*, если частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных направлению распространения волны.

Волна называется *продольной*, если колебания частиц среды происходят в направлении распространения волны.

Длиной волны называют расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе.

Скорость распространения и длина волны связаны соотношением

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu}.$$

Звуковыми волнами называют волны, колебания в которых происходят с частотами от 20 до 20 000 Гц.

Электромагнитные колебания и волны

Колебательным контуром называется электрическая цепь, состоящая из последовательно соединённых конденсатора ёмкостью C и катушки с индуктивностью L (см. рис. 361).

Если зарядить конденсатор колебательного контура некоторым зарядом q , то он приобретёт энергию $W = \frac{q^2}{2C}$. В контуре возникают электромагнитные колебания, и энергия заряженного конденсатора переходит в энергию магнитного поля катушки $W = \frac{LI^2}{2}$, и наоборот.

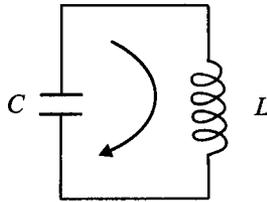


Рис. 361

Закон сохранения энергии в колебательном контуре:

$$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2} = const.$$

Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре:

$$q(t) = q_{max} \sin(\omega t + \varphi_0),$$

$$I(t) = q' = \omega \cdot q_{max} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{max} \cos(\omega t + \varphi_0).$$

Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре:

$$q_{max} = \frac{I_{max}}{\omega}$$

Период свободных колебаний в контуре определяется *формулой Томсона*

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Для свободных незатухающих колебаний в контуре циклическая (собственная) частота определяется формулой

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре:

$$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2} = const.$$

Резонанс в электромагнитных колебаниях — это явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний, которое наступает при приближении частоты внешнего воздействия к некоторым значениям (резонансным частотам), определяемым свойствами системы.

Расчётные задачи базового уровня сложности

§ 1. Механические колебания

1.1. Динамика колебательного движения

1018. На рисунке 362А представлен график некоторого колебания. Какой из графиков на рисунке 362Б представляет колебание, происходящее в противофазе с колебанием А?

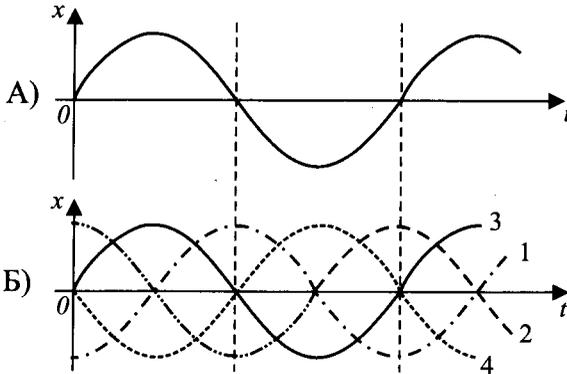


Рис. 362

Ответ: _____ .

1019. Используя график зависимости координаты колеблющейся точки от времени, приведённый на рисунке 363, определите период колебаний.

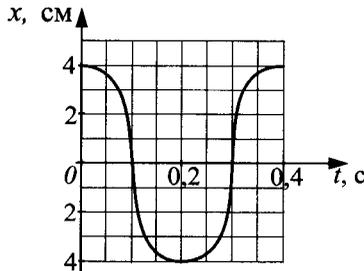


Рис. 363

Ответ: _____ с.

1020. Используя график зависимости координаты колеблющейся точки от времени, приведённый на рисунке 364, определите частоту её колебаний.

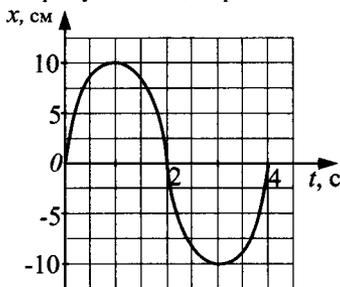


Рис. 364

Ответ: _____ Гц.

1021. В таблице представлены данные зависимости от времени координаты металлического шара, колеблющегося вдоль оси Ox .

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
$x, \text{ см}$	0	1	3	6	8	9	8	6	3	1	0	-1	-3	-6	-8

Какова частота колебаний шара?

Ответ: _____ Гц.

1022. Определите, на каком графике (см. рис. 365) начальная фаза $\varphi_0 = 0$, если уравнение этих колебаний имеет вид $x = x_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$.

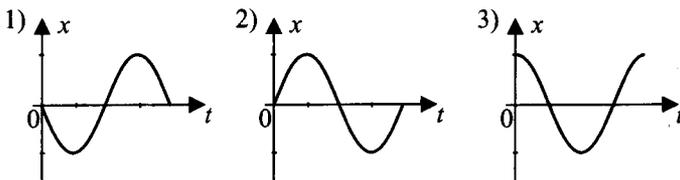


Рис. 365

Ответ: _____.

1023. Скорость тела, совершающего колебательное движение, меняется по закону $v_x = a \cdot \cos(b \cdot t + \pi/2)$, где $a = 3 \text{ см/с}$, $b = 4 \text{ с}^{-1}$. Чему равна амплитуда скорости?

Ответ: _____ м/с.

1024. Материальная точка колеблется по закону $x = 0,1 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (м).

Чему равен период колебаний?

Ответ: _____ с.

1025. Материальная точка колеблется по закону $x = 5 \sin \frac{2\pi}{T} t$ (см). Чему равно смещение точки из положения равновесия в момент времени $t = \frac{3}{4} T$?

Ответ: _____ см.

1026. Скорость тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени по закону $v = 3 \cdot 10^{-2} \sin(2\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Какова частота колебаний?

Ответ: _____ Гц.

1027. Скорость колеблющейся точки меняется по закону $v = 0,25 \sin(3\pi t + \pi/3)$ см/с. Каков период колебаний точки? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ с.

1.2. Математический и пружинный маятники

1028. За какую часть периода T шарик математического маятника проходит путь от левого крайнего положения до правого крайнего положения?

Ответ: _____ $\cdot T$.

1029. В положении равновесия скорость груза математического маятника равна v . Чему будет равен модуль скорости этого груза через $\frac{1}{2}$ периода?

Ответ: _____ $\cdot v$.

1030. Маятник при свободных колебаниях отклонился в крайнее положение 15 раз в минуту. Какова частота колебаний?

Ответ: _____ Гц.

1031. Во сколько раз увеличится период колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 4 раза, а массу груза уменьшить в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

1032. Длину нити математического маятника сделали короче в 2 раза, а массу груза увеличили в 2 раза. Во сколько раз уменьшился период свободных колебаний маятника?

Ответ: в _____ раз(-а).

1033. Если на некоторой планете период колебаний секундного земного математического маятника окажется равным 2 с, то чему равно ускорение свободного падения на этой планете?

Ответ: _____ м/с².

1034. На рисунке 366 приведён график колебаний груза на нити. Чему, согласно этому графику, приблизительно равна длина маятника? Ответ округлите до целых.

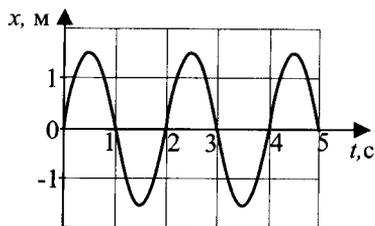


Рис. 366

Ответ: _____ м.

1035. Маятник длиной 1 м совершил 60 колебаний за 2 мин. Найдите ускорение свободного падения для данной местности. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ м/с².

1036. Металлический шарик, подвешенный на длинной невесомой нити, совершает колебания, описываемые уравнением $x = 0,05 \sin(0,8\pi t)$. Определите период колебаний шарика.

Ответ: _____ с.

1037. Каков период колебаний груза на пружинке, если он из верхнего крайнего положения проходит путь до нижнего крайнего положения за 0,4 с?

Ответ: _____ с.

1038. Тело колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси x . На рисунке 367 показан график зависимости координаты этого тела от времени. Найдите, в какой точке (1, 2, 3 или 4) проекция скорости тела на ось x равна нулю.

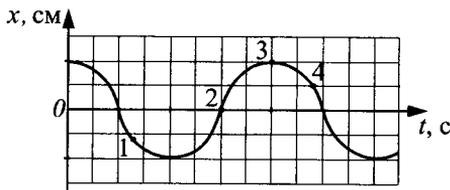


Рис. 367

Ответ: в точке _____.

1039. Груз, подвешенный на пружине, совершает свободные колебания между точками 1 и 3 (см. рис. 368). В каком положении груза равнодействующая сила равна нулю?



Рис. 368

Ответ: в точке _____.

1040. При гармонических колебаниях пружинного маятника координата груза изменяется с течением времени t , как это показано на рисунке 369. Найдите период колебаний T .

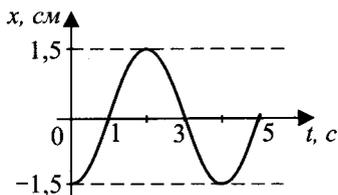


Рис. 369

Ответ: _____ с.

1041. Материальная точка массой 2 кг прикреплена к пружине жёсткостью 100 Н/м. Чему равен период колебаний этого упругого маятника?

Ответ: _____ с.

1042. Массу груза пружинного маятника увеличили в 4 раза. Во сколько раз увеличился период колебаний маятника?

Ответ: в _____ раз(-а).

1043. Найдите массу груза, который на пружине жёсткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

Ответ: _____ кг.

1044. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 600 Н/м, совершает гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость пружины, чтобы частота колебаний уменьшилась в 2 раза?

Ответ: _____ Н/м.

1045. Пружинный маятник массой $0,16$ кг совершает гармонические колебания. Какой должна стать масса этого маятника, чтобы период колебаний увеличился в два раза?

Ответ: _____ кг.

1.3. Превращение энергии при гармонических колебаниях

1046. Математический маятник совершает незатухающие колебания в вертикальной плоскости (см. рис. 370). В какой точке траектории кинетическая энергия минимальна?

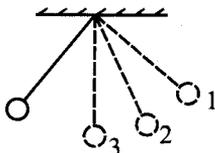


Рис. 370

Ответ: _____.

1047. Математический маятник с периодом колебаний T отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю (см. рис. 371). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника во второй раз достигнет минимума?

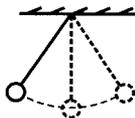


Рис. 371

Ответ: _____ $\cdot T$.

1048. Математический маятник с периодом колебаний T отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю (см. рис. 371). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника во второй раз достигнет минимума?

Ответ: _____ $\cdot T$.

1049. При свободных колебаниях пружинного маятника максимальное значение его потенциальной энергии равно 10 Дж, максимальное значение ки-

нетической энергии равно 10 Дж. Какова полная механическая энергия груза и пружины?

Ответ: _____ Дж.

1050. На графике, изображённом на рисунке 372, представлено, как изменялась потенциальная энергия математического маятника с течением времени. Определите, чему равна кинетическая энергия маятника в момент времени $t = 3$ с.

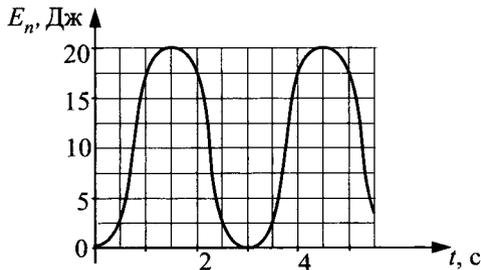


Рис. 372

Ответ: _____ Дж.

1051. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом T . В момент начала наблюдения $t = 0$ отклонение груза от положения равновесия было равно 0. За какое время после этого потенциальная энергия маятника достигнет своего максимального значения 5 раз?

Ответ: _____ $\cdot T$.

1052. Гири массой 2 кг подвешена на стальной пружине и совершает свободные колебания вдоль вертикально направленной оси Ox , координата x центра масс гири, выраженная в метрах, изменяется со временем по закону $x = 0,2 \sin 10t$. Чему равна кинетическая энергия гири в начальный момент времени?

Ответ: _____ Дж.

1053. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = 5 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 4$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, кинетическая энергия маятника примет минимальное значение?

Ответ: _____ с.

1054. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = 10 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 2$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия уменьшится вдвое?

Ответ: _____ с.

1.4. Вынужденные колебания. Резонанс

1055. На рисунке 373 изображена зависимость амплитуды вынужденных колебаний материальной точки от частоты вынуждающей силы. Каково значение резонансной частоты?

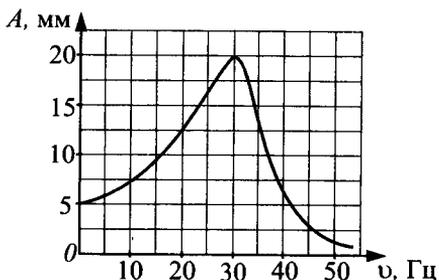


Рис. 373

Ответ: _____ Гц.

1056. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая, см. рис. 374). Чему равно отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц?

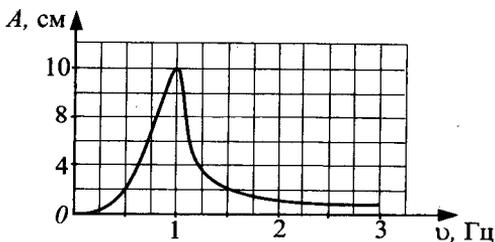


Рис. 374

Ответ: _____.

§ 2. Электромагнитные колебания

1057. На рисунке 375 представлен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре.

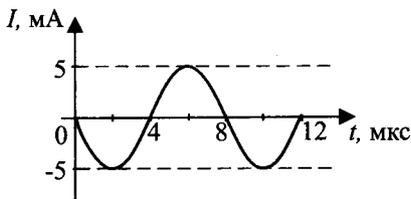


Рис. 375

На каком из графиков (см. рис. 376) правильно показан процесс изменения заряда на конденсаторе?

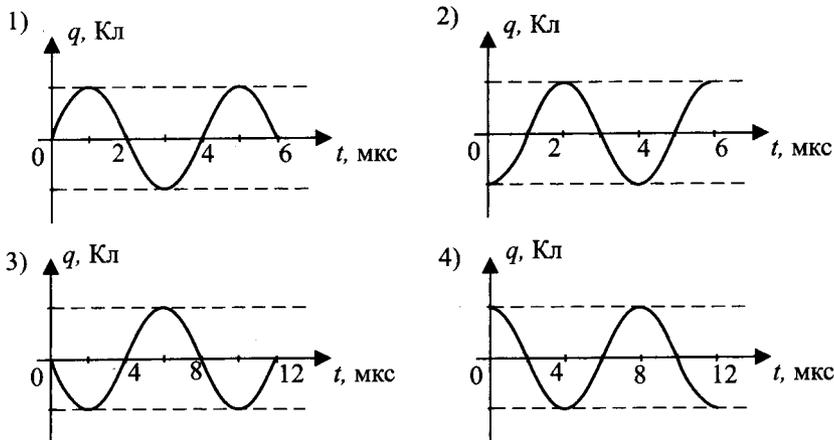


Рис. 376

Ответ: _____.

1058. В колебательном контуре заряд конденсатора изменяется с течением времени так, как это показано в таблице

t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q , нКл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

С какой частотой изменяется энергия магнитного поля катушки?

Ответ: _____ кГц.

1059. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом, равным 50 мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен 2 мкКл. Каков будет модуль заряда конденсатора через $t = 75$ мкс?

Ответ: _____ мкКл.

1060. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом, равным 20 мкс. В начальный момент времени заряд левой обкладки конденсатора максимален и равен 2 мкКл. Каков будет заряд этой обкладки конденсатора через $t = 30$ мкс?

Ответ: _____ мкКл.

1061. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом, равным 50 мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен 3 мкКл. Каков будет модуль заряда конденсатора через $t = 37,5$ мкс?

Ответ: _____ мкКл.

1062. В идеальном колебательном контуре в начальный момент времени напряжение на конденсаторе максимально. Через какую долю периода T электромагнитных колебаний энергия магнитного поля катушки будет максимальной?

Ответ: _____ $\cdot T$.

1063. На рисунке 377 приведён график зависимости силы электрического тока в колебательном контуре от времени. Определите период колебаний напряжения на пластинах конденсатора.

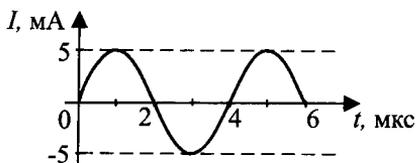


Рис. 377

Ответ: _____ мкс.

1064. Если ёмкость конденсатора, входящего в состав колебательного контура, увеличить в 4 раза, то во сколько раз увеличится период колебаний?

Ответ: в _____ раз(-а).

1065. На рисунке 378 приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. Если увеличить индуктивность катушки в 4 раза, то чему станет равен период колебаний?

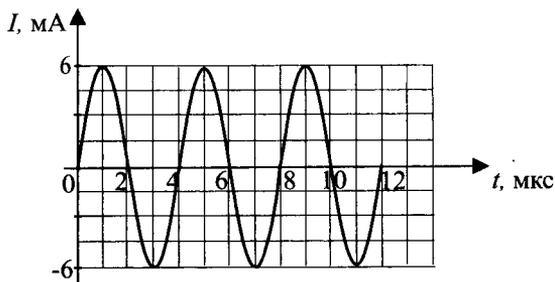


Рис. 378

Ответ: _____ мкс.

1066. На рисунке 379 приведён график зависимости силы тока от времени при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше?

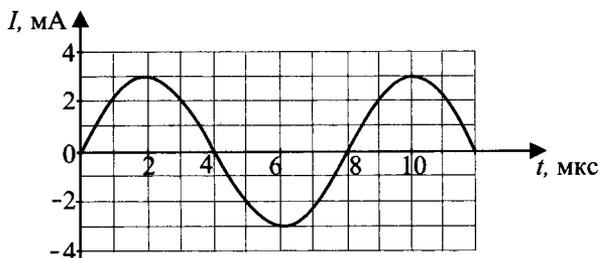


Рис. 379

Ответ: _____ мкс.

1067. К конденсатору колебательного контура подключили параллельно ещё один такой же конденсатор. Во сколько раз увеличился период колебаний в контуре?

Ответ: в _____ раз(-а).

1068. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивности L . Во сколько раз уменьшится частота свободных

электромагнитных колебаний в этом контуре, если ёмкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

1069. Во сколько раз увеличится длина волны, на которую настроен колебательный контур радиоприёмника, если увеличить ёмкость конденсатора в 1,44 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

1070. Во сколько раз уменьшится частота колебаний, на которую настроен колебательный контур радиоприёмника, если увеличить индуктивность катушки в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

1071. Колебания заряда на обкладках конденсатора в колебательном контуре происходят по закону $q = 10^{-2} \cos(2\pi t + \pi/2)$ мкКл. Чему равен период колебаний напряжения между обкладками конденсатора?

Ответ: _____ с.

1072. Колебания заряда на обкладках конденсатора в колебательном контуре происходят по закону $q = 10^{-2} \cos(2\pi t + \pi/2)$ мкКл. Чему равна частота колебаний тока в контуре?

Ответ: _____ Гц.

1073. В идеальном колебательном контуре (см. рис. 380) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U = 10 \cos(1000\pi t)$ (все величины выражены в СИ). Определите период колебаний заряда на конденсаторе.

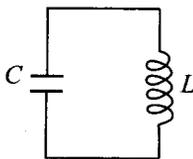


Рис. 380

Ответ: _____ мс.

1074. Контур состоит из катушки индуктивностью $L = 400$ мкГн и конденсатора ёмкостью $C = 400$ пФ. Чему равна частота собственных колебаний контура?

Ответ: _____ МГц.

1075. Период колебаний напряжения на пластинах конденсатора в колебательном контуре равен 4 мкс. Какова частота колебаний энергии магнитного поля в катушке колебательного контура?

Ответ: _____ кГц.

1076. Какова должна быть индуктивность катушки, чтобы при ёмкости 2 мкФ период колебаний в колебательном контуре был равен 10^{-3} с ?

Ответ: _____ мГн.

1077. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 1 мкФ и катушки индуктивностью 4 Гн . Чему равен период колебаний контура?

Ответ: _____ мс.

1078. Заряд колебательного контура, состоящего из катушки и конденсатора ёмкостью 50 мкФ , меняется по закону $q = 10^{-4} \sin(2 \cdot 10^3 t)$, где все величины выражены в СИ. Чему равна максимальная энергия катушки?

Ответ: _____ мкДж.

§ 3. Механические волны

1079. Мальчик услышал звук грома через 5 секунд после вспышки молнии. Определите, на каком расстоянии от мальчика ударила молния, если скорость звука в воздухе равна 340 м/с .

Ответ: _____ км.

1080. У входа в вертикальную шахту произведён выстрел. Через какое время после выстрела звук выстрела вернётся к стрелку, отразившись от дна шахты, если её глубина 255 м ? Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с .

Ответ: _____ с.

1081. Через какое время после выкрика придёт к человеку эхо от этого звука, если расстояние до преграды, от которой отразится звук, равно 170 м ? Скорость звука в воздухе считать равной 340 м/с .

Ответ: _____ с.

1082. На рисунке 381 показан график колебаний одной из точек струны. Какова частота этих колебаний?

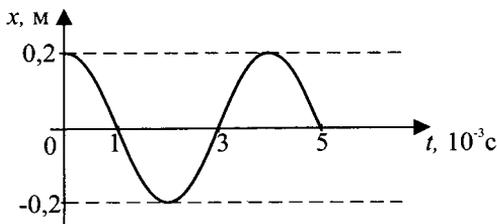


Рис. 381

Ответ: _____ Гц.

1083. На рисунке 382 приведён график волнового процесса. Волна распространяется вдоль оси OX со скоростью 8 м/с. Чему равен период колебаний волны?

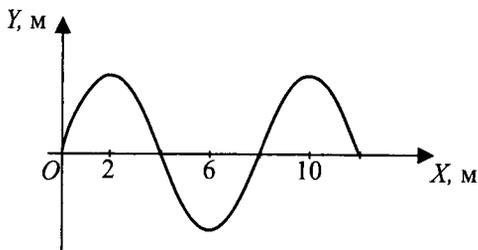


Рис. 382

Ответ: _____ с.

1084. Учитель продемонстрировал опыт по распространению волны по длинному шнуру. В один из моментов времени форма шнура оказалась такой, как это показано на рисунке 383. Скорость распространения колебания по шнуру равна 2 м/с. Чему равна частота колебаний?

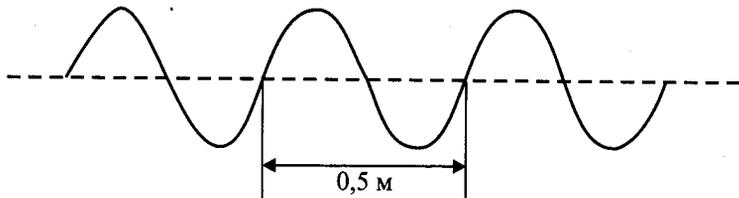


Рис. 383

Ответ: _____ Гц.

1085. Волна распространяется вдоль резинового шнура со скоростью 4 м/с при частоте 5 Гц. Чему равно минимальное расстояние между точками шнура, которые одновременно проходят через положение равновесия, двигаясь при этом в противоположных направлениях?

Ответ: _____ м.

1086. Расстояние между точками волны, колеблющимися с разностью фаз $\pi/2$, равно 25 см. Чему равна скорость распространения волны, если период колебаний равен 0,4 с?

Ответ: _____ м/с.

1087. Определите длину звуковой волны частотой 50 Гц. Скорость звука равна 300 м/с.

Ответ: _____ м.

1088. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Длина звуковой волны 50 см. Какова частота колебаний источника звука?

Ответ: _____ Гц.

1089. Какова скорость звуковых волн в среде, если при частоте 250 Гц длины волны $\lambda = 5$ м?

Ответ: _____ м/с.

1090. Волна с периодом колебаний 2 с распространяется со скоростью 15 м/с. Определите длину волны.

Ответ: _____ м.

1091. Какова частота звуковых колебаний в среде, если скорость звука в этой среде $v = 5000$ м/с, а длина волны $\lambda = 20$ м?

Ответ: _____ Гц.

Изменение физических величин в процессах

1092. Нитяной маятник с грузом массой m и длиной нити l совершает колебания с периодом T_0 . Как изменятся период и частота колебаний, если при неизменной амплитуде колебаний уменьшить длину нити?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	Частота

1093. При изучении гармонических колебаний груз на пружине заменили на другой, масса которого поменьше. Как при этом изменятся период колебаний и максимальная скорость груза при той же амплитуде колебаний? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная скорость

1094. Груз совершает колебания на пружине. Как изменятся полная энергия системы и кинетическая энергия груза в точке максимального сжатия пружины, если первоначальное растяжение пружины увеличить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная энергия системы	Кинетическая энергия груза в точке максимального сжатия пружины

1095. Массу груза математического маятника увеличили, придав новому маятнику ту же начальную скорость, как и предыдущему. Как изменятся в результате этого максимальная потенциальная энергия маятника и его максимальная кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная потенциальная энергия	Максимальная кинетическая энергия

1096. Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3 (см. рис. 384). Как изменяются потенциальная энергия пружины маятника и модуль скорости груза при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?

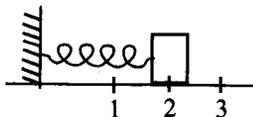


Рис. 384

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается

- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Модуль скорости груза

1097. Груз массой m колеблется с периодом T и амплитудой A на гладком горизонтальном столе (см. рис. 385). Что произойдёт с периодом колебаний и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

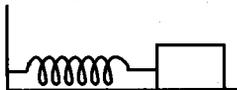


Рис. 385

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия

1098. Пружинный маятник совершает малые колебания. Что произойдёт с его периодом колебаний и максимальной кинетической энергией, если при неизменной массе груза и амплитуде колебаний увеличить жёсткость пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная кинетическая энергия

1099. Математический маятник совершает малые колебания. Что произойдёт с его периодом колебаний и максимальной кинетической энергией,

если при неизменной массе груза и амплитуде колебаний укоротить нить?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная кинетическая энергия

1100. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Как изменятся ёмкость конденсатора и максимальная энергия магнитного поля катушки, если при неизменном начальном заряде конденсатор заполнить диэлектриком?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Максимальная энергия магнитного поля

1101. Начальный заряд, сообщённый конденсатору колебательного контура, уменьшили. Как изменились амплитуда напряжения и амплитуда силы тока?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

Амплитуда напряжения	Амплитуда силы тока

1102. Расстояние между пластинами конденсатора, включённого в идеальный колебательный контур, увеличивают. Что происходит с периодом

свободных колебаний в контуре и амплитудой тока в катушке индуктивности?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Амплитуда тока

1103. При настройке колебательного контура радиопередатчика его ёмкость увеличили. Как при этом изменились период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний тока	Длина волны излучения

1104. При настройке колебательного контура радиопередатчика его индуктивность уменьшили. Как при этом изменились частота излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

1105. Электрический колебательный контур радиоприёмника настроен на некоторую длину волны. Как изменятся частота колебаний в контуре и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний в контуре	Длина волны

1106. Как изменятся собственная частота колебательного контура и длина волны, на которую он настроен, если в конденсатор поместить пластину из диэлектрика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Собственная частота	Длина волны

Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами

1107. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость периода колебаний математического маятника от массы грузика;
- Б) зависимость кинетической энергии колеблющегося на пружинке тела от времени;
- В) зависимость угла отклонения колеблющегося математического маятника от времени.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1 – 5 (см. рис. 386). Для каждой зависимости А – В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

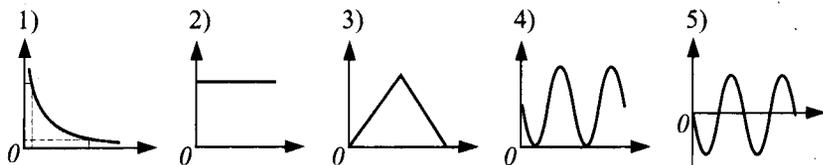


Рис. 386

Ответ:

А	Б	В

1108. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость полной энергии колебательного контура от времени;
- Б) зависимость угла отклонения нити математического маятника из положения равновесия от времени;
- В) зависимость импульса мяча, катящегося вниз по наклонной плоскости, от времени.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1 – 5 (см. рис. 387). Для каждой зависимости А – В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

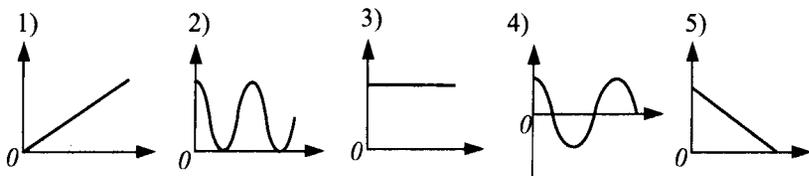


Рис. 387

Ответ:

А	Б	В

1109. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость высоты, на которой находится подброшенное вверх тело, от времени;
- Б) зависимость энергии магнитного поля в катушке колебательного контура от времени;
- В) зависимость силы тока, текущего через проводник, от напряжения на его концах.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1 – 5 (см. рис. 388). Для каждой зависимости

А – В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

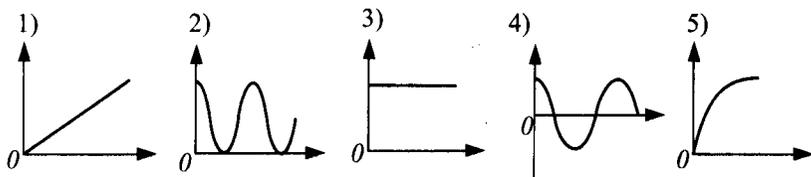


Рис. 388

Ответ:

А	Б	В

1110. Груз массой m , подвешенный к пружине жёсткостью k , совершает гармонические колебания с амплитудой A . Длина пружины в положении равновесия груза равна l . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) период колебаний	1) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
Б) максимальная скорость движения груза	2) $A\sqrt{\frac{g}{l}}$
	3) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
	4) $A\sqrt{\frac{k}{m}}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

1111. Груз, висящий на пружине (см. рис. 389), выводят из положения равновесия, растягивая пружину, и отпускают. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

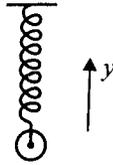
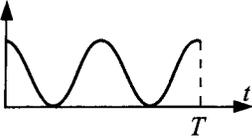
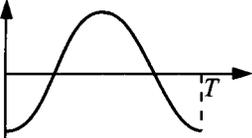


Рис. 389

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) координата y 2) проекция скорости v_y 3) кинетическая энергия E_k 4) потенциальная энергия упругой деформации E_p</p>

Ответ:

А	Б

1112. Математический маятник колеблется около положения равновесия (см. рис. 390). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания маятника после очередного прохождения положения равновесия. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

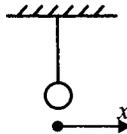
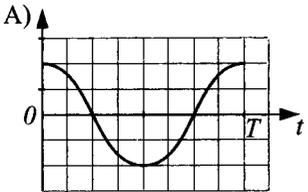
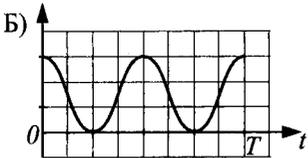


Рис. 390

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) координата 2) кинетическая энергия 3) полная механическая энергия 4) скорость

Ответ:

А	Б

1113. Шарик на нити отклонили от положения равновесия и в момент времени $t = 0$ отпустили из состояния покоя (см. рис. 391). На графиках А и Б изображено изменение физических величин, характеризующих движение шарика. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

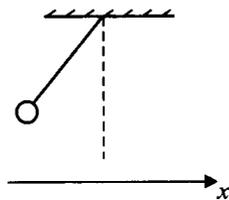
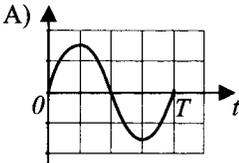
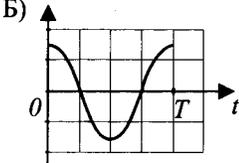


Рис. 391

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) потенциальная энергия E_n</p> <p>2) проекция импульса p_x</p> <p>3) координата x</p> <p>4) проекция ускорения a_x</p>

Ответ:

А	Б

1114. Колебательный контур радиоприёмника, состоящий из катушки индуктивностью L и конденсатора ёмкостью C , настроен на некоторую длину волны λ (c — скорость света). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) резонансная частота контура ν	1) $\frac{c}{2\pi\sqrt{LC}}$
Б) длина волны λ , на которую настроен контур	2) $2\pi c\sqrt{LC}$ 3) \sqrt{LC} 4) $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Ответ:

А	Б

1115. В колебательном контуре конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 392). В момент $t = 0$ ключ K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период колебаний). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

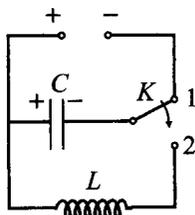
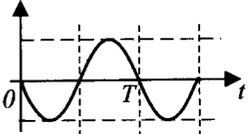
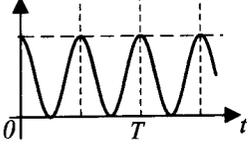


Рис. 392

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) модуль напряжения на конденсаторе 2) сила тока в катушке 3) энергия электрического поля конденсатора 4) энергия магнитного поля катушки</p>

Ответ:

А	Б

1116. В колебательном контуре конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 393). В момент $t = 0$ ключ K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. T — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

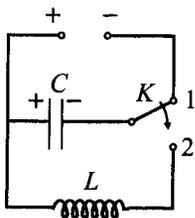
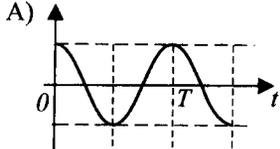
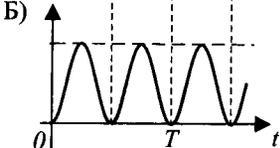


Рис. 393

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) энергия магнитного поля катушки 4) энергия электрического поля конденсатора

Ответ:

А	Б

1117. На схеме (см. рис. 394) изображён колебательный контур, подключённый к источнику ЭДС. Графики А и Б представляют собой зависимости от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя K из положения 1 в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

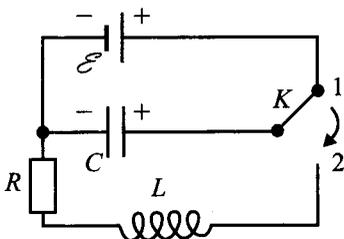
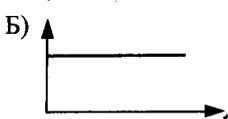


Рис. 394

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) заряд правой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) энергия электрического поля конденсатора 4) электроёмкость конденсатора</p>

Ответ:

А	Б

1118. Конденсатор колебательного контура заряжен некоторым зарядом, после чего контур предоставлен сам себе (см. рис. 395). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после того, как ток в катушке индуктивности в очередной раз достиг максимальной силы. Установите соответствие между графиками и соответствующими физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

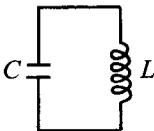
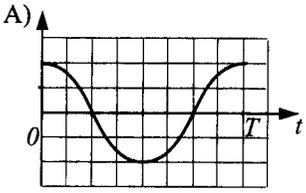
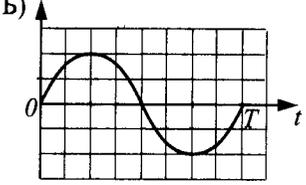


Рис. 395

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) заряд конденсатора 2) сила тока в катушке 3) энергия магнитного поля в катушке 4) энергия электрического поля в конденсаторе</p>

Ответ:

А	Б

Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков

1119. Два пружинных маятника колеблются независимо друг от друга. На рисунке 396 показано, как меняется положение каждого груза (x) с течением времени (t).

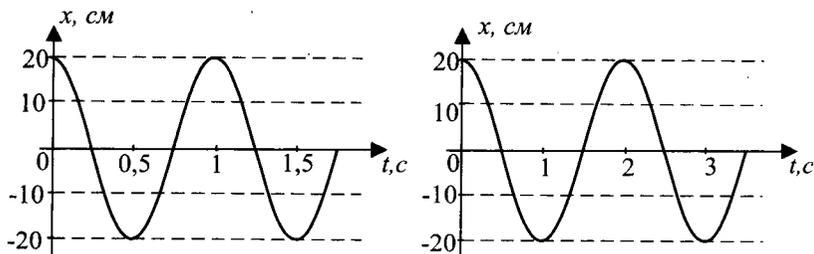


Рис. 396

Используя графические данные, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) За 10 с первый маятник совершит в 2 раза больше полных колебаний, чем второй.
- 2) Жёсткость пружины второго маятника меньше жёсткости пружины первого.
- 3) Маятники имеют разные амплитуды и периоды колебаний.
- 4) Маятники имеют одинаковые частоты, но разные амплитуды колебаний.
- 5) Маятники имеют одинаковые амплитуды, но разные периоды колебаний.

Ответ: _____ .

1120. На рисунке 397 представлен график зависимости координаты колеблющегося тела от времени.

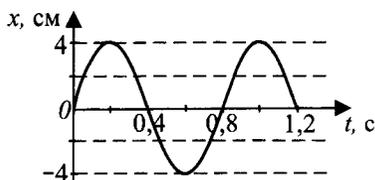


Рис. 397

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний тела равен 0,8 с.
- 2) Амплитуда колебаний равна 8 см.
- 3) Частота колебаний равна 25 Гц.
- 4) Амплитуда колебаний равна 4 см.
- 5) Период колебаний тела равен 0,4 с.

Ответ: _____ .

1121. На рисунке 398 представлен график зависимости потенциальной энергии математического маятника, совершающего гармонические колебания, от времени. Потенциальная энергия отсчитывалась от положения равновесия.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний маятника составляет 2 с.

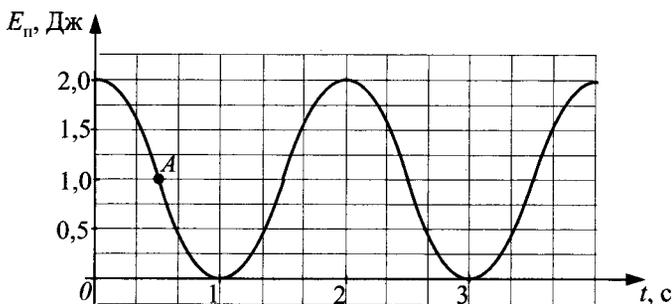


Рис. 398

- 2) В момент времени, соответствующий на графике точке A , кинетическая энергия маятника равна 1,5 Дж.
- 3) Полная энергия маятника в момент времени $t = 1$ с равна 2 Дж.
- 4) Маятник совершает затухающие колебания.
- 5) В момент времени $t = 1,5$ с кинетическая энергия маятника равна его потенциальной энергии.

Ответ: _____.

1122. В таблице представлены данные о положении шарика, прикреплённого к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
$x, \text{см}$	0	1	3	6	8	9	8	6	3	1	0	-1	-3	-6	-8

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие данное движение тела.

- 1) Период колебаний шарика равен 4 с.
- 2) Потенциальная энергия пружины в момент времени 3 с минимальна.
- 3) Кинетическая энергия шарика в момент времени 2 с максимальна.
- 4) Ускорение шарика в момент времени 2 с равно нулю.
- 5) Скорость шарика максимальна в момент времени 1 с.

Ответ: _____.

1123. В таблице представлены данные о положении шарика, прикреплённого к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
$x, \text{см}$	0	1	3	6	8	9	8	6	3	1	0	-1	-3	-6	-8

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие данное движение тела.

- 1) Период колебаний кинетической энергии шарика равен 2 с.
- 2) Частота колебаний шарика равна $0,5 \text{ с}^{-1}$.
- 3) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1 с максимальна.
- 4) Амплитуда колебаний шарика равна 9 см.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 2 с минимальна.

Ответ: _____ .

1124. На рисунке 399 представлен математический маятник, совершающий незатухающие колебания между точками А и Б. Точка О соответствует положению равновесия маятника.

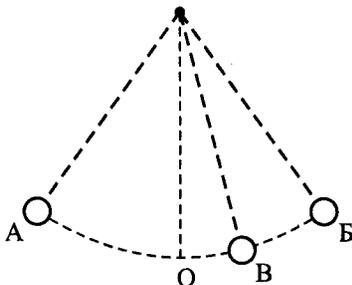


Рис. 399

Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите в ответе их номера.

- 1) За время, равное периоду колебаний, маятник проходит путь, равный длине дуги АБ.
- 2) При перемещении маятника из положения О в положение В потенциальная энергия уменьшается, а кинетическая энергия увеличивается.
- 3) В точке О кинетическая энергия маятника максимальна.
- 4) Расстояние АБ соответствует амплитуде колебаний.
- 5) В точках А и Б потенциальная энергия маятника принимает максимальное значение.

Ответ: _____ .

1125. На рисунке 400 представлен математический маятник, совершающий незатухающие колебания между точками А и Б. Точка О соответствует положению равновесия маятника.

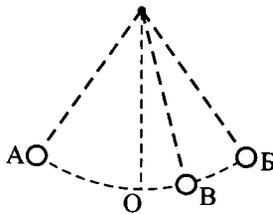


Рис. 400

Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите в ответе их номера.

- 1) При перемещении маятника из положения О в положение В потенциальная энергия увеличивается, а кинетическая энергия уменьшается.
- 2) За время, равное половине периода колебаний, маятник проходит путь, равный длине дуги АВ.
- 3) В точке О кинетическая энергия маятника равна 0.
- 4) Расстояние АВ соответствует амплитуде колебаний.
- 5) В точках А и В кинетическая энергия маятника принимает максимальное значение.

Ответ: _____.

1126. На рисунке 401 представлены виды электромагнитных волн в зависимости от величины длины волны, данной в ангстремах ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$).

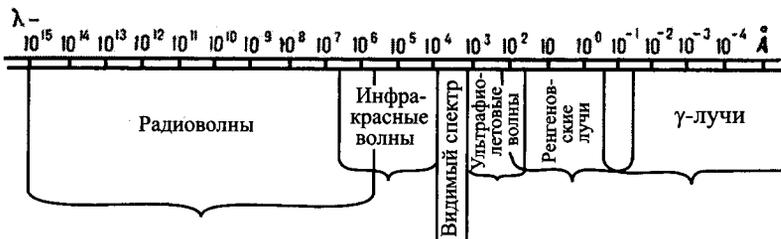


Рис. 401

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных шкалы. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Электромагнитные волны частотой $3 \cdot 10^3 \text{ ГГц}$ — γ -лучи.
- 2) Электромагнитные волны длиной волны $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ принадлежат видимому спектру.

- 3) Электромагнитные волны длиной волны 10 км принадлежат только инфракрасному излучению.
- 4) Рентгеновские лучи имеют большую частоту по сравнению с ультрафиолетовыми лучами.
- 5) В вакууме рентгеновские лучи имеют большую скорость распространения по сравнению с видимым светом.

Ответ: _____ .

1127. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в колебательном контуре с течением времени.

$t, \text{ мс}$	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
$I, \text{ мА}$	2	1	0	-1	-2	-1	0	1	2	1

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В начальный момент энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 2) С 12-й по 20-ю мс заряд на конденсаторе достиг своего максимума.
- 3) В момент $t = 8$ мс энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 16$ мс энергия конденсатора максимальна.
- 5) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен 16 мс.

Ответ: _____ .

1128. В таблице показано, как изменяется заряд на обкладках конденсатора в колебательном контуре, подключённого к источнику переменного тока.

$t, \text{ мкс}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, \text{ мкКл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Максимальное значение заряда равно 2 мкКл.
- 2) Заряд на обкладках конденсатора равномерно убывает с 1-й по 5-ю секунду.
- 3) Заряд на обкладках конденсатора равномерно возрастает с 5-й по 9-ю секунду.

- 4) Период колебаний заряда равен 8 мкс.
- 5) Период колебаний заряда равен 4 мкс.

Ответ: _____ .

1129. На рисунке 402 изображён график изменения силы тока в катушке колебательного контура от времени.

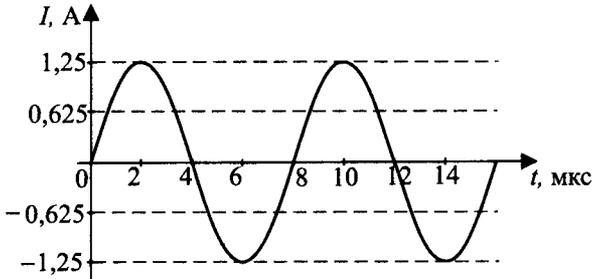


Рис. 402

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний силы тока равен 2 мкс.
- 2) Амплитуда колебаний силы тока равна 1,25 А.
- 3) Сила тока в колебательном контуре изменяется по закону синуса.
- 4) С 4-й по 5-ю микросекунду сила тока возрастает.
- 5) В момент времени, равный 4 мкс, сила тока в катушке максимальна.

Ответ: _____ .

1130. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 25$ мкФ и катушки индуктивностью $L = 1$ Гн (см. рис. 403а). Напряжение на клеммах конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке 403б.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного графика. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Максимальная энергия магнитного поля катушки равна 1,25 мДж.
- 2) Между 8-й и 9-й секундами энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 3) В момент времени $t = 4$ с энергия электрического поля конденсатора равна нулю.

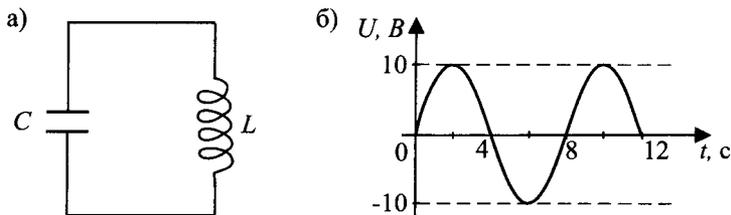


Рис. 403

- 4) Между 2-й и 4-й секундами энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора.
- 5) В момент времени $t = 8$ с энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ: _____.

1131. При исследовании зависимости амплитуды колебания тока в колебательном контуре от частоты внешнего переменного напряжения были получены следующие экспериментальные точки (см. рис. 404). Индуктивность катушки $L = 25$ мГн.

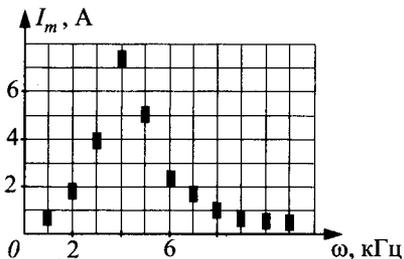


Рис. 404

Из приведённого ниже списка выберите **все** утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В опыте происходила диссипация механической энергии.
- 2) Собственная частота колебаний контура примерно равна $\omega_0 = 4$ кГц.
- 3) Электроёмкость конденсатора примерно равна 2,5 мкФ.
- 4) Активное сопротивление контура примерно равно 2,5 Ом.
- 5) В контуре при частоте внешнего напряжения $\nu = 4 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ происходит резонанс.

Ответ: _____.

Расчётные задачи повышенного уровня сложности

§ 4. Механические колебания

1132. Расстояние между точками, колеблющимися в одинаковых фазах, равно 0,4 м; период колебаний точки равен 0,5 с. Определите скорость волны.

1133. Амплитуда колебаний математического маятника $A = 10$ см. Наибольшая скорость маятника $v = 0,5$ м/с. Определите длину такого маятника.

1134. Тело массой 1 кг совершает гармонические колебания по закону $x = 6 \cos(4t - \pi/4)$. Определите полную энергию тела в процессе колебаний.

1135. Частица массой 100 г совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2 \cos(2\pi t)$ м. Какова полная энергия частицы?

1136. Максимальная скорость груза массой 100 г, колеблющегося на горизонтальной расположенной пружине жёсткостью 25 Н/м, при прохождении положения равновесия равна 20 см/с. Каково максимальное растяжение пружины?

1137. Амплитуда колебаний вертикального пружинного маятника составляет 2,5 см. Какова жёсткость пружины маятника, если максимальная кинетическая энергия маятника равна 0,5 Дж?

1138. Определите расстояние между двумя соседними точками, колеблющимися в одинаковой фазе, если волна распространяется со скоростью 325 м/с, а частота её колебаний равна 250 Гц.

1139. Тело совершает гармонические колебания вдоль оси X . Расстояние между точками, в которых скорость тела равна нулю, равно 6 см, период колебаний $T = 0,628$ с. Какова максимальная скорость тела?

1140. Частота колебаний маятника в кабине опускающегося вниз с постоянной скоростью лифта равна ν . Найдите частоту колебаний этого маятника в кабине лифта, если он движется вниз с ускорением $a = 0,75g$.

1141. Какова частота колебаний математического маятника длиной 1 м, находящегося в вагоне, движущемся с ускорением 5 м/с^2 ?

§ 5. Электромагнитные колебания

1142. Генератор, колебательный контур которого имеет индуктивность L_0 и ёмкость C_0 , излучает электромагнитную волну длиной λ_0 . Во сколько раз увеличивается длина волны при увеличении втрое индуктивности и ёмкости?

1143. Во сколько раз увеличится длина волны, на которую настроен радиоприёмник, если в приёмном колебательном контуре ёмкость конденсатора увеличить в 9 раз?

1144. Конденсатор заряжен и включён в колебательный контур. Через какое время (в долях периода $\frac{t}{T}$) на конденсаторе колебательного контура впервые будет заряд, равный половине амплитудного значения?

1145. Цепь состоит из последовательно соединённых конденсатора ёмкостью 10 мкФ и катушки индуктивностью 25 мГн. Какой должна быть циклическая частота переменного тока в цепи, чтобы возник резонанс?

1146. Закон изменения заряда в идеальном колебательном контуре описывается уравнением $q = 10^{-4} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ Кл. Индуктивность катушки составляет 0,5 Гн. Чему равна ёмкость конденсатора?

1147. Заряженный конденсатор замкнут на катушку индуктивности. Через какую часть периода колебаний энергия конденсатора будет равна энергии магнитного поля в катушке индуктивности?

1148. В колебательном контуре ёмкость конденсатора равна 1 мкФ, а максимальное напряжение на нём равно 5 В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 3 В. Найдите энергию магнитного поля катушки в этот момент.

1149. Каков период колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и двух параллельно соединённых друг с другом катушек индуктивности? Ёмкость конденсатора $4,5 \cdot 10^{-3}$ Ф, индуктивность катушек $4 \cdot 10^{-6}$ Гн и $5 \cdot 10^{-6}$ Гн.

1150. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 6$ мкГн и конденсатора ёмкостью $C = 4$ пФ. Энергия, запасённая в контуре, $W = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Дж. В тот момент, когда заряд на конденсаторе $Q = 3 \cdot 10^{-9}$ Кл, чему равен ток в цепи?

Расчётные задачи высокого уровня сложности

1151. Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания на гладкой горизонтальной плоскости с амплитудой 10 см. На сколько сантиметров сместится шарик от положения равновесия за время, в течение которого его кинетическая энергия уменьшается вдвое?

1152. Шарик, прикрепленный к пружине и насаженный на горизонтальную направляющую, совершает гармонические колебания. Зависимость проекции силы упругости пружины на ось Ox от координаты шарика представлена на графике (см. рис. 405). Чему равна работа силы упругости на этапе 2–1–0?

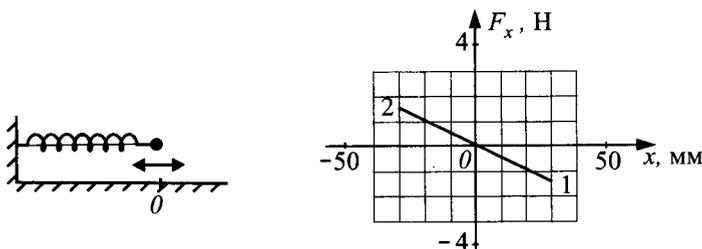


Рис. 405

1153. Конденсатору ёмкостью 0,3 мкФ сообщают заряд 21 мкКл и замыкают его на катушку индуктивностью 3 мГн. Чему будет равна максимальная сила тока в катушке?

1154. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 20 мГн и конденсатора ёмкостью 800 пФ. Амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна 100 В. Найдите максимальное значение силы тока.

1155. Колебательный контур состоит из конденсатора электроёмкостью $C = 40$ пФ и катушки индуктивностью $L = 57$ мкГн. В тот момент, когда сила тока в цепи равна 0,42 А, на конденсаторе накапливается заряд 20 нКл. Найдите максимальную энергию магнитного поля катушки.

1156. Период колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,28 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

1157. Амплитуда колебаний напряжения в контуре 100 В, частота колебаний 5 МГц. Через какое время напряжение впервые будет 71 В?

1158. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности 5 мА, а амплитуда колебаний заряда конденсатора 2,5 нКл. В момент t сила тока равна 3 мА. Найдите заряд в этот момент времени.

1159. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 7,5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

1160. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе $U_m = 15$ В, а амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 10$ мА. В момент времени t сила тока в катушке $I = 6$ мА. Чему равен модуль напряжения на конденсаторе в этот момент?

1161. Период колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,28 мкс. Амплитуда колебаний заряда $q_m = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

1162. В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени t сила тока в катушке $I = 1$ мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент, если период колебаний тока $T = 314 \cdot 10^{-7}$ с, а максимальная амплитуда заряда $q_{max} = 8$ нКл.

1163. Колебательный контур настроен на частоту 20 МГц. В процессе колебаний максимальная сила тока на катушке достигает 12 мА, а амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна 6,28 мВ. Определите индуктивность катушки, включённой в колебательный контур.

1164. В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени t заряд конденсатора $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, а сила тока в катушке $I = 5$ мА. Период колебаний $T = 10^{-5}$ с. Найдите амплитуду заряда.

1165. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с пластинами по 100 см^2 каждая и катушки индуктивности $L = 2$ мкГн, резонирует на длину волны $\lambda = 5$ м. Определите расстояние между пластинами конденсатора.

Глава V.

Оптика

Теоретический материал

Основные понятия и законы геометрической оптики

В однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно, то есть луч света представляет собой прямую линию.

Первый закон отражения:

лучи, падающий и отражённый, лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности, восстановленным в точке падения луча.

Второй закон отражения:

угол падения равен углу отражения (см. рис. 406).

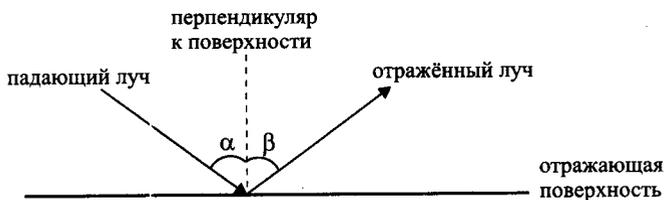


Рис. 406

Здесь α — угол падения, β — угол отражения.

Абсолютный показатель преломления света:

$$n_{\text{абс.}} = \frac{c}{v},$$

где c — скорость света в вакууме, v — скорость света в данной среде.

Относительный показатель преломления показывает, во сколько раз скорость света в первой среде отличается от скорости света во второй среде:

$$n_{\text{отн.}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2},$$

где n_1 и n_2 — абсолютные показатели преломления двух сред, v_1 и v_2 — скорости света в данных средах.

Первый закон преломления:

падающий луч, преломлённый луч и перпендикуляр, восстановленный в точке падения к границе раздела, лежат в одной плоскости (см. рис. 407).



Рис. 407

Второй закон преломления:

отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и называемая относительным показателем преломления второй среды относительно первой:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{\text{отн.}}$$

Или в другом варианте записи

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta.$$

При переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред его частота не меняется, а для длин волн справедливо соотношение

$$n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2.$$

Если свет переходит из оптически более плотной среды (n_1) в оптически менее плотную (n_2), то при выполнении условия $\alpha > \alpha_0$, где α_0 — предельный угол полного отражения, свет вообще не выйдет во вторую среду. Он полностью отразится от границы раздела и останется в первой среде. При этом закон отражения света даёт соотношение

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_{\text{отн.}}} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями или сферической и плоской поверхностями (см. рис. 408), называется *линзой*.

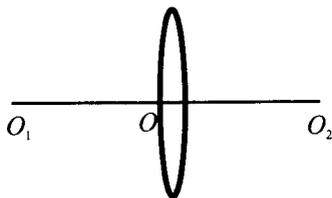


Рис. 408

Линия O_1O_2 , проходящая через центры сферических поверхностей, называется *главной оптической осью* линзы. Точка O , через которую любой луч проходит через линзу не преломляясь, называется *оптическим центром* линзы.

Фокусом линзы называется та точка на главной оптической оси, в которой собирается параллельный пучок света, падающий на линзу вдоль главной оптической оси. Фокусным расстоянием F линзы называется расстояние от оптического центра линзы до её фокуса.

Для построения изображений в линзах удобно пользоваться следующими лучами:

- луч, параллельный главной оптической оси, после преломления в линзе проходит через фокус;
- луч, проходящий через фокус, после преломления в линзе идёт параллельно главной оптической оси;
- луч, проходящий через оптический центр линзы, идёт далее по тому же направлению, не преломляясь в линзе (см. рис. 409).

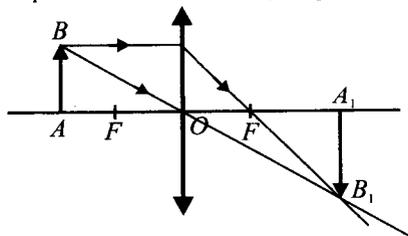


Рис. 409

Положение предмета	Построение изображения	Вид изображения
Предмет расположен между фокусом и линзой		Мнимое, прямое, увеличенное
Предмет находится в фокусе линзы		Изображение отсутствует
Предмет расположен между фокусом и двойным фокусом		Действительное перевернутое, увеличенное
Предмет находится в двойном фокусе		Действительное, перевернутое, равное
Предмет находится за двойным фокусом		Действительное, перевернутое, уменьшенное

На рисунке 410 показано *построение изображения точечного объекта*, расположенного на главной оптической оси собирающей линзы.

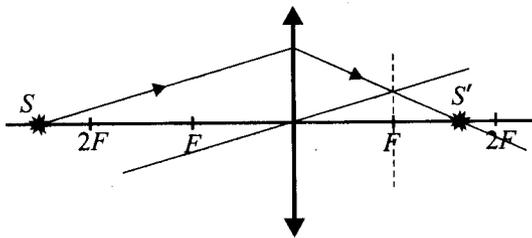


Рис. 410

На рисунке 411 показано *построение изображения в рассеивающей линзе*.

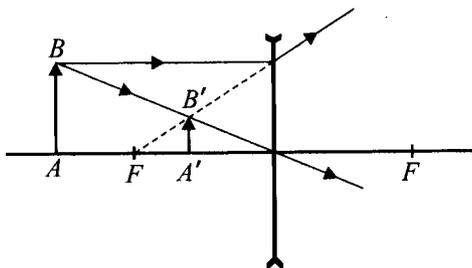


Рис. 411

Оптической силой линзы D называется величина, обратная главному фокусному расстоянию:

$$D = \frac{1}{F}.$$

У собирающей линзы оптическая сила D — положительная величина, а у рассеивающей — отрицательная. Оптическая сила линзы измеряется в *диоптриях* (дптр).

Если предмет находится от линзы на расстоянии d , а его изображение находится от линзы на расстоянии f , то имеет место формула линзы:

$$\pm \frac{1}{F} = \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}.$$

Знак «минус» перед величиной $\frac{1}{f}$ ставится, если изображение мнимое, а знак «минус» перед величиной $\frac{1}{F}$ ставится, если линза рассеивающая.

Увеличение, даваемое линзой,

$$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{|f|}{d}.$$

Здесь H — высота изображения, h — высота предмета.

Основные понятия и законы волновой оптики

Интерференцией называется процесс наложения волн от двух или нескольких источников друг на друга, в результате которого происходит перераспределение энергии волн в пространстве. Для перераспределения энергии волн в пространстве необходимо, чтобы источники волн были когерентны. Это означает, что они должны испускать волны одинаковой частоты и сдвиг по фазе между колебаниями этих источников с течением времени не должен изменяться.

В зависимости от разности хода (Δ) в точке наложения лучей наблюдается *максимум или минимум интерференции*. Если разность хода лучей от синфазных источников Δ равна целому числу длин волн $m\lambda$ (m — целое число), то это максимум интерференции:

$$\Delta = m\lambda,$$

если нечётному числу полуволн — минимум интерференции:

$$\Delta = (2m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}.$$

Дифракцией называют отклонение в распространении волны от прямолинейного направления или проникновение энергии волн в область геометрической тени. Дифракция хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий и отверстий, через которые проходит волна, соизмеримы с длиной волны.

Один из оптических приборов, на котором хорошо наблюдать дифракцию света, — это *дифракционная решётка*. Она представляет собой стеклянную пластинку, на которую на равном расстоянии друг от друга алмазом нанесены штрихи. Расстояние между штрихами — *постоянная решётки* d . Лучи, прошедшие через решётку, дифрагируют под всевозможными углами. Линза собирает лучи, идущие под одинаковым углом дифракции, в одной из точек фокальной плоскости. Идущие под другим углом — в других точках. Накладываясь друг на друга, эти лучи дают максимум или минимум дифракционной картины.

Условия наблюдения максимумов в дифракционной решётке имеют вид:

$$d \sin \varphi = m\lambda,$$

где m — целое число, λ — длина волны (см. рис. 412).

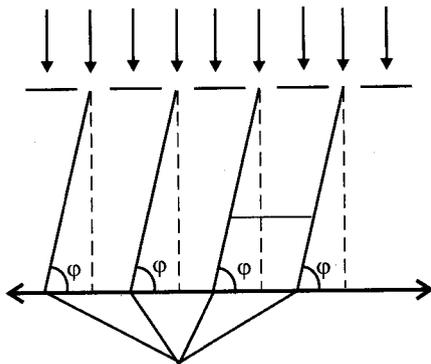


Рис. 412

Дисперсией света называют зависимость скорости распространения света или показателя преломления от длины волны или частоты. Впервые дисперсия света была обнаружена Ньютоном в опытах со стеклянной призмой: узкий луч белого солнечного света падает на стеклянную призму (см. рис. 413).

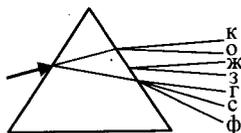


Рис. 413

Поскольку этот свет состоит из набора различных волн разного цвета (разной длины волны в интервале 400–700 нм), а каждому цвету соответствует свой показатель преломления, то эти лучи, по-разному преломляясь в призме, выходят из неё под разными углами. Поэтому на выходе призмы наблюдается много цветовых лучей, которые образуют спектр. В нём присутствуют лучи следующих цветов: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый; угол отклонения для фиолетового луча больше, чем для красного.

Расчётные задачи базового уровня сложности

§ 1. Световые волны

1.1. Закон отражения света

1166. Расстояние между предметом и плоским зеркалом увеличили в два раза. Во сколько раз при этом увеличилось расстояние между изображением предмета и зеркалом?

Ответ: в _____ раз(-а).

1167. На каком расстоянии от плоского зеркала окажется изображение предмета, расположенного первоначально на расстоянии 30 см от зеркала, если его отодвинуть от зеркала ещё на 10 см?

Ответ: _____ см.

1168. Свет падает на зеркало под углом 40° . На какой угол повернётся отражённый луч, если зеркало повернуть так, чтобы угол падения стал 35° ?

Ответ: на _____ $^\circ$.

1169. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между отражённым лучом и зеркалом равен 40° . Чему равен угол падения луча?

Ответ: _____ $^\circ$.

1170. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 60° . Чему равен угол между падающим лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

1171. При каком угле падения падающий и отражённый лучи перпендикулярны друг другу?

Ответ: _____ $^\circ$.

1172. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом уменьшили на 30° . На сколько градусов увеличится угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: на _____ $^\circ$.

1173. Если свет падает на плоское зеркало под углом 30° к его плоскости, то чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: _____ $^\circ$.

1174. Пучок параллельных лучей распространяется на восток. Под каким углом по отношению к пучку нужно расположить плоское зеркало, чтобы после отражения пучок шёл на северо-восток?

Ответ: _____ $^\circ$.

1175. Луч света падает на плоское зеркало, при этом угол падения равен 20° . Каким будет угол отражения, если повернуть зеркало против часовой стрелки на 10° (см. рис. 414)?

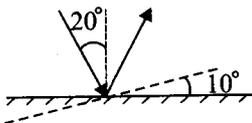


Рис. 414

Ответ: _____ $^\circ$.

1176. Какая часть изображения стрелки в зеркале (см. рисунок 415) видна глазу?

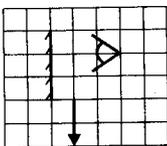


Рис. 415

Ответ: _____ .

1177. Источник света движется перпендикулярно зеркалу со скоростью V . Определите скорость сближения источника и изображения.

Ответ: _____ $\cdot V$.

1.2. Закон преломления света

1178. Луч AB преломляется в точке B на границе раздела двух сред с показателем преломления $n_1 > n_2$ и идёт по пути BC (см. рис. 416). Если показатель n_2 увеличить, сохранив условие $n_1 > n_2$, то по какому пути пойдёт луч AB после преломления?

Ответ: _____ .

1179. При некотором значении угла падения луча света на границу раздела двух сред отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно n . Чему равно это отношение при уменьшении угла падения в 3 раза?

Ответ: _____ $\cdot n$.

1180. Показатель преломления алмаза равен 2,42. Найдите предельный угол полного внутреннего отражения для поверхности раздела «алмаз — воздух».

Ответ: _____ $^\circ$.

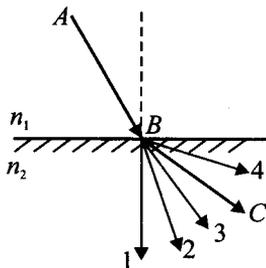


Рис. 416

1181. Если свет падает на границу раздела стекла и воздуха из стекла под углом падения 30° , то чему равен синус угла преломления (показатель преломления стекла 1,3)?

Ответ: _____.

1182. Предельный угол полного внутреннего отражения светового луча на границе некоторой среды и воздуха равен 30° . Каков показатель преломления данной среды?

Ответ: _____.

1183. Чему равен тангенс угла падения светового луча в воздухе на поверхность воды, если угол между преломлённым и отражённым лучами равен 90° ?

Ответ: _____ $^\circ$.

1184. Найдите отношение показателя преломления первой среды к показателю преломления второй среды относительно первой, если угол падения равен 30° , а отражённый луч перпендикулярен к преломлённому лучу.

Ответ: _____.

1.3. Построение изображения в линзах. Формула тонкой линзы

1185. Какой луч будет преломлённым в собирающей линзе (см. рис. 417)?

Ответ: _____.

1186. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке 418, является изображением точки S в собирающей линзе?

Ответ: точка _____.

1187. На рисунке имеется главная оптическая ось линзы, светящаяся точка A и её изображение A' . В какой точке линза пересекает главную оптическую ось (см. рис. 419)?

Ответ: _____.

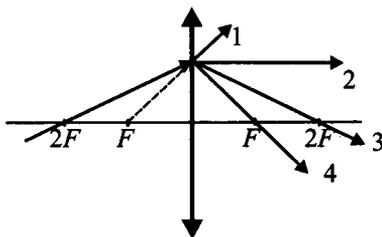


Рис. 417

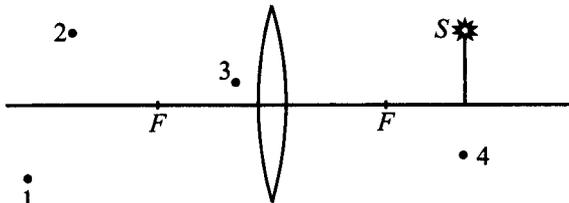


Рис. 418

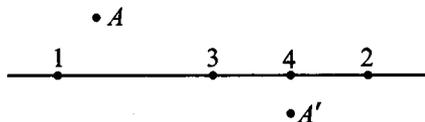


Рис. 419

1188. Если выпуклая воздушная линза находится в воде, то каким рисунком правильно описывается ход лучей света в ней (см. рис. 420)?

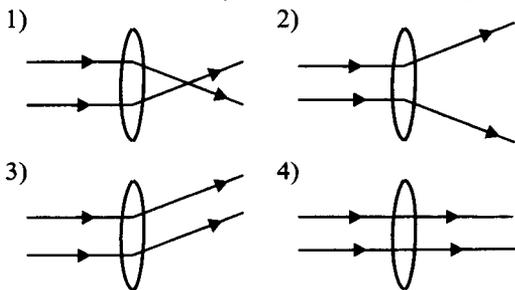


Рис. 420

Ответ: _____ .

1189. Из очень тонких одинаковых сферических стеклянных сегментов изготовлены линзы, представленные на рисунке 421. Если показатель

преломления глицерина больше, чем показатель преломления воды, то какая из линз будет собирающей?



Рис. 421

Ответ: _____ .

1190. На линзу падает луч, параллельный главной оптической оси. Как пойдёт луч после преломления в линзе (см. рис. 422)?

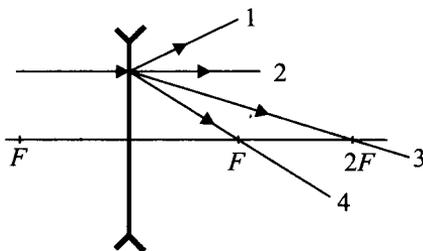


Рис. 422

Ответ: _____ .

1191. На каком из графиков (см. рис. 423) правильно изображён ход луча от источника после прохождения собирающей линзы?

Ответ: на графике _____ .

1192. В какой точке будет находиться изображение источника S , полученное рассеивающей линзой (см. рис. 424)?

Ответ: _____ .

1193. Чему равна оптическая сила собирающей линзы, если она даёт действительное изображение на расстоянии 20 см от линзы, а расстояние между предметом и его изображением равно 40 см?

Ответ: _____ дптр.

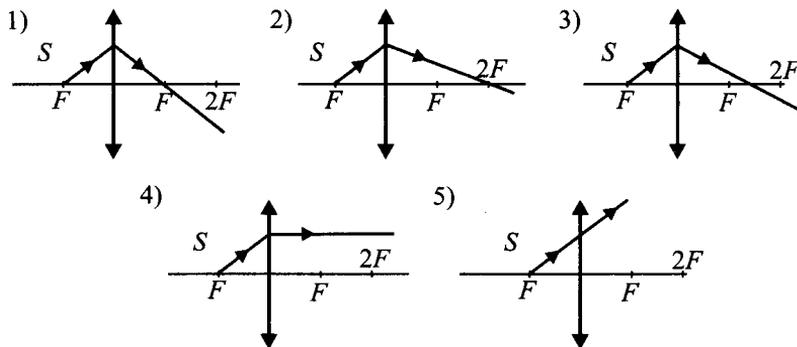


Рис. 423

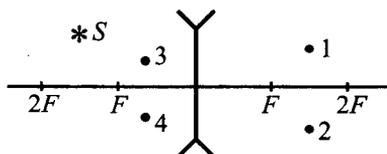


Рис. 424

1194. На рисунке 425 показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?

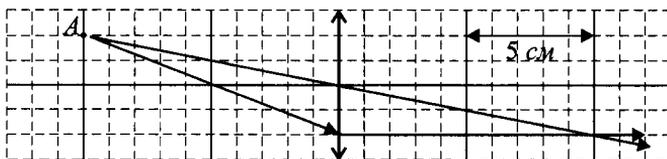


Рис. 425

Ответ: _____ дптр.

1195. На рисунке 426 показан ход лучей от точечного источника света через тонкую линзу. Найдите оптическую силу линзы.

Ответ: _____ дптр.

1196. На рисунке 427 показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова приблизительно оптическая сила этой линзы? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ дптр.

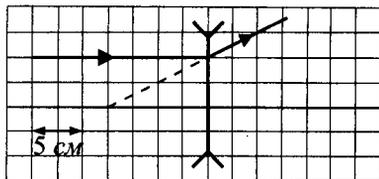


Рис. 426

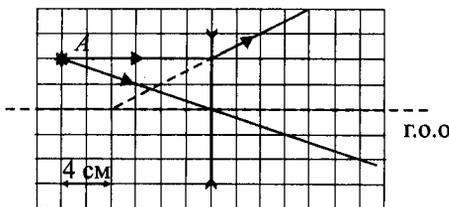


Рис. 427

1197. Если после преломления в линзе лучи, распространяющиеся параллельно главной оптической оси линзы, пересекаются в точке, находящейся на расстоянии 10 см от оптического центра линзы, то чему равна оптическая сила такой линзы?

Ответ: _____ дптр.

1198. Изображение предмета, полученное в рассеивающей линзе, находится в два раза ближе к линзе, чем сам предмет. Зная, что оптическая сила линзы 5 дптр, найдите расстояние от линзы до предмета.

Ответ: _____ см.

1199. Оптическая сила тонкой линзы равна 5 дптр. Свечу поместили на расстоянии 60 см от линзы. Найдите расстояние от линзы до изображения на экране.

Ответ: _____ м.

Изменение физических величин в процессах

1200. Свет падает на границу раздела «воздух — вода» (см. рис. 428). Как изменятся угол преломления и скорость распространения света в воде, если увеличить угол падения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

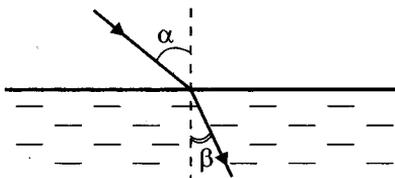


Рис. 428

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления	Скорость распространения света в воде

1201. Луч света падает на поверхность воды под углом. Угол падения луча постепенно увеличивают. Как изменяются при этом угол между отражённым лучом и поверхностью воды и угол преломления?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол между отражённым лучом и поверхностью воды	Угол преломления

1202. Свет падает из оптически более плотной среды в оптически менее плотную. Что произойдёт с углом преломления и предельным углом, если угол падения увеличить (оставляя меньше предельного)?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления	Предельный угол

1203. Свет переходит из оптически менее плотной среды в оптически более плотную. Как изменяются угол преломления света и его скорость во второй среде при уменьшении угла падения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления света	Скорость света во второй среде

1204. Луч света переходит из более плотной среды в менее плотную. Как меняются угол преломления луча света во второй среде и её показатель преломления при увеличении угла падения на первую среду?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления луча	Показатель преломления луча

1205. Луч переходит из воздуха в воду. Как при этом изменяются длина волны и частота света?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны	Частота света

1206. Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рис. 429). Что произойдёт при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и с длиной этой волны?

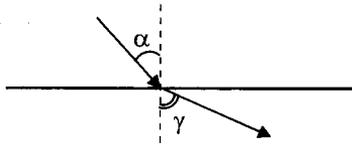


Рис. 429

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Длина волны

1207. Световой пучок выходит из воздуха в стекло (см. рис. 430). Что происходит при этом со скоростью распространения и с длиной этой волны?

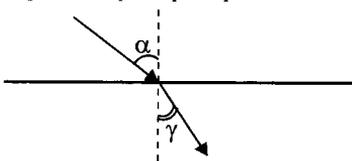


Рис. 430

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Длина волны

1208. Источник находится на расстоянии чуть меньше, чем F , от собирающей линзы. Как изменятся при движении источника к линзе расстояние от линзы до изображения и его увеличение?

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние	Увеличение

1209. На главной оптической оси собирающей линзы между двойным фокусом и фокусом линзы находится светящаяся стрелка, параллельная линзе. Стрелку передвигают ближе к фокусу линзы. Как при этом изменяются размер изображения и расстояние от изображения до линзы?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Расстояние от изображения до линзы

1210. На главной оптической оси собирающей линзы дальше двойного фокуса линзы находится светящаяся стрелка, параллельная линзе. Стрелку передвигают ближе к двойному фокусу. Как при этом изменяются размер изображения и расстояние от изображения до линзы?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Расстояние от изображения до линзы

1211. Предмет приближают к собирающей линзе от двойного фокусного расстояния до фокусного. Что при этом происходит с расстоянием от изображения до линзы и размером изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от изображения до линзы	Размер изображения

1212. Частота света, падающего на дифракционную решётку, увеличивается. Как при этом меняются угол дифракции, определяющий направление на максимум первого порядка, и длина волны света?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол дифракции	Длина волны света

1213. В опытах по наблюдению дифракции света с помощью дифракционной решётки используют лазерную указку, дающую красный свет. Как изменятся расстояние между спектрами 1-го порядка и длина волны света, если заменить указку на другую, дающую зелёный свет?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние между спектрами 1-го порядка	Длина волны света

1214. При проведении опыта по дифракции света на дифракционной решётке жёлтый луч света заменили на фиолетовый. Как при этом изменятся расстояние между первыми максимумами и период дифракционной решётки?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние между первыми максимумами	Период дифракционной решётки

1215. После прохождения монохроматического света через дифракционную решётку на экране наблюдается картина дифракционного спектра. Как изменятся ширина спектра и угол между двумя спектрами первого порядка, если увеличить период решётки?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ширина спектра	Угол между двумя спектрами первого порядка

Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами

1216. Установите соответствие между физическими свойствами света и примерами их проявления.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические свойства	Примеры проявления
А) корпускулярные	1) фотоэффект
Б) волновые	2) интерференция
	3) петля гистерезиса
	4) односторонняя проводимость

Ответ:

А	Б

1217. На рисунке 431 показан переход светового луча из воздуха в некоторую среду. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

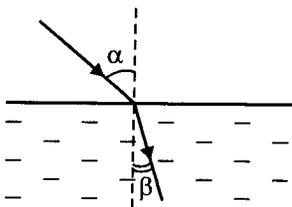


Рис. 431

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) угол между отражённым и падающим лучами	1) 2α
Б) угол между преломлённым и отражённым лучами	2) $90^\circ - (\alpha + \beta)$
	3) 2β
	4) $180^\circ - (\alpha + \beta)$

Ответ:

А	Б

1218. На рисунке 432 показан переход светового луча из воздуха в некоторую среду. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

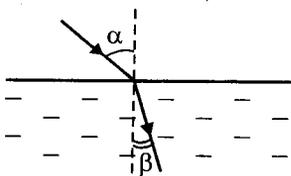


Рис. 432

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) показатель преломления среды	1) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
Б) скорость света в среде	2) $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$
	3) $c \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
	4) $c \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$

Ответ:

А	Б

1219. Луч света, испущенный предметом, проходит через собирающую линзу. d — расстояние от предмета до линзы, h — высота предмета, D — оптическая сила линзы. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) расстояние от изображения до линзы	1) $\frac{d}{Dd - 1}$
Б) поперечная высота изображения	2) $Dd - 1$
	3) $\frac{h}{Dd - 1}$
	4) $\frac{Dd - 1}{d}$

Ответ:

А	Б

1220. Собирающая линза даёт увеличенное прямое изображение предмета, находящегося на расстоянии d от линзы. Фокусное расстояние линзы равно F . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) расстояние от изображения до предмета	1) $\frac{d^2}{F+d}$
Б) увеличение линзы	2) $\frac{F}{d}$
	3) $\frac{F}{F-d}$
	4) $\frac{d^2}{F-d}$

Ответ:

А	Б

1221. Луч света переходит из воздуха в воду. Частота световой волны — ν , скорость света в воздухе — c , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина волны света в воздухе	1) $\frac{nc}{\nu}$
Б) скорость света в воде	2) $\frac{c}{\nu}$
	3) $\frac{c}{n}$
	4) $\frac{c}{n\nu}$

Ответ:

А	Б

1222. Луч света переходит из стекла в воздух. Частота световой волны — ν , скорость света в воздухе — c , показатель преломления стекла относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина волны света в стекле	1) $\frac{nc}{\nu}$
Б) длина волны света в воздухе	2) $\frac{c}{\nu}$
	3) $\frac{c}{n}$
	4) $\frac{c}{n\nu}$

Ответ:

А	Б

Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков

1223. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила Архимеда, действующая на тело, погружённое в жидкость, не зависит от плотности вещества, из которого сделано тело.
- 2) Сила упругости — сила, возникающая в теле в результате его деформации и стремящаяся вернуть его в исходное состояние.
- 3) В электрической цепи величина сопротивления проволоки не зависит от её толщины.
- 4) Конденсатором называется устройство, предназначенное для преобразования переменных токов.
- 5) Явление интерференции подтверждает корпускулярную природу света.

Ответ: _____ .

1224. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний математического маятника зависит от массы груза.
- 2) При равномерном движении тела по окружности модуль ускорения остаётся неизменным.

- 3) Сила трения возникает при соприкосновении двух тел и препятствует их относительному движению.
- 4) Магнитное поле создаётся покоящимися электрическими зарядами.
- 5) Интерференцией называется зависимость скорости распространения света или показателя преломления от длины волны.

Ответ: _____ .

1225. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Показатель преломления вещества не показывает, как изменяется скорость света в среде.
- 2) Явление полного внутреннего отражения наблюдается в случае, если свет идёт из менее плотной в более плотную среду.
- 3) Идеальный вольтметр не пропускает электрический ток.
- 4) Линии магнитного поля всегда замкнуты.
- 5) В плоском зеркале изображение всегда мнимое.

Ответ: _____ .

1226. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Первый закон термодинамики можно применять к изопроцессам.
- 2) Закон Ома для замкнутой цепи можно применять к участку цепи.
- 3) Сопротивление металла зависит от строения его кристаллической решётки.
- 4) Дифракция света наблюдается при любых размерах препятствия.
- 5) Магнитное поле полосового магнита является однородным.

Ответ: _____ .

1227. Как соотносятся для хода лучей из рисунка 433 абсолютные показатели преломления n_1 и n_2 двух сред и скорости световой волны v_1 и v_2 в этих средах?

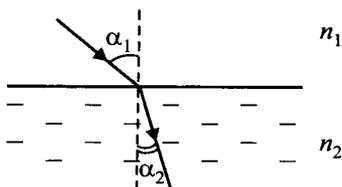


Рис. 433

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного рисунка. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) $n_1 \neq n_2; v_1 > v_2$.
- 2) $n_1 = n_2; v_1 > v_2$.
- 3) $n_1 = n_2; v_1 < v_2$.
- 4) $n_1 > n_2; v_1 = v_2$.
- 5) $n_1 < n_2; v_1 > v_2$.

Ответ: _____ .

1228. Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рис. 434). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.

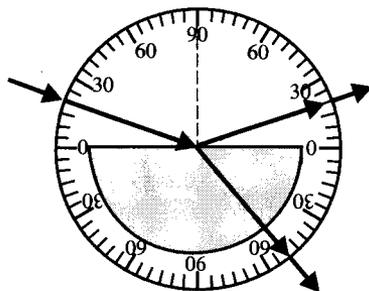


Рис. 434

угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения о процессе, происходящем в контуре, пользуясь приведённой таблицей. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Угол падения равен 70° .
- 2) Показатель преломления стекла примерно равен 1,47.
- 3) Угол преломления равен 50° .
- 4) Наблюдается полное внутреннее отражение.
- 5) Угол отражения равен 20° .

Ответ: _____ .

1229. На рисунке 435 изображены главная оптическая ось линзы, предмет в виде стрелки AB и его изображение $A'B'$. Какая линза использовалась и какое изображение при этом получилось?

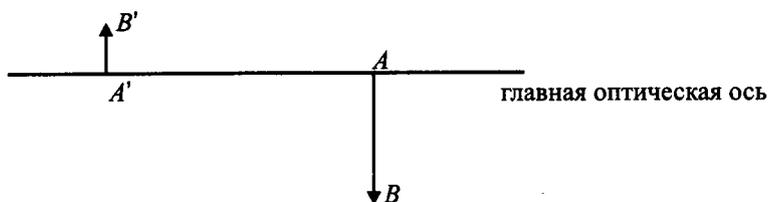


Рис. 435

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного рисунка. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Линза рассеивающая, изображение мнимое, прямое, уменьшенное.
- 2) Линза рассеивающая, изображение мнимое, обратное, увеличенное.
- 3) Линза собирающая, изображение действительное, обратное, уменьшенное.
- 4) Линза собирающая, изображение действительное, обратное, увеличенное.
- 5) Линза собирающая, т. к. по условию изображение и источник расположены по разные стороны от главной оптической оси.

Ответ: _____.

1230. На рисунке 436 представлены предмет AB и его изображение $A'B'$ в собирающей линзе.

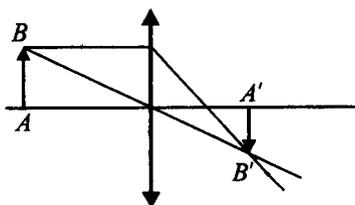


Рис. 436

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного рисунка. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Предмет расположен за двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 2) Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от линзы.
- 3) Изображение в линзе мнимое.

- 4) Предмет расположен между фокусом и двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 5) Изображение в линзе действительное.

Ответ: _____ .

1231. На рисунке 437 представлены предмет AB и его изображение $A'B'$ в собирающей линзе.

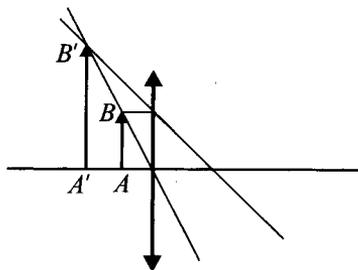


Рис. 437

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие характеристики предмета и его изображения.

- 1) Предмет расположен за двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 2) Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от линзы.
- 3) Изображение в линзе мнимое.
- 4) Предмет расположен между линзой и её фокусом.
- 5) Изображение в линзе действительное.

Ответ: _____ .

1232. Ученик проводил опыты с собирающими линзами, изготовленными из одинакового сорта стекла. Условия проведения опытов показаны на рисунке 438. AB — предмет, $A'B'$ — его изображение.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного рисунка. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Наибольшее фокусное расстояние имеет линза 2.
- 2) Наименьшее фокусное расстояние имеет линза 3.
- 3) По отношению к линзе 3 предмет располагается в двойном фокусе.
- 4) Собирающие линзы могут давать как мнимые, так и действительные изображения.
- 5) Собирающие линзы дают только увеличенные изображения.

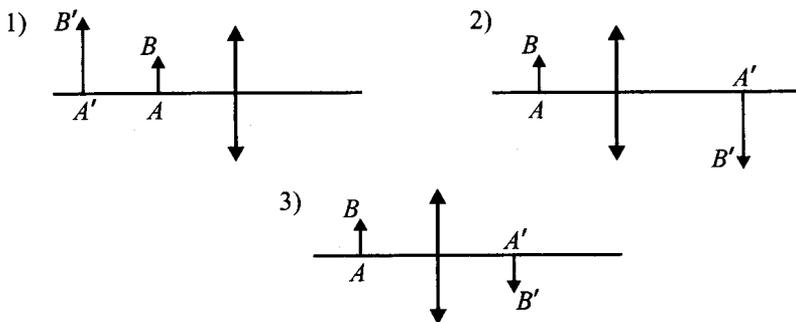


Рис. 438

Ответ: _____.

1233. На рисунке 439 схематически показан ход луча света через линзу.

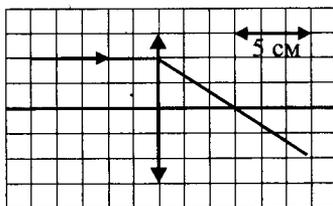


Рис. 439

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения на основании анализа представленного рисунка. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Фокусное расстояние линзы равно 10 см.
- 2) Оптическая сила линзы равна -20 дптр.
- 3) Оптическая сила линзы равна $+10$ дптр.
- 4) Фокусное расстояние линзы равно 5 см.
- 5) Оптическая сила линзы равна $+20$ дптр.

Ответ: _____.

Расчётные задачи повышенного уровня сложности

- 1234.** Свет падает из вакуума на оптически прозрачное вещество под углом 60° . Преломлённый луч перпендикулярен отражённому. Чему равен показатель преломления вещества?
- 1235.** Световой луч в вакууме проходит за время t расстояние 60 см; в некоторой жидкости за вдвое большее время — путь, равный 80 см. Чему равен показатель преломления жидкости?
- 1236.** Светящаяся точка равномерно движется по прямой, образующей угол 30° с плоскостью зеркала, со скоростью 0,2 м/с. С какой скоростью изменяется расстояние между светящейся точкой и её изображением?
- 1237.** Плоское зеркало движется со скоростью $v = 1,5$ м/с. С какой по модулю скоростью должен двигаться точечный источник света S , чтобы его отражение в плоском зеркале было неподвижным?
- 1238.** На каком расстоянии друг от друга должны находиться собирающие линзы с фокусными расстояниями 10 см и 15 см, чтобы упавший на первую линзу параллельный пучок лучей вышел из второй тоже параллельным?
- 1239.** Предмет высотой 20 см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 40$ см на расстоянии $L = 30$ см от центра линзы. Определите размер изображения этого предмета, создаваемого линзой.
- 1240.** На каком расстоянии друг от друга следует расположить линзы — рассеивающую с фокусным расстоянием -4 см и собирающую с фокусным расстоянием 9 см, чтобы пучок лучей, параллельных главной оптической оси линзы, пройдя через обе линзы, оставался бы параллельным?
- 1241.** Линейные размеры действительного изображения, полученного на экране, в 3 раза больше линейных размеров предмета. Фокусное расстояние линзы равно 27 см. Определите, на каком расстоянии от линзы находится предмет.
- 1242.** Светящаяся точка находится на расстоянии 1 м от собирающей линзы. На каком расстоянии будет находиться её изображение, если фокусное расстояние линзы равно 40 см?
- 1243.** Определите увеличение, даваемое собирающей линзой с фокусным расстоянием 0,13 м, если предмет отстоит от неё на 15 см.
- 1244.** На каком расстоянии от линзы с оптической силой 2 дптр надо поместить экран, чтобы получить на нём резкое изображение предмета, расположенного перед линзой на расстоянии 2 м?

- 1245.** Предмет находится на расстоянии 40 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см. Каково линейное увеличение линзы?
- 1246.** Предмет находится на расстоянии 20 см от линзы с оптической силой $D = +4$ дптр перпендикулярно главной оптической оси. Определите линейное увеличение в этом случае.
- 1247.** Предмет находится на расстоянии 10 см от линзы с оптической силой $D = -2$ дптр перпендикулярно оптической оси. Определите линейное увеличение.
- 1248.** На каком расстоянии от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 12 см окажется предмет, если его мнимое изображение оказалось слева от линзы на расстоянии 9 см?
- 1249.** На дифракционную решётку с периодом 2 мкм нормально падает монохроматическая волна. Какова её длина, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается под углом 30° ?
- 1250.** Дифракционную решётку с периодом 1,2 мкм освещают лучом света с длиной волны 600 нм, направленным по нормали к решётке. На какой угол отклонятся лучи, соответствующие первому максимуму?
- 1251.** На дифракционную решётку с периодом $d = 2$ мкм нормально падает плоская волна с $\lambda = 650$ нм. Сколько максимумов в спектре?
- 1252.** Чему равно полное число главных максимумов, которые реализуются при дифракции плоской монохроматической волны (с длиной волны λ) на решётке с периодом $d = 4,5\lambda$?
- 1253.** Дифракционная картина поочерёдно наблюдается с помощью двух дифракционных решёток. Если поставить решётку с периодом 10 мкм, то на некотором расстоянии от центрального максимума наблюдается жёлтая линия первого порядка с длиной волны 600 нм. Если использовать вторую решётку, то в этом же месте наблюдается линия третьего порядка с длиной волны 440 нм. Определите период второй решётки.
- 1254.** Для определения периода дифракционной решётки на неё направили световой пучок через красный светофильтр, пропускающий лучи с длиной волны 600 нм. Каков период решётки, если на экране, отстоящем от решётки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 12 см? При расчётах принять $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$.
- 1255.** Свет с длиной волны 0,5 мкм падает нормально на дифракционную решётку с периодом 1 мкм. Под каким углом при этом наблюдается дифракционный максимум первого порядка?

1256. Дифракционную решётку отодвинули от экрана, на котором был получен дифракционный спектр, увеличив расстояние от решётки до экрана в 2 раза. Во сколько раз увеличилось при этом расстояние между первыми максимумами спектра?

1257. Дифракционная решётка, имеющая 250 штрихов на 1 мм, расположена на расстоянии 1 м от экрана параллельно ему. Какой должна быть минимальная ширина экрана, чтобы можно было наблюдать дифракционные максимумы третьего порядка? Длина волны падающего света равна 500 нм. Принять $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$.

1258. Каков наибольший порядок спектра, наблюдаемый для света с $\lambda_2 = 0,550$ мкм, падающего нормально на дифракционную решётку, если при нормальном падении света с $\lambda_1 = 0,630$ мкм максимум второго порядка наблюдается под углом 30° к нормали?

1259. На дифракционную решетку, у которой на 1 см приходится 500 штрихов, падает белый свет. Расстояние между максимумами второго порядка от волн красного (длина волны 760 нм) и фиолетового (длина волны 380 нм) света составляет 10 см. Чему равно расстояние от решётки до экрана? Принять $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi \approx \varphi$.

1260. К решётке вплотную поставили линзу, которая собирает лучи в одной точке на экране. Линза расположена между решёткой и экраном. Расстояние от линзы до экрана 1 метр. Ширина спектра третьего порядка 5 см. Длина волны красного света 760 нм и фиолетового 380 нм. Найдите, сколько штрихов приходится на 1 сантиметр решётки. Принять $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi \approx \varphi$.

Расчётные задачи высокого уровня сложности

1261. Грань AB прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало (см. рис. 440).

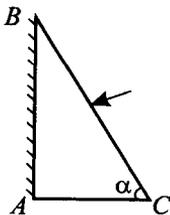


Рис. 440

Угол при вершине клина $\alpha = 60^\circ$. Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани BC , преломляется и выходит в воздух через ту же грань под углом $\beta = 70^\circ$ к её нормали. Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине ($\sin 70^\circ = 0,94$).

1262. Линза, фокусное расстояние которой 20 см, даёт на экране изображение предмета с четырёхкратным увеличением. Экран подвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на расстояние l . Затем, чтобы изображение снова стало резким, передвинули предмет на расстояние 5 см. На сколько сантиметров передвинули экран относительно первоначального положения?

1263. С помощью фотоаппарата с оптической силой объектива 8 дптр фотографируют макет города с расстояния 2 м. При этом площадь изображения макета на экране фотоаппарата оказалась равной 8 см^2 . Какова площадь самого макета?

1264. Предмет в виде отрезка длиной 6 см расположен вдоль главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см. Середина отрезка расположена на расстоянии 15 см от линзы. Определите продольное увеличение предмета.

1265. Расстояние от лампы до экрана 5 м. Для того чтобы получить на экране увеличенное изображение лампы, собирающую линзу с фокусным расстоянием 80 см следует поместить между лампой и экраном. На каком расстоянии от лампы должна быть установлена линза?

1266. Собирающая и рассеивающая линзы с одинаковым фокусным расстоянием 20 см расположены параллельно друг другу так, что их главные оптические оси совпадают. На систему линз падает параллельный пучок света со стороны рассеивающей линзы и собирается в точку на расстоянии 60 см от рассеивающей линзы. Найдите расстояние между линзами.

1267. Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 1 м друг от друга. Линза находится между ними. Расстояние от линзы до одного из источников 40 см. Изображения обоих источников получились в одной точке. Найдите оптическую силу линзы. Постройте на отдельных рисунках изображения двух источников в линзе, указав ход лучей.

1268. Равнобедренный прямоугольный треугольник площадью 32 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет лежит на главной оптической оси линзы (см. рис. 441). Фокусное расстояние линзы

60 см. Расстояние от центра линзы до ближайшего угла C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы. Найдите (в см^2) площадь получившегося изображения. Ответ округлите до десятых.

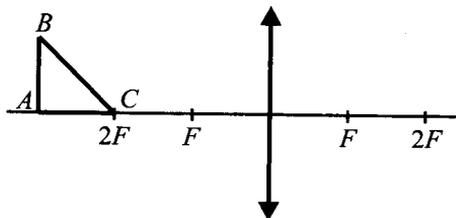


Рис. 441

1269. На главной оптической оси на двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 8 дптр расположен источник света. Линзу повернули на угол $\alpha = 30^\circ$, оставив источник света на том же месте так, что изображение источника света сместилось на некоторое расстояние Δf от первоначального. Найдите это расстояние и сделайте рисунок, показав ход лучей источника в обоих случаях.

1270. Линза, фокусное расстояние которой 20 см, даёт на экране изображение предмета с четырёхкратным увеличением. Экран подвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на 40 см. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. На сколько сантиметров сдвинули предмет относительно его начального положения?

1271. В сосуде на поверхности прозрачной жидкости плавает лёгкая тонкая плосковыпуклая линза выпуклой стороной вверх (см. рис. 442). Фокусное расстояние линзы в воздухе F . Показатель преломления жидкости n . Высота уровня жидкости в сосуде h . На каком расстоянии L над линзой на её главной оптической оси нужно расположить точечный источник света S , чтобы его изображение находилось на дне сосуда?

1272. На дне водоёма глубиной 2 м лежит зеркало. Луч света, пройдя через воду, отражается от зеркала и выходит из воды. Показатель преломления воды равен 1,33. Найдите расстояние между точкой входа луча в воду и точкой выхода луча из воды, если угол падения луча равен 30° .

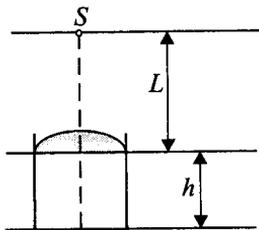


Рис. 442

1273. Плоская монохроматическая волна падает на дифракционную решётку с периодом d . (Рассматриваются учебные дифракционные решётки с числом штрихов на 1 мм не более 200.) Ширина между дифракционными максимумами, наблюдаемыми на экране вблизи центрального, равна Δx . Какова длина волны, если экран расположен на расстоянии, равном фокусному расстоянию линзы, стоящей после дифракционной решётки?

Глава VI.

Квантовая физика

Теоретический материал

Основные понятия и законы квантовой физики

М. Планк предположил, что излучение электромагнитных волн атомами и молекулами вещества происходит не непрерывно, а дискретно, т. е. порциями (квантами) с энергией

$$E = h\nu,$$

где $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка.

Фотоны — особые микрочастицы, энергия и импульс которых выражаются через волновые характеристики — частоту и длину волны:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = p \cdot c.$$

Импульс фотона

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

Вещество обладает корпускулярно-волновым дуализмом, который заключается в проявлении в поведении одного и того же объекта как корпускулярных, так и волновых свойств. Корпускулярно-волновым дуализмом обладают фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм является свойством не только фотонов, но и любых материальных объектов. Любая микрочастица обладает, помимо корпускулярных, ещё и волновыми свойствами. Ей соответствует *длина волны де Бройля* движущейся частицы.

$$\lambda = \frac{h}{p}.$$

Фотоэффектом называется потеря телами электронов под действием света. Существует критическая длина волны (своя для каждого металла), с превышением которой фотоэффект прекращается.

Фотон, попавший на металл, поглощается одним из электронов этого металла. Часть полученной энергии электрон тратит на то, чтобы вырваться из этого металла ($A_{\text{вых.}}$ — работа выхода), а оставшуюся часть уносит с собой в виде кинетической энергии. При некотором значении обратного напряжения ток прекращается.

На рисунке 443 изображена вольт-амперная характеристика (световой поток, освещённость, интенсивность излучения не изменяются):

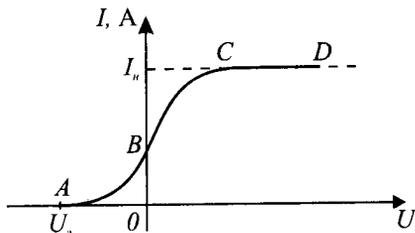


Рис. 443

1. Точка B ($U = 0$). Под действием света, даже при отсутствии электрического поля, часть вырванных фотоэлектронов достигает противоположного электрода.

2. Участок CD — область насыщения. Количество электронов, вырванных за единицу времени с поверхности катода, достигает за это же время анода.

3. Точка A . При некотором значении обратного напряжения ток прекращается. Это напряжение называют *задерживающим* ($U_з$).

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта имеет вид:

$$E_{\text{фотона}} = A_{\text{вых.}} + E_{\text{кин. макс.}},$$

где $E_{\text{фотона}} = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ — энергия падающего фотона,

$E_{\text{кин. макс.}} = \frac{mv_{\text{макс.}}^2}{2} = eU_з$ — максимальная кинетическая энергия вылетевшего электрона.

Красная граница фотоэффекта — длина волны (или частота) $\lambda_{\text{кр.}}$, при которой электроны начинают выходить за поверхность металла:

$$h\nu_{\text{кр.}} = h\frac{c}{\lambda_{\text{кр.}}} = A_{\text{вых.}}$$

Основные понятия и законы атомной физики

Анализируя полученные экспериментальные факты, Резерфорд предложил так называемую *планетарную модель атома*. Согласно этой модели положительный заряд атома находится в ядре, занимающем небольшую часть атома. Оставить электроны неподвижными вокруг ядра нельзя, т. к. статическая конфигурация электрических зарядов неустойчива, поэтому Резерфорд предположил, что электроны движутся по круговым или эллиптическим орбитам. Такая модель атома очень похожа на Солнечную систему, поэтому её стали называть планетарной моделью атома.

Постулаты Бора:

1) атомная система может находиться только в особых стационарных состояниях, каждому из которых соответствует определённая энергия E_n . В стационарном состоянии атом не излучает и не поглощает энергию;

2) излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_m в стационарное состояние с меньшей энергией E_n . Энергия излучённого фотона равна разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = |E_n - E_m|.$$

При поглощении света атом переходит из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.

Энергия электрона в атоме водорода может принимать только некоторые разрешённые значения E_n :

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

1 электронвольт (1 эВ) равен энергии, приобретаемой частицей, несущей один элементарный электрический заряд (заряд электрона), при прохождении разности потенциалов в 1 В:

$$1 \text{ эВ} = 1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Основные понятия и законы ядерной физики

В 1932 г. советский физик Д. Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель ядра атома. По этой модели *ядро атома* состоит из двух видов элементарных частиц — *протонов* и *нейтронов*. Так как в целом атом электрически нейтрален, то число протонов в ядре равно числу электронов в атомной оболочке. Следовательно,

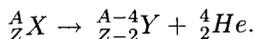
число протонов равно атомному номеру элемента (Z) таблицы Менделеева. Сумму числа протонов Z и числа нейтронов N называют *массовым числом* и обозначают A :

$$A = Z + N.$$

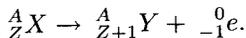
Самопроизвольное испускание неких частиц атомами получило название *радиоактивность*. Было установлено, что радиоактивные элементы испускают три вида излучения. Их назвали α -, β - и γ -лучами.

Природа α -, β - и γ -лучей различна. γ -лучи — это электромагнитные волны с очень маленькой длиной волны (от 10^{-8} до 10^{-11} см). β -лучи — это электроны, движущиеся со скоростями, близкими к скорости света. α -лучи — это поток ядер атомов гелия (дважды ионизированные атомы гелия). α -, β - и γ -лучи испускаются атомами радиоактивных элементов при их превращениях.

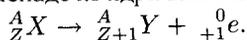
Для α - и β -распада действует *правило смещения*: при α -распаде ядро теряет положительный заряд $2e$, а масса его убывает на 4 атомных единицы. В результате элемент смещается на 2 клетки к началу периодической системы. Если α -распад претерпевает элемент X , то в результате получается элемент Y :



При электронном β -распаде из ядра вылетает электрон. Он символически изображается ${}^0_{-1}e$, т. к. масса его очень мала:



При позитронном β -распаде из ядра вылетает позитрон:



При γ -распаде заряд не меняется, масса ядра меняется ничтожно мало.

Период полураспада — это время, в течение которого распадается половина начального числа радиоактивных атомов.

Закон радиоактивного распада можно представить в следующем виде:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

где N_0 — число радиоактивных ядер в начальный момент времени;

N — число радиоактивных ядер через момент времени t ;

T — период полураспада, т. е. то время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных ядер.

Масса оставшегося радиоактивного вещества

$$m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Расчётные задачи базового уровня сложности

§ 1. Квантовая физика

1.1. Фотоны

1274. Вычислите энергию фотона с длиной волны $\lambda = 555$ нм.
Ответ: _____ эВ.
1275. Длина волны света 750 нм. Чему равен импульс фотона?
Ответ: _____ $\cdot 10^{-28}$ кг \cdot м/с.
1276. Определите энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным ($\lambda = 760$ нм) волнам видимой части спектра.
Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Дж.
1277. Какой импульс имеет фотон, энергия которого равна 3 эВ?
Ответ: _____ $\cdot 10^{-27}$ кг \cdot м/с.
1278. Во сколько раз увеличится энергия фотона, если его импульс увеличить в 2 раза?
Ответ: в _____ раз(-а).
1279. Во сколько раз уменьшится импульс фотона, если его длину волны увеличить в 2 раза?
Ответ: в _____ раз(-а).
1280. Какова длина волны фотона, если его энергия равна $E = 1,95 \cdot 10^{-19}$ Дж?
Ответ: _____ мкм.
1281. Первый лазер излучает монохроматический свет длиной волны $\lambda_1 = 200$ нм, второй — длиной волны $\lambda_2 = 500$ нм. Чему равно отношение импульсов p_1/p_2 этих фотонов?
Ответ: _____.
1282. Найдите частоту излучения, энергия фотонов которого равна энергии покоя электронов.
Ответ: _____ $\cdot 10^{20}$ Гц.
1283. Во сколько раз увеличится длина волны де Бройля электрона, если его скорость уменьшится в 3 раза?
Ответ: в _____ раз(-а).
1284. Электрон разогнали в электрическом поле разностью потенциалов 30 В. Какова длина волны де Бройля этого электрона?
Ответ: _____ $\cdot 10^{-10}$ м.

1285. Электрон движется со скоростью $2,75 \cdot 10^6$ м/с. Чему равна длина соответствующей волны де Бройля?

Ответ: _____ нм.

1286. Энергия фотона гамма-излучения равна $9,9 \cdot 10^{-14}$ Дж. Во сколько раз длина волны гамма-излучения меньше длины волны фотона видимого света $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: в _____ раз(-а).

1287. Рентгеновское излучение с энергией 250 кэВ взаимодействует со свободным электроном. Определите длину волны рассеянного излучения, если электрон приобретает энергию 50 кэВ.

Ответ: _____ пм.

1288. Сколько фотонов ежесекундно испускает лазер мощностью 1 мВт, если он работает на длине волны 633 нм?

Ответ: _____ $\cdot 10^{15}$ фотонов.

1289. Полная энергия свободного электрона равна 0,8 МэВ. Чему приблизительно равна скорость электрона?

Ответ: _____ $\cdot c$.

1290. Длина волны инфракрасного излучения в 2 раза больше длины волны зелёного света. Во сколько раз меньше энергия движущегося фотона в инфракрасном излучении по отношению к энергии фотона из пучка зелёного света?

Ответ: в _____ раз(-а).

1291. Самые мощные гамма-кванты регистрируют на детекторах, расположенных на космических аппаратах, но и на Земле можно зарегистрировать гамма-квант с длиной волны $2 \cdot 10^{-18}$ м. Во сколько раз энергия одного кванта этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: в _____ $\cdot 10^{11}$ раз(-а).

1292. Длина волны падающего рентгеновского излучения равна $2,4 \cdot 10^{-11}$ м. После рассеяния на электроне длина волны излучения стала равной $2,6 \cdot 10^{-11}$ м. Какую часть своей первоначальной энергии фотон излучения передал электрону?

Ответ: _____ %.

1.2. Фотоэффект

1293. Какой из приведённых на рисунке 444 графиков соответствует зависимости максимальной энергии W_K электронов, вылетевших из пластины в результате фотоэффекта, от интенсивности падающего света?

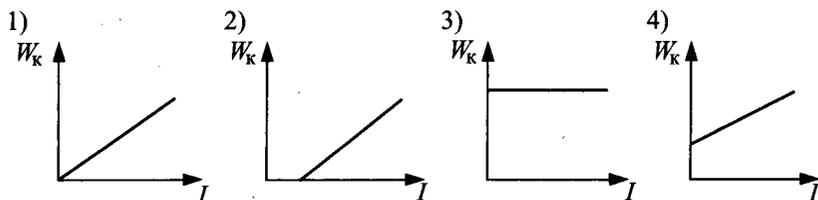


Рис. 444

Ответ: _____ .

1294. Какой график соответствует зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов E от частоты ν падающих на вещество фотонов при фотоэффекте (см. рис. 445)?

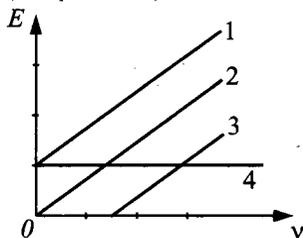


Рис. 445

Ответ: _____ .

1295. Под каким номером изображена вольт-амперная характеристика вакуумного фотоэлемента на рисунке 446?

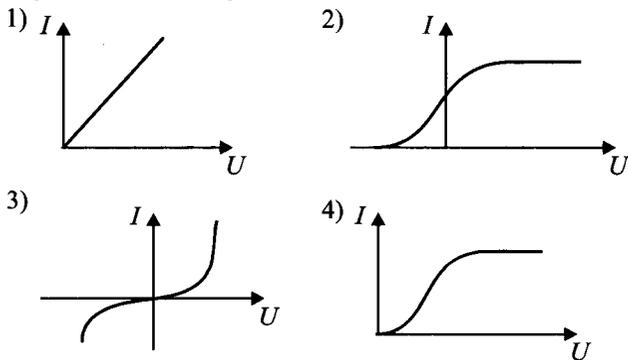


Рис. 446

Ответ: _____ .

1296. Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке 447 показан график изменения энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Чему равна работа выхода фотоэлектронов из оксида кальция?

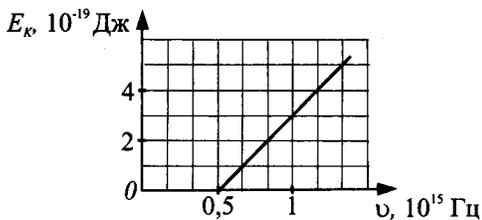


Рис. 447

Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Дж.

1297. На никелевую пластину падает пучок электромагнитных волн. Работа выхода электронов из никеля равна 5 эВ. Какова энергия падающих фотонов, если начальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 3 эВ?

Ответ: _____ эВ.

1298. Энергия выхода электронов составляет 0,5 эВ, а энергия фотонов, падающих на это вещество, — 2,4 эВ. Определите, при каком минимальном запирающем напряжении прекратится фототок.

Ответ: _____ В.

1299. Чему равна величина задерживающего потенциала, при которой прекратится фототок, если работа выхода электронов из фотокатода равна 3 эВ, а энергия квантов света равна 6 эВ?

Ответ: _____ В.

1300. Найдите потенциал, до которого может зарядиться металлическая пластина при длительном освещении её потоком фотонов с энергией 4 эВ. Работа выхода электронов из металла равна 1,6 эВ.

Ответ: _____ В.

1301. Красная граница фотоэффекта для меди равна 282 нм. Найдите работу выхода электронов из меди.

Ответ: _____ эВ.

1302. Чему равна длина волны красной границы фотоэффекта, если фотоэффект прекращается, когда энергия фотона достигает 3 эВ?

Ответ: _____ нм.

1303. Работа выхода электронов из натрия $A = 2,27$ эВ. Чему равна красная граница фотоэффекта?

Ответ: _____ $\cdot 10^{14}$ Гц.

1304. На поверхность калия падает свет с длиной волны $\lambda = 350$ нм. Определите задерживающий потенциал, если работа выхода электронов из калия $A_{\text{вых.}} = 2$ эВ.

Ответ: _____ В.

1305. При облучении некоторого металла светом частотой $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 6,6 В. Чему равна красная граница фотоэффекта для этого металла?

Ответ: _____ $\cdot 10^{14}$ Гц.

1306. Красная граница фотоэффекта для лития $\lambda_{\text{кр.}} = 540$ нм. Максимальная скорость вылета электронов равна 10^6 м/с. Какова частота света, которым освещается катод?

Ответ: _____ $\cdot 10^{15}$ Гц.

§ 2. Атомная физика

2.1. Модель атома водорода по Бору

1307. На рисунке 448 изображены энергетические уровни молекул, использованных для получения лазерного излучения. Генерация света происходит при переходе молекулы с третьего на второй энергетический уровень. Определите энергию фотонов, излучаемых лазером.

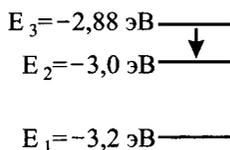


Рис. 448

Ответ: _____ эВ.

1308. На рисунке 449 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной длины волны?

Ответ: _____ .

1309. На рисунке 450 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта максимальной длины волны?

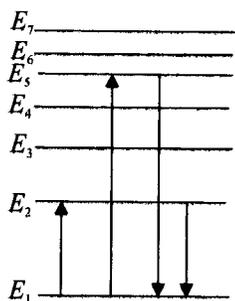


Рис. 449

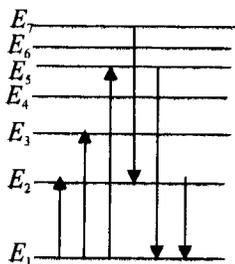


Рис. 450

Ответ: _____ .

1310. На рисунке 451 представлены энергетические уровни некоторого атома. В каком случае поглощается фотон наибольшей частоты?

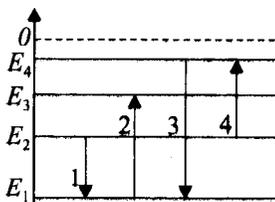


Рис. 451

Ответ: _____ .

1311. На рисунке 452 представлена схема энергетических уровней атома водорода. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона, имеющего максимальный импульс?

Ответ: _____ .

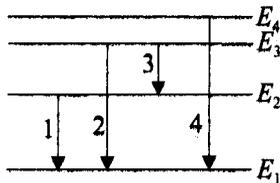


Рис. 452

1312. В теории атома водорода Бора энергия его электрона вычисляется по формуле $E_n = -13,6 \cdot \frac{1}{n^2}$ эВ. Квант с какой энергией выделяется при переходе электрона с 3-й орбиты на 2-ю, если в основном состоянии энергия электрона равна $-13,6$ эВ?

Ответ: _____ эВ.

1313. Излучение какой длины волны поглотит атом водорода, если полная энергия атома увеличилась на $3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Ответ: _____ мкм.

§ 3. Физика атомного ядра

3.1. Строение атомного ядра. Ядерные реакции

1314. Сколько всего заряженных частиц в нейтральном атоме ${}^{184}_{74}\text{W}$?

Ответ: _____.

1315. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа углерода ${}^{13}_6\text{C}$?

Ответ: _____.

1316. Сколько протонов содержится в ядре изотопа углерода ${}^{13}_6\text{C}$?

Ответ: _____.

1317. Сколько нуклонов содержится в ядре изотопа углерода ${}^{13}_6\text{C}$?

Ответ: _____.

1318. По данным Периодической таблицы химических элементов Д. И. Менделеева (см. рис. 453) определите, на сколько число нейтронов в ядре Cz превышает число протонов.

Cs	55
Цезий	133

Рис. 453

Ответ: на _____.

1319. Какая схема на рисунке 454 соответствует атому ${}^6_4\text{Be}$?

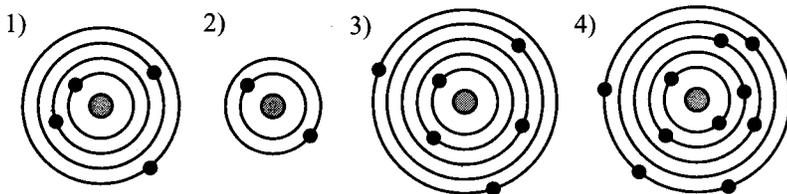


Рис. 454

Ответ: _____.

1320. Сколько нейтронов содержится в ядре, образовавшемся в результате электронного β -распада свинца ${}^{209}_{82}\text{Pb}$?

Ответ: _____.

1321. Сколько протонов содержится в ядре, образовавшемся в результате радиоактивного α -распада ядра радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$?

Ответ: _____.

1322. Какой заряд Z будет иметь ядро элемента, получившееся из ядра изотопа ${}^{238}_{92}\text{U}$ после двух α -распадов?

Ответ: _____.

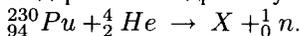
1323. Плутоний ${}^{240}_{94}\text{Pu}$ испытал 7 α -распадов и 3 электронных β -распада. Сколько нейтронов будет содержать получившееся новое ядро?

Ответ: _____.

1324. Сколько всего заряженных частиц в нейтральном атоме ${}^{94}_{37}\text{Rb}$?

Ответ: _____.

1325. Сколько нуклонов содержится в ядре получившегося элемента?

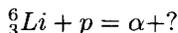


Ответ: _____.

1326. Сколько нуклонов содержится в ядре нейтрального атома никеля ${}^{59}_{28}\text{Ni}$? Сколько электронов содержит данный атом?

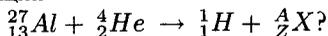
Число нуклонов	Число электронов

1327. Какое зарядовое и какое массовое число имеет частица, испускаемая при ядерной реакции



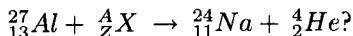
Зарядовое число Z	Массовое число A

1328. Какое зарядовое и какое массовое число имеет ядро элемента, появляющегося в ходе реакции



Зарядовое число Z	Массовое число A

1329. Какое зарядовое и какое массовое число имеет неизвестный компонент реакции



Зарядовое число Z	Массовое число A

1330. На рисунке 455 представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Укажите количество протонов и нейтронов в ядре атоме натрия.

	I	II	III
1	1 1 H Водород		
2	Li Литий 6,9 1 2	3 Be Бериллий 9 2 2	4 5 10,8 B Бор 3 2
3	Na Натрий 23 1 8 2	11 Mg Магний 24,3 2 8 2	12 13 27 Al Алюминий 3 8 2

Рис. 455

Количество протонов	Количество нейтронов

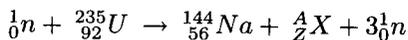
1331. На рисунке 456 представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Укажите количество электронов и нейтронов в нейтральном атоме алюминия.

Количество электронов	Количество нейтронов

	I	II	III
1	1 1,00797 Водород	H	
2	Li 6,939 Литий	3 Be 9,0122 Бериллий	4 5 B 10,811 Бор
3	Na 22,9898 Натрий	11 Mg 24,312 Магний	12 13 Al 26,9815 Алюминий

Рис. 456

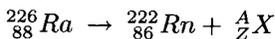
1332. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента ${}_Z^AX$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

1333. В результате ядерной реакции



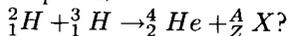
образуется ядро химического элемента ${}_Z^AX$. Каковы его зарядовое число Z и массовое число A ?

Зарядовое число Z	Массовое число A

1334. В результате радиоактивного превращения ядра ${}_{19}^{40}\text{K}$ из него вылетает электрон и образуется новое ядро. Сколько в этом ядре электронов и нейтронов?

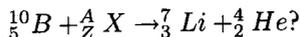
Количество электронов	Количество нейтронов

1335. Каковы зарядовое число Z и массовое число A частицы, образовавшейся в ходе термоядерной реакции



Зарядовое число Z	Массовое число A

1336. Чему равны зарядовое и массовое число второй частицы, участвовавшей в реакции



Зарядовое число Z	Массовое число A

1337. В результате ядерной реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^A_Z\text{X}$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

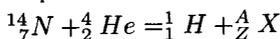
1338. В результате ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Зарядовое число Z	Массовое число A

1339. Изотоп золота ${}^{179}_{79}\text{Au}$ претерпевает α -распад. В результате образуется изотоп. Сколько в ядре этого изотопа электронов и нейтронов?

Количество электронов	Количество нейтронов

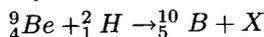
1340. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в этом ядре?

Число протонов	Число нейтронов

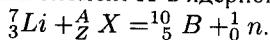
1341. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

1342. Найдите неизвестный элемент X в ядерной реакции



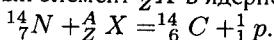
Каковы его массовое число A и зарядовое число Z ?

Массовое число A	Зарядовое число Z

1343. В результате ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z X + {}^1_0\text{n}$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z X$. Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в этом ядре?

Число нуклонов	Число нейтронов

1344. Найдите неизвестный элемент ${}^A_Z X$ в ядерной реакции



Каковы его заряд (в единицах элементарного заряда) и массовое число?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

1345. Азот превращается в углерод, и в результате ядерной реакции ${}^{17}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_6\text{C} + X$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z X$. Каковы массовое число образовавшегося ядра A и его зарядовое число Z ?

Массовое число A	Зарядовое число Z

1346. Элемент кремний был получен при бомбардировке протонами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{28}_{14}\text{Si} + \gamma$. Каковы заряд этого ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

3.2. Закон радиоактивного распада

1347. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени (см. рис. 457). Чему равен период полураспада этого изотопа?

Ответ: _____ с.

1348. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени (см. рис. 458). За какой промежуток времени число нераспавшихся ядер изотопа уменьшится в 4 раза?

Ответ: _____ с.

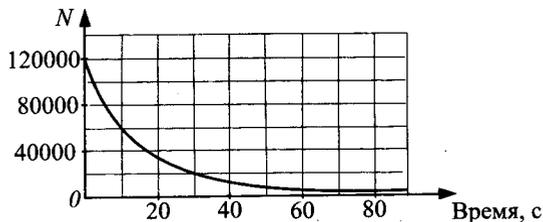


Рис. 457

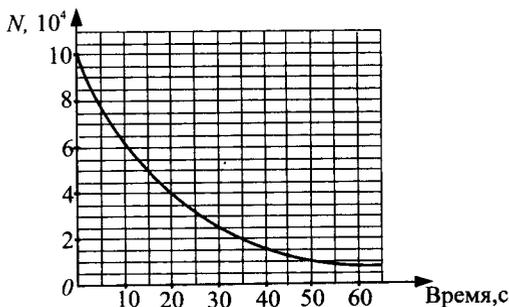


Рис. 458

1349. Из ядер таллия при электронном β -распаде с периодом полураспада 3 минуты образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $20 \cdot 10^{19}$ ядер таллия. Через какую из точек, кроме точки А, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного таллия в образце (см. рис. 459)?

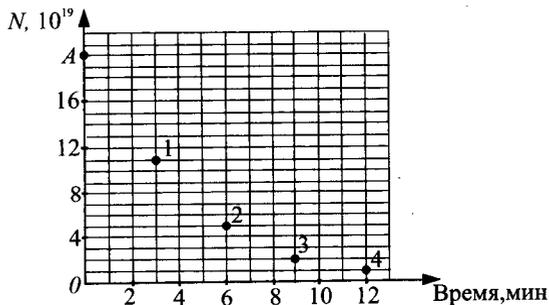


Рис. 459

Ответ: _____ .

1350. Из ядер таллия при электронном β -распаде с периодом полураспада 3 минуты образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $20 \cdot 10^{19}$ ядер таллия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного свинца в образце (см. рис. 460)?

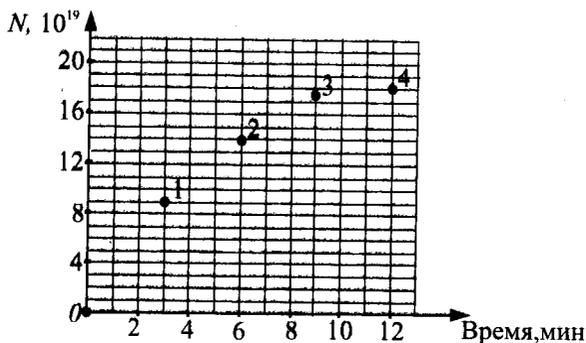


Рис. 460

Ответ: _____ .

1351. Закон радиоактивного распада некоторого изотопа имеет вид $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0,02 \text{ с}^{-1}$. Найдите период полураспада ядер.

Ответ: _____ с.

1352. Период полураспада радиоактивного элемента 10 часов. Через 20 часов распалось ядер...

Ответ: _____ %.

1353. Какая доля радиоактивных атомов ещё не распадётся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

1354. Какая доля от массы радиоактивного вещества распадается через время, равное трём периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

1355. За первые 10 минут распалась половина исходного числа атомов вещества. Какая часть исходного числа атомов останется через полчаса?

Ответ: _____ .

1356. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа радия составляет 5,75 лет. Через какое время распадётся 75 % ядер радия в исследуемом образце?

Ответ: _____ лет.

1357. В начальный момент времени было 4000 атомных ядер изотопов с периодом полураспада 5 минут. Чему равно число ядер этого изотопа, распавшихся за 20 минут?

Ответ: примерно _____.

1358. Период полураспада радиоактивного изотопа кальция составляет 164 суток. На момент начала наблюдений образец содержал $4 \cdot 10^{25}$ атомов кальция. Сколько времени прошло с начала наблюдений, если в образце осталось $1 \cdot 10^{25}$ атомов кальция?

Ответ: _____ суток.

1359. Из первоначального числа радиоактивных ядер распались $15/16$ имеющихся ядер. Сколько периодов полураспада произошло за это время?

Ответ: _____.

1360. Какое количество полураспадов должно пройти, чтобы от радиоактивного источника осталась $1/32$ первоначального числа радиоактивных ядер?

Ответ: _____.

1361. Имеется 10^9 атомов радиоактивного изотопа йода ${}_{53}^{128}I$, период его полураспада — 25 мин. Какое примерно количество ядер изотопа испытает радиоактивный распад за 50 мин?

Ответ: _____ $\cdot 10^8$.

1362. Период полураспада радиоактивного изотопа равен 1 месяцу. За какое время число ядер этого изотопа уменьшится в 16 раз?

Ответ: _____ месяцев(-а).

1363. В течение времени проведения эксперимента масса радиоактивного вещества уменьшилась с 4 г до 1 г. Если период полураспада этого элемента равен T , то сколько времени длился эксперимент?

Ответ: _____ $\cdot T$.

1364. Один моль радиоактивного вещества за 276 суток выделяет 382 ГДж энергии. Найдите количество энергии, выделившейся при распаде одного атома, если период полураспада этого элемента составляет 138 суток.

Ответ: _____ МэВ.

1365. Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия ${}_{88}^{223}Ra$ испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов 4_2He в этом сосуде через 11,4 суток, если первоначально в сосуд поместили $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов изотопа радия ${}_{88}^{213}Ra$.

Ответ: _____ $\cdot 10^{18}$.

Изменение физических величин в процессах

1366. Как меняются при переходе электрона в атоме водорода с возбуждённого уровня в основное состояние с ростом номера возбуждённой орбиты энергия испускаемого фотона и его длина волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия испускаемого фотона	Длина волны фотона

1367. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация фотонов	Скорость фотона

1368. Что произойдёт с импульсом и энергией электрона, если соответствующая ему длина волны увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс электрона	Энергия электрона

1369. В опыте по наблюдению фотоэффекта увеличивают интенсивность света, облучающего катод. Как при этом изменяются энергия каждого фотона и сила фототока насыщения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотона	Сила фототока насыщения

1370. При постановке опытов по фотоэффекту на пластине из цинка меняют зелёный светофильтр на синий. Интенсивность света при этом не изменилась. Как изменятся красная граница фотоэффекта и ток насыщения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Красная граница фотоэффекта	Ток насыщения

1371. Интенсивность монохроматического света, вызывающего фотоэффект, увеличивается. Как при этом изменятся число вылетающих в единицу времени электронов и максимальная энергия каждого из них?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число электронов	Максимальная энергия электронов

1372. В опытах по фотоэффекту заменяют фотокатод из цинка на фотокатод из серебра, у которого работа выхода электронов больше, чем у цинка.

Как изменятся при этом частотная красная граница фотоэффекта и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Длина волны падающего света на фотокатод не изменяется.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частотная красная граница фотоэффекта	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

1373. В опытах по фотоэффекту интенсивность лазерного пучка, падающего на фотокатод, увеличивают в два раза, не меняя его частоты. Как изменятся при этом длина волны падающего света и запирающее напряжение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны падающего света	Запирающее напряжение

1374. Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап.}}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап.}}$ и длина волны $\lambda_{\text{кр.}}$, соответствующая красной границе фотоэффекта, если энергия падающих фотонов увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап.}}$	Длина волны $\lambda_{\text{кр.}}$

1375. Как изменятся величина кинетической энергии вырываемых фотоэлектронов и сила фототока насыщения, если при наблюдении фотоэффекта уменьшить длину волны падающих на металлическую пластину фотонов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия фотоэлектронов	Сила фототока насыщения

1376. При наблюдении фотоэффекта интенсивность падающего на катод пучка уменьшают, не меняя его частоты. Что происходит при этом с начальной максимальной кинетической энергией фотоэлектронов и с силой фототока насыщения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Начальная максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Сила фототока насыщения

1377. Как изменятся величина запирающего напряжения и длина волны красной границы, если при наблюдении фотоэффекта уменьшить длину волны падающих на металлическую пластину фотонов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Запирающее напряжение	Длина волны красной границы

1378. Монохроматический свет длиной волны λ падает на металлическую пластинку и вызывает фотоэффект. Эту пластинку заменяют пластинкой из другого металла с меньшей работой выхода. Что произойдёт с фототоком насыщения и модулем запирающего напряжения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Фототок насыщения	Модуль запирающего напряжения

1379. Монохроматический свет длиной волны λ падает на металлическую пластинку и вызывает фотоэффект. Длину волны уменьшают. Что произойдёт с фототоком насыщения и работой выхода, если интенсивность света, падающего на металл, не изменяется?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Фототок насыщения	Работа выхода

1380. При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит освобождение фотоэлектронов. Как изменятся число вырванных электронов и красная граница фотоэффекта при уменьшении интенсивности падающего света?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число вырванных электронов	Красная граница фотоэффекта

1381. Что происходит с зарядовым и массовым числами при испускании α -частицы радиоактивными ядрами?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Зарядовое число	Массовое число

1382. Радиоактивное ядро претерпело ряд электронных β -распадов. Как при этом изменились число нуклонов в ядре и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов в ядре	Заряд ядра

1383. Радиоактивное ядро претерпело α -распад и 2 электронных β -распада. Как при этом изменились число протонов и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов в ядре	Число нуклонов в ядре

Установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами

1384. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, c — скорость света в вакууме, h — постоянная Планка, λ — длина волны фотона).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) импульс фотона	1) $h\lambda$
Б) длина волны фотона	2) $2\pi h\nu$
	3) $\frac{h \cdot c}{\nu}$
	4) $\frac{c}{\nu}$
	5) $\frac{h}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

1385. На рисунке 461 изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней некоторого атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Стрелки пронумерованы от 1 до 4. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей длины волны, а какой — с излучением света с наименьшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

Процессы	Энергетические переходы
А) поглощение света наименьшей длины волны	1) 1
	2) 2
Б) излучение света с наименьшей энергией	3) 3
	4) 4

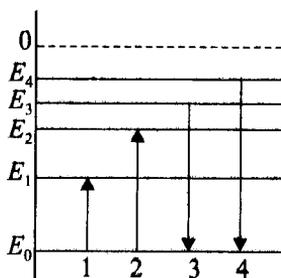


Рис. 461

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

1386. На рисунке 462 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома водорода. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома водорода между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением фотона наименьшей длины волны, а какой — с испусканием фотона наибольшей длины волны? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания фотонов и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

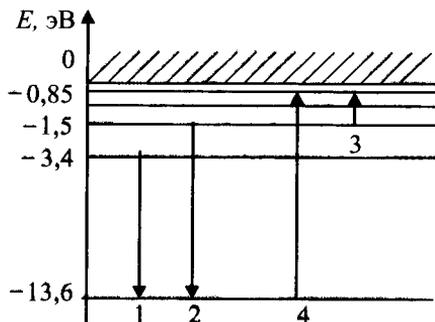


Рис. 462

Процессы поглощения и испускания фотонов	Переходы
А) поглощение фотона наименьшей длины волны	1) 1
Б) испускание фотона наибольшей длины волны	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

1387. На рисунке 463 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома водорода. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома водорода между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением фотона наименьшей длины волны, а какой — с испусканием фотона наибольшей длины волны? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания фотонов и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

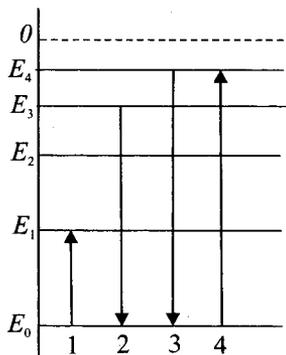


Рис. 463

Процессы поглощения и испускания фотонов	Переходы
А) поглощение фотона наименьшей длины волны	1) 1
Б) испускание фотона наибольшей длины волны	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

1388. На рисунке 464 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.

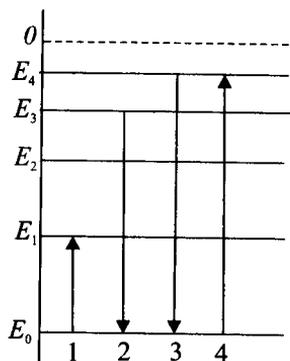


Рис. 464

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и соответствующими переходами между уровнями энергии.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические процессы	Переходы
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) $E_0 \rightarrow E_1$
Б) излучение света наибольшей длины волны	2) $E_3 \rightarrow E_0$
	3) $E_4 \rightarrow E_0$
	4) $E_0 \rightarrow E_4$

Ответ:

А	Б

1389. Первоначально образец некоторого вещества содержит N_0 радиоактивных ядер с периодом полураспада T . Установите соответствие между количеством оставшихся и распавшихся ядер и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Количество ядер	Формулы
А) оставшиеся ядра	1) $N_0 \cdot 2^{\frac{t}{T}}$
Б) распавшиеся ядра	2) $N_0 - N_0 \cdot 2^{\frac{t}{T}}$
	3) $N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$
	4) $N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

Ответ:

А	Б

1390. Большое число N радиоактивных ядер ${}_{65}^{161}\text{Tb}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}_{66}^{161}\text{Dy}$. Период полураспада равен 6,9 суток. Какое количество исходных ядер останется через 20,7 суток, а дочерних появится за 27,6 суток после начала наблюдений? Установите соответствие между величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Величины	Значения
А) количество ядер ${}_{65}^{161}\text{Tb}$ через 20,7 суток	1) $\frac{N}{6}$
Б) количество ядер ${}_{66}^{161}\text{Dy}$ через 27,6 суток	2) $\frac{N}{8}$
	3) $\frac{7N}{8}$
	4) $\frac{15N}{16}$

Ответ:

А	Б

Объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков

1391. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Если скорость тела с течением времени увеличивается, то вектор ускорения направлен противоположно вектору скорости тела.
- 2) В ходе процесса парообразования воды её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость + пар» возрастает.
- 3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален квадрату расстояния между ними.
- 4) Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
- 5) В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

Ответ: _____ .

1392. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Если скорость тела с течением времени увеличивается, то вектор ускорения сонаправлен вектору скорости тела.
- 2) В ходе процесса кристаллизации твёрдого тела его температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость + твёрдое тело» возрастает.
- 3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме не зависит от расстояния между ними.
- 4) Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней.
- 5) Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, прямо пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.

Ответ: _____ .

1393. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Кинетическая энергия тела зависит от его массы и высоты положения тела над поверхностью Земли.
- 2) Теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
- 3) В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают одноимённые заряды.
- 4) Свободные электрические колебания являются затухающими, если электрический заряд с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.

- 5) В нейтральном атоме суммарное количество электронов равно суммарному количеству протонов в ядре этого атома.

Ответ: _____ .

1394. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Энергия характеризует способность тела совершать работу.
- 2) Теплопередача путём теплопроводности происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
- 3) В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают разноимённые заряды.
- 4) Свободные электрические колебания являются гармоническими, если электрический заряд с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.
- 5) Атомы с одинаковым количеством нейтронов, но разным количеством протонов называются изотопами.

Ответ: _____ .

1395. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) При равноускоренном движении ускорение тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.
- 2) В процессе изотермического сжатия постоянной массы газа его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При соединении двух разноимённо заряженных металлических шаров проволокой перераспределение зарядов будет происходить до полного выравнивания потенциалов шаров.
- 4) В поперечной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
- 5) В результате позитронного β -распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева на одну клетку ближе к началу.

Ответ: _____ .

1396. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) При равноускоренном движении скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.

- 2) В процессе изотермического сжатия постоянной массы газа его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) При соединении двух разноимённо заряженных металлических шаров деревянной линейкой будет происходить перераспределение зарядов до полного выравнивания потенциалов шаров.
- 4) Звуковые (или акустические) волны являются поперечными волнами.
- 5) В результате α -распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева на две клетки ближе к началу.

Ответ: _____.

1397. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила Архимеда, действующая на тело, погружённое в жидкость, зависит от плотности вещества, из которого сделано тело.
- 2) Адиабатический процесс характеризуется отсутствием теплообмена газа с окружающей средой.
- 3) Абсолютно неупругим ударом называется столкновение, при котором сохраняется механическая энергия системы тел.
- 4) При параллельном соединении нескольких резисторов сопротивление всего участка цепи равно алгебраической сумме сопротивлений отдельных резисторов.
- 5) Красная граница фотоэффекта — длина волны (или частота), при которой электроны начинают вырываться с поверхности вещества.

Ответ: _____.

1398. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила упругости, возникающая при деформации пружины, зависит от материала, из которого она изготовлена.
- 2) В процессе плавления внутренняя энергия тела растёт.
- 3) Работа сил электростатического поля при перемещении заряда по замкнутой траектории равна нулю.
- 4) Электрическое поле создаётся только движущимися электрическими зарядами.
- 5) Период полураспада — время, в течение которого распадается четверть радиоактивных ядер.

Ответ: _____.

1399. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Радиоактивный торий может самопроизвольно превращаться в уран.
- 2) Атом водорода имеет бесконечное число возможных энергетических уровней.
- 3) Фотоэффект объяснил Эйнштейн с помощью эксперимента.
- 4) Электроны не могут самопроизвольно вылетать из металла.
- 5) Период полураспада — это время между двумя последовательными распадами.

Ответ: _____ .

1400. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Постулаты атомной физики сформулировал М. Планк.
- 2) Ток насыщения при фотоэффекте зависит от интенсивности падающего света.
- 3) Дефект масс — это разница между массой нуклонов в ядре и их массой в свободном состоянии.
- 4) При электронном бета-распаде из ядра вылетают электроны.
- 5) Гамма-лучи имеют меньшую энергию, чем альфа-лучи.

Ответ: _____ .

1401. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и имеющими одинаковую природу.
- 2) При изобарическом расширении внутренняя энергия газа увеличивается.
- 3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками зависит от выбранной траектории.
- 4) Электромагнитные волны рентгеновского диапазона имеют бóльшую частоту, чем радиоволны.
- 5) При электронном β -распаде появившийся в ходе реакции элемент смещается на одну клетку влево в Периодической таблице Д. И. Менделеева.

Ответ: _____ .

1402. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Работа силы тяжести по перемещению тела между двумя заданными точками не зависит от соединяющей их траектории.
- 2) Процесс передачи количества теплоты от более нагретого тела к менее нагретому является обратимым.
- 3) При протекании электрического тока в растворах и расплавах электролитов наблюдается химическое действие тока.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически более плотной в оптически менее плотную среду частота волны уменьшается.
- 5) Атом поглощает свет при переходе из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.

Ответ: _____.

1403. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Если скорость тела с течением времени увеличивается, то вектор ускорения совпадает по направлению с вектором скорости тела.
- 2) Теплопередача путём конвекции происходит при соударении частиц вещества в процессе теплового движения.
- 3) Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
- 4) Электромагнитные волны инфракрасного диапазона имеют меньшую длину волны, чем радиоволны.
- 5) Если нейтральный атом потеряет один или несколько электронов, он станет отрицательно заряженным ионом.

Ответ: _____.

1404. На рисунке 465 представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Au ⁷⁹ Золото 197	Hg ⁸⁰ Ртуть 200,61	Tl ⁸¹ Таллий 204,37	Pb ⁸² Свинец 207,19	Bi ⁸³ Висмут 209	Po ⁸⁴ Полоний 210
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

Рис. 465

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В результате β -распада ядра висмута образуется ядро свинца.
- 2) В результате β -распада ядра висмута образуется ядро полония.

- 3) В результате α -распада ядра свинца образуется ядро полония.
- 4) Ядро висмута-209 содержит 126 нейтронов.
- 5) Нейтральный атом полония содержит 210 электронов.

Ответ: _____ .

1405. На рисунке 466 представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Li Литий 6,94	3	Be Бериллий 9,013	4	B Бор 10,82	5	C Углерод 12,011	6	N Азот 14,008	7	O Кислород 16	8
---------------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	------------------------	---	---------------------	---	---------------------	---

Рис. 466

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Ядро бора с массовым числом 11 содержит 6 нейтронов.
- 2) Ядро бериллия с массовым числом 10 содержит 4 нейтрона.
- 3) Ядро бора с массовым числом 11 содержит 5 нейтронов.
- 4) Нейтральный атом азота содержит 7 электронов.
- 5) Ядро углерода содержит 6 протонов.

Ответ: _____ .

1406. На рисунке 467 представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Li Литий 6,94	3	Be Бериллий 9,013	4	B Бор 10,82	5	C Углерод 12,011	6	N Азот 14,008	7	O Кислород 16	8
---------------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	------------------------	---	---------------------	---	---------------------	---

Рис. 467

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Ядро азота содержит 14 протонов.
- 2) Ядро бора с массовым числом 11 содержит 5 нейтронов.
- 3) Ядро бериллия с массовым числом 9 содержит 4 протона.
- 4) Нейтральный атом бора содержит 5 электронов.
- 5) Нейтральный атом кислорода содержит 16 электронов.

Ответ: _____ .

1407. На рисунке 468 представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Au ⁷⁹ Золото 197	Hg ⁸⁰ Ртуть 200,61	Tl ⁸¹ Таллий 204,37	Pb ⁸² Свинец 207,19	Bi ⁸³ Висмут 209	Po ⁸⁴ Полоний 210
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

Рис. 468

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В результате электронного β -распада ядра таллия образуется ядро свинца.
- 2) В результате 2 позитронных β -распадов ядра свинца образуется ядро полония.
- 3) Ядро золота содержит 197 протонов.
- 4) Нейтральный атом висмута содержит 83 электрона.
- 5) В результате α -распада ядра висмута образуется ядро свинца.

Ответ: _____.

1408. На рисунке 469 дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени.

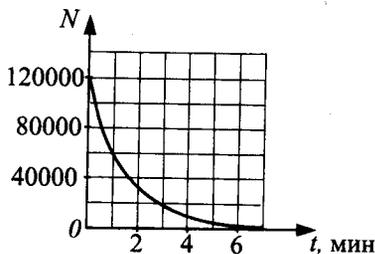


Рис. 469

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период полураспада этого изотопа равен 2 мин.
- 2) Через 2 мин распавётся четверть ядер изотопа.
- 3) Через 1 мин половина ядер изотопа останется нераспавшейся.
- 4) Через 2 мин примерно четверть ядер изотопа останется нераспавшейся.

5) Через 7 мин взятый для исследования образец распадётся полностью.

Ответ: _____.

1409. На рисунке 470 дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени.

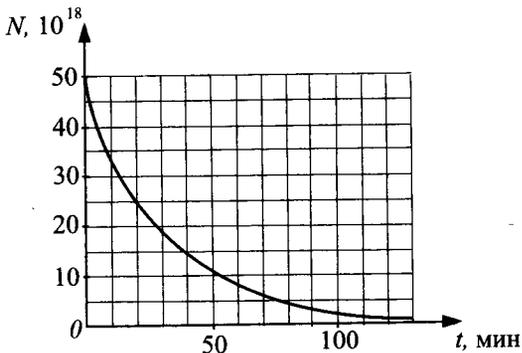


Рис. 470

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Через полчаса половина ядер изотопа останется нераспавшейся.
- 2) Через 1 час нераспавшимися останутся 12,5 % ядер изотопа.
- 3) Период полураспада этого изотопа равен 20 мин.
- 4) Через 20 мин только четверть ядер изотопа останется нераспавшейся.
- 5) Через 1 час останется нераспавшейся примерно пятая часть исходного количества ядер.

Ответ: _____.

Расчётные задачи повышенного уровня сложности

1410. Сетчатка глаза начинает реагировать на жёлтый свет длиной волны 600 нм при мощности падающего на неё излучения $1,98 \cdot 10^{-18}$ Вт. Сколько фотонов падает на сетчатку каждую секунду?

1411. Детектор полностью поглощает падающий свет частотой $\nu = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. За время $t = 5$ с детектор поглощает $N = 3 \cdot 10^5$ фотонов. Какова поглощаемая детектором мощность? Полученный ответ умножьте на 10^{14} и округлите до десятых.

1412. Источник света излучает в одну секунду $n = 4 \cdot 10^{18}$ фотонов со средней частотой излучения $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц. Если коэффициент полезного действия источника равен 0,8 %, то чему равна потребляемая источником электрическая мощность?

1413. При проведении эксперимента по облучению металлической пластины некоторым светом задерживающее напряжение равно 13,5 В. При увеличении частоты падающего света в 4 раза задерживающее напряжение возросло в 5 раз. Чему равна работа выхода пластины?

1414. Рассчитайте работу выхода для натрия, если при облучении светом с длиной волны 400 нм фототок полностью прекращается при разности потенциалов, равной 0,82 В. Ответ округлите до сотых.

1415. Вещество освещается светом длиной волны $\lambda = 500$ нм. Фототок прекращается при запирающем напряжении, равном 1,48 В. Определите красную границу фотоэффекта $\lambda_{\text{макс}}$.

1416. Энергия фотона, вызывающая фотоэффект, в 2 раза больше работы выхода электрона. Во сколько раз увеличивается максимальная кинетическая энергия электрона при увеличении энергии фотона в 2 раза?

1417. Для определения величины работы выхода из металлической пластины её осветили вначале светом с частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц, затем частоту увеличили в 2 раза. При этом кинетическая энергия электронов увеличилась в 3 раза. Чему равна работа выхода?

1418. С какой максимальной скоростью полетит фотоэлектрон, если на катод упал фотон с энергией 3 эВ, а работа выхода из катода 2 эВ?

1419. Чему равна работа выхода из материала катода, если при излучении фотона частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц электрон, вылетевший из катода, имеет энергию $1,3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

1420. Фотоны с энергией $E = 4,2$ эВ вырывают из металлической пластины электроны с максимальной кинетической энергией 1,8 эВ. Какой максимальной кинетической энергией обладают электроны, вырванные из металлической пластины фотонами с энергией, в три раза большей?

1421. Максимальная скорость электронов, покинувших фотокатод, равна 600 км/с. Какое запирающее напряжение нужно приложить к фотоэлементу, чтобы полностью прекратить фототок? Ответ округлите до целых.

1422. Атом переходит из одного возбуждённого состояния с энергией

13,5 эВ в другое возбуждённое состояние с энергией 12 эВ. Определите длину волны испущенного фотона.

Расчётные задачи высокого уровня сложности

1423. Параллельный монохроматический пучок света длиной волны 400 нм падает перпендикулярно идеально отражающей поверхности, производя давление 15 мкПа. Какова концентрация фотонов в пучке света?

1424. Чему равно максимальное давление светового луча на зеркальную поверхность, если световая энергия, падающая на 1 м^2 за 1 с, равна 1500 Дж?

1425. Глаз человека воспринимает свет длиной волны 500 нм в том случае, если световые лучи, попадающие в глаз, имеют мощность не менее $2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Какое количество квантов света попадает на сетчатку глаза в течение 1 мин?

1426. Источник света излучает в одну секунду $n = 4 \cdot 10^{18}$ фотонов со средней частотой излучения $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц. Какова потребляемая источником электрическая мощность, если КПД источника равен 0,8?

1427. Лазер испускает световой импульс с энергией $W = 3$ Дж и длительностью $\tau = 10$ нс. Свет от лазера падает перпендикулярно на плоское зеркало площадью $S = 10 \text{ см}^2$. Какое среднее давление окажет свет на зеркало?

1428. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода равна 320 нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны 220 нм. При каком напряжении (в В) между анодом и катодом фототок прекращается?

1429. Фотоэффект наблюдается при облучении металла светом с длиной волны 400 нм. Найдите величину задерживающего напряжения, которое нужно приложить к металлу, чтобы уменьшить максимальную скорость вылетающих фотоэлектронов в 2 раза. Работа выхода металла равна 1,3 эВ.

1430. На катод сначала действовали излучением с длиной волны $\lambda_1 = 500$ нм, потом с длиной волны $\lambda_2 = 200$ нм, и оказалось, что максимальная скорость фотоэлектронов во втором случае в 2 раза больше. Найдите, чему равна красная граница фотоэффекта для этого материала.

1431. Фотоэффект происходит при облучении натрия фотонами с энергией 3,5 эВ. Рассчитайте максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете фотоэлектрона. Работа выхода для натрия равна 2,3 эВ.

1432. При каком напряжении между анодом и катодом прекратится фотоэффект, если цинковый катод освещается светом с длиной волны 254 нм? Работа выхода из цинка равна 4,31 эВ.

1433. В однородном электрическом поле напряжённостью 100 В/м находится металлическая пластина, которая освещается светом с длиной волны 400 нм. Определите, на какое максимальное расстояние от пластины могут удалиться электроны, если поле оказывает на них тормозящее действие. Красная граница фотоэффекта равна 500 нм.

1434. Фотокатод, покрытый кальцием с работой выхода $4,2 \cdot 10^{-19}$ Дж, освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности, по которой движутся электроны?

1435. Максимальное расстояние, на которое от цинкового шарика радиусом R удалятся электроны, полученные при облучении этого шара светом с длиной волны λ , равно r . Каков заряд шарика, если работа выхода электрона равна A ?

1436. Металлическая пластинка облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости \vec{E} направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 2 см от пластины?

1437. В боровской теории атома водорода частота излучения при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую описывается соотношением

$$\nu = \frac{k^2 m e^4 2 \pi^2}{h^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right).$$

Здесь k — коэффициент пропорциональности в законе Кулона, m — масса электрона, e — его заряд, h — постоянная Планка, n и n' — номера стационарных орбит. Какая минимальная длина волны наблюдается при излучении серии Бальмера?

1438. В соответствии с теорией Бора произведение импульса электрона на радиус стационарной орбиты (момент импульса) квантуется

$$mvr = \frac{h}{2\pi} n, \text{ где } n = 1, 2, 3, \dots$$

Найдите энергию электрона в атоме водорода на первой стационарной орбите.

1439. Энергия электрона, находящегося на n -й орбите ($n = 1, 2, 3, \dots$) в атоме водорода, задаётся формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ. Какую частоту должен иметь фотон, чтобы он мог ионизировать атом водорода, находящийся на третьей боровской орбите?

1440. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ, где } n = 1, 2, 3, \dots$$

При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{\text{кр.}} = 300$ нм. Чему равна максимально возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

1441. Электрон, имеющий импульс $p = 1,5 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с, сталкивается с покоящимся протоном, образуя атом водорода в состоянии с энергией E_n ($n = 3$). В процессе образования атома излучается фотон. Найдите длину волны λ этого фотона, пренебрегая кинетической энергией атома. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ, где } n = 1, 2, 3, \dots$$

Глава VII.

Качественные задания

1442. Лёгкая нить, привязанная к грузу массой $m = 500$ г, перекинута через идеальный неподвижный блок (см. рис. 471). К правому концу нити приложена постоянная сила F . Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом к горизонту. Постройте график зависимости модуля силы реакции стола N от F на отрезке $0 \leq F \leq 10$ Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.

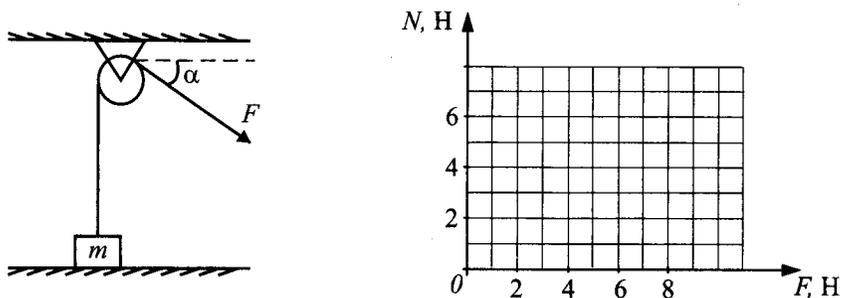


Рис. 471

1443. Лёгкая нить, привязанная к грузу массой $m = 500$ г, перекинута через идеальный неподвижный блок (см. рис. 472). К правому концу нити приложена постоянная сила F . Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом 45° к горизонту. Постройте график зависимости ускорения груза от силы F на отрезке $0 \leq F \leq 12$ Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.

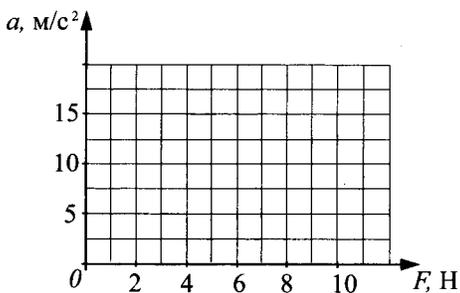
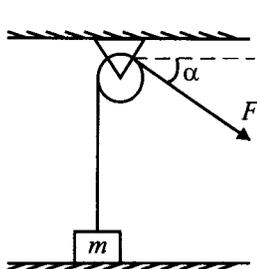


Рис. 472

1444. Деревянный брусок плавает на поверхности воды в миске. Миска покоится на поверхности земли (см. рис. 473). Что произойдёт с глубиной погружения бруска в воду, если миска будет стоять на полу лифта, который движется с ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, используя физические закономерности.

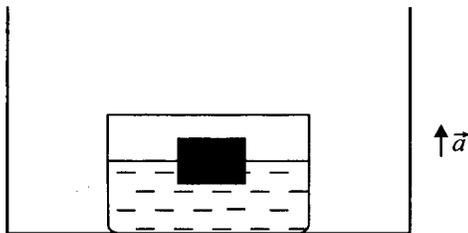


Рис. 473

1445. Шайбу массой m поместили в начале горизонтальной поверхности, шарнирно закреплённой на другом конце (см. рис. 474). Опишите, опираясь на физические законы, как будет изменяться сила трения между шайбой и поверхностью при увеличении угла наклона плоскости к горизонту от 0° до 90° .



Рис. 474

1446. Если надуть два одинаковых шарика до разных размеров, а потом соединить короткой трубкой, то один шарик начнёт надуваться за счёт другого. Какой и почему?

1447. На диаграмме (p, V) изображён процесс, совершаемый газом. Покажите на рисунке 475 полную работу газа в процессе 1–3. Укажите её знак.

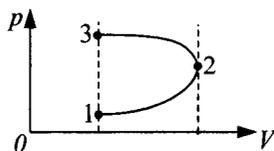


Рис. 475

1448. Две порции одного и того же идеального газа изотермически расширяются при одной и той же температуре. Изотермы представлены на рисунке 476. Почему изотерма 2 лежит выше изотермы 1? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

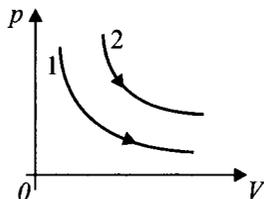


Рис. 476

1449. Две порции одного и того же газа охлаждаются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке 477. Почему изохора 1 лежит выше изохоры 2? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали при этом.

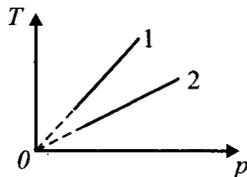


Рис. 477

1450. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Объём сосуда начинают увеличивать. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

1451. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

1452. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке 478, в координатах pn , где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, указав, какие законы молекулярной физики и термодинамики вы использовали для объяснения.

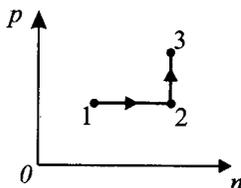


Рис. 478

1453. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке 479 в координатах pn , где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, указав, какие законы молекулярной физики и термодинамики вы использовали для объяснения.

1454. На рисунке 480а приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 480б в переменных pV . Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

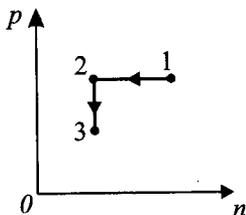


Рис. 479

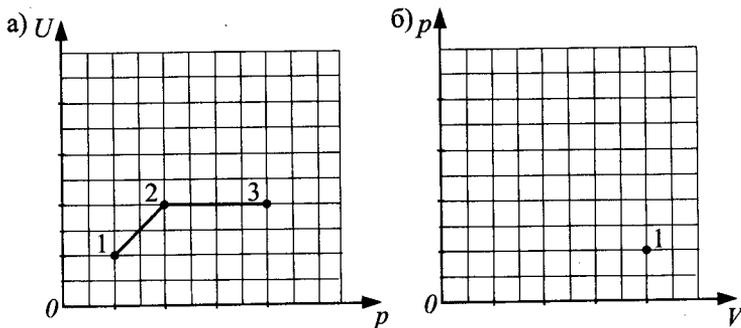


Рис. 480

1455. На рисунке 481а приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 481б в переменных pV . Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

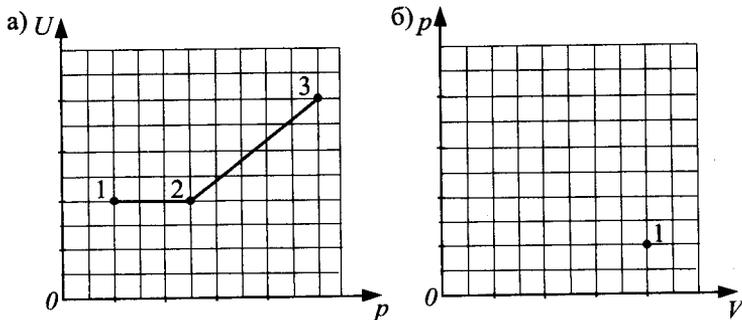


Рис. 481

1456. В сосуде, закрытом поршнем, находится при комнатной температуре воздух, относительная влажность которого равна 50 %, а масса пара равна m . Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объём в 8 раз, при постоянной температуре. Нарисуйте график зависимости массы пара в сосуде в этом процессе от объёма сосуда. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

1457. В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре t_0 находится только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме (см. рис. 482). Медленно перемещая поршень, объём V под поршнем изотермически уменьшают от $4V_0$ до V_0 . Когда объём V достигает значения $2V_0$, на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $4V_0$. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

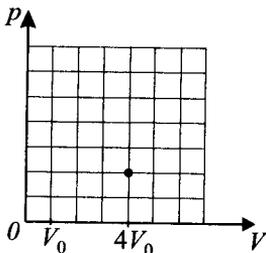


Рис. 482

1458. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке 483 показан процесс, иллюстрирующий изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объёма газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем — в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

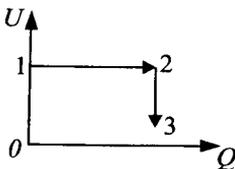


Рис. 483

1459. На рисунке 484 изображён график процесса, совершаемого некоторой массой одноатомного идеального газа. Получает или отдаёт газ тепло в ходе данного процесса? Ответ обоснуйте.

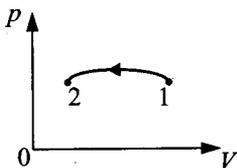


Рис. 484

1460. Какой воздух при одинаковом объёме и одинаковом давлении имеет бóльшую массу: сухой или влажный?

1461. Стеклянную трубку диаметром в несколько сантиметров и длиной около метра, запаянную с одного конца, заполнили доверху водой и установили вертикально открытым концом вниз, погрузив низ трубки на несколько сантиметров в широкий сосуд с водой (см. рис. 485). Воду в широком сосуде начинают медленно нагревать до кипения. Где установится уровень воды в трубке, когда вода в широком сосуде закипит? Ответ поясните, используя физические законы.

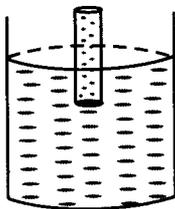


Рис. 485

1462. Что произойдёт с лёгкой гильзой из алюминиевой фольги, подвешенной на длинной нити, если к ней поднести, не касаясь её, заряженную отрицательно эбонитовую палочку? Объясните наблюдаемое явление с физической точки зрения.

1463. Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити лёгкий незаряженный шарик из фольги (см. рис. 486). Когда пластины подсоединили к разноимённым клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришёл в движение. Опишите движение шарика и объясните его. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

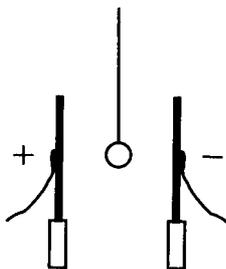


Рис. 486

1464. Два незаряженных электромметра соединили проводящим металлическим стержнем с изолирующей ручкой. Затем к первому поднесли, не касаясь шара, положительно заряженную палочку. После этого сначала убрали стержень, соединяющий электромметры, и только потом убрали заряженную палочку. Опишите наблюдаемые явления и определите знак заряда на электромметрах после того, как убрали стержень и палочку. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

1465. Три одинаковых резистора и два одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке 487, и подключены к аккумулятору в точках A и B . Показания амперметра равны 2 А. Определите силу тока через амперметр при смене полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

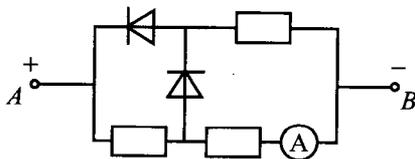


Рис. 487

1466. Три одинаковых резистора и три одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке 488, и подключены к аккумулятору в точках A и B . Показания амперметра равны 2 А. Определите силу тока через амперметр при смене полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух слу-

чаев подключения аккумулятора. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

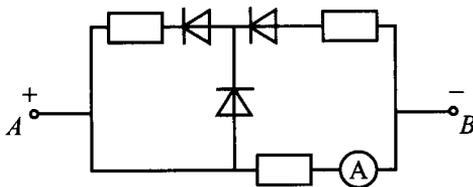


Рис. 488

1467. В схеме на рисунке 489 сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равно R , ЭДС источника равна \mathcal{E} , его внутреннее сопротивление r . Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, не изменяются) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали при этом.

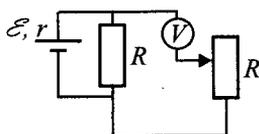


Рис. 489

1468. На рисунке 490 изображена электрическая цепь. Укажите условия протекания тока в этой цепи.

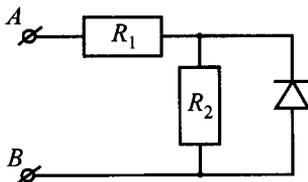


Рис. 490

1469. На рисунке 491 показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с отличным от нуля внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ K , а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа

ча К? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

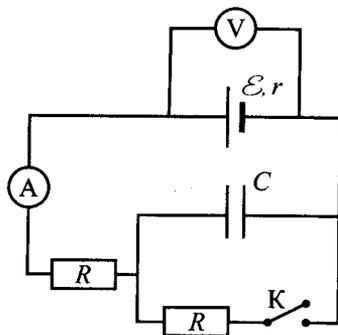


Рис. 491

1470. Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках 492а и 492б. Конденсаторы имеют одинаковую площадь пластин, но различаются расстоянием между пластинами. В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

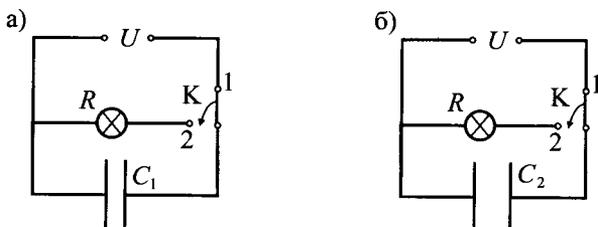


Рис. 492

1471. Математический маятник, представляющий собой стальной шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой длинной нити, совершает гармонические колебания в вертикальной плоскости. Что произойдёт с периодом колебаний, если под шариком, проходящим положение равновесия, расположить магнит? Ответ поясните, опираясь на законы механики и электродинамики.

1472. По горизонтально расположенным рельсам, соединённым металлической перемычкой, тянут с постоянной скоростью металлический прут (см. рис. 493). В каком направлении действует на прут сила со стороны магнитного поля и почему прут движется равномерно? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

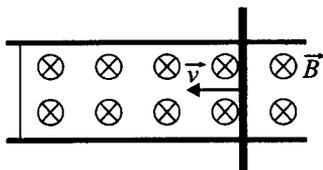


Рис. 493

1473. Что произойдёт с массивным медным стержнем, если внести и оставить его на длительное время внутри катушки, по которой течёт переменный ток? Ответ объясните, ссылаясь на физические законы.

1474. По катушке с большим числом витков течёт переменный ток. Внутри катушки вносят массивный стержень из алюминия и оставляют там. Какое явление будет наблюдаться спустя некоторое время? Ответ поясните, ссылаясь на физические закономерности.

1475. Как повлияет движение магнита на положение кольца в зависимости от полюса, который вдвигают в кольцо (см. рис. 494)?

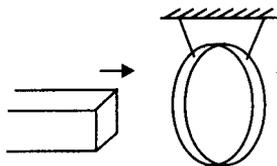


Рис. 494

1476. Медное кольцо колеблется продолжительное время с почти неизменной амплитудой. На его пути поместили магнит так, чтобы в процессе колебания кольцо «надевалось» на магнит. Как это повлияет на колебания кольца (см. рис. 495)?

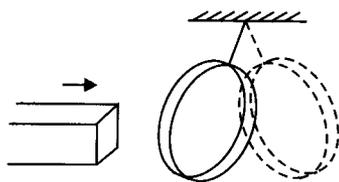


Рис. 495

1477. Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения изображена на рисунке 496. В начальный момент ключ замкнут. В момент времени $t = 0$ ключ размыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как это показано на рисунке.

Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при размыкании ключа сила тока в цепи плавно уменьшается, приближаясь к новому значению I_1 . Определите величину I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

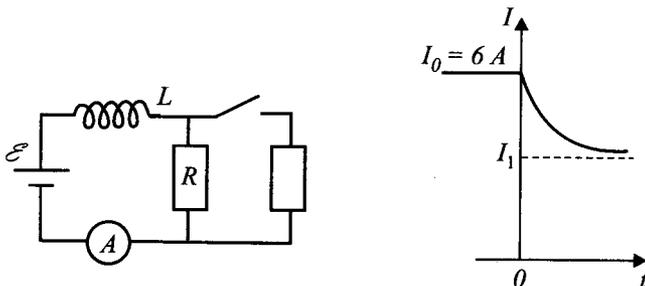


Рис. 496

1478. К колебательному контуру последовательно подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с периодом T . Электрическую ёмкость конденсатора колебательного контура можно плавно менять от максимального значения C_{max} до минимального C_{min} . Индуктивность катушки не меняется. Ученик постоянно уменьшал ёмкость конденсатора от C_{max} до C_{min} и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время убывала. Опираясь на законы физики, объясните наблюдения ученика.

1479. Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране \mathcal{E} (см. рис. 497а). Что произойдёт с изображением предмета

на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона К (см. рис. 497б)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

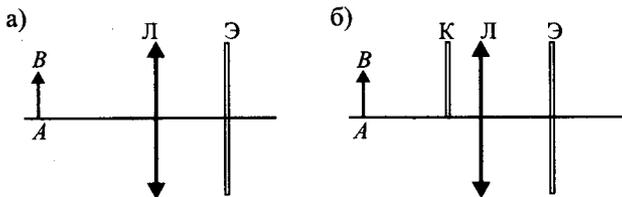


Рис. 497

1480. Линзу удерживают на расстоянии 2 см от тетрадного листа с клетками, на котором нарисованы направленные в одну сторону одинаковые стрелки. (На рисунке 498 показано изображение стрелок, которое видит глаз человека.) Укажите тип линзы (собирающая или рассеивающая) и вычислите, используя рисунок, фокусное расстояние линзы. Ответ поясните, опираясь на явления и законы оптики. Линзу считать тонкой.

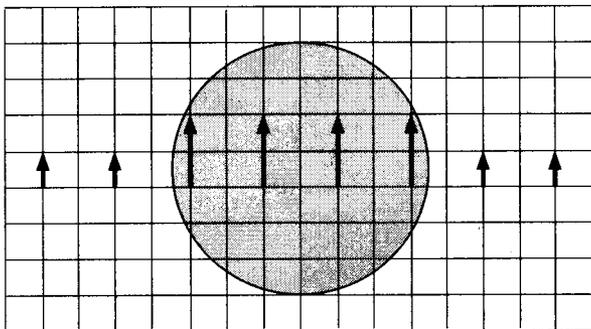


Рис. 498

Глава VIII.

Методы научного познания

В заданиях 1481–1512 в ответ перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

1481. На рисунке 499 показано положение указателя рычажных весов. Чему равна масса взвешиваемого тела? Считать, что погрешность прибора равна половине цены деления.

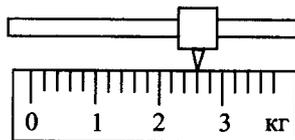


Рис. 499

Ответ: (____ \pm ____) кг.

1482. Каковы показания амперметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 500)?

Ответ: (____ \pm ____) А.

1483. Ученик собрал электрическую цепь для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нём. На рисунке 501 показаны шкалы амперметра и вольтметра. Погрешности измерений приборов равны половине цены деления. Чему равно по результатам этих измерений напряжение на участке электрической цепи с учётом погрешности измерений?

Ответ: (____ \pm ____) В.

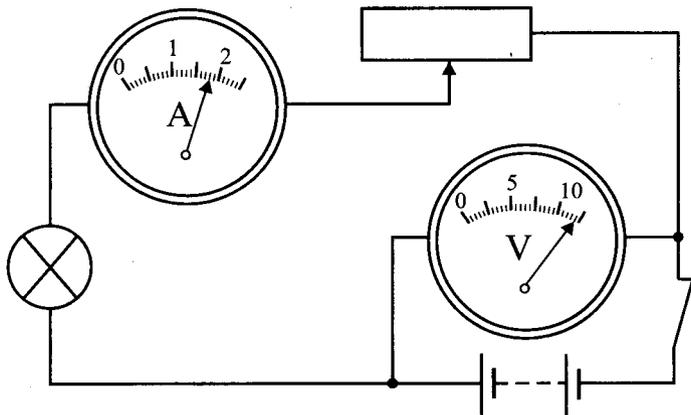


Рис. 500

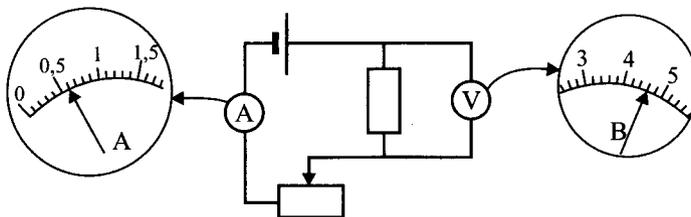


Рис. 501

1484. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Нижняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а верхняя шкала — в кПа (см. рис. 502). Погрешность измерения давления равна половине цены деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам данных измерений? Запишите в ответ показания барометра в кПа с учётом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) кПа.

1485. При определении массы воды, налитой в мензурку, ученик при помощи мензурки измерил объём воды (см. рис. 503). Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений. Погрешность измерения объёма равна половине цены деления мензурки.

Ответ: (____ ± ____) см³.

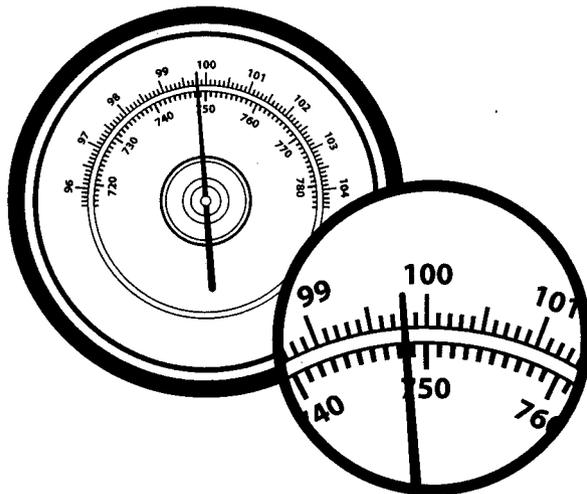


Рис. 502

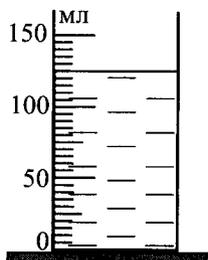


Рис. 503

1486. Под действием пружины динамометра брусок движется равномерно по поверхности стола (см. рис. 504). Чему равна сила трения, действующая на брусок? Считать погрешность измерения динамометра равной цене деления.

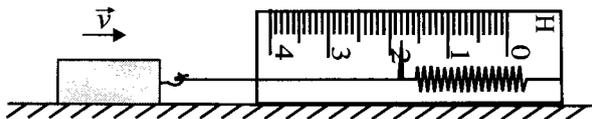


Рис. 504

Ответ: (____ ± ____) Н.

1487. На рисунке 505 приведён современный термометр, совмещённый с гигрометром. Каковы показания гигрометра? Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

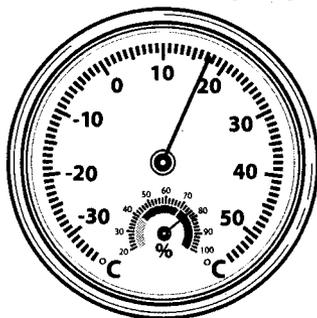


Рис. 505

Ответ: (_____ ± _____) %.

1488. С помощью вольтметра ученик проводил измерения напряжения на участке электрической цепи (см. рис. 506). Чему равно напряжение в цепи с учётом погрешностей измерений, если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра?

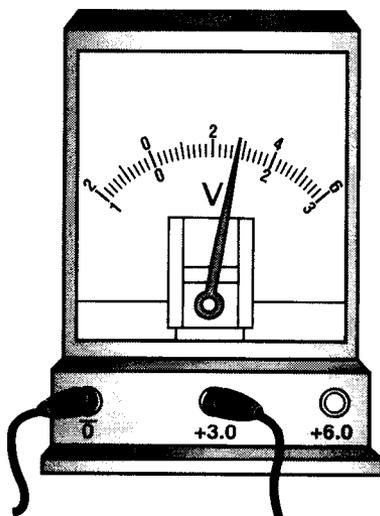


Рис. 506

Ответ: (_____ ± _____) В.

1489. Найдите объём используемой в лабораторной работе жидкости (см. рис. 507), если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления мензурки.

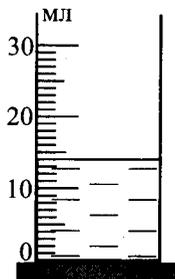


Рис. 507

Ответ: (____ ± ____) мл.

1490. Определите показания динамометра с учётом погрешности измерений (см. рис. 508). За погрешность примите половину цены деления.

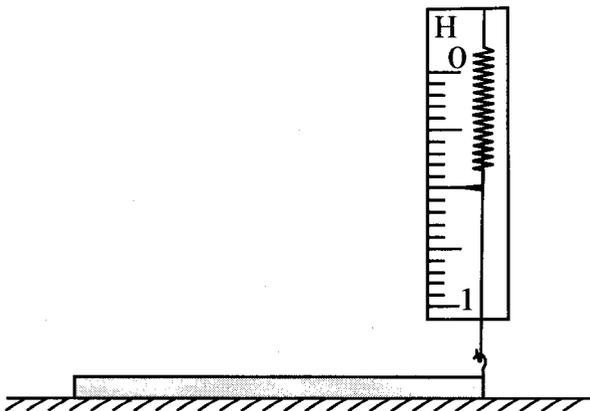


Рис. 508

Ответ: (____ ± ____) Н.

1491. Чему равна температура воздуха в комнате (см. рис. 509) с учётом погрешности измерений? (Погрешностью считать половину цены деления шкалы.)

Ответ: (____ ± ____) °С.

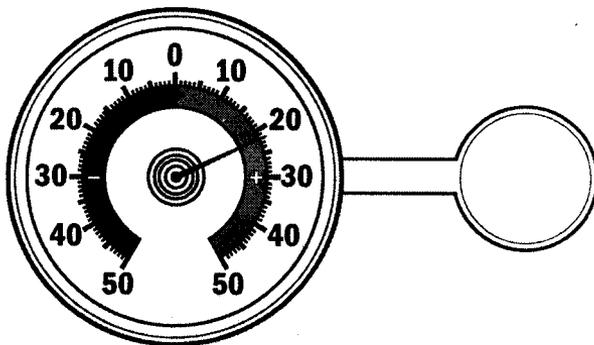


Рис. 509

1492. По рисунку 510 определите угол α , а также погрешность измерения. Запишите величину угла с учётом погрешности. Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

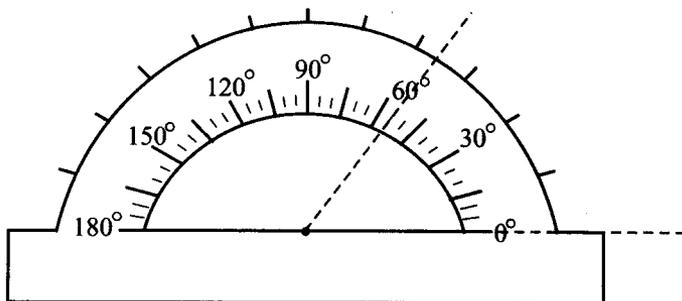


Рис. 510

Ответ: (____ \pm ____) °.

1493. Для выполнения лабораторной работы ученику требовалось измерить напряжение в электрической цепи (см. рис. 511). Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора. Каков результат измерений?

Ответ: (____ \pm ____) В.

1494. Запишите показания вольтметра с учётом его погрешности. Погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра (см. рис. 512).

Ответ: (____ \pm ____) В.

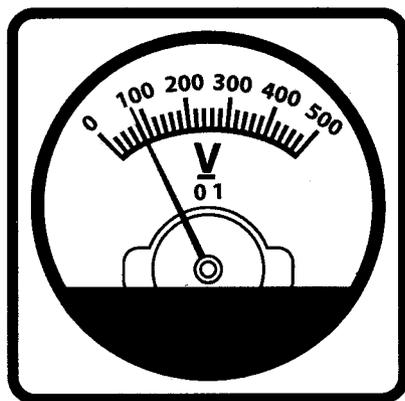


Рис. 511

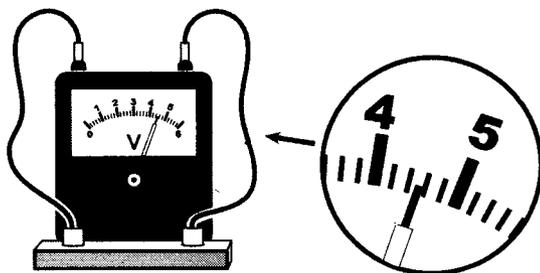


Рис. 512

1495. На рисунке 513 приведено изображение современного термометра, совмещённого с гигрометром. Каковы показания термометра? Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

Ответ: (____ ± ____)^{°C}.

1496. Какую температуру показывает термометр, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 514)?

Ответ: (____ ± ____)^{°C}.

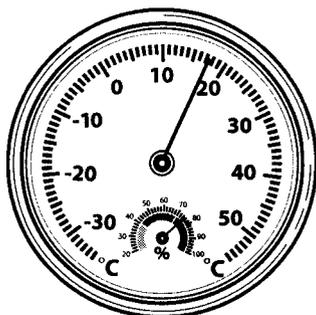


Рис. 513

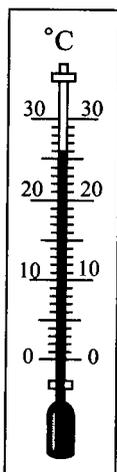


Рис. 514

1497. Ученик измеряет вес груза при помощи динамометра. Найдите, чему равен вес груза (см. рис. 515), если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления динамометра.

Ответ: (____ ± ____) Н.

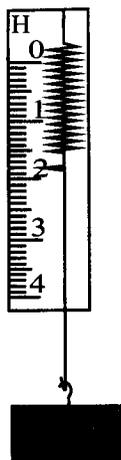


Рис. 515

1498. Запишите результат измерения динамометром веса груза (см. рис. 516), учитывая, что погрешность прямого измерения веса равна половине цены деления динамометра.

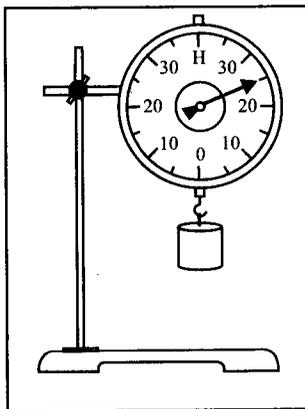


Рис. 516

Ответ: (____ ± ____) Н.

1499. Запишите показания спидометра (см. рис. 517) с учётом его погрешности. Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления спидометра.

Ответ: (____ ± ____) км/ч.

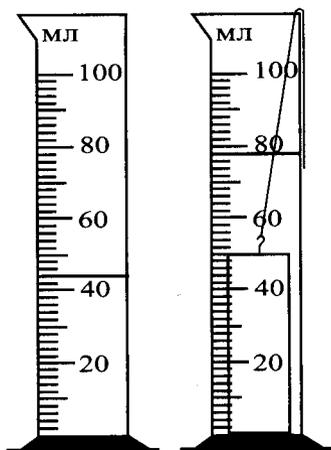


Рис. 519

1504. Чтобы определить длину одной скрепки, взяли 15 таких скрепок, выложили вдоль одной линии и измерили расстояние от левого края первой скрепки до правого края последней. Измерение показало, что общая длина этих скрепок 33 см. Чему равна длина одной скрепки по результатам данных измерений, если абсолютная погрешность измерения при помощи этой линейки равна 3 мм?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

1505. Чтобы определить диаметр бусины, взяли 25 таких бусин, выложили вдоль одной линии и измерили расстояние от левого края первой бусины до правого края последней. Измерение показало, что общая длина этих бусин равна 37,5 см. Чему равна длина одной бусины по результатам данных измерений, если абсолютная погрешность измерения при помощи этой линейки равна 5 мм?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

1506. Тонкую проволоку намотали на линейку. Оказалось, что длина 20 витков составляет 11 мм. Каков диаметр проволоки? Погрешность измерения линейки считать равной цене деления.

Ответ: (_____ ± _____) мм.

1507. Длина линии, выстроенной из 20 крупинок манки, составляет $(1,0 \pm 0,05)$ см. Каков диаметр одной крупинки?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

1508. Амперметр, имеющий на равномерной шкале 100 делений, рассчитан на измерение силы тока 500 мА. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 25 делений, а погрешность прямого измерения составляет половину цены деления амперметра?

Ответ: (_____ \pm _____) мА.

1509. Ваттметр, имеющий на равномерной шкале 50 делений, рассчитан на измерение мощности 500 Вт. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 20 делений, а погрешность прямого измерения мощности составляет половину цены деления ваттметра?

Ответ: (_____ \pm _____) Вт.

1510. Амперметр, имеющий на равномерной шкале 50 делений, рассчитан на измерение силы тока в 500 мА. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 40 делений, а погрешность прямого измерения силы тока составляет половину цены деления амперметра?

Ответ: (_____ \pm _____) мА.

1511. Вольтметр, имеющий на равномерной шкале 100 делений, рассчитан на измерение напряжения 200 В. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 75 делений, а погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?

Ответ: (_____ \pm _____) В.

1512. Динамометр, имеющий на равномерной шкале 50 делений, рассчитан на измерение силы 10 Н. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 6 делений, а погрешность прямого измерения силы составляет половину цены деления динамометра?

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

1513. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно исследовать зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы подвешенного груза. Для этого школьник взял штатив и пружину. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) линейка
- 2) динамометр
- 3) секундомер
- 4) набор грузов разной массы
- 5) нить

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1514. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно исследовать зависимость периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Для этого школьник взял штатив и набор пружин разной жёсткости. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) линейка
- 2) динамометр
- 3) секундомер
- 4) груз
- 5) нить

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1515. Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью мощность электрического тока, потребляемую резистором. Для этого школьник взял соединительные провода, реостат, ключ, аккумулятор и резистор. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) конденсатор
- 2) лампочка
- 3) вольтметр
- 4) амперметр
- 5) катушка индуктивности

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1516. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление резистора. Для этого, помимо резистора, школьник взял соединительные провода, реостат, ключ и вольтметр. Какие ещё **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) лампочка
- 2) аккумулятор
- 3) катушка индуктивности
- 4) конденсатор
- 5) амперметр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1517. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения железа по дереву. Для этого школьник взял железный брусок с крючком. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) линейка
- 2) деревянная рейка
- 3) железная рейка
- 4) секундомер
- 5) динамометр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1518. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу линзы. Для этого школьник взял линзу и свечу. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) экран
- 2) призма
- 3) линейка
- 4) дифракционная решётка
- 5) мензурка

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1519. Чтобы собрать экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе R при заданной силе тока, школьник взял источник тока, вольтметр, ключ, соединительные провода и резистор R . Какие **две** позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать при составлении комплектации для проведения этого эксперимента?

- 1) катушка индуктивности
- 2) лампочка
- 3) реостат
- 4) конденсатор
- 5) амперметр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1520. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно исследовать зависимость силы тока от сопротивления. Для этого ученик взял набор резисторов различных номиналов, ключ и соединительные провода. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) амперметр
- 2) вольтметр
- 3) секундомер
- 4) источник тока
- 5) омметр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1521. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление. Для этого ученик взял источник тока, два резистора различных номиналов, ключ и соединительные провода. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) амперметр
- 2) вольтметр
- 3) секундомер
- 4) фотоэлемент
- 5) тангенсгальванометр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

1522. Для изучения силы Архимеда, действующей на тела, полностью погружённые в жидкость, в распоряжении ученика имеются пять установок, состоящих из ёмкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие **две** из перечисленных в таблице установок необходимы ученику для того, чтобы опытным путём обнаружить, зависит ли сила Архимеда от плотности материала шарика?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	Подсолнечное масло	40 см ³	Железо
2	Вода	40 см ³	Алюминий
3	Вода	25 см ³	Алюминий
4	Керосин	25 см ³	Алюминий
5	Вода	40 см ³	Железо

Запишите в ответе номера выбранных установок.

Ответ:

1523. Ученик изучает зависимость ускорения свободно падающего тела от его массы. Какие два условия он должен создать для проведения данного исследования (см. рис. 520)?

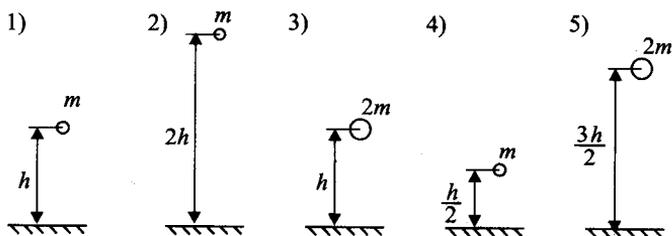


Рис. 520

В ответе запишите номера выбранных условий.

Ответ:

1524. Ученик изучает зависимость скорости свободно падающего тела от его высоты. Какие два условия он должен создать для проведения данного исследования (см. рис. 521)?

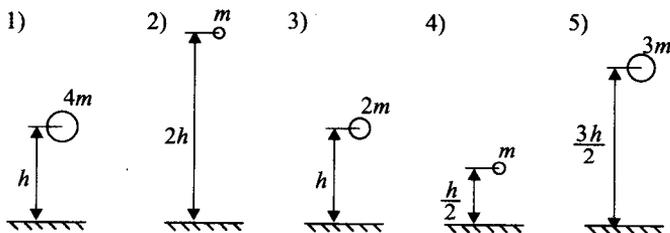


Рис. 521

В ответе запишите номера выбранных условий.

Ответ:

1525. Школьник собирается исследовать зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора.

Какие два колебательных контура из предложенных в таблице ему необходимо использовать, чтобы провести данное исследование?

Номер колебательного контура	Ёмкость конденсатора, пФ	Индуктивность катушки, мГн
1	15	1,3
2	0,7	1,5
3	11	1,3
4	15	1,4
5	0,7	1,1

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

1526. Ученику необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить, зависит ли выталкивающая сила, действующая на полностью погружённое в воду тело, от плотности тела. Для этого школьник взял сосуд с водой, динамометр и набор из шести грузов с крючками, характеристики которых приведены в таблице. Какие два груза необходимо взять ученику для проведения эксперимента?

Номер груза	Жидкость	Объём груза	Вещество, из которого сделан груз
1	Вода	20 см ³	Железо
2	Керосин	20 см ³	Сталь
3	Вода	40 см ³	Железо
4	Керосин	40 см ³	Алюминий
5	Вода	40 см ³	Алюминий
6	Масло	60 см ³	Пластинин

В ответе запишите номера выбранных грузов.

Ответ:

1527. Ученику необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить, зависит ли выталкивающая сила, действующая на полностью погружённое в жидкость тело, от объёма тела. Для этого школьник взял сосуд с водой, динамометр и набор из шести грузов с крючками, характеристики которых приведены в таблице. Какие два груза необходимо взять ученику для проведения эксперимента?

Номер груза	Жидкость	Объём груза	Вещество, из которого сделан груз
1	Вода	20 см ³	Железо
2	Керосин	20 см ³	Сталь
3	Вода	40 см ³	Железо
4	Керосин	40 см ³	Алюминий
5	Вода	40 см ³	Алюминий
6	Масло	60 см ³	Пласталин

В ответе запишите номера выбранных грузов.

Ответ:

1528. Ученик изучает законы постоянного тока. Ему необходимо исследовать, зависит ли электрическое сопротивление проводника от его длины. Для этого он собрал электрическую цепь, изображённую на рисунке 522, и взял набор из шести проводников, изготовленных из разных проволок, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ему необходимо взять для проведения этого исследования?

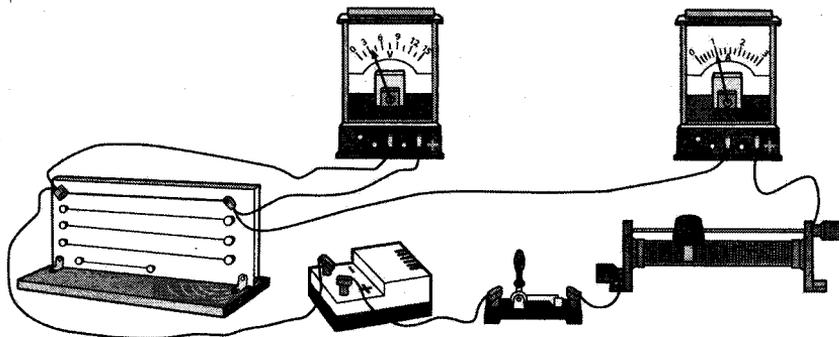


Рис. 522

Номер проводника	Длина проводника	Площадь поперечного сечения проводника	Материал, из которого изготовлен проводник
1	50 см	1,5 мм ²	Нихром
2	60 см	0,5 мм ²	Алюминий
3	60 см	0,5 мм ²	Нихром
4	50 см	1,0 мм ²	Алюминий
5	60 см	1,0 мм ²	Медь
6	60 см	1,5 мм ²	Нихром

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

1529. Ученик изучает законы постоянного тока. Ему необходимо установить, зависит ли электрическое сопротивление проводника от материала, из которого он изготовлен. Для этого он собрал электрическую цепь, изображённую на рисунке 523, и взял набор из шести проводников, изготовленных из разных проволок, характеристики которых приведены в таблице. Какие **два** проводника необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость электрического сопротивления от материала проводника?

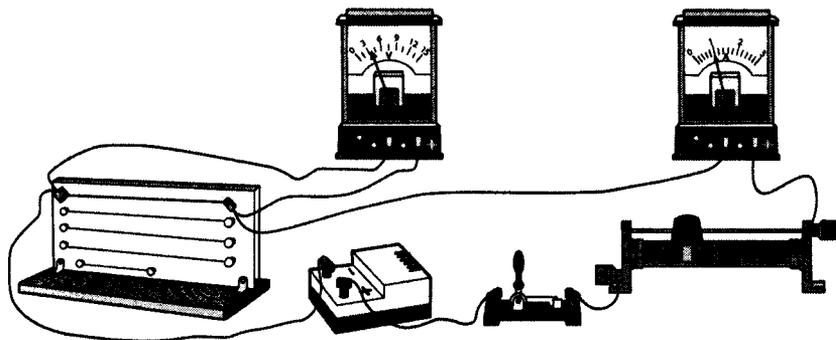


Рис. 523

Номер проводника	Длина проводника	Площадь поперечного сечения проводника	Материал, из которого изготовлен проводник
1	50 см	1,5 мм ²	Нихром
2	60 см	0,5 мм ²	Алюминий
3	60 см	0,5 мм ²	Нихром
4	50 см	1,0 мм ²	Алюминий
5	60 см	1,0 мм ²	Медь
6	60 см	1,5 мм ²	Нихром

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

1530. Ученик изучает зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза. Какие **два** эксперимента, соответствующих представленным на рисунке 524 схемам, он должен выполнить для проведения данного исследования?

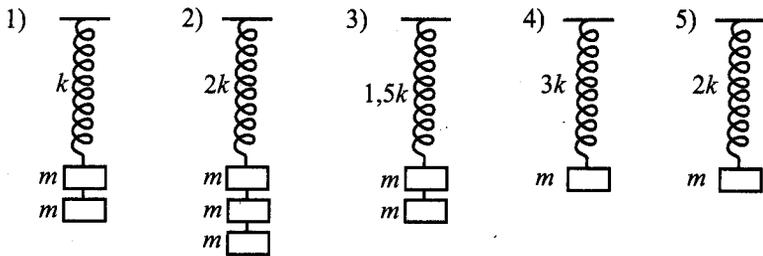


Рис. 524

В ответе запишите номера выбранных схем.

Ответ:

1531. Ученику необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности ρ погружаемого в воду тела. Какие **два** из указанных тел можно использовать для такой проверки (см. рис. 525)?

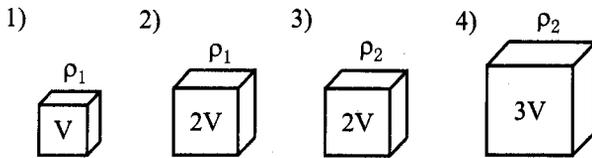


Рис. 525

В ответе запишите номера выбранных тел.

Ответ:

1532. Ученику необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружаемого в воду тела. Какие **два** из указанных тел можно использовать для такой проверки (см. рис. 526)?

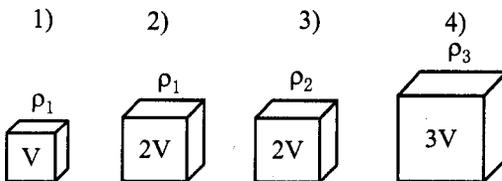


Рис. 526

В ответе запишите номера выбранных тел.

Ответ:

Примеры выполнения некоторых заданий

1. На интервале времени 2–3 ч координата не изменяется, следовательно, скорость равна 0.

Ответ: от 2 ч до 3 ч.

6. За равные промежутки времени тела проходят пути пропорционально их скоростям. Из графика видно, что

$$\frac{v_1}{v_2} = 2.$$

Ответ: в 2 раза.

7. Скорости тел можно найти по формуле

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

В первом случае $V_1 = 60$ км/ч, во втором — $V_2 = 30$ км/ч.

Итого $V_1 - V_2 = 30$ км/ч.

Ответ: на 30 км/ч.

11. Скорость первого тела

$$v_1 = \frac{x_1(4) - x_1(0)}{4} = \frac{-40 - (-60)}{4} = 5 \text{ м/с},$$

скорость второго тела

$$v_2 = \frac{x_2(3) - x_2(0)}{3} = \frac{60 - 80}{3} = -\frac{20}{3} \text{ м/с}.$$

Скорость сближения тел $v = v_1 - v_2 = 5 - \left(-\frac{20}{3}\right) = \frac{35}{3}$ м/с. Начальное расстояние $L = 140$ м, время уменьшения его до нуля

$$t = \frac{L}{v} = \frac{140 \cdot 3}{35} = 12 \text{ с}.$$

Ответ: 12 с.

12. Выберем координатную ось Ox , сонаправив её скорости первого автомобиля \vec{v}_1 и поместив начало отсчёта в точку A (см. рис. 527).

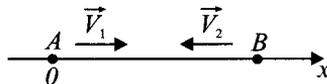


Рис. 527

Запишем законы движения для первого и второго автомобилей:

$$x_1 = v_1 t,$$

$$x_2 = x_{02} - v_2 t.$$

В момент встречи

$$\begin{aligned} x_1 &= x_2, \\ v_1 t &= x_{02} - v_2 t, \end{aligned}$$

откуда

$$v_2 = \frac{x_{02}}{t} - v_1.$$

Считаем:

$$v_2 = \frac{260}{2} - 60 = 70 \text{ км/ч.}$$

Ответ: 70 км/ч.

14. Относительная скорость $\vec{u} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$, где \vec{v}_1 и \vec{v}_2 — скорости автомобилей в неподвижной системе отсчёта. В данном случае $u = 0$ км/ч.

Ответ: 0 км/ч.

18. Относительная скорость

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2.$$

Сделаем рисунок (см. рис. 528).

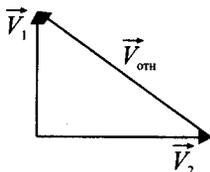


Рис. 528

Модуль скорости первого пешехода относительно второго

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}.$$

Считаем:

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{9 + 16} = 5 \text{ км/ч.}$$

Ответ: 5 км/ч.

19. Пусть первый автомобиль движется из города A в город B , второй — из города B в город A ; расстояние между городами равно $S_0 = 144$ км.

По закону сложения скоростей можем записать:

$$\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2.$$

Здесь \vec{v}_{12} — скорость первого автомобиля относительно второго. Теперь можем записать, учитывая встречное направление движения автомобилей в проекциях на направление движения:

$$v_{12} = v_1 + v_2.$$

По условию задачи путь 144 км автомобили совместно проехали за 1 час.

$$v_{12} = \frac{144 \text{ км}}{1 \text{ ч}} = 144 \text{ (км/ч)}.$$

Ответ: 144 км/ч.

20. По графику видно, что по течению реки скорость катера равна 30 м/с, против течения — 20 м/с. Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} v_k + v_T = 30, \\ v_k - v_T = 20. \end{cases}$$

Решая уравнения совместно, получаем $v_k = 25$ м/с.

Ответ: 25 м/с.

21. Поскольку после остановки автомобиль разворачивается, то $v_x < 0$; т. к. $|a_2| = 2|a_1|$, то график $v_x(t)$ после остановки идёт так, что

$$|\operatorname{tg} \alpha_2| = 2|\operatorname{tg} \alpha_1|,$$

где α_1, α_2 — углы наклона графика до и после остановки.

Ответ: 1.

22. На участке $0-t_1$ мы имеем дело с равноускоренным движением ($a_1 = \text{const}$), а далее скорость не меняется, т. е. движение становится равномерным ($a_2 = 0$).

Ответ: 3.

24. Зависимость координаты тела от времени выражается квадратичной функцией

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2},$$

т. к. $x(0) = 0$, то

$$x = v_{0x} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

При $t = 1$ с $x = 1$ м, поэтому

$$v_{0x} + \frac{a_x}{2} = 1,$$

при $t = 2$ с $x = 4$ м

$$2v_{0x} + \frac{4a_x}{2} = 4.$$

Тогда

$$\begin{aligned} a_x &= 2(1 - v_{0x}), \\ 2v_{0x} + 4(1 - v_{0x}) &= 4, \\ 2v_{0x} + 4 - 4v_{0x} &= 4, \\ 2v_{0x} &= 0, \end{aligned}$$

$$v_{0x} = 0.$$

$$\frac{a_x}{2} = 1,$$

$$a_x = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ: 2 м/с².

25. Так как ускорение является производной скорости по времени, а геометрический смысл производной — это тангенс угла наклона графика к оси времени, то видно, что максимальный угол наклона графика соответствует участку 12–15 с.

Ответ: от 12 с до 15 с.

30. Определим ускорения тел. При равноускоренном движении $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$,

$$\text{тогда } a_1 = \frac{20 - 5}{6 - 0} = 2,5 \text{ м/с}^2; a_2 = \frac{20 - 0}{10 - 0} = 2 \text{ м/с}^2.$$

Зависимость скорости от времени выражается линейным законом $v = v_0 + at$, поэтому $v_1 = 5 + 2,5t$; $v_2 = 2t$.

При $t = 4$ с $v_1 = 5 + 2,5 \cdot 4 = 15$ м/с, $v_2 = 2 \cdot 4 = 8$ м/с, а разность скоростей $v_1 - v_2 = 15 - 8 = 7$ (м/с).

Ответ: на 7 м/с.

31. Ускорение тела $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Для первого тела при $\Delta t_1 = 6$ с $\Delta v_1 = 15$ м/с, тогда $a_1 = \frac{15}{6} = 2,5$ (м/с²).

Для второго тела при $\Delta t_2 = 10$ с $\Delta v_2 = 20$ м/с, тогда $a_2 = \frac{20}{10} = 2$ (м/с²).

$$\text{Отношение } \frac{a_2}{a_1} = \frac{2}{2,5} = 0,8.$$

Ответ: 0,8.

32. Площадь под графиком $v = v(t)$ численно равна пути, пройденному телом. Поэтому ответ задачи — график № 3.

Ответ: 3.

41. Раскрываем скобки и дифференцируем $x(t)$ по времени дважды:

$$x(t) = 5 + 8t + t^2, \quad v(t) = 8 + 2t, \quad a(t) = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ: 2 м/с².

48. Запишем зависимость от времени проекции скорости тела на ось Ox :

$$u_x(t) = u - gt,$$

где u — проекция на ось Ox вектора начальной скорости тела (она направлена вдоль оси Ox), $g_x = -g$ — проекция на ось Ox вектора ускорения свободного падения (оно направлено противоположно оси Ox).

Графиком зависимости $u_x(t)$ является прямая линия, наклонённая к оси t под тупым углом (угловой коэффициент этой прямой $k = \operatorname{tg} \alpha = -g$ отрицателен по знаку). Этой зависимости соответствует рисунок 1.

Ответ: 1.

50. Тело, брошенное вертикально вверх, движется под действием силы тяжести, которая сообщает ему ускорение свободного падения.

Ответ: 2.

54. Направим ось y с поверхности Земли вертикально вверх. Закон изменения проекции скорости на эту ось

$$v = v_0 - gt.$$

В тот момент, когда тело поднимается на максимальную высоту, $v = 0$.

Отсюда $t = \frac{v_0}{g} = 4$ (с).

Ответ: 4 с.

56. Направим ось y с поверхности Земли вертикально вверх. Проекция скорости этого тела на выбранную ось

$$V = V_0 - gt.$$

Скорость станет равной $V_1 = 20$ м/с через время $t_1 = \frac{V_0 - V_1}{g}$. Закон изменения координаты

$$y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

Через время t_1 эта координата и высота от земли

$$h = V_0 \frac{V_0 - V_1}{g} - \frac{g(V_0 - V_1)^2}{2g^2} = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2g} = 60 \text{ (м)}.$$

Ответ: 60 м.

58. Направим ось y с поверхности Земли вертикально вверх. Закон изменения координаты имеет вид

$$y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

На высоте h тело будет через t_1 секунд

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

После подстановки величин v_0 и h для нахождения t_1 получим квадратное уравнение

$$t_1^2 - 8t_1 + 8 = 0.$$

У уравнения два корня: $t_1' = 1,2$ (с), $t_1'' = 6,8$ (с). В момент времени $t_1' = 1,2$ с тело первый раз находится на высоте 40 м.

Ответ: 1,2 с.

62. Так как материальная точка движется с постоянной по модулю скоростью, существует только центростремительное ускорение. Оно в каждой точке направлено по радиусу к центру. По стрелке центростремительное ускорение направлено в точке 3.

Ответ: 3.

63. Переведём в СИ $v = \frac{3 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 0,05 \text{ м/с}$. Период обращения

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 0,2}{5 \cdot 10^{-2}} = 25 \text{ (с)}.$$

Ответ: 25 с.

65. Сделаем чертёж (см. рис. 529).

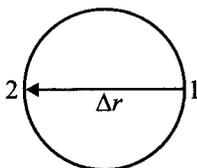


Рис. 529

Модуль перемещения $|\Delta r| = 2r$.

Пройденный путь $S = \pi R$,

$$\frac{S}{|\Delta r|} = \frac{\pi R}{2R} = \frac{\pi}{2}.$$

Ответ: $0,5 \cdot \pi$.

75. Сложим векторы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , используя правило параллелограмма (см. рис. 530).

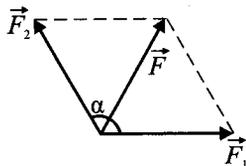


Рис. 530

Так как $F_1 = F_2$, то получившийся параллелограмм представляет собой ромб. Вектор \vec{F} делит его на два одинаковых равнобедренных треугольника, т. е. угол при вершине равен 60° (сумма углов в параллелограмме равна 360° и противоположные углы равны). Поэтому

$$F = F_1 = F_2 = 3 \text{ Н.}$$

Ответ: 3 Н.

77. Найдём сумму проекций всех сил на это направление:

$$\begin{aligned} F_3 + F_1 \cdot \cos 45^\circ - F_2 \cdot \cos 60^\circ &= 2 + 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 2 \cdot \frac{1}{2} = \\ &= 2 + \sqrt{2} - 1 = 2,4 \text{ (Н)}. \end{aligned}$$

Ответ: 2,4 Н.

80. Равнодействующая сил $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. $|\vec{F}| = 25 \text{ Н}$. Ускорение по второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m} = 5 \text{ (м/с}^2\text{)}$.

Ответ: 5 м/с².

86. Согласно второму закону Ньютона, $\vec{F} = m\vec{a}$, где \vec{a} — ускорение груза массой m , F — равнодействующая приложенных к грузу сил.

Ускорение численно равно тангенсу угла наклона графика скорости тела к оси t : $a = \frac{3}{6} = 0,5 \text{ (м/с}^2\text{)}$ — модуль ускорения груза на отрезке времени 0–6 с.

Тогда $F = ma = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,5 = 10^3 \text{ (Н)} = 1 \text{ (кН)}$ — модуль равнодействующей сил, приложенных к грузу на отрезке времени 0–6 с.

Ответ: 1 кН.

90. Согласно третьему закону Ньютона, эти силы равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Ответ: 1.

91. Согласно закону всемирного тяготения, $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$, тогда

$$F = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{80 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^3}{1000^2} \approx 4,3 \cdot 10^{-7} \text{ (Н)}.$$

Ответ: 0,43 мкН.

92. Расстояние от спутника до центра Земли $R_c = 2R_3$.

Сила гравитационного взаимодействия спутника и Земли $F = G \frac{mM}{R_c^2}$, его

ускорение $a = G \frac{M}{R_c^2} = G \frac{M}{(2R_3)^2}$. Так как ускорение свободного падения

на поверхности Земли $g = G \frac{M}{(R_3)^2}$, то

$$a = \frac{g}{4} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ: 2,5 м/с².

100. В процессе падения тело не давит на опору и не растягивает подвес, поэтому его вес равен нулю.

Ответ: 0 Н.

102. Груз находится в равновесии, значит, сумма всех сил, действующих на этот груз, равна нулю (см. рис. 531).

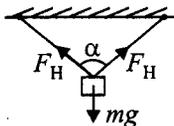


Рис. 531

В проекции на вертикальную ось:

$$mg = 2 \cdot F_H \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{mg}{2F_H} = \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 20} = \frac{1}{2}.$$

Следовательно, $\cos \frac{\alpha}{2} = 0,5$, $\frac{\alpha}{2} = 60^\circ$.

Угол между тросами равен 120° .

Ответ: 120° .

103. Расставим все силы, действующие на шарик (см. рис. 532).

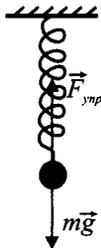


Рис. 532

Так как шарик находится в равновесии, то

$$F_{\text{упр.}} = mg = 0,6 \cdot 10 = 6 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 6 Н.

104. Запишем уравнение движения тела (второй закон Ньютона) для двух сил — силы тяжести и силы сопротивления воздуха, действующих на тело:

$$F_T - F_{\text{сопр.}} = ma.$$

Отсюда находим ускорение:

$$a = \frac{F_T - F_{\text{сопр.}}}{m} = \frac{mg - F_{\text{сопр.}}}{m}.$$

Окончательный расчёт даёт

$$a = \frac{0,5 \cdot 10 - 2}{0,5} = 6 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ: 6 м/с².

106. Запишем уравнение движения тела:

$$mg - N = ma.$$

$$a = \frac{mg - mg/4}{4} = 0,75g.$$

Ускорение равно 7,5 м/с² и направлено вниз.

Ответ: 7,5 м/с².

110. Сила упругости связана с деформацией законом Гука $F = kx$. Найдём из графика в некоторой его точке взаимосвязь F и x . Например, 20 Н и $20 \cdot 10^{-2}$ м:

$$k = \frac{F}{x} = \frac{20}{20 \cdot 10^{-2}} = 1000 \text{ (Н/м)}.$$

Ответ: 1000 Н/м.

113. При равномерном движении бруска сила тяги, которую показывает динамометр, численно равна силе трения

$$F_{\text{тр.}} = \mu mg.$$

При добавлении груза общая масса увеличивается в 4 раза, поэтому показания динамометра тоже возрастут в 4 раза и станут равны 8 Н.

Ответ: 8 Н.

118. На тело, висящее на пружине, действуют 2 силы: сила тяжести mg и сила упругости kx .

Для первой пружины

$$kx_1 = mg \Rightarrow x_1 = \frac{mg}{k}.$$

Для второй пружины

$$2kx_2 = 3mg \Rightarrow x_2 = \frac{3mg}{2k}.$$

Отношение растяжений

$$\frac{x_2}{x_1} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

Ответ: 1,5.

119. Силы упругости, действующие на обе пружины, равны между собой:
 $F_1 = F_2$.

$$k_1 x_1 = k_2 x_2 \rightarrow k_2 = \frac{k_1 x_1}{x_2} = \frac{20 \cdot 0,05}{0,025} = 40 \text{ (Н/м)}.$$

Ответ: 40 Н/м.

128. Сделаем чертёж (см. рис. 533).

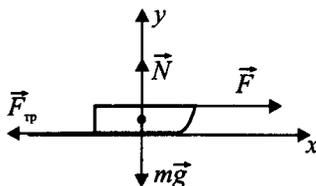


Рис. 533

Запишем второй закон Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{F}_{\text{тр.}} + m\vec{g} + \vec{N} = 0.$$

$$\text{Проекция на оси } Oy \text{ и } Ox: \begin{cases} F - F_{\text{тр.}} = 0, \\ N - mg = 0, \end{cases}$$

$$\vec{p} = -\vec{N}, \quad F_{\text{тр.}} = F = 54 \text{ Н},$$

$$F_{\text{тр.}} = p \cdot \mu = N \cdot \mu = mg\mu,$$

$$\mu = \frac{F_{\text{тр.}}}{mg} = \frac{54}{60 \cdot 10} = 0,09.$$

Ответ: 0,09.

130. Чтобы человек не скользил при беге, сила трения покоя должна быть максимальной и равна силе трения скольжения:

$$F = \mu N = \mu mg = 350 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 350 Н.

133. Условие покоя тела на наклонной плоскости выглядит следующим образом:

$$F_{\text{тр.}} = mg \sin \alpha = 0,1 \cdot 10 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 0,5 Н.

136. Скорость движения автомобиля

$$V = 72 \text{ км/ч} = \frac{72 \cdot 1000}{3600} \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}.$$

Импульс

$$p = mV = 900 \text{ кг} \cdot 20 \text{ м/с} = 18\,000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: 18 000 кг · м/с.

138. Так как модуль скорости тела постоянен, то модуль импульса $p = mv$ тоже не меняется. После прохождения половины окружности направление импульса изменится на противоположное. Следовательно, модуль изменения импульса $\Delta p = mv - (-mv) = 2mv$.

Ответ: $2mv$.

145. Изменение импульса тела под действием силы F в течение времени Δt можно найти по формуле $\Delta p = F\Delta t$.

Отсюда модуль силы

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{10}{2} = 5 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 5 Н.

147. Импульс силы, действующей на тело, равен изменению импульса тела (второй закон Ньютона в импульсной форме).

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}.$$

При изменении скорости от 25 м/с до 20 м/с изменение импульса автомобиля составило 7500 (Н · с).

Ответ: 7500 Н · с.

151. Согласно второму закону Ньютона, $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, тогда

$$F = \frac{6 - 2}{10 - 0} = 0,4 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 0,4 Н.

152. По второму закону Ньютона, $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, тогда

$$\Delta p = F\Delta t \text{ или } p - p_0 = F\Delta t,$$

т. к. $p_0 = 0$, то $p = F\Delta t$,

$$p = 15 \cdot 3 = 45 \text{ (кг} \cdot \text{м/с)}.$$

Ответ: 45 кг · м/с.

153. Поскольку второй закон Ньютона записывается в виде

$$F_x \cdot \Delta t = \Delta p_x \text{ и } F_y \Delta t = \Delta p_y,$$

то, находя $\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2} = 10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, получаем $\Delta t = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ (с)}$.

Ответ: 0,1 с.

156. Изменение импульса мяча равно импульсу, полученному Землёй. Сделаем рисунок 534 и найдём изменение импульса мяча.

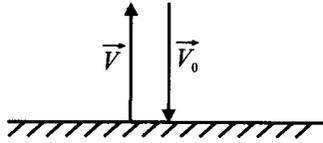


Рис. 534

$$\Delta \vec{p} = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = m(\vec{v} - \vec{v}_0).$$

Так как $v = v_0$, то $\Delta p = 2mv_0$. Считаем:

$$\Delta p = 2 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,6 \text{ (кг} \cdot \text{м/с)}.$$

Ответ: 0,6 кг · м/с.

166. Векторная сила импульсов, которые шары имели до взаимодействия, должна остаться неизменной (см. рис. 535).

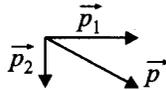


Рис. 535

Модуль импульса

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}.$$

Так как массы тел равны, то $2v = \sqrt{9 + 16} = 5$, $v = 2,5$ м/с.

Ответ: 2,5 м/с.

167. Запишем закон сохранения импульса (см. рис. 536):

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}.$$

$$\text{Ox: } m_1 V_1 = (m_1 + m_2) V_x.$$

$$\text{Oy: } m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V_y.$$

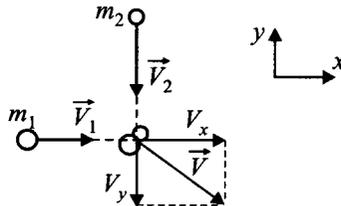


Рис. 536

Из теоремы Пифагора найдём скорость тел после соударения:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{4} = 2 \text{ (м/с)}.$$

Отсюда модуль импульса системы $(m_1 + m_2)V = 10 \text{ (кг·м/с)}$.

Ответ: 10 кг·м/с.

169. Тело движется вдоль поверхности, в то время как сила реакции опоры направлена перпендикулярно ей. Работа силы реакции опоры

$$A = N \cdot S \cdot \cos(90^\circ) = 0.$$

Ответ: 0 Дж.

170. Работа по подъёму столба будет равна работе по подъёму его центра тяжести на высоту 5 м:

$$A = mgh = 5000 \text{ (Дж)} = 5 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 5 кДж.

175. Работа силы F на пути S

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha,$$

в нашем случае $\alpha = 0^\circ$, т. к. направление силы совпадает с направлением перемещения,

$$A = F \cdot S = 25 \cdot 500 = 12\,500 \text{ (Дж)} = 12,5 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 12,5 кДж.

177. Используя формулу работы силы, $A = |\vec{F}| \cdot |\Delta\vec{r}| \cos \alpha$, где $|\vec{r}|$ — модуль перемещения, получаем, что работа силы тяжести $m\vec{g}$ при перемещении тела вверх равна $A_1 = -mgh$, а при движении вниз $A_2 = mgh$, т. е. полная работа $A = 0$. При перемещении по горизонтали сила тяжести перпендикулярна перемещению и работы не совершает.

Ответ: 0 Дж.

180. Изменение потенциальной энергии груза

$$\Delta E = mg\Delta h = 500 \cdot 10 \cdot 20 = 100\,000 \text{ (Дж)}.$$

Мощность двигателя $N = \frac{\Delta E}{t} = \frac{100\,000}{50} = 2\,000 \text{ (Вт)}$.

Ответ: 2 000 Вт.

183. Кинетическая энергия автомобиля не зависит от высоты его расположения и определяется по формуле

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{10^3 \cdot (10)^2}{2} = 5 \cdot 10^4 \text{ (Дж)} = 50 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 50 кДж.

186. По определению кинетическую энергию тела можно рассчитать по формуле

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Скорость определим как $v = \frac{10 - 5}{10 - 5} = 1$ (м/с). Тогда окончательно

$$E = \frac{20 \cdot 1}{2} = 10 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 10 Дж.

188. Так как другие силы в горизонтальном направлении, кроме силы трения, отсутствуют, то работа силы трения равна изменению кинетической энергии:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{0,5}{2}(16 - 100) = -21 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: -21 Дж.

195. Изменение потенциальной энергии

$$\Delta W = mg(h_1 - h_2) = 0,5 \text{ (Дж)},$$

т. е. уменьшится на 0,5 Дж.

Ответ: уменьшится на 0,5 Дж.

197. Энергию можно подсчитать по формуле

$$E = \frac{kx^2}{2} = \frac{500 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{2} = 0,1 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 0,1 Дж.

202. Полная механическая энергия автомобиля определяется по формуле

$$E = \frac{mv^2}{2} + mgh.$$

Переводя в СИ: 1 т = 1000 кг — и подставляя численные значения в формулу, получаем:

$$E = \frac{1000 \cdot 10^2}{2} + 1000 \cdot 10 \cdot 15 = 350\,000 \text{ (Дж)} = 350 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 350 кДж.

203. Увеличение внутренней энергии стенки и пули произошло за счёт кинетической энергии пули. Эта кинетическая энергия после попадания пули не исчезла бесследно, а перешла во внутреннюю и выделилась в виде тепла, поэтому

$$\Delta U = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,01 \cdot 500^2}{2} = 1250 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: на 1250 Дж.

204. Тело находилось на высоте $h = l \cos 45^\circ = \frac{l\sqrt{2}}{2}$. Его потенциальная энергия была $\frac{mgl\sqrt{2}}{2}$. Кинетическая энергия у основания наклонной плоскости будет такой же:

$$E_{\text{кин.}} = \frac{mgl\sqrt{2}}{2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{2}}{2} \approx 20 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 20 Дж.

210. Запишем закон сохранения энергии:

$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}.$$

Отсюда

$$v = \sqrt{2gh + v_0^2} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5 + 5^2} = 11,2 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 11,2 м/с.

212. Запишем закон сохранения энергии:

$$E_{\text{полная}} = E_{\text{пот.}} + E_{\text{кин.}} = \text{const.}$$

В верхней точке $E_{\text{полная}} = E_{\text{пот.0}} = mgh$,

на искомой высоте h_1 : $E_{\text{полная}} = E_{\text{пот.}} + \frac{2}{3}E_{\text{пот.}} = \frac{5}{3}mgh_1 = mgh$.

Отсюда $h_1 = \frac{3}{5}h$.

Ответ: $0,6 \cdot h$.

214. На высоте h кинетическая энергия тела равна потенциальной

$$mgh = \frac{mV^2}{2}.$$

Известно, что на высоте $h_1 = 10$ м скорость тела $V_1 = 8$ м/с. Из закона сохранения энергии можно записать

$$\frac{mV_1^2}{2} + mgh_1 = 2mgh_0,$$

$$h = \left(\frac{V_1^2}{2} + gh_1 \right) \frac{1}{2g},$$

$$h = \left(\frac{64}{2} + 100 \right) \cdot \frac{1}{20} = 6,6 \text{ м}.$$

Ответ: 6,6 м.

216. Работа силы тяжести

$$A_{\text{силы тяжести}} = mgh = 20 \cdot 10 \cdot 10 = 2000 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 2000 Дж.

217. Воспользуемся законом сохранения энергий

$$\begin{aligned} E_{\text{мех}} &= A_{\text{сопр.}}, \\ E_2 - E_1 &= A_{\text{сопр.}}, \\ \frac{mv^2}{2} - mgh &= A_{\text{сопр.}}, \end{aligned}$$

откуда

$$A_{\text{сопр.}} = m \left(\frac{v^2}{2} - gh \right).$$

$$\text{Считаем: } A_{\text{сопр.}} = 0,3 \left(\frac{16}{2} - 1,5 \cdot 10 \right) = -2,1 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: $-2,1$ Дж.

222. По правилу рычага $m_1 l = m_2 \cdot 2l$, откуда $m_2 = \frac{m_1}{2} = 50$ (г).

Ответ: 50 г.

230. Сумма сил, с которыми балка давит на обе опоры, равна mg . Если провести ось через опору, то уравнение моментов сил имеет вид

$$F \cdot \frac{3}{4}l = mg \frac{l}{2}.$$

Отсюда сила, действующая на правую опору,

$$F = \frac{2}{3}mg = 67 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 67 Н.

231. Равновесие системы достигается, если момент силы натяжения нити равен моменту силы F_2 . Сила натяжения нити равна силе F_1 , с которой нить тянут с другой стороны блока. Если за единицу измерения длины плеча выбрать размер одного сегмента плеча рычага, приведённого на рисунке 86 (см. с. 69), то правило моментов запишется так:

$$\begin{aligned} F_1 \cdot 6l &= F_2 \cdot 3l, \\ 5 \text{ Н} \cdot 6 &= F \cdot 3, \end{aligned}$$

откуда следует, что $F = 10$ Н.

Ответ: 10 Н.

232. Равновесие достигается, если момент силы натяжения равен моменту силы F . Как легко заметить, сила натяжения

$$mg = 0,6 \cdot 10 = 6 \text{ (Н)}.$$

Если за единицу измерения длины плеча выбрать размер одного сегмента плеча рычага l , приведённого на рисунке 87 (см. с. 70), то правило моментов запишется так:

$$6 \text{ Н} \cdot 4l = F \cdot 2l,$$

откуда следует, что $F = 12 \text{ Н}$.

Ответ: 12 Н.

238. Вес груза в воде $P = mg - F_A$, тогда

$$P = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 1,5 Н.

239. Условие плавания $\frac{V}{2} \rho_B g = \rho_B g V$. Отсюда

$$\rho_T = \frac{\rho_B}{2} = 500 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Ответ: 500 кг/м³.

248. На тело, погружённое в жидкость, действует сила тяжести, направленная вниз, и сила Авогадро, направленная вверх.

$$F + F_a - mg = 0, \quad F_a = g \rho_B V = g \rho_B \frac{m}{\rho_m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = mg - F_a = mg - mg \frac{\rho_B}{\rho_m},$$

$$F = 0,3 - 0,3 \cdot 10 \cdot \frac{1000}{1500} = 1 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 1 Н.

251. Время полёта стрелы определяется по формуле

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}.$$

С ростом угла значение $\sin \alpha$ возрастает, а значит, время также увеличивается. Максимальная высота подъёма определяется по формуле

$$h = \frac{(v \sin \alpha)^2}{2g}.$$

С ростом угла значение $\sin \alpha$ возрастает, а значит, высота подъёма также увеличивается.

Ответ: 11.

256. 1) Так как $T = \frac{2\pi R}{v}$, то $R = \frac{Tv}{2\pi}$. Таким образом, радиус уменьшится.

2) Так как для центростремительного ускорения

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \frac{2\pi v^2}{Tv} = \frac{2\pi v}{T},$$

то оно тоже уменьшится.

Ответ: 22.

259. Платформа является твёрдым телом, следовательно, при вращении все её точки совершают поворот за одно и то же время, поэтому период не изменяется. Линейная скорость определяется по формуле

$$v = \frac{2\pi R}{T}.$$

С увеличением радиуса скорость возрастает. Центробежная сила определяется по формуле

$$F = ma.$$

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

С увеличением радиуса увеличивается ускорение и, следовательно, сила тоже растёт.

Ответ: 11.

261. 1) Так как для центростремительного ускорения $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$, то

$$v^2 = a_{ц} \cdot R.$$

При $a_{ц} = const$ и уменьшении R v тоже уменьшится.

2) Период $T = \frac{2\pi R}{v}$, $v = \sqrt{a_{ц} \cdot R}$, таким образом,

$$T = \frac{2\pi R}{\sqrt{a_{ц} \cdot R}} = \frac{2\pi\sqrt{R}}{\sqrt{a_{ц}}},$$

следовательно, период уменьшится.

Ответ: 22.

266. Если на санки сядет человек, то масса саней увеличится. Ускорение при движении тела по наклонной плоскости не зависит от массы, а определяется по формуле

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Следовательно, ускорение не изменится. Сила трения при движении с горки прямо пропорциональна массе тела

$$F = \mu mg \cos \alpha,$$

поэтому сила трения возрастает.

Ответ: 31.

300. Неизменным при движении тела, брошенного под углом к горизонту, является его ускорение. Кинетическая энергия мяча сначала убывает до некоторого значения в верхней точке траектории, а потом вновь увеличивается.

Ответ: 32.

345. По определению средняя скорость

$$v_{\text{ср.}} = \frac{S}{t}.$$

Здесь S — весь путь, пройденный автомобилем, t — всё время движения.

Для нашего случая можем записать:

$$v_{\text{ср.}} = \frac{S}{\frac{S/2}{v_1} + \frac{S/2}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = 48 \text{ (км/ч)}.$$

Ответ: 48 км/ч.

348. Путь, пройденный телом при равноускоренном движении, можно найти по формуле

$$S = \frac{v_1 + v_0}{2} \cdot t.$$

Учтём, что $v_1 = 0,5v_0$,

$$S = \frac{1,5v_0}{2} \cdot t.$$

Выразим начальную скорость v_0 :

$$v_0 = \frac{2S}{1,5t} = \frac{2 \cdot 30}{1,5 \cdot 2,5} = 16 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 16 м/с.

354. Груз выпал из вертолётa, имея горизонтальную скорость 40 м/с. Его начальная скорость равна 0, поэтому высоту падения следует считать по формуле

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 16}{2} = 80 \text{ (м)}.$$

Ответ: 80 м.

355. Если направить ось y вертикально вверх, расположив её начало на поверхности Земли, то для закона изменения скорости можно записать $v = v_0 - gt$. В момент падения на Землю проекция скорости тела на вертикальную ось стала $-v_0$. Поэтому $-v_0 = v_0 - gt'$, где $t' = \frac{2v_0}{g}$ — время полёта.

$$t' = \frac{2 \cdot 25}{10} = 5 \text{ (с)}.$$

Ответ: 5 с.

361. Запишем, как меняются координаты тела (мяча) во время полёта (см. рис. 537):

$$x = Vt,$$

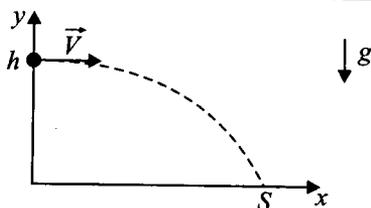


Рис. 537

$$y = h - \frac{gt^2}{2}.$$

Найдём время, за которое мяч упадёт на землю: $\frac{gt^2}{2} = h$, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

За это время вдоль горизонтальной оси он улетит на расстояние

$$S = Vt = V\sqrt{\frac{2h}{g}},$$

$$S = 10 \cdot \sqrt{\frac{90}{10}} = 30 \text{ (м)}.$$

Ответ: 30 м.

362. Сделаем рисунок 538.

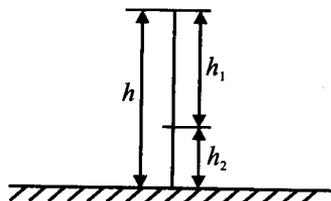


Рис. 538

Найдём время, затраченное телом на падение с высоты h . Так как движение происходит под действием силы тяжести, то

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

откуда

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Высота

$$h_2 = h - h_1,$$

где $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$ — путь, пройденный за время $t_1 = t - t_2$. Получим:

$$h_2 = h - \frac{g}{2} \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} - t_2 \right)^2.$$

Считаем:

$$h_2 = 20 - \frac{10}{2} \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} - 0,1 \right)^2 = 1,95 \text{ м.}$$

Ответ: 1,95 м.

364. Если считать движение листа бумаги равноускоренным, уравнение второго закона динамики имеет вид:

$$ma = mg - F_{\text{сопр.}}$$

Пройденный путь $S = \frac{at^2}{2}$. Отсюда находим a и подставляем в уравнение динамики:

$$F_{\text{сопр.}} = mg - \frac{2Sm}{t^2} = 0,03 \cdot 10 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,03}{4} = 0,15 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 0,15 Н.

368. T_1 и T_2 — силы натяжения нити маятника в нижнем и верхнем положениях соответственно (см. рис. 539). Уравнения динамики в нижней и верхней точках имеют вид:

$$\begin{cases} T_1 - mg = \frac{mv^2}{R}, \\ T_2 + mg = \frac{mv^2}{R}. \end{cases}$$

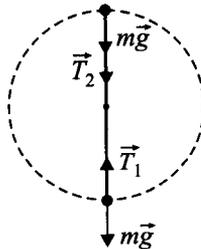


Рис. 539

Вычитая из верхнего уравнения нижнее, получим $T_1 - T_2 - 2mg = 0$.

$$m = \frac{T_1 - T_2}{2g} = 0,5 \text{ (кг)}.$$

Ответ: 0,5 кг.

371. При движении по наклонной плоскости без трения ускорение тележки $a = g \sin \alpha$. Конечную скорость тележки можно определить из кинематической формулы $v = \sqrt{2aS} = \sqrt{2Sg \sin \alpha}$.

Подставляя численные значения, получаем $v = 3,2$ м/с.

Ответ: 3,2 м/с.

372. На тело действуют три силы: тяжести, реакции опоры, трения. Сумма проекций этих сил на ось, перпендикулярная наклонной плоскости,

$$mg \sin \alpha - F_{\text{тр.}} = ma.$$

Чтобы найти силу трения, спроецируем все силы на ось, перпендикулярную к наклонной плоскости, и приравняем сумму этих проекций к нулю:

$$N - mg \cos \alpha = 0.$$

Отсюда $N = mg \cos \alpha$ и $F_{\text{тр.}} = mg \cos \alpha$.

В итоге $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$. С таким ускорением без начальной скорости

тело проходит путь $S = \frac{h}{\sin \alpha}$.

$$S = \frac{at^2}{2},$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g \sin \alpha (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} = 4,1 \text{ (с)}.$$

Ответ: 4,1 с.

375. Сделаем чертёж (см. рис. 540) и расставим силы, действующие на мальчика. По третьему закону Ньютона,

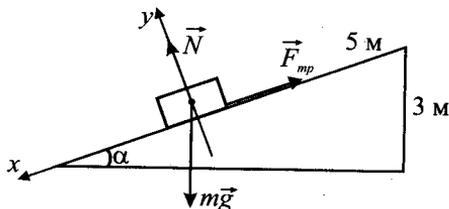


Рис. 540

$$\vec{P} = -\vec{N},$$

$$P = N.$$

По второму закону Ньютона, в проекциях на ось Oy

$$N - mg \cos \alpha = 0.$$

Тогда

$$N = mg \cos \alpha,$$

$$P = mg \cos \alpha.$$

Так как $\cos \alpha = \frac{\sqrt{5^2 - 3^2}}{5} = \frac{4}{5}$, то $P = 30 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 240$ (Н).

Ответ: 240 Н.

376. Сделаем рисунок 541.

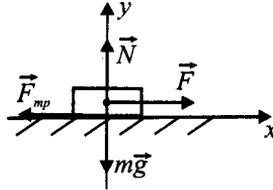


Рис. 541

Согласно второму закону Ньютона,

$$Ox: F - F_{\text{тр.}} = ma,$$

$$Oy: N = mg,$$

т. к. $F_{\text{тр.}} = \mu N$, то $F - \mu mg = ma$, откуда

$$F = m(\mu g + a).$$

Так как $v_0 = 0$, то $a = \frac{v}{t} = 1,5$ м/с².

$$F = 1,5 \cdot 10^3 \cdot (0,6 \cdot 10 + 1,5) \approx 11 \text{ (кН)}.$$

Ответ: 11 кН.

378. Сделаем чертёж, на котором обозначим все взаимодействия (см. рис. 542).

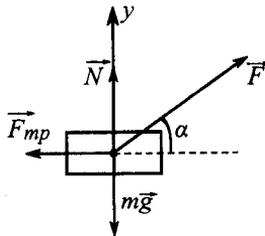


Рис. 542

Так как груз движется, то на него действует сила трения скольжения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Запишем 2-й закон Ньютона в проекции на ось y :

$$Oy: N + F \sin \alpha - mg = 0.$$

$$N = mg - F \sin \alpha,$$

$$F_{\text{тр.}} = \mu(mg - F \sin \alpha),$$

$$F_{\text{тр.}} = 0,25(35 - 25 \cdot \frac{1}{2}) = 5,625 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 5,625 Н.

379. На рисунке 543 показаны силы, действующие на брусок. Запишем второй закон Ньютона в проекциях по осям:

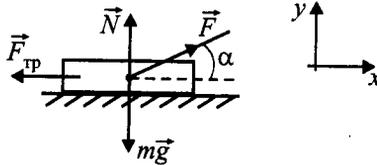


Рис. 543

$$Ox: F \cos \alpha - F_{\text{тр.}} = ma, \quad F_{\text{тр.}} = \mu N.$$

$$Oy: N + F \sin \alpha - mg = 0.$$

Решая систему уравнений относительно ускорения a , получим:

$$a = \frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = 10 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ: 10 м/с².

380. Работа силы F на перемещение тела на расстояние S

$$A = FS.$$

S можно найти из соотношения $S = \frac{at^2}{2}$, ускорение $a = \frac{F}{m}$. Тогда

$$S = \frac{F}{m} \cdot \frac{t^2}{2}, \quad \text{а } A = \frac{F^2}{m} \cdot \frac{t^2}{2} = 4,5 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 4,5 Дж.

383. Вектор скорости \vec{v} камня, брошенного под углом к горизонту, раскладываем на две составляющие: горизонтальную \vec{v}_x и вертикальную \vec{v}_y . Полная скорость камня в любой момент равна векторной сумме составляющих скорости. Следовательно, минимальная скорость камня будет в верхней точке траектории и она равна только горизонтальной составляющей \vec{v}_x , которая не меняет своего значения во всё время полёта. То есть дальность полёта $S = v_x \cdot t$. Откуда $\vec{v}_x = 10 \text{ (м/с)}$. Следовательно, кинетическая энергия камня в высшей точке траектории равна

$$E = \frac{mv_x^2}{2} = \frac{0,1 \cdot 10^2}{2} = 5 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 5 Дж.

384. Из условия равенства кинетической и потенциальной энергии

$$mgh_1 = \frac{mV_1^2}{2}.$$

Из закона сохранения энергии

$$mgh_0 = mgh_1 + \frac{mV_1^2}{2} = mV_1^2,$$

$$h_0 = \frac{V_1^2}{g} = \frac{14^2}{10} = 19,6 \text{ (м)}.$$

Ответ: 19,6 м.

385. Применим к автомобилю закон изменения механической энергии. Изменение энергии автомобиля равно работе сил трения

$$-\frac{mV_0^2}{2} = -\mu mgS.$$

Отсюда

$$V_0 = \sqrt{2\mu gS} = \sqrt{2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 49,4} = 22,2 \text{ (м/с)} = 80 \text{ (км/ч)}.$$

Ответ: 80 км/ч.

387. Мощность при равномерном движении трамвая можно рассчитать по формуле $N = F \cdot v$, где F — сила, которую приходится преодолевать телу для движения. В нашем случае это проекции сил тяжести и трения на наклонную плоскость

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha.$$

Отсюда

$$N = F \cdot v = mgv(\sin \alpha + \mu \cos \alpha),$$

$$N = 10 \cdot 1500 \cdot 10 \cdot (0,5 + 0,02 \cdot 0,87) = 776 \text{ кВт}.$$

Ответ: 776 кВт.

388. В начальном состоянии энергия бруска

$$E_0 = mgh + \frac{mv^2}{2},$$

скорость в начале движения равна нулю.

$$E_0 = mgh = 0,1 \cdot 10 \cdot 2 = 2 \text{ (Дж)}.$$

Энергия в конце пути

$$E_1 = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,1 \cdot 4^2}{2} = 0,8 \text{ (Дж)}.$$

Работа силы трения равна разности энергий в конце и начале пути:

$$A = E_1 - E_0 = 0,8 - 2,0 = -1,2 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: -1,2 Дж.

390. Энергия гарпуна после выстрела $E = FS = 250 \cdot 0,4 = 100 \text{ Дж}$. Максимальной высота подъёма будет в том случае, если вся эта энергия

превратится в потенциальную энергию гарпуна:

$$mgh = E, \quad h = \frac{E}{mg} = \frac{100}{0,2 \cdot 10} = 50 \text{ (м)}.$$

Ответ: 50 м.

391. КПД двигателя можно найти по формуле

$$\eta = \frac{A}{P} = \frac{FV}{P},$$

где P — мощность механизма, F — сила сопротивления движению.

Найдём отсюда силу F , учитывая, что скорость $V = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$.

$$F = \frac{\eta \cdot P}{V} = \frac{0,04 \cdot 300 \cdot 10^3}{10} = 12 \cdot 10^3 \text{ (Н)} = 12 \text{ (кН)}.$$

Ответ: 12 кН.

393. По закону сохранения импульса

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2,$$

в проекциях на направление движения гранаты

$$mv = -\frac{m}{2}v_1 + \frac{m}{2}v_2,$$

откуда

$$\begin{aligned} v_2 &= 2v + v_1, \\ v_2 &= 2 \cdot 20 + 200 = 240 \text{ (м/с)}. \end{aligned}$$

Ответ: 240 м/с.

394. Так как поверхность гладкая и трения нет, то в описанном процессе энергия сохраняется. Запишем закон сохранения энергии

$$\frac{k \cdot \Delta x^2}{2} = \frac{mv^2}{2}.$$

Выразим величину сжатия пружины Δx :

$$\Delta x = \sqrt{\frac{mv^2}{k}},$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 0,8^2}{125}} = 0,032 \text{ (м)} = 3,2 \text{ (см)}.$$

Ответ: 3,2 см.

397. На плавающий на границе двух жидкостей кубик (см. рис. 544) действуют следующие силы: сила тяжести и две силы Архимеда со стороны обеих жидкостей. Равнодействующая этих сил равна нулю.

$$m\vec{g} + \vec{F}_{A1} + \vec{F}_{A2} = 0.$$

В проекции на вертикальную ось:

$$\begin{aligned} mg &= F_{A1} + F_{A2}, \\ mg &= \rho_B \cdot g \cdot V_B + \rho_K \cdot g \cdot V_K, \end{aligned}$$

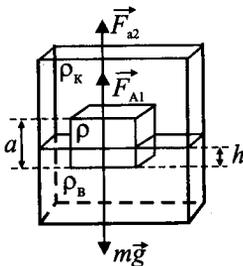


Рис. 544

где $V_B = a^2 \cdot h$ — объём части кубика, погружённой в воду,
 $V_K = a^2 \cdot (a - h)$ — объём части кубика, погружённой в керосин,
 $V = a^3$ — объём всего кубика.

Учтём, что масса кубика равна произведению объёма кубика на его плотность:

$$m = V \cdot \rho.$$

$$a^3 \cdot \rho \cdot g = \rho_B \cdot g \cdot a^2 \cdot h + \rho_K \cdot g \cdot a^2 \cdot (a - h).$$

$$a \cdot \rho = \rho_B \cdot h + \rho_K \cdot (a - h).$$

Отсюда ребро кубика

$$a = \frac{(\rho_B - \rho_K) \cdot h}{\rho - \rho_K} = \frac{(1000 - 800) \cdot 0,05}{960 - 800} = 0,0625 \text{ м} = 6,25 \text{ см}.$$

Ответ: 6,25 см.

399. Вес грузика в воздухе

$$p_1 = mg.$$

Вес грузика в воде

$$p_2 = mg - F_{\text{Арх}}.$$

Отсюда легко получить

$$F_{\text{Арх}} = p_1 - p_2 = 0,1 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 0,1 Н.

400. По закону Архимеда можем записать:

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{п}},$$

здесь ρ — плотность воды, $V_{\text{п}}$ — объём погружённой части тела.

Найдём сначала этот объём:

$$V_{\text{п}} = \frac{F_{\text{Арх}}}{\rho g} = 0,5 \text{ м}^3.$$

Теперь найдём объём надводной части:

$$V_{\text{н}} = 1 \text{ м}^3 - 0,5 \text{ м}^3 = 0,5 \text{ м}^3.$$

Ответ: $0,5 \text{ м}^3$.

401. В воде на тело действуют сила тяжести и направленная в противоположную сторону выталкивающая сила

$$F = mg - F_A = \rho_c \cdot V_c g - \rho_v \cdot V_c g = V_c g (\rho_c - \rho_v).$$

Отсюда объём тела

$$V_c = \frac{F}{g(\rho_c - \rho_v)} = \frac{7000}{10 \cdot (7800 - 1000)} = 0,1 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Масса стального тела такого объёма

$$m = \rho_c \cdot V_c = 780 \text{ (кг)}.$$

Ответ: 780 кг.

402. В описанном случае плот будет находиться на грани полного погружения, если выполняется следующее условие плавания:

$$(m_{\text{п}} + m_{\text{г}})g = \frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{д}}} \rho_{\text{в}} g,$$

где $m_{\text{п}}$ — масса плота, $m_{\text{г}}$ — масса груза, $\rho_{\text{д}}$ — плотность дерева, $\rho_{\text{в}}$ — плотность воды.

Отсюда

$$m_{\text{г}} = \frac{m_{\text{п}} \rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{д}}} - m_{\text{п}} = m_{\text{п}} \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{д}}} - 1 \right),$$

$$m_{\text{г}} = 1000 \cdot \left(\frac{1000}{600} - 1 \right) = 667 \text{ (кг)}.$$

Ответ: 667 кг.

404. Гидростатическое давление жидкостей на дно сосуда в обоих коленах сосуда должна быть одинаковым:

$$\rho_2 g h = \rho_2 g b + \rho_1 g (H - b).$$

Выразим из этого выражения высоту h :

$$h = \frac{\rho_2 g b + \rho_1 g (H - b)}{g \rho_2},$$

$$h = b + \frac{\rho_1}{\rho_2} (H - b),$$

$$h = 0,12 + \frac{800}{1000} (0,2 - 0,12) = 0,184 \text{ м} = 18,4 \text{ см}.$$

Ответ: 18,4 см.

406. Силы, действующие на тело в момент переворота, изображены на рисунке 545.

При выборе оси вращения, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа, уравнение равенства моментов сил имеет наиболее простой вид:

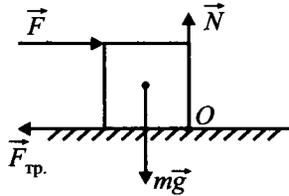


Рис. 545

$$mg \frac{l}{2} = Fl.$$

Здесь l — ребро куба. Отсюда

$$F = \frac{mg}{2} = \frac{100 \cdot 10}{2} = 500 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 500 Н.

407. Центром тяжести системы является такая её точка, относительно которой сумма моментов сил тяжести отдельных частей системы равна 0 (см. рис. 546). Пусть x — расстояние от центра тяжести системы до более лёгкого шара.

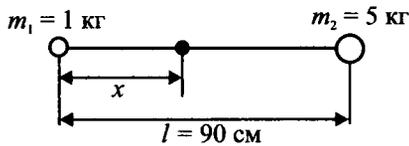


Рис. 546

Тогда

$$m_1 \cdot x = m_2(l - x) \Rightarrow x = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2},$$

$$x = \frac{5 \cdot 90}{6} = 75 \text{ (см)}.$$

Ответ: 75 см.

408. Сделаем чертёж к этой задаче (см. рис. 547).

По правилу моментов сил можем записать:

$$F_1 \cdot \frac{l}{2} + F_3 \left(\frac{l}{2} - x \right) = F_2 \frac{l}{2}.$$

$$2 \cdot 0,5 + 5(0,5 - x) = 6 \cdot 0,5.$$

$$x = 10 \text{ см}.$$

Ответ: 10 см.

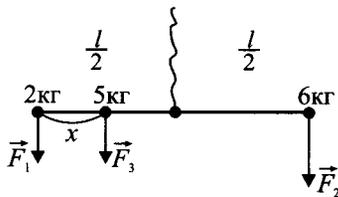


Рис. 547

409. Запишем момент сил относительно оси, проходящей через точку A (см. рис. 135 на с. 124):

$$F \cdot |AC| - Mg \cdot |AB| = 0 \Rightarrow F = \frac{Mg \cdot |AB|}{|AC|} = \frac{600 \cdot 10 \cdot 1}{5} = 1200 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 1200 Н.

410. По третьему закону Ньютона (см. рис. 548)

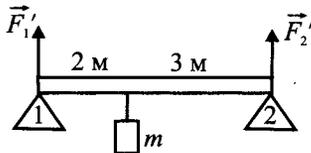


Рис. 548

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_1'|, \quad |\vec{F}_2| = |\vec{F}_2'|.$$

Условия равновесия стержня:

— отсутствие поступательного движения

$$F_1 + F_2 - mg = 0;$$

— отсутствие вращения — сумма моментов сил, действующих на стержень, равна нулю. Будем рассчитывать моменты сил относительно опоры 1:

$$F_2 \cdot 5 = mg \cdot 2.$$

Решая совместно эти уравнения, получаем:

$$F_2 = \frac{2}{5}mg = 0,4 \cdot 10 \cdot 10 = 40 \text{ Н},$$

$$F_1 = mg - F_2 = 60 \text{ Н}.$$

Ответ: 60 Н и 40 Н.

412. Сделаем поясняющий рисунок 549.

Для того чтобы стержень с подвешенным на нём грузом оставался неподвижным, нужно, чтобы моменты сил, вращающих его против часовой стрелки, в точности компенсировали моменты сил, вращающих по часовой стрелке:

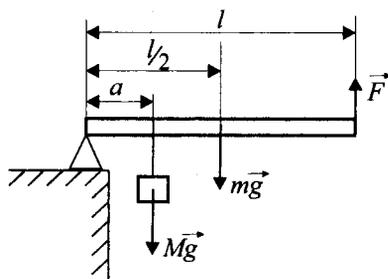


Рис. 549

$$F \cdot l = Mga + mg \frac{l}{2},$$

Выразим массу груза:

$$M = \frac{Fl - mg \frac{l}{2}}{ga} = \frac{50 \cdot 1 - 8 \cdot 10 \cdot 0,5}{10 \cdot 0,2} = 5 \text{ (кг)}.$$

Ответ: 5 кг.

414. Обоснование.

Инерциальную систему отсчёта, относительно которой рычаг находится в равновесии, можно связать, например, с поверхностью Земли.

Описываем рычаг моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).

Рычаг находится в равновесии, при этом он может двигаться как поступательно, так и вращаться вокруг оси, проходящей через точку O . Следовательно, для решения задачи необходимо использовать оба условия равновесия тела. Первое — для поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю); второе — для вращательного движения (сумма моментов внешних сил относительно оси вращения равна нулю).

Решение.

Условие нахождения рычага в горизонтальном положении:

$$T = mg - F_A.$$

Учтём, что $m = \rho V$, $F_A = \rho_{\text{ж}} V g$. Следовательно,

$$T = (\rho - \rho_{\text{ж}}) V g.$$

Силу F , которую надо приложить к точке B (см. рис. 139, с. 126), найдём из равенства моментов сил T и F относительно точки O :

$$T \cdot AO = F \cdot OB,$$

откуда

$$F = T \frac{AO}{OB} = \frac{(\rho - \rho_{ж})Vg}{2} = \frac{6,8 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{2} = 51 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 51 Н.

415. Обоснование.

Инерциальную систему отсчёта, относительно которой рычаг находится в равновесии, можно связать, например, с дном сосуда.

Описываем рычаг моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).

Рычаг находится в равновесии, при этом он может двигаться как поступательно, так и вращаться вокруг оси, проходящей через шарнир, которым рычаг прикреплен ко дну сосуда. Следовательно, для решения задачи необходимо использовать оба условия равновесия тела. Первое для поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю); второе — для вращательного движения (сумма моментов внешних сил относительно оси вращения равна нулю).

Решение.

Запишем правило моментов относительно точки (см. рис. 550):

$$Fx - mgl = 0,$$

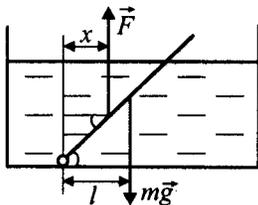


Рис. 550

где F — архимедова сила, точка приложения которой находится посередине подводной части палочки, mg — сила тяжести, точка приложения которой находится в средней части палочки.

$$x = \frac{3}{8}L \cos \alpha, \quad l = \frac{1}{2}L \cos \alpha —$$

плечи соответствующих сил с учётом того, что внутри жидкости находится $\frac{3}{4}$ части палочки. Архимедова сила определяется по формуле

$$F = \rho_{\text{жид.}} g V_{\text{под.}}$$

Масса палочки

$$m = \rho_{\text{дер.}} g.$$

После математических преобразований получаем:

$$\frac{\rho_{\text{жид.}}}{\rho_{\text{дер.}}} = 1,78.$$

Ответ: 1,78.

416. Обоснование.

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной, брусок движется поступательно. Следовательно, его можно описать моделью материальной точки. В ИСО движение материальной точки описывается вторым законом Ньютона, поэтому мы можем его использовать для решения задачи.

Тело движется равноускоренно, его начальная скорость равна нулю, следовательно, пройденный путь за время t можно найти как $S = \frac{at^2}{2}$.

Решение.

Запишем второй закон Ньютона в векторной форме:

$$\vec{F} + \vec{F}_{\text{тр.}} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}.$$

Под действием проекций сил на горизонтальное направление тело движется ускоренно: $F \cos \alpha - \mu N = ma$. Для определения N учтём, что сумма проекций сил на вертикальное направление равна нулю.

$$N - mg - F \sin \alpha = 0 \Rightarrow N = mg + F \sin \alpha.$$

Ускорение тела $a = \frac{2S}{t^2}$. Таким образом,

$$F \cos \alpha - \mu(mg + F \sin \alpha) = m \frac{2S}{t^2}.$$

Это соотношение позволяет найти

$$\mu = \frac{F \cos \alpha - m \frac{2S}{t^2}}{mg + F \sin \alpha} = 0,73.$$

Ответ: 0,73.

417. Обоснование.

Будем считать систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Оба тела движутся поступательно, поэтому их можно описывать моделью материальной точки. В ИСО движение материальной точки можно описать с помощью второго и третьего законов Ньютона.

Покажем на рисунке внешние силы, действующие на грузы M и m (см. рис. 551).

Так как нить лёгкая и скользит по блоку без трения, то можно считать $T_1 = T_2 = T$.

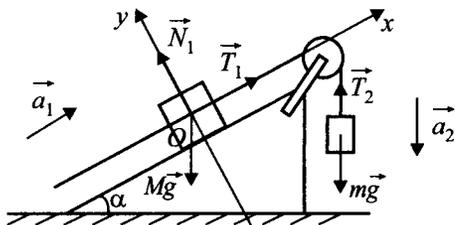


Рис. 551

Так как нить нерастяжима, то ускорения тел равны $a_1 = a_2 = a$.

Решение.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел:

$$m\vec{a} = m\vec{g} - \vec{T}, \quad (1)$$

$$M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{N} + \vec{T}. \quad (2)$$

Перепишем уравнение (1) в проекции на вертикальную ось:

$$ma = mg - T \Rightarrow T = m(g - a).$$

Найдём проекции уравнения (2) на оси Ox и Oy :

$$\text{на } Ox: Ma = T - F_{\text{тр.}} - Mg \sin \alpha, \quad (3)$$

$$\text{на } Oy: 0 = N - Mg \cos \alpha. \quad (4)$$

Сила трения

$$F_{\text{тр.}} = \mu \cdot N.$$

Выразим из (4) силу реакции опоры N и подставим в выражение для силы трения:

$$F_{\text{тр.}} = \mu \cdot Mg \cos \alpha.$$

Следовательно,

$$Ma = m(g - a) - \mu \cdot Mg \cos \alpha - Mg \sin \alpha.$$

Выразим отсюда массу m :

$$m = \frac{Ma + \mu \cdot Mg \cos \alpha + Mg \sin \alpha}{(g - a)},$$

$$m = \frac{2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,87 + 2 \cdot 10 \cdot 0,5}{(10 - 1,6)} = 2,1 \text{ (кг)}.$$

Ответ: 2,1 кг.

422. Обоснование.

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной (ИСО). Шарики можно описать моделью материальной точки (так как их размеры малы по сравнению с длинами нитей).

Закон сохранения импульса системы тел выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна

нулю. При ударе все внешние силы, действующие на систему тел «первый шарик + второй шарик» (силы тяжести, а также силы натяжения нитей), вертикальны. Следовательно, в ИСО проекция импульса системы «первый шарик + второй шарик» на горизонтальную ось сохраняется при их столкновении.

При движении первоначально отклонённого шарика m_1 по окружности от начального положения до столкновения с другим шариком на него действуют потенциальная сила тяжести m_1g и сила натяжения нити T . Сила натяжения нити T направлена по нити (то есть по радиусу окружности), а скорость v шарика m_1 направлена по касательной к этой окружности. Поэтому в любой точке его траектории сила T перпендикулярна скорости v . Следовательно, работа силы T при движении шарика от начального положения до места столкновения шариков равна нулю. Непотенциальных сил (например, силы сопротивления воздуха) нет. Следовательно, при этом движении сохраняется механическая энергия шарика m_1 :

$$m_1gh = \frac{m_1v^2}{2}.$$

Удар шариков абсолютно неупругий, следовательно, после него шарики будут двигаться как единое целое. Время удара очень мало, можно считать, что потенциальная энергия в процессе удара не изменяется. Следовательно, в момент удара кинетическая энергия первоначально отклонённого шарика полностью перейдёт сначала в кинетические энергии двух шариков, а в момент максимального подъёма — в потенциальную энергию этих шариков на высоте h :

$$\frac{m_1v^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)v_1^2}{2} = (m_1 + m_2)gh.$$

Решение.

Обозначим h_1 — высоту, на которую отклонили первый шар. По закону сохранения энергии для тяжёлого шара (см. рис. 552):

$$3mgh_1 = \frac{3mv^2}{2}, \quad h_1 = L(1 - \cos \alpha).$$

$$gL(1 - \cos \alpha) = \frac{3mv^2}{2}.$$

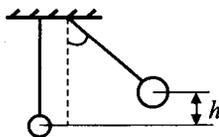


Рис. 552

По закону сохранения импульса

$$3mv = (3m + m)v_{\text{общ.}}$$

По закону сохранения энергии для обоих шаров после удара

$$\frac{4mv_{\text{общ.}}^2}{2} = 4mgh, \quad h = L(1 - \cos \beta).$$

После совместного решения уравнений получаем:

$$\cos \beta = \frac{23}{32} = 0,72.$$

Ответ: 0,72.

424. Обоснование.

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной (ИСО). Систему «платформа с орудием + снаряд» считаем замкнутой.

Закон сохранения импульса системы тел выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна нулю. При выстреле все внешние силы, действующие на систему тел (сила тяжести орудия и сила тяжести снаряда), вертикальны. Следовательно, в ИСО проекция импульса системы «платформа с орудием + снаряд» на горизонтальную ось при выстреле сохраняется.

После выстрела платформа с орудием начинает двигаться горизонтально с некоторой скоростью, а через некоторое время останавливается. Изменение механической энергии замкнутой системы равно работе всех непотенциальных сил, в данном случае работе силы трения. Следовательно,

$$\Delta E_{\text{мех.}} = F_{\text{тр.}} \cdot S.$$

Решение.

Воспользуемся законом сохранения проекции импульса на горизонтальную ось

$$mv_0 \cos \alpha = Mv,$$

откуда

$$v = \frac{m}{M} v_0 \cos \alpha.$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{Mv^2}{2} = F_{\text{тр.}} \cdot S,$$

где сила трения $F_{\text{тр.}} = \mu \cdot N = \mu mg$.

$$\frac{Mv^2}{2} = \mu MgS,$$

тогда $S = \frac{v^2}{2\mu g}$,

$$S = \frac{m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{2M^2 \mu g}.$$

Считаем:

$$S = \frac{20^2 \cdot 200^2 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 2^2 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 10} = 1 \text{ (м)}.$$

Ответ: на 1 м.

425. Обоснование.

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной (ИСО). Систему «пуля – ящик» можно считать замкнутой, потому что внешние силы не действуют (сила сопротивления воздуха отсутствует), поэтому для описания попадания пули в ящик можно применять законы сохранения импульса и энергии в инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй.

После попадания пули в ящик с песком они будут двигаться как единое целое. Время удара очень мало, можно считать, что потенциальная энергия в процессе удара не изменяется. Следовательно, в момент удара кинетическая энергия летящей пули полностью перейдёт в кинетические энергии ящика с песком и с пулей.

Закон сохранения импульса системы тел выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна нулю. При ударе все внешние силы, действующие на систему тел «пуля + ящик» (силы тяжести, а также сила натяжения нити), вертикальны. Следовательно, в ИСО проекция импульса системы «пуля + ящик» на горизонтальную ось сохраняется при их столкновении.

Решение.

Воспользуемся законом сохранения импульса

$$mv = Mu,$$

откуда $u = \frac{mv}{M}$.

Кинетическая энергия пули:

$$E_{k1} = \frac{mv^2}{2},$$

ящика:

$$E_{k2} = \frac{Mu^2}{2} = \frac{M}{2} \cdot \frac{m^2 v^2}{M^2} = \frac{m^2 v^2}{2M}.$$

Доля переданной энергии:

$$\varepsilon = \frac{m^2 v^2}{2M} \cdot \frac{2}{mv^2} = \frac{m}{M}, \quad \varepsilon = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{4} = 0,0025.$$

Ответ: 0,0025.

430. Обоснование.

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной (ИСО). Шарик имеет малые размеры по сравнению с радиусом горки, поэтому описываем шарик моделью материальной точки. Следовательно, для описания движения шарика по горке можем использовать второй и третий законы Ньютона.

В ИСО изменение механической энергии тела равно работе всех приложенных к телу непотенциальных сил. По условию задачи при движении по горке силы трения нет. Сила реакции опоры \vec{N} , действующая на шарик, перпендикулярна поверхности горки, а скорость шарика \vec{v} направлена по касательной к этой поверхности. Поэтому в любой точке его траектории сила N перпендикулярна скорости v , значит, работа силы N при движении шарика от начального положения до места отрыва равна нулю. Следовательно, механическая энергия шарика при его движении по горке сохраняется.

В точке отрыва шарика от горки сила реакции опоры (горки) на шарик будет равна нулю $N = 0$.

Решение.

1) Проверим, оторвётся ли тело в верхней точке. Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgR + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2gR.$$

Рассчитаем силу реакции в верхней точке. Второй закон Ньютона в проекции на ось Ox (см. рис. 553):

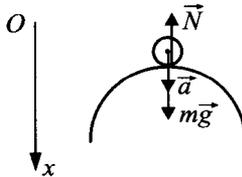


Рис. 553

$$mg - N = ma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = m(g - a) = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right) = m\left(3g - \frac{v_0^2}{R}\right) = m\left(3 \cdot 9,8 - \frac{11,3^2}{5}\right) > 0.$$

Тело не отрывается в верхней точке.

2) Определим точку отрыва, в ней $N = 0$ (см. рис. 554). Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha \quad (1)$$

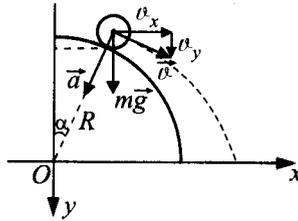


Рис. 554

Второй закон Ньютона для точки отрыва в проекции на R имеет вид:

$$mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow g \cos \alpha = \frac{v^2}{R},$$

подставив в (1), получаем:

$$v^2 = \frac{v_0^2}{3} = 42,56 \text{ (м}^2/\text{с}^2); \quad \cos \alpha = \frac{v_0^2}{3gR} = 0,87; \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,5.$$

3) В точке отрыва $x_0 = R \sin \alpha = 2,5$ м; $h = R \cos \alpha = 4,35$ м;
 $v_x = v \cos \alpha = 5,68$ м/с; $v_y = v \sin \alpha = 3,26$ м/с.

4) По оси Oy движение равноускоренное с ускорением g . Определим время падения. Для этого вначале найдём v_y в момент удара о землю:

$$h = \frac{V_y^2 - v_y^2}{2g} \Rightarrow V_y = \sqrt{2gh + v_y^2} = 9,79 \text{ (м/с)}.$$

$$\text{Время падения } t = \frac{V_y - v_y}{g} = 0,67 \text{ (с)}.$$

5) Через время t координата тела по оси Ox будет $x = x_0 + v_x t = 6,31$ (м).

6) Таким образом, расстояние от точки Б до точки падения равно $6,31 - 5 = 1,31$ (м).

Ответ: 1,31 м.

432. Количество молекул:

$$N = N_a \frac{m}{M} = N_a \frac{\rho V}{M} = 6 \cdot 10^{23} \frac{1000 \cdot 10^{-6}}{0,018} = 3,33 \cdot 10^{22}.$$

Ответ: $3,33 \cdot 10^{22}$.

439. Давление идеального газа может быть рассчитано из соотношения

$$p = \frac{1}{3} n m_0 v^2.$$

Следовательно, давление увеличится в 2 раза.

Ответ: увеличится в 2 раза.

441. Воспользуемся соотношением

$$p = \frac{1}{3} \rho u^2,$$

где $\rho = \frac{m}{V}$, V — объём газа.

$$u = \sqrt{\frac{3pV}{\rho}} = 700 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 700 м/с.

443. Абсолютная температура T связана с температурой по шкале Цельсия t соотношением $T = t + 273^\circ\text{C}$.

$$T = 273 - 25 = 248 \text{ (К)}.$$

Ответ: 248 К.

445. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул любого газа определяется только его температурой $\bar{E} = \frac{3}{2} kT$. Так как температуры азота и водорода одинаковы, то и средние кинетические энергии поступательного движения тоже равны.

Ответ: 1.

447. Средняя кинетическая энергия молекул азота

$$E = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 200 = 4,14 \cdot 10^{-21} \text{ (Дж)}.$$

Ответ: $4,14 \cdot 10^{-21}$ Дж.

451. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона $pV = \frac{m}{M} RT$, плот-

ность вещества по определению равна $\rho = \frac{m}{V}$. Из этих выражений найдём

плотность кислорода $\rho = \frac{pM}{RT}$, здесь M — молярная масса кислорода, равная $M = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Окончательно получим $\rho = 1,4$ кг/м³.

Ответ: 1,4 кг/м³.

454. В состоянии теплового равновесия равны средние кинетические энергии молекул

$$\frac{m_{\text{K}}v_{\text{K}}^2}{2} = \frac{m_{\text{B}}v_{\text{B}}^2}{2}.$$

Отсюда следует:

$$\frac{v_{\text{K}}}{v_{\text{B}}} = \sqrt{\frac{m_{\text{B}}}{m_{\text{K}}}}.$$

Здесь m_{B} и m_{K} — массы одной молекулы водорода и кислорода соответственно:

$$m_{\text{B}} = \frac{M_{\text{B}}}{N_{\text{A}}}, \quad m_{\text{K}} = \frac{M_{\text{K}}}{N_{\text{A}}}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{v_{\text{K}}}{v_{\text{B}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{B}}}{M_{\text{K}}}} = \frac{1}{4}.$$

Тогда

$$v_{\text{K}} = \frac{1}{4}v_{\text{B}}.$$

Ответ: $v_{\text{K}} = 0,25 \cdot v_{\text{B}}$.

456. Из уравнения состояния $V = \frac{m}{M} \cdot \frac{RT}{p}$ следует, что при уменьшении молярной массы в 16 раз объём газа увеличивается во столько же раз.

Ответ: увеличится в 16 раз.

457. После установления равновесия температуры газа в сосудах выровняются и газ заполнит удвоенный объём. Для постоянной температуры

$$pV = pV_1,$$

$$p_1 = \frac{pV}{V_1} = \frac{pV}{2V} = \frac{p}{2}.$$

Ответ: уменьшится в 2 раза.

460. По закону Дальтона давление смеси газов равно сумме парциальных (т. е. созданных каждым газом в отсутствие другого):

$$p = p_1 + p_2 = 10^2 + 2 \cdot 10^5 = 3 \cdot 10^5 \text{ (Па)}.$$

Ответ: $3 \cdot 10^5$ Па.

461. Для нахождения отношения температур воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона $p_3V_3 = \nu RT_3$ и для $p_2V_2 = \nu RT_2$. Как видим, отношение температур равно отношению произведений давления на объём,

т. е. $\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_3V_3}{p_2V_2}$. Из графика (см. рис. 153 на с. 143) получаем, что $\frac{T_3}{T_2} = \frac{5}{2}$.

Ответ: 2,5.

463. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1 = \frac{3}{5} \cdot \frac{7}{3} \cdot 200 = 280 \text{ (K)}.$$

Ответ: 280 К.

464. Из условия задачи следует, что $p_2 = 4p_1$, $V_2 = \frac{1}{2}V_1$.

Запишем уравнения состояния газа для обоих случаев:

$$p_1 V_1 = \nu RT_1, \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \nu RT_2. \quad (2)$$

Перепишем (2), учитывая изменения давления и объёма газа:

$$4p_1 \cdot \frac{1}{2}V_1 = \nu RT_2.$$

$$2p_1 V_1 = \nu RT_2. \quad (3)$$

Решив уравнения (1) и (3), найдём, что $2T_1 = T_2$, то есть температура газа увеличится в 2 раза.

Ответ: в 2 раза.

465. Запишем уравнения состояния газа для обоих случаев:

$$p_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1,$$

$$p_2 V = \frac{m - \Delta m}{\mu} RT_2.$$

Здесь Δm — масса выпущенного из сосуда газа. Исходя из условия задачи, можем записать: $p_1 = 4p_2$, $T_1 = 2T_2$.

$$4p_2 V = 2 \frac{m}{\mu} RT_2 \Rightarrow m = \frac{4\mu p_2 V}{2RT_2}.$$

$$p_2 V = 2 \frac{m - \Delta m}{\mu} RT_2 \Rightarrow m - \Delta m = \frac{\mu p_2 V}{RT_2}.$$

Отсюда

$$\frac{m - \Delta m}{m} = \frac{2}{4} \Rightarrow 1 - \frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{2}.$$

Следовательно, из сосуда выпустили половину газа:

$$\Delta m = \frac{1}{2}m.$$

Ответ: 0,5.

468. По уравнению состояния

$$pV = \frac{m}{M} RT \rightarrow V = \frac{mRT}{Mp} = 0,6 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Ответ: 0,6 м³.

473. Из уравнения состояния

$$pV = \nu RT \rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{10^6 \text{ Па} \cdot 2 \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 500 \text{ К}} = 481,3 \text{ моль.}$$

Ответ: 481,3 моль.

477. При изобарном нагревании график зависимости объёма от температуры представляет собой прямую, обязательно проходящую через начало координат.

Ответ: 1.

481. Изохорный нагрев приведён на рисунках 1 и 2 (см. рис. 162 на с. 147), а изотермическое сжатие на рисунке 1.

Ответ: 1.

484. Процесс 1–5 состоит из следующих процессов: 1–2 — изобарный, 2–3 и 4–5 изотермические и 3–4 — изохорный.

Этому условию удовлетворяет график 2.

Ответ: 2.

491. При изотермическом расширении по закону Бойля — Мариотта можем записать:

$$p_1 V_1 = p_2 (V_1 + V_2).$$

Отсюда конечное давление $p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} = 0,8 \text{ (МПа)}$.

Ответ: 0,8 МПа.

492. Давление можно рассчитать по формуле $p = nkT$. Концентрация в изохорном процессе не изменяется. Температура увеличивается с 293 К до 586 К, т. е. в 2 раза. Во столько же раз увеличивается давление.

Ответ: в 2 раза.

494. Внутреннюю энергию одноатомного идеального газа можно рассчитать по формуле

$$U = 1,5\nu RT.$$

Отсюда следует, что при увеличении температуры в три раза внутренняя энергия газа также увеличится в три раза.

Ответ: увеличилась в 3 раза.

496. На графике процесс 1–2 является изотермическим — для всех точек

$$pV = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Дж, поэтому } \frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1} = 1.$$

Ответ: 1.

497. Работа газа связана с изменением его объёма. Если объём газа не меняется, то газ работу не совершает. На участке 2 объём газа не меняется, а следовательно, работа не совершается.

Ответ: на участке 2.

501. Наибольшая работа производится в том случае, когда в координатах p – V площадь под графиком процесса наибольшая. Это процесс 2–3.

Ответ: в процессе 2–3.

504. Работа, выполненная газом, численно равна площади под графиком в осях pV :

$$\begin{aligned} A_{13} &= p_0(4,5V_0 - V_0) + \frac{1}{2}(4,5V_0 - V_0) \cdot (3p_0 - p_0) = \\ &= 3,5p_0V_0 + 3,5p_0V_0 = 7p_0V_0. \end{aligned}$$

Ответ: $7p_0V_0$.

506. Газ расширяется, т. к. $V_2 > V_1$, следовательно, газ совершает положительную работу. Работа газа численно равна площади под графиком процесса в осях (p, V) .

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}20 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2000 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 2000 Дж.

509. Работа, выполненная газом, численно равна площади под графиком в осях pV :

$$\begin{aligned} A_{12} &= \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 1,5p_0 + p_0 \cdot 2V_0 = 3,5p_0V_0, \\ A_{23} &= p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0V_0. \end{aligned}$$

$$\text{Отношение работ } \frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{3,5}{2} = 1,75.$$

Ответ: 1,75.

510. Работа газа связана с изменением его объёма. Если объём газа не меняется, то газ работу не совершает. На участке 2 объём газа не меняется, а следовательно, работа не совершается.

Ответ: на участке 2.

513. Первый закон термодинамики: $Q = \Delta U + A$.

По условию $\Delta U = -50$ кДж, а работа, совершённая газом, $A = +35$ кДж. Тогда $Q = -15$ кДж. Отрицательное значение теплоты указывает на то, что в этом процессе тепло отдаётся телом.

Ответ: 15 кДж.

521. Первый закон термодинамики можно записать в виде

$$\Delta U = Q + A'.$$

Изменение внутренней энергии термодинамической системы равно сообщённой ей теплоте плюс работа, совершённая над системой. Работа системы (газа) $A = -A'$. При адиабатном процессе отсутствует теплообмен $Q = 0$, $\Delta U = -A$. Внутренняя энергия уменьшилась на 500 Дж.

Ответ: на 500 Дж.

523. Из первого закона термодинамики, $Q = \Delta U + A_{\text{газа}}$, следует, что

$$Q = \frac{3}{2}A_0 + A_0 = \frac{5}{2}A_0.$$

Отсюда $\frac{A_0}{Q} = 0,4$.

Ответ: 0,4.

525. Внутренняя энергия увеличилась ($\Delta U > 0$), т. к. в этом процессе температура увеличивается.

Из первого закона термодинамики изменение внутренней энергии газа определим по формуле

$$\Delta U = Q - A.$$

Работу газа над внешними телами в процессе 1–2 можно найти, подсчитав

площадь трапеции: $A = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot \Delta V$. В нашем случае $A = 100 \text{ кПа} \cdot 2 \text{ м}^3 =$

$= 200 \text{ кДж}$. Изменение внутренней энергии

$$\Delta U = 300 \text{ кДж} - 200 \text{ кДж} = 100 \text{ кДж}.$$

Ответ: увеличилась на 100 кДж.

528. Работа при изобарном процессе

$$A = p \cdot \Delta V = p \cdot V_2 - p \cdot V_1,$$

или

$$A = p \cdot (3V - V) = 2p \cdot V,$$

далее, используя уравнение Менделеева — Клапейрона, получим, что

$$A = 2\nu RT.$$

Подставив значения из условия (где $T = 150 + 273 = 423 \text{ К}$), получим

$$A = 23 \cdot 8,31 \cdot 423 \approx 21,1 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 21,1 кДж.

533. При отдаче холодильнику 100 Дж и КПД 50% столько же теплоты тратится на совершение механической работы. Сумму этих количеств теплоты (200 Дж) машина получает от нагревателя.

Ответ: 200 Дж.

538. Соотношения между температурами

$$T_1 = 2T_2, \quad T_2' = \frac{T_2}{T_1}.$$

В первом случае КПД теплового двигателя определим следующим образом:

$$\eta_1 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{2T_2 - T_2}{2T_2} = 0,5.$$

В втором случае можем записать:

$$\eta_2 = \frac{2T_2 - T_2/2}{2T_2} = 0,75.$$

КПД идеального теплового двигателя увеличится на 25 %.

Ответ: увеличится на 25 %.

539. Для идеальной тепловой машины

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

$T_2 = 273 \text{ К}$ ($t_2 = 0^\circ\text{С}$ — температура таяния льда).

$$T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{273}{1 - 0,4} = 455 \text{ К}.$$

$$t_1 = T_1 - 273 = 182^\circ\text{С}.$$

Ответ: 182°С .

540. КПД тепловой машины $\eta = \frac{T_{\text{нагр.}} - T_{\text{хол.}}}{T_{\text{нагр.}}} \cdot 100\% = 62,5\%$.

Ответ: 62,5 %.

542. Область кипения на графиках — это горизонтальный участок кривой. Ясно, что температура кипения максимальна для жидкости 4.

Ответ: 4.

545. Количество теплоты, затрачиваемое на нагревание чугунного слитка,

$$Q = cm\Delta T = 500 \cdot 0,1 \cdot (50 - 30) = 1000 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 1000 Дж.

548. Количество теплоты, затрачиваемое на плавление,

$$Q = \lambda m,$$

тогда

$$Q = 210 \cdot 10^3 \cdot 14 = 2,94 \text{ (МДж)}.$$

Ответ: 2,94 МДж.

553. Теплота, выделившаяся при конденсации водяного пара,

$$Q = rm,$$

где r — удельная теплота парообразования воды, равная $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$,

$$Q = 2,3 \cdot 10^6 \cdot 2 = 4,6 \cdot 10^6 \text{ (Дж)} = 4,6 \text{ (МДж)}.$$

Ответ: 4,6 МДж.

555. Количество теплоты, которое расходуется в данном процессе,

$$Q = \lambda m + mc(t - t_1),$$

где $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ — удельная теплоёмкость воды, $\lambda = 33 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ — удельная теплота плавления льда.

Тогда

$$t = \left(\frac{Q}{m} - \lambda \right) \frac{1}{c} + t_1 = \left(\frac{300 \cdot 10^3}{0,5} - 33 \cdot 10^4 \right) \frac{1}{4200} + 0 = 64^\circ\text{C}.$$

Ответ: 64°C .

557. Затраченная теплота идёт на нагревание кастрюли и воды:

$$Q = c_1 m_1 (t - t_1) + c \rho V (t - t_1),$$

$$Q = (c_1 m_1 + c \rho V) (t - t_1),$$

где $c_1 = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ — теплоёмкости алюминия и воды

соответственно, $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ — плотность воды.

$$Q = (900 \cdot 0,3 + 4200 \cdot 1000 \cdot 10^{-3})(100 - 15) = 380 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 380 кДж.

558. Пространство между поршнем и жидкостью заполнено насыщенным паром, а его давление не зависит от объёма, что соответствует графику 4.

Ответ: 4.

559. Разность показаний сухого и влажного термометров равна 4° , тогда согласно психрометрической таблице относительная влажность равна 60%.

Ответ: 60%.

562. Относительную влажность воздуха можно найти по формуле

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\%,$$

где p — давление пара, p_n — давление насыщенного пара.

Выражаем давление насыщенного пара:

$$p_n = \frac{p}{\varphi} \cdot 100\%.$$

Подставляя численные значения, получаем: $p_n = \frac{600}{0,75} = 800 \text{ (Па)}$.

Ответ: 800 Па.

568. Относительная влажность воздуха находится по формуле

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\%,$$

где $\rho = \frac{m}{V}$ — плотность водяных паров, ρ_H — плотность насыщенных водяных паров.

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{V_1}{V_2} \varphi_1 = 2 \cdot 40\% = 80\%.$$

Ответ: 80 %.

570. Относительная влажность воздуха находится по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_H} \cdot 100\%,$$

где $\rho = \frac{m}{V}$ — плотность водяных паров, ρ_H — плотность насыщенных водяных паров.

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2,5.$$

Ответ: в 2,5 раза.

571. В изотермическом процессе плотность насыщенного пара постоянна, а плотность пара уменьшается вдвое при увеличении объёма. Поэтому относительная влажность станет равна 21 %.

Ответ: 21 %.

572. Для начала процесса конденсации пара нужно, чтобы имеющийся водяной пар стал насыщенным. Поскольку процесс изотермический,

$p_{\text{нас.}} = \text{const}$, давление пара нужно увеличить вдвое, т. к. $f = \frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{нас.}}} = \frac{1}{2}$, для такого увеличения объём пара должен быть уменьшен в 2 раза (при $T = \text{const}$).

Ответ: в 2 раза.

573. Найдём из таблиц давление насыщенного пара при 19 °С.

$$p_{\text{нас.}} = 2,2 \text{ кПа}, \quad f = \frac{p}{p_{\text{нас.}}} = 0,5, \text{ или } 50\%.$$

Ответ: 50 %.

574. Давление водяного пара при 10 °С:

$$P_{10} = P_{\text{нас.18}}, \quad \varphi = \frac{P_{10}}{P_{18}} \cdot 100\% = \frac{1,23 \cdot 10^3}{2,07 \cdot 10^3} \cdot 100\% = 59\%.$$

Ответ: 59 %.

575. По определению влажность воздуха $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас.}}}$.

Тогда давление насыщенного пара при этой температуре

$$p_{\text{нас.}} = \frac{p}{\varphi} = 2,33 \text{ (кПа)}.$$

Ответ: 2,33 кПа.

578. Давление жидкости растёт с глубиной, поэтому при подъёме пузырька давление газа внутри уменьшается. В изотермическом процессе с уменьшением давления объём газа возрастает.

Ответ: 21.

587. При резком движении поршня процесс, происходящий с газом, будет адиабатным. В адиабатном процессе при сжатии газа над ним совершается работа, и его температура и, следовательно, внутренняя энергия увеличиваются.

Ответ: 11.

591. 1) Из-за отверстия давление в сосуде всё время будет равно атмосферному, таким образом, оно не изменится.

2) Концентрация в соответствии с уравнением

$$p = nkT, n = \frac{p}{kT},$$

и так как p и T не меняются, то $n = \text{const}$.

Ответ: 33.

594. 1) $p = nkT$. Давление будет уменьшаться, т. к. уменьшается количество частиц газа, а следовательно, и концентрация n .

2) $U = \frac{3}{2} \nu RT$. Так как температура не изменяется, но уменьшается количество молекул, то уменьшатся количество вещества и внутренняя энергия.

Ответ: 22.

607. Давление насыщенных водяных паров при неизменной температуре является табличным значением, поэтому не изменяется. Давление водяных паров с уменьшением объёма растёт, поэтому относительная влажность воздуха тоже увеличивается:

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас.}}} \cdot 100\%.$$

При достижении влажности воздуха 100% часть водяных паров начнёт превращаться в жидкость, поэтому их масса уменьшится.

Ответ: 12.

617. При постоянной внутренней энергии, а значит, и температуре, увеличивается давление, следовательно, объём уменьшается.

Работа газа равна нулю, а значит, его объём не изменяется. При уменьшении давления уменьшается температура.

Ответ: 24.

619. График А соответствует изобарному процессу, в котором объём и температура уменьшаются. Это соответствует утверждению «Над газом совершается работа, его внутренняя энергия уменьшается».

График Б соответствует изотермическому процессу, в котором давление растёт, а значит, объём уменьшается. Это соответствует утверждению «Над газом совершается работа, его внутренняя энергия неизменна».

Ответ: 31.

621. Работа газа положительна при увеличении его объёма, что соответствует участкам AB и BC , но внутренняя энергия не изменяется на участке BC , так как это изотермический процесс. Над газом совершается работа при уменьшении его объёма, что соответствует участкам CD и DA , но его внутренняя энергия увеличивается на участке DA , так как в адиабатном процессе при сжатии газа его температура растёт.

Ответ: 24.

623. Работа газа равна 0 в изохорном процессе, что соответствует участку графика CD , температура и внутренняя энергия на этом участке также уменьшаются. Внутренняя энергия не изменяется в изотермических процессах DA и BC . На участке BC давление уменьшается, значит, объём газа увеличивается и работа положительна.

Ответ: 32.

647. Температура 150°C — это температура плавления второго вещества. Сравним удельные теплоёмкости двух веществ:

$$Q = cm\Delta t \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

Учитывая, что $m_1 = m_2$, $Q_1 < Q_2$, $\Delta t_1 > \Delta t_2$, получим $c_2 > c_1$.

Второе вещество плавилось дольше, следовательно, на это потребовалось большее количество теплоты. Так как массы веществ одинаковые, можно сделать вывод о том, что удельная теплота плавления второго вещества больше, чем удельная теплота плавления первого вещества.

Оба вещества получали тепло в течение одинакового времени, следовательно, получили и одинаковое количество теплоты.

Ответ: 25.

656. Давление идеального газа можно найти по формуле

$$p = \frac{1}{3}\rho V^2,$$

где ρ — плотность газа, V — средняя квадратичная скорость молекул.

Подставим численные значения:

$$p = \frac{1}{3} \cdot (200)^2 \cdot 1,5 = 20 \cdot 10^3 \text{ (Па)} = 20 \text{ (кПа)}.$$

Ответ: 20 кПа.

657. При нормальных условиях водород можно считать идеальным газом. Воспользуемся уравнением состояния идеального газа

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

и формулой для плотности вещества

$$\rho = \frac{m}{V},$$

тогда $p = \frac{\rho RT}{\mu}$, откуда $\rho = \frac{\mu p}{RT}$.

Считаем:

$$\rho = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{8,31 \cdot 273} = 88 \text{ (г/м}^3\text{)}.$$

Ответ: 88 г/м³.

659. Найдём конечный объём газа:

$$V_2 = \frac{m}{\rho_2}$$

и воспользуемся уравнением изобарного процесса:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{m}{\rho_2 T_2},$$

откуда

$$T_2 = \frac{m}{\rho_2 V_1} T_1.$$

Считаем:

$$T_2 = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 280}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 1400 \text{ (К)}.$$

Ответ: 1400 К.

662. При условиях, близких к нормальным, реальные газы подчиняются уравнению состояния идеального газа:

$$pV = \frac{m}{M} RT,$$

откуда

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{pShM}{RT}.$$

Считаем:

$$m = \frac{10^5 \cdot 30 \cdot 2,7 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 290} = 97 \text{ (кг)}.$$

Ответ: 97 кг.

664. По уравнению Менделеева — Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m_1 R}{M},$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m_2 R}{M}.$$

После математических преобразований получаем:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(p_1 V_1 T_2)}{(p_2 V_2 T_1)},$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{12 \cdot 4}{32} = 1,5.$$

Ответ: в 1,5 раза.

668. После изменения массы газа газы в обеих половинах цилиндра находятся при равных p и T . Запишем уравнение состояния газа:

$$p \left(\frac{V}{2} - xS \right) = \frac{m/3}{\mu} RT,$$

$$p \left(\frac{V}{2} + xS \right) = \frac{m}{\mu} RT,$$

откуда $3 \left(\frac{V}{2} - xS \right) = \left(\frac{V}{2} + xS \right)$. Следовательно, $x = \frac{V}{4S} = 0,5$ (дм).

Ответ: на 0,5 дм.

672. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для этих двух газов:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M_1} RT \quad (\text{для азота } M_1 = 28 \text{ г/моль});$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{M_2} RT \quad (\text{для углекислого газа } M_2 = 44 \text{ г/моль}).$$

Учтём, что по закону Дальтона $p = p_1 + p_2$.

$$p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right).$$

Плотность смеси найдём как отношение её массы к занимаемому объёму:

$$V = \frac{RT}{p} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right),$$

$$\rho = \frac{p(m_1 + m_2)}{RT \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)},$$

$$\rho = \frac{10^5 0,03}{8,31 \cdot 300 \left(\frac{10}{28} + \frac{20}{44} \right)} = 1,48 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Ответ: 1,48 кг/м³.

674. Так как $V = const$, то при получении теплоты газ не совершает работы, тогда из первого начала термодинамики

$$Q = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T,$$

а $m = \rho V$, $\mu_{\text{He}} = 4 \text{ г/моль}$. Вычисляя, находим:

$$Q = \frac{3}{2} \frac{\rho V}{\mu} R \Delta T = \frac{3}{2} \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 10 = 125 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 125 Дж.

675. По графику видно, что процесс является изобарным, в изобарном процессе работа газа

$$A = \nu R \Delta T, \quad A = 3324 \text{ Дж}.$$

Ответ: 3324 Дж.

676. Изменение внутренней энергии аргона

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T.$$

Запишем уравнение состояния идеального газа для начального и конечного состояний:

$$\begin{aligned} pV_1 &= \nu RT_1, \\ pV_2 &= \nu RT_2, \end{aligned}$$

тогда

$$pV_2 - pV_1 = \nu RT_2 - \nu RT_1,$$

или

$$p \Delta V = \nu R \Delta T.$$

Поэтому

$$\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V.$$

Так как по условию задачи $V_2 = 2V_1$, то $\Delta U = \frac{3}{2} pV_1$.

Считаем:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 300 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 300 Дж.

677. По 1-му закону термодинамики

$$Q = \Delta U + A.$$

В изобарном процессе

$$\begin{aligned}\Delta U &= \frac{3}{2}\nu R\Delta T, \\ A &= p\Delta V = \nu R\Delta T, \\ Q &= \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{3}\Delta U, \\ \frac{\Delta U}{Q} &= \frac{3}{5} = 0,6 = 60 (\%).\end{aligned}$$

Ответ: 60 %.

682. Исходя из закона сохранения энергии

$$\begin{aligned}\Delta Q_{\text{л}} &= -\Delta Q_{\text{возд.}}, \\ \Delta Q_{\text{л}} &= m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}}, \\ \Delta Q_{\text{возд.}} &= m_{\text{в}}C_{\text{в}}\Delta t, \\ m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}} &= -m_{\text{в}}C_{\text{в}}\Delta t, \\ m_{\text{в}} &= -\frac{m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}}}{C_{\text{в}}\Delta t} = -\frac{\rho_{\text{л}}V_{\text{л}}\lambda_{\text{л}}}{C_{\text{в}}\Delta t} = -\frac{900 \cdot 1 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{1,006 \cdot 10^3 \cdot (-20)} = 14,8 \cdot 10^3 \text{ кг.} \\ &1 \text{ м}^3 \text{ воздуха} - 1,29 \text{ кг,} \\ V_{\text{возд.}} &= \frac{295 \cdot 10^3}{1,29} = 11,5 \cdot 10^3 \text{ (м}^3\text{)}.\end{aligned}$$

Ответ: $11,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$.

687. Полученное количество теплоты

$$Q_1 = m_1 c (\theta - t_1).$$

Отданное —

$$Q_2 = m_2 c (t_2 - \theta).$$

Здесь c — удельная теплоёмкость воды, θ — установившаяся температура. Уравнение теплового баланса приводит к выражению:

$$\theta = \frac{m_2 t_2 + m_1 t_1}{m_1 + m_2} = \frac{5 \cdot 80 + 3 \cdot 40}{5 + 3} = 65 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Ответ: $65 \text{ }^\circ\text{C}$.

689. Запишем уравнение теплового баланса:

$$m_1 c (t_1 - t) = m_2 c (t - t_2).$$

Учтём, что

$$\begin{aligned}m &= \rho V, \\ \rho c V_1 (t_1 - t) &= \rho c V_2 (t - t_2).\end{aligned}$$

Тогда

$$V_1 t_1 - V_1 t = V_2 t - V_2 t_2, \quad t = \frac{V_1 t_1 + V_2 t_2}{V_1 + V_2},$$

$$t = \frac{1 \cdot 100 + 3 \cdot 25}{1 + 3} = 44 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Ответ: 44 °С.

690. При нагреве смеси вещества на ΔT полученное количество теплоты равно $c_1 m_1 \Delta T + c_2 m_2 \Delta T$. Так как масса смеси равна $m = m_1 + m_2$, то средняя удельная теплоёмкость

$$c = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2}{m_1 + m_2}.$$

$$c = \frac{400 \cdot 3 + 500 \cdot 5}{8} = 462,5 \text{ (Дж/(кг} \cdot \text{К))}.$$

Ответ: 462,5 Дж/(кг · К).

691. Вода отдаёт тепло Q_1 (θ — установившаяся температура):

$$Q_1 = c_B m_B (t_1 - \theta).$$

Тепло, полученное льдом,

$$Q_2 = \lambda m_L + m_L c_B (\theta - t_3).$$

$t_3 = 0$ °С. Отсюда из равенства теплоты

$$Q = \frac{c_B m_B t_1 - \lambda m_L}{c_B m_B + m_L c_B} = \frac{4200 \cdot 2 \cdot 50 - 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1}{4200 \cdot 2 + 1 \cdot 4200} = 7,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Ответ: 7,1 °С.

695. Составим уравнение теплового баланса:

$$c m_1 (t_1 - t_2) = \lambda m_2 + c m_2 (t_2 - t_3),$$

откуда

$$m_2 = \frac{c m_1 (t_1 - t_2)}{\lambda + c (t_2 - t_3)}.$$

Считаем:

$$m_2 = \frac{4200 \cdot 0,1(90 - 5)}{3,3 \cdot 10^5 + 4200 \cdot 5} \approx 100 \text{ (г)}.$$

Ответ: 100 г.

697. Полагая оба газа идеальными, из закона Дальтона о давлении смеси идеальных газов находим давление гелия после перекачки его в сосуд с кислородом:

$$p'_1 = p - p_2,$$

где p — давление смеси.

Поскольку температура неизменна, то p_1 — давление гелия в 1-м сосуде — можно найти, записывая $p_1 V_1 = p'_1 V_2$.

Отсюда $p_1 V_1 = (p - p_2) \frac{1}{3} V_1$, так что

$$p_1 = \frac{58 - 13}{3} = 15 \text{ (Па)}.$$

Ответ: 15 Па.

699. Температура нагревателя была 667°C (940 К), а холодильника 167°C (440 К). Начальный КПД $\eta_1 = \frac{T_H - T_X}{T_H} = 0,53$, а конечный — $\eta_2 = 0,63$, т. е. увеличился в 1,18 раза.

Ответ: в 1,18 раза.

701. Работу, совершённую этой тепловой машиной, можно найти как произведение коэффициента полезного действия на переданное тепло:

$$A = \eta Q = Q \frac{T_H - T_X}{T_H}.$$

Работа, совершённая за одну секунду, и есть мощность, следовательно,

$$P = Q_0 \frac{T_H - T_X}{T_H} = 800 \cdot \frac{100}{400} = 200 \text{ (Вт)}.$$

Ответ: 200 Вт.

702. По теореме Карно

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

с другой стороны,

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1},$$

тогда

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1},$$

откуда

$$Q_1 = \frac{T_1}{T_2} Q_2,$$

$$Q_1 = \frac{400 + 273}{150 + 273} \cdot 100 = 159 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 159 кДж.

705. КПД идеальной тепловой машины вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%,$$

где Q_H — количество теплоты, полученной рабочим телом от нагревателя, Q_X — количество теплоты, отдаваемой им холодильнику.

Полезная работа $Q_{\text{пол.}} = Q_H - Q_X$, так что $\frac{Q_{\text{пол.}}}{Q_H} = \frac{1}{5}$, т. е. $Q_H = 1000 \text{ Дж}$.

Мощность нагревателя $N_H = \frac{Q_H}{t} = 100$ (Вт).

Ответ: 100 Вт.

708. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для каждого сосуда по отдельности и после открытия крана:

$$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1,$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2,$$

$$p_1 (V_1 + V_2) = (\nu_1 + \nu_2) R T_{\text{общ.}}$$

После решения системы уравнений получаем:

$$T_{\text{общ.}} = \frac{T_1 T_2 (V_1 + V_2)}{V_1 T_2 + V_2 T_1}.$$

Подставляя численные значения в формулу, получаем $T_{\text{общ.}} = 386$ К.

Ответ: 386 К.

710. Запишем уравнение теплообмена с учётом тепловых потерь:

$$0,8(Lm_{\text{пара}} + m_{\text{пара}}(100^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C})) = \\ = cm_{\text{воды}}(60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + C_{\text{кал}}(60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}),$$

$$m_{\text{воды}} = \frac{0,8(Lm_{\text{пара}} + cm_{\text{пара}} \cdot 40) - 40C_{\text{кал}}}{40c}.$$

Взяв из таблиц значения удельной теплоёмкости воды и удельной теплоты парообразования и подставляя значения в формулу, получаем:

$$m_{\text{воды}} = 0,452 \text{ кг} = 452 \text{ г}.$$

Ответ: 452 г.

711. Изобразим заданный цикл в координатах pV (см. рис. 555).

Для этого найдём из рисунка 242 (см. с. 212) соотношения между давлениями и температурами в точках 1, 2, 3 и 4 pT -диаграммы:

$$p_3 = p_4 = 3p_1 = 3p_2, \quad T_1 = T_4, \quad T_2 = T_3,$$

а соотношения объёмов газа в этих точках найдём, используя уравнение Менделеева — Клапейрона ($pV = \nu RT$):

$$V_1 = 2V_2 = 6V_3 = 3V_4.$$

Работа газа в координатах pV численно равна площади фигуры под заданным участком графика до оси V . В процессе 3–4 площадь занимает 6 клеток, в процессе 1–2 площадь тоже занимает 6 клеток. Следовательно, модуль отношения работ газа равен 1.

Ответ: 1.

712. 1) Используя уравнение Менделеева — Клапейрона, найдём плотность насыщенного водяного пара при 25°C и 10°C :

$$\rho V = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{p}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{pM}{RT}.$$

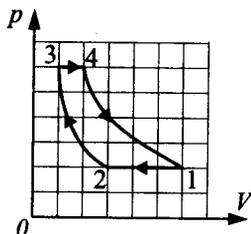


Рис. 555

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = \frac{p_{25^{\circ}\text{C}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} = \frac{3,17 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 298} = 23 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

$$\rho_{10^{\circ}\text{C}} = \frac{1,23 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 283} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

2) По относительной влажности при 25°C найдём парциальную плотность водяного пара в помещении: $\rho = \frac{\varphi}{100\%} \cdot \rho_{25^{\circ}\text{C}} = 19,55 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$.

3) При понижении температуры влажность увеличивается до 100%, избыток водяного пара конденсируется таким образом, что его плотность остаётся равной плотности насыщенного пара.

4) Масса пара, превратившегося в жидкость,

$$\Delta m = (\rho - \rho_{10^{\circ}\text{C}})V = 10,15 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 507,5 \text{ (г)}.$$

Ответ: 507,5 г.

713. 1) Найдём количество вещества в обеих частях сосуда (см. рис. 556):

$$\nu_1 = \frac{4 \text{ г}}{4 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}; \nu_2 = 4 \text{ моль}.$$

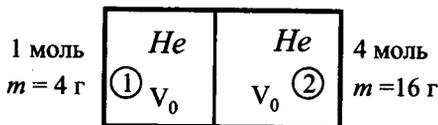


Рис. 556

2) Внутренняя энергия газа в первом объёме

$$U = \frac{3}{2} \nu RT.$$

Можно найти установившуюся температуру T_3 :

$$\frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) RT_3 = \frac{3}{2} R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2),$$

и получаем:

$$T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{1 \cdot 300 + 4 \cdot 500}{5} = 460 \text{ К.}$$

3) Следовательно, средняя энергия поступательного движения молекул газа

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2},$$

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0} = \frac{3kTN_A}{M} = \frac{3R}{M} T = \frac{3 \cdot 8,31}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot 460 = 2,867 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

$$\sqrt{\bar{v}^2} \approx 1,7 \text{ км/с.}$$

Ответ: 1,7 км/с.

718. КПД цикла

$$\eta = \frac{A}{Q},$$

где работа определяется как площадь прямоугольника

$$A = (2p_1 - p_1)(3V_1 - V_1) = 2p_1 V_1.$$

Для нахождения затраченного количества теплоты нужно определить, в каких процессах газ получал теплоту. Для этого воспользуемся I законом термодинамики, формулой для внутренней энергии и уравнением состояния идеального газа:

$$Q = \Delta U + A,$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T,$$

$$pV = \nu RT.$$

Процесс 1–2: $\Delta U_{12} > 0, A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} > 0,$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}(2p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1.$$

Процесс 2–3: $\Delta U_{23} > 0, A_{23} > 0 \Rightarrow Q_{23} > 0,$

$$Q_{23} = \frac{3}{2}(2p_1 \cdot 3V_1 - 2p_1 V_1) + 2p_1(3V_1 - V_1) = 10p_1 V_1.$$

Процесс 3–4: $\Delta U_{34} < 0, A_{34} = 0 \Rightarrow Q_{34} < 0.$

Процесс 4–1: $\Delta U_{41} < 0, A_{41} < 0 \Rightarrow Q_{41} < 0.$

Тогда

$$Q = Q_{12} + Q_{23},$$

$$Q = \frac{3}{2} p_1 V_1 + 10p_1 V_1 = \frac{23}{2} p_1 V_1.$$

Искомый КПД

$$\eta = \frac{2p_1V_1}{\frac{23}{2}p_1V_1} = \frac{4}{23},$$

или

$$\eta = 17\%.$$

Ответ: 17%.

720. Время, за которое автомобиль расходует 8 л бензина,

$$t = \frac{S}{v},$$

а количество теплоты, выделяющееся при сгорании бензина за это время,

$$Q = mq,$$

$$Q = \rho Vq.$$

КПД двигателя

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

тогда работа, совершаемая двигателем,

$$A = \eta Q = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \rho Vq,$$

а мощность, развиваемая двигателем,

$$N = \frac{A}{t} = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \frac{\rho Vqv}{S}.$$

Считаем:

$$N = \left(1 - \frac{373}{1173}\right) \frac{700 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 44 \cdot 10^6 \cdot \frac{60 \cdot 10^3}{3600}}{100 \cdot 10^3} = 28 \text{ (кВт)}.$$

Ответ: 28 кВт.

723. Согласно первому закону термодинамики,

$$Q = \Delta U + A,$$

где $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$.

Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для начального и конечного состояний:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1,$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2,$$

тогда

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1).$$

Работу, совершённую газом, можно найти как площадь под графиком процесса в координатах (V, p) . Сделаем рисунок 557.

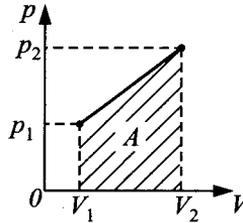


Рис. 557

Работа газа

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1).$$

Получаем:

$$Q = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 + \frac{1}{2}p_1V_2 - \frac{1}{2}p_1V_1 + \frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_2V_1,$$

$$Q = 2(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{1}{2}(p_1V_2 - p_2V_1).$$

Считаем:

$$Q = 2(0,5 \cdot 10^6 \cdot 5 - 0,2 \cdot 10^6 \cdot 2) + \frac{1}{2}(0,2 \cdot 10^6 \cdot 5 - 0,5 \cdot 10^6 \cdot 2) = 4,2 \text{ (МДж)}.$$

Ответ: 4,2 МДж.

724. Так как отсутствует теплообмен с окружающей средой, то

$$U_1 + U_2 = U,$$

или

$$\frac{i}{2}\nu_1RT_1 + \frac{i}{2}\nu_2RT_2 = \frac{i}{2}\nu RT,$$

$$\nu_1T_1 + \nu_2T_2 = (\nu_1 + \nu_2)T,$$

откуда

$$T = \frac{\nu_1T_1 + \nu_2T_2}{\nu_1 + \nu_2}.$$

Согласно уравнению состояния идеального газа

$$p_1V_1 = \nu_1RT_1,$$

$$p_2V_2 = \nu_2RT_2,$$

тогда

$$\nu_1 = \frac{p_1V_1}{RT_1},$$

$$\nu_2 = \frac{p_2V_2}{RT_2}.$$

Поэтому

$$T = \frac{\frac{p_1 V_1}{R} + \frac{p_2 V_2}{R}}{\frac{p_1 V_1}{RT_1} + \frac{p_2 V_2}{RT_2}},$$

$$T = T_1 T_2 \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{p_1 V_1 T_2 + p_2 V_2 T_1}.$$

Считаем:

$$T = 300 \cdot 293 \frac{100 \cdot 44 + 90 \cdot 33}{100 \cdot 44 \cdot 293 + 90 \cdot 33 \cdot 300} = 297 \text{ (К)},$$

$$t = 297 - 273 = 24^\circ \text{C}.$$

Ответ: 24°C .

725. Запишем первый закон термодинамики: $Q = \Delta U + A$.

Изменение ΔU внутренней энергии неизолированной термодинамической системы равно разности между количеством теплоты Q , переданной системе, и работой A , совершённой системой над внешними телами. В нашем случае газ отдавал тепло, следовательно, Q будет отрицательным.

Для нахождения изменения температуры воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона

$$pV = \nu RT.$$

Учитывая, что по условию задачи $p = \frac{a^3}{V^3}$, получим:

$$p \frac{a}{p^{\frac{1}{3}}} = \nu RT \Rightarrow a p^{\frac{2}{3}} = \nu RT.$$

Зная начальное и конечное давление, можно найти отношение температур:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{3}},$$

$$T_2 = \frac{1}{4} T_1 = \frac{200}{4} = 50 \text{ (К)}.$$

Следовательно, количество теплоты, которое газ отдал при расширении,

$$Q = |\Delta U + A| = \left| \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A \right| = \left| -\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 150 + 939,5 \right| = 2800 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: $2,8 \text{ кДж}$.

728. По закону Дальтона, давление в сосуде будет равно сумме давлений водяного пара и кислорода:

$$p_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}} RT}{\mu_{\text{п}} V}, \quad p_{\text{к}} = \frac{m_{\text{к}} RT}{\mu_{\text{к}} V},$$

$$p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}} + \frac{m_{\text{к}}}{\mu_{\text{к}}} \right),$$

$$p = \frac{8,3 \cdot 800}{2} \left(\frac{2,7}{18 \cdot 10^{-3}} + \frac{3,2}{32 \cdot 10^{-3}} \right) = 0,83 \cdot 10^6 \text{ (Па)}.$$

Ответ: 0,83 МПа.

729. Подсчитаем число молекул в каждом из баллонов:

$$pV_1 = \nu RT_1 = \frac{N_1 RT_1}{N_A},$$

$$N_1 = \frac{pV_1 N_A}{RT_1}; \quad N_2 = \frac{pV_2 N_A}{RT_2}.$$

Здесь N_A — число Авогадро.

Энергия каждой молекулы пропорциональна температуре газа $W = \frac{3}{2}kT$,

где k — постоянная Больцмана. Закон сохранения энергии молекул имеет вид:

$$\frac{pV_1 N_A}{RT_1} \cdot \frac{3}{2}kT_1 + \frac{pV_2 N_A}{RT_2} \cdot \frac{3}{2}kT_2 = \left(\frac{pV_1 N_A}{RT_1} + \frac{pV_2 N_A}{RT_2} \right) \cdot \frac{3}{2}kT,$$

где T — установившаяся температура $V_1 + V_2 = \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right) T$.

$$T = \frac{V_1 + V_2}{\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2}} = \frac{3 + 5}{\frac{3}{300} + \frac{5}{400}} = 355,6 \text{ (К)}.$$

Ответ: 355,6 К.

732. По принципу суперпозиции полей (см. рис. 558)

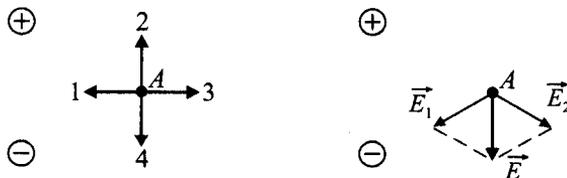


Рис. 558

Ответ: 4.

733. Поля, созданные положительным и отрицательным зарядами \vec{E}_1 и \vec{E}_2 , а также результирующее поле \vec{E} изображены на рисунке 559. Это соответствует направлению 3 на рисунке 249 (см. с. 225)

Ответ: по направлению 3.

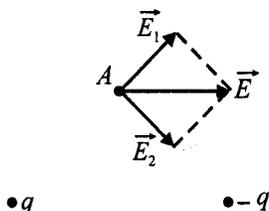


Рис. 559

734. Сила, действующая на заряд q_1 со стороны левого заряда, направлена вправо (сила отталкивания). Сила, действующая на заряд q_1 со стороны правого заряда, направлена тоже вправо (сила притяжения). Равнодействующая сил тоже направлена вправо.

Ответ: вправо.

737. Запишем закон Кулона для первого случая:

$$F_1 = \frac{kq_1q_2}{r^2}.$$

Во втором случае имеем

$$F_8 = \frac{k8q_1q_2}{2r^2} = 4 \frac{kq_1q_2}{r^2}.$$

Ответ: в 4 раза.

744. Заряды взаимодействуют между собой с силой:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}.$$

Выразим отсюда расстояние между зарядами:

$$r^2 = \frac{kq_1q_2}{F},$$

$$r^2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{1,8 \cdot 10^{-4}} = 10^{-2},$$

$$r = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$

Ответ: 10 см.

747. Сила, действующая на заряд q в электрическом поле напряжённости E ,

$$F = q \cdot E.$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{4}{2 \cdot 10^{-8}} = 2 \cdot 10^6 \text{ (Н/кл)} = 2 \text{ (МН/Кл)}.$$

Ответ: 2 МН/Кл.

755. Разность потенциалов между точками электрического поля, расположенными на одной силовой линии на расстоянии d друг от друга,

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = E \cdot d.$$

$$\Delta\varphi = 100 \cdot 0,03 = 3 \text{ (В)}.$$

Ответ: 3 В.

758. Ёмкость заряженного шара зависит только от его радиуса и диэлектрической проницаемости окружающей среды, но не зависит от величины его заряда.

Ответ: 1 · С.

761. Заряд первого конденсатора до соединения можно найти по формуле

$$q = C_1 U.$$

После присоединения второго конденсатора напряжение на них станет одинаковым, а заряд распределится пропорционально ёмкостям двух соединённых конденсаторов.

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{C_1}{C_2}, \quad q_1 + q_2 = q.$$

$$q_2 = q_1 \cdot \frac{C_2}{C_1} = q_1 \cdot \frac{200}{100} = 2q_1.$$

Найдём заряд, появившийся на втором конденсаторе:

$$q_2 + \frac{1}{2}q_2 = q \Rightarrow q_2 = \frac{2}{3}q = 1,33 \cdot 10^{-2} \text{ (Кл)} = 13,3 \text{ (мКл)}.$$

Ответ: 13,3 мКл.

766. Энергия электрического поля:

$$W = \frac{CU^2}{2}.$$

Отношение энергий двух конденсаторов:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{C_2 U_2^2}{C_1 U_1^2} = \frac{C(3U)^2}{6CU^2} = \frac{9}{6} = 1,5.$$

$$W_2 = 1,5W_1.$$

Ответ: в 1,5 раза.

771. Выбираем точку на графике, например: $I = 3 \text{ А}$, $V = 15 \text{ В}$.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{15}{3} = 5 \text{ (Ом)}.$$

Ответ: 5 Ом.

779. Все сопротивления включены параллельно, и на их концах одинаковое напряжение. По закону Ома $R = \frac{U}{I}$ и максимальному сопротивлению соответствует минимальный ток.

Ответ: 3.

780. При последовательном соединении $R = R_1 + R_2 + R_3$, тогда

$$R = 6 + 6 + 6 = 18 \text{ (Ом)}.$$

Ответ: 18 Ом.

783. Два верхних резистора соединены между собой последовательно. Их общее сопротивление

$$R_1 = 2 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом}.$$

Три нижних резистора тоже соединены последовательно:

$$R_2 = 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом}.$$

Сопротивления R_1 и R_2 соединены между собой параллельно:

$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 3 \text{ (Ом)}.$$

Ответ: 3 Ом.

784. При последовательном включении через резисторы текут одинаковые токи.

Ответ: 1.

785. По закону параллельного соединения проводников

$$U_1 = U_2.$$

По закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R}.$$

Поэтому

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = 4.$$

Ответ: 4.

797. До замыкания ключа К силу тока I_1 найдём по формуле

$$I_1 = \frac{U}{2R} = 3 \text{ (А)}.$$

После замыкания ключа К сила тока

$$I_2 = \frac{U}{R + R/2} = 4 \text{ (А)}.$$

Показания амперметра увеличатся на 1 А.

Ответ: на 1 А.

804. По закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

$$R = \frac{\mathcal{E}}{I} - r.$$

Подставляя численные значения, получаем $R = 2 \text{ Ом}$.

Ответ: 2 Ом.

805. Закон Ома для замкнутой цепи имеет вид:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{R}{2}}$$

После изменения нагрузочного сопротивления

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\mathcal{E} \frac{3}{2} R}{R \mathcal{E}} = 1,5.$$

Сила тока увеличится в 1,5 раза.

Ответ: в 1,5 раза.

806. Применим закон Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}.$$

Поскольку внешние сопротивления соединены последовательно, то

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 5 \text{ Ом}.$$

Тогда

$$I = \frac{6}{1+5} = 1 \text{ (А)}.$$

Ответ: 1 А.

822. Мощность, выделяемая на сопротивлении, определяется по формуле $P = IU = I^2 R$.

При последовательном соединении сила тока будет одинаковой, следовательно, выделяемая мощность будет прямо пропорциональна сопротивлению резисторов:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{18}{6} = 3,$$

$$P_2 = 3P_1.$$

Ответ: 3.

823. Мощность, выделяемая на сопротивлении, определяется по формуле

$$P = UI = \frac{U^2}{R}.$$

При параллельном соединении напряжение будет одинаковым, следовательно, выделяемая мощность будет обратно пропорциональна

сопротивлению резисторов:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{9}{18} = 0,5,$$

$$P_2 = 0,5P_1.$$

Ответ: 0,5.

829. По правилу буравчика: «Если вращать ручку буравчика в направлении тока в витке, то направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции в центре витка».

Ответ: от наблюдателя.

831. По правилу буравчика магнитное поле, создаваемое дальним к точке A током, будет направлено перпендикулярно чертежу от нас. Магнитное поле, создаваемое ближним током, будет направлено перпендикулярно чертежу к нам. Кроме того, по модулю оно будет больше предыдущего, т. к. расстояние от проводника до точки наблюдения меньше.

Ответ: к наблюдателю.

832. По правилу буравчика магнитное поле, создаваемое левым током, будет направлено перпендикулярно чертежу к нам. Магнитное поле, создаваемое правым током, будет направлено перпендикулярно чертежу тоже к нам. Их суперпозиция будет также направлена перпендикулярно чертежу к нам.

Ответ: к наблюдателю.

833. Изобразим чертёж в плоскости, перпендикулярной проводникам и проходящей через точку, в которой нужно найти направление магнитной индукции (см. рис. 560). Искомая магнитная индукция будет находиться по принципу суперпозиции

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2.$$

Так как векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 лежат на одной прямой, то вектор \vec{B} будет лежать на той же прямой и будет направлен в сторону вектора с наибольшим модулем.

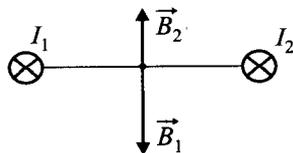


Рис. 560

Ответ: от наблюдателя.

840. Найдём направление вектора магнитной индукции поля (\vec{B}), создаваемого проводником в точке, где находится позитрон, используя правило правой руки: «Если обхватить проводник правой рукой так, чтобы оттопыренный большой палец указывал направление тока, то остальные пальцы покажут направление огибающих проводник линий магнитной индукции поля, создаваемого этим током, а значит, и направление вектора магнитной индукции, направленного везде по касательной к этим линиям». Следовательно, вектор магнитной индукции поля \vec{B} направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас.

Направление силы Лоренца найдём с помощью правила левой руки: «Если левую руку расположить так, чтобы линии индукции магнитного поля входили во внутреннюю сторону ладони, перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по току (по движению положительно заряженной частицы или против движения отрицательно заряженной), то отставленный на 90° большой палец покажет направление действующей силы Лоренца».

Проделав описанные манипуляции и учитывая, что позитрон заряжен положительно, найдём, что сила Лоренца направлена вертикально вверх в плоскости рисунка.

Ответ: вверх.

842. Когда проводник расположен параллельно линиям магнитной индукции, сила Ампера равна 0.

Ответ: 0 Н.

843. Сила Ампера, действующая на прямолинейный проводник с током в магнитном поле, $F_A = BIl \sin \alpha$, откуда

$$\sin \alpha = \frac{F_A}{BIl}.$$

Считаем:

$$\sin \alpha = \frac{0,05}{0,1 \cdot 2 \cdot 0,5} = 0,5,$$

следовательно, $\alpha = 30^\circ$.

Ответ: 30° .

847. Сила Лоренца в этом случае рассчитывается по формуле

$$F = qvB = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 10^{-9} \text{ Н} = 20 \text{ нН}.$$

Ответ: 20 нН.

852. Задержку даёт только индуктивность с лампой 3. Поэтому ответ 3.

Ответ: 3.

855. По закону электромагнитной индукции Фарадея, $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$, по графику изменение потока за 1 мс отрицательно и равно -2 мкВб, подставляем в уравнение и получаем

$$\mathcal{E} = -\frac{-2 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (В)}.$$

Ответ: 2 мВ.

856. По основному закону электромагнитной индукции

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ (В)}.$$

Ответ: 0,05.

859. Силу индукционного тока в контуре можно найти по формуле

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad I = 2 \text{ А}.$$

Ответ: 2 А.

871. Магнитный поток $\Phi = LI$. Отсюда

$$I = \frac{\Phi}{L} = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ (А)}.$$

Ответ: 0,01 А.

875. Изменение силы тока за 2 с равно 3 А. ЭДС самоиндукции, вычисляемая по формуле $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$,

$$\mathcal{E} = -\frac{6 \cdot (-3)}{2} = 9 \text{ (В)}.$$

Ответ: 9 В.

876. По закону Фарадея

$$\mathcal{E}_S = \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|.$$

Максимальная ЭДС возникает на участке 35–40 с. Тогда

$$L = \frac{\mathcal{E}_S \cdot \Delta t}{|\Delta I|}.$$

Считаем:

$$L = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ (Гн)}.$$

Ответ: 0,5 Гн.

877. По закону самоиндукции, $\mathcal{E}_i = L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$. На участке АВ изменение силы тока равно 1 А за 1 с.

Следовательно, $\mathcal{E}_i = 0,45 \text{ В}$.

Ответ: 0,45 В.

879. По закону электромагнитной индукции Фарадея,

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{L\Delta I}{\Delta t}.$$

Расчёт даёт $\mathcal{E}_i = \frac{0,5 \cdot 4}{0,1} = 20 \text{ (В)}$.

Ответ: 20 В.

881. Энергия магнитного поля в катушке определяется по формуле

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$

Отсюда легко видно, что

$$L = \frac{2\Delta W}{\Delta(I^2)} = \frac{2 \cdot 2}{144 - 64} = 0,05 \text{ (Гн)} = 50 \text{ (мГн)}.$$

Ответ: 50 мГн.

890. При параллельном соединении резисторов их общее сопротивление

уменьшается ($R_{\text{н}} = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}$), следовательно, сила тока в цепи уве-

личивается ($I = \frac{E}{R_{\text{н}} + r}$).

Ответ: 12.

910. Так как $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$, то при увеличении кинетической энергии частицы её скорость увеличивается. Период вращения заряженной частицы в магнитном поле

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

и от скорости движения частицы не зависит.

Центростремительное ускорение найдём, используя II закон Ньютона,

$$qvB = ma,$$

откуда

$$a = \frac{qVB}{m}.$$

Следовательно, ускорение увеличится.

Ответ: 31.

916. При разомкнутом ключе общее сопротивление цепи

$$R_0 = R + R = 2R$$

(так как резисторы подключены последовательно). Силу тока в цепи при этом можно найти по формуле $I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{\mathcal{E}}{2R + r}$.

Если ключ разомкнут, то общее сопротивление $R_0 = R$. При этом через источник течёт ток силой $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, напряжение на источнике $U = \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$.

Ответ: 31.

929. Напряжённость поля внутри равномерно заряженной по поверхности сферы равна нулю, а потенциал одинаков и равен потенциалу на поверхности сферы. Так как работа по переносу заряда $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$, то при перемещении заряда внутри сферы работа равна нулю. За пределами сферы потенциал $\varphi = k\frac{q}{r}$, следовательно, $\varphi_d < \varphi_0$.

Ответ: 34.

943. Рассмотрим каждое из утверждений.

1) Сопротивление проводника можно найти по формуле $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$.

При равных значениях S и l сопротивление проводника из константана больше, чем у проводника, сделанного из никелина, так как удельное электрическое сопротивление ρ константана больше. Утверждение 1 неверно.

2) При равных размерах наименьшую массу будет иметь тот проводник, плотность которого меньше. У серебра из представленных в таблице веществ самая большая плотность. Утверждение 2 неверно.

3) Константан и никелин имеют одинаковую плотность, следовательно, одинаковые по размеру проводники, изготовленные из этих материалов, будут иметь одинаковые массы. Утверждение 3 верно.

4) Удельное сопротивление меди меньше удельного сопротивления латуни. Следовательно, при замене меди на латунь электрическое сопротивление спирали увеличится. Утверждение 4 верно.

5) Потребляемая мощность $P = I^2 R = I^2 \frac{\rho l}{S}$. При последовательном включении ток I через проводники будет течь одинаковый, длина l и площадь поперечного сечения S тоже одинаковые у обоих проводников. Следовательно, $\frac{P_{\text{нихрома}}}{P_{\text{константана}}} = \frac{\rho_{\text{нихрома}}}{\rho_{\text{константана}}} = \frac{1}{0,5} = 2$.
 $P_{\text{нихрома}} = 2P_{\text{константана}}$.

Утверждение 5 неверно.

Ответ: 34.

950. В первом случае сила взаимодействия

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_1^2}.$$

После соприкосновения шариков на них оказались одинаковые заряды q : $2q = q_1 + q_2$. Сила взаимодействия после раздвижения шариков оказалась прежней на расстоянии r_2 .

$$F = k \frac{q^2}{r_2^2} = k \frac{(q_1 + q_2)^2}{4r_2^2}.$$

$$\text{Отсюда } r_2 = \frac{|q_1 + q_2| r_1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{|q_1| \cdot |q_2|}} = 1,15 \text{ (м)}.$$

Ответ: 1,15 м.

954. Вектор напряжённости электростатического поля

$$E = \frac{kq_1}{R_1^2} + \frac{kq_2}{R_2^2} + \frac{kq_3}{R_3^2} = 0.$$

$$\frac{kq}{1} + \frac{k(-2q)}{2^2} + \frac{kQ}{4^2} = 0 \Rightarrow Q = -\frac{q}{2} \cdot 16 = -8q.$$

Ответ: $-8q$.

955. Сила взаимодействия в первом случае равна $F_1 = k \frac{q_1 q_2}{L^2}$, а во втором — $F_2 = k \frac{q_1 q_2}{(L - 0,5)^2}$. По условию $F_2 = 2F_1$ и $L^2 = 2(L - 0,5)^2$. Отсюда $L^2 = 2L^2 - 2L + 0,5$.

$$L^2 - 2L + 0,5 = 0, \quad L = 1 \pm \sqrt{1 - 0,5} = 1 \pm 0,7 \text{ (м)}.$$

По условию смысл имеет лишь больший корень $L = 1,7$ м.

Ответ: 1,7 м.

957. Нарисуем чертёж (см. рис. 561) и расставим силы, действующие на шарики. Шарики находятся в равновесии, следовательно, равнодействующая всех сил, действующих на каждый из них, равна нулю.

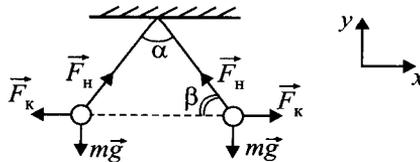


Рис. 561

В проекциях на ось Ox : $F_H \cos \beta = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

В проекциях на ось Oy : $F_H \sin \beta = mg$.

$$m = \frac{F_H \sin \beta}{g} = \frac{kq_1 q_2}{gr^2} \operatorname{tg} \beta.$$

Учтём, что $\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 60^\circ$, $\operatorname{tg} \beta = \sqrt{3}$, $r = 2l \cos \beta = l$.

$$m = \frac{kq_1 q_2}{4 \cos^2 \beta l^2 g} \operatorname{tg} \beta = 9 \cdot 10^9 \frac{1,44 \cdot 10^{-12}}{0,04 \cdot 10} \cdot \sqrt{3} = 0,056 \text{ (кг)} = 56 \text{ (г)}.$$

Ответ: 56 г.

959. Закон изменения скорости электрона $v = at$. Уравнение второго закона Ньютона

$$ma = eE \rightarrow a = \frac{eE}{m},$$

$$v = \frac{eEt}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,01 \cdot 10^{-6}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ (м/с)} = 1,8 \text{ (км/с)}.$$

Ответ: 1,8 км/с.

960. На тело действуют сила тяжести $F_1 = mg$ и сила взаимодействия с электростатическим полем $F_2 = qE$. Эти силы должны быть направлены в противоположных направлениях и равны по величине:

$$mg = qE \Rightarrow E = \frac{mg}{q} = \frac{10^{-9} \cdot 10}{5 \cdot 10^{-12}} = 2000 \text{ (В/м)}.$$

Ответ: 2000 В/м.

963. По закону Ома

$$U = IR,$$

где $R = \rho \frac{l}{S}$, ρ — удельное сопротивление проводника, l — длина,

S — площадь поперечного сечения.

$$S = \frac{I \rho l}{U} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{I \rho l}{\pi U}} = 0,5 \text{ (мм)}.$$

Ответ: 0,5 мм.

967. По закону Джоуля — Ленца

$$P = IU,$$

откуда

$$I = \frac{P}{U}.$$

Заряд, прошедший через поперечное сечение проводника,

$$q = It = \frac{Pt}{U},$$

с другой стороны,

$$q = Ne,$$

тогда

$$\frac{Pt}{U} = Ne,$$

откуда

$$N = \frac{Pt}{Ue}.$$

Считаем:

$$N = \frac{60 \cdot 1}{220 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 1,7 \cdot 10^{18}.$$

Ответ: $1,7 \cdot 10^{18}$.

968. Максимальная мощность тока, выделяемая при $R = r$,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{2r} \Rightarrow P_{max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 4,5 \text{ (Вт)}.$$

Ответ: 4,5 Вт.

969. Равенство полезных мощностей при разных нагрузочных сопротивлениях можно записать как

$$\begin{aligned} \frac{\mathcal{E}^2 R_1}{(R_1 + r)^2} &= \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_2 + r)^2}, \\ R_1 R_2^2 + R_1 r^2 &= R_2 R_1^2 + R_2 r^2, \\ r^2 (R_1 - R_2) &= R_2 R_1 (R_1 - R_2), \end{aligned}$$

Отсюда $r = \sqrt{R_1 R_2} = 9 \text{ (Ом)}$.

Ответ: 9 Ом.

971. Заряд на конденсаторе был $q = C\mathcal{E}$, он не изменился после увеличения расстояния между обкладками. Энергия стала $W = \frac{q^2}{2C_1}$, где $C_1 = \frac{C}{2}$.

$$W = \frac{C^2 \mathcal{E}^2 \cdot 2}{2C} = C\mathcal{E}^2 = 10^{-6} \text{ ф} \cdot 10^2 \text{ В}^2 = 10^{-4} \text{ (Дж)} = 0,1 \text{ (мДж)}.$$

Ответ: 0,1 мДж.

973. КПД источника тока равен отношению мощности, выделяющейся на нагрузочном сопротивлении, к полной мощности источника. Используя закон Ома для полной цепи, можно получить

$$\eta = \frac{R}{R + r} = 0,8, \text{ или } 80 \%.$$

Ответ: 80%.

974. Электрическая схема цепи, соответствующая приведённому графику (см. рис. 349 на с. 292) с переменным внешним сопротивлением R ,

изображена на рисунке 562. Этот график соответствует закону Ома для полной цепи

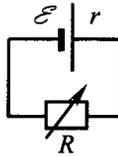


Рис. 562

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = IR + Ir.$$

Выбрав две произвольные точки на графике, например:

– точка (1): $R_1 = 12,5$ Ом, $I_1 = 2$ А,

– точка (2): $R_2 = 2,5$ Ом, $I_2 = 6$ А,

получим систему уравнений

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r, \\ \mathcal{E} = I_2 R_2 + I_2 r, \end{cases}$$

решив её, найдём, что

$$\mathcal{E} = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1} (R_1 - R_2) = \frac{2 \cdot 6}{6 - 2} (12,5 - 2,5) = 30 \text{ (В)}.$$

Ответ: 30 В.

975. Сила Лоренца, действующая на протон, равна $F = qvB$. Ускорение электрона $a = \frac{v^2}{R}$. Из второго закона Ньютона

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{vm}{qB} = \frac{8 \cdot 10^6 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 1,67 \text{ м}.$$

Ответ: 1,67 м.

978. Сила Лоренца, действующая на электрон, $F = qvB$. Ускорение электрона $a = \frac{v^2}{R}$. Из второго закона Ньютона

$$qvB = m \frac{v^2}{R},$$

$$v = \frac{qBR}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,0091 \cdot 0,001}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,6 \cdot 10^7 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: $1,6 \cdot 10^7$ м/с.

979. Для равномерного полёта частицы электрическая и магнитная силы должны уравновешивать друг друга.

$$qvB = qE \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{100}{0,5} = 200 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 200 м/с.

980. Масса частицы находится из выражения для кинетической энергии $E = \frac{mv^2}{2}$, а заряд найдём из уравнения движения частицы по окружности радиусом R :

$$qvB = \frac{mv^2}{R}.$$

Окончательно получим:

$$q = \frac{mv^2}{vBR} = \frac{2 \cdot 19,2 \cdot 10^{-19}}{10^6 \cdot 0,6 \cdot 0,04} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ (Кл)}.$$

Ответ: $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

981. По определению для данного условия задачи можно записать:

$$A = F_A \cdot S = BIlS,$$

здесь S — перемещение проводника, l — длина проводника. Сила тока в проводнике определится как

$$I = \frac{A}{BlS} = \frac{0,004}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \cdot 0,1} = 10 \text{ (А)}.$$

Ответ: 10 А.

983. Поскольку движение проводника равномерно, сумма сил, действующих на него, равна 0 (см. рис. 563).

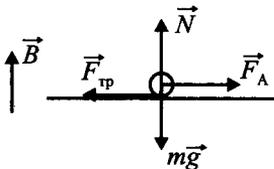


Рис. 563

Рассматривая проекции сил на оси x и y , находим

$$F_A - F_{\text{тр. ск.}} = 0,$$

здесь $F_{\text{тр. ск.}} = \mu N = \mu mg$, а сила Ампера $F_A = BIl$ при данном расположении проводника. Получаем $\mu mg = BIl$, $\mu = \frac{BIl}{mg}$. Подставляя численные значения, находим $\mu = 0,1$.

Ответ: 0,1.

984. При движении в однородном магнитном поле на проводник действует сила Ампера

$$F_A = IlB,$$

где I — сила тока, l — длина проводника, B — индукция магнитного поля.

Работа, которую совершает сила Ампера, равна произведению силы Ампера на перемещение проводника:

$$A = F_A \cdot S \cdot \cos \alpha,$$

где α — угол между индукцией поля и направлением перемещения.

Так как по условию задачи проводник перемещается в направлении действия силы, то $\cos \alpha = 1$.

$$A = IlBS = 10 \cdot 0,05 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 1 \text{ (мДж)}.$$

Ответ: 1 мДж.

987. По закону Фарадея

$$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|,$$

где $\Delta \Phi = BS = B\pi R^2$. Тогда

$$\mathcal{E}_i = \frac{B\pi R^2}{\Delta t}.$$

Считаем:

$$\mathcal{E}_i = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot 5^2 \cdot 10^{-4}}{0,5} \approx 1,6 \text{ (мВ)}.$$

Ответ: 1,6 мВ.

988. В исходном положении поток равен нулю. После поворота поток

$$\Phi = BS = 0,2 \text{ Тл} \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 0,001 \text{ (Вб)} = 1 \text{ (мВб)}.$$

Это и есть изменение потока.

Ответ: на 1 мВб.

989. Поток через виток или катушку $\Phi = LI$. При изменении внешнего магнитного поля поток через сверхпроводящее кольцо измениться не может, поэтому должен возникнуть ток, компенсирующий изменение потока.

Внешний поток через кольцо радиусом 1,5 см найдём по формуле

$$\Phi = B\pi r^2 = 0,1 \cdot 3,14 \cdot 0,015^2 = 7,07 \cdot 10^{-5} \text{ (Вб)},$$

$$I = \frac{\Phi}{L} = \frac{7,07 \cdot 10^{-5}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 141,4 \text{ (А)}.$$

Ответ: 141,4 А.

998. Затрачиваемая работа идёт на нагрев резистора индукционным током

ЭДС $\mathcal{E} = lvB$, а ток $I = \frac{lvB}{R}$. Выделяемая мощность

$$P = I^2 R = \frac{l^2 v^2 B^2}{R^2} R = \frac{l^2 v^2 B^2}{R} = \frac{2^2 \cdot 2^2 \cdot 0,5^2}{5} = 0,8 \text{ (Вт)}.$$

Ответ: 0,8 Вт.

999. Сделаем чертёж к этой задаче (см. рис. 564).

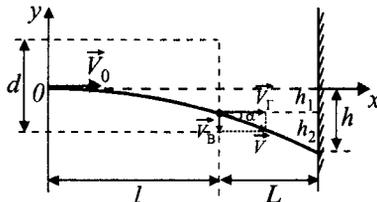


Рис. 564

Электрон, ускоренный разностью потенциалов U , приобретает кинетическую энергию $E_{\text{кин.}} = \frac{mv_0^2}{2}$, её изменение $\Delta E = A$, здесь m — масса электрона, A — работа электрического поля до попадания электрона внутрь пластин. При этом электрическое поле совершает работу $A = eU$.

Отсюда следует, что

$$\frac{mv_0^2}{2} = eU \quad \text{и} \quad v_0^2 = \frac{2eU}{m}.$$

Электрон, далее двигаясь в поперечном электрическом поле, сместится на расстояние h_1 . Для нахождения h_1 рассмотрим движение электрона с перпендикулярным ускорением $a = \frac{F_k}{m}$.

Напряжённость электрического поля между пластинами $E = \frac{F_k}{e}$, где F_k — сила Кулона. Отсюда $F_k = eE$ и $a = \frac{eE}{m}$. Для однородного поля внутри пластин $U_n = Ed$, отсюда $E = \frac{U_n}{d}$ и $a = \frac{eU_n}{md}$.

Вдоль оси Oy электрон движется равноускоренно без начальной скорости, поэтому смещение электрона внутри пластин

$$h_1 = \frac{at^2}{2},$$

здесь t — время движения электрона до выхода из пластин.

Это время определится из условия равномерного движения электрона вдоль оси Ox

$$l = v_0 t \Rightarrow t = \frac{l}{v_0}.$$

Тогда

$$h_1 = \frac{eU_n l^2}{md2v_0^2} = \frac{eU_n l^2 m}{2md2eU} = \frac{U_n l^2}{4dU}.$$

Смещение h_2 определим как

$$h_2 = L \operatorname{tg} \alpha.$$

С другой стороны, имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_B}{v_2}.$$

Здесь $v_2 = v_0$, $v_B = at = \frac{eU_n \cdot l}{mdv_0}$.

Тогда

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{eU_n \cdot l}{mdv_0^2} = \frac{eU_n \cdot lm}{md2eU} = \frac{U_n l}{2dU}.$$

Теперь

$$h_2 = \frac{LU_n l}{2dU}.$$

Окончательно имеем

$$h = h_1 + h_2 = \frac{U_n l^2}{4dU} + \frac{U_n Ll}{2dU} = \frac{U_n l}{4dU} (l + 2L).$$

Ответ: $\frac{U_n l}{4dU} (l + 2L)$.

1000. Центральный заряд всегда находится в равновесии (см. рис. 565). Поэтому рассмотрим равновесие любого из «вершинных» зарядов:

$$F_{12} = F_{14} = k \frac{q^2}{a^2}; \quad F_{13} = k \frac{q^2}{2a^2}; \quad F_{15} = k \frac{2qq_0}{a^2}.$$

Заряд q_0 должен быть другого знака, чем заряды q .

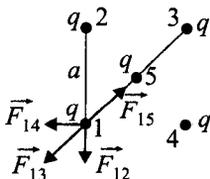


Рис. 565

Запишем условие того, что сумма проекций сил на направление 3–1 будет равна нулю:

$$k \frac{q^2}{2a^2} + 2k \frac{q^2}{a^2} \frac{\sqrt{2}}{2} = k \frac{2qq_0}{a^2},$$

$$q \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) = 2q_0,$$

$$q_0 = \left(\frac{1}{4} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) q = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}.$$

Для равновесия системы этот заряд должен быть отрицательным.

Ответ: $-1,9 \text{ мкКл}$.

1001. До замыкания ключа K суммарный заряд на внутренних обкладках C_1 и C_2 равен нулю. Если после замыкания ключа он будет отличаться от нуля, то это и будет заряд, протёкший через ключ.

После замыкания ключа потенциалы верхней и нижней обкладок конденсатора C_2 одинаковы, конденсатор разряжен. На его внутренней обкладке заряда нет. Разность потенциалов между обкладками конденсатора C_1 равна \mathcal{E} . На его внутренней обкладке заряд $q = C_1 \mathcal{E}$. Это и есть суммарный заряд на внутренних обкладках конденсаторов, т. е. заряд, протёкший через ключ.

Ответ: $\mathcal{E}C_1$.

1002. В обоих случаях (со стеклянной прослойкой и после её извлечения) заряд на конденсаторе остаётся постоянным. Заряд конденсатора можно найти по формуле

$$q = CU.$$

Так как заряд сохраняется, то $C_1 U_1 = C_2 U_2$, где C_1 — ёмкость конденсатора со стеклянной прослойкой, C_2 — ёмкость конденсатора после удаления прослойки ($C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$).

Конденсатор со стеклянной прослойкой можно рассматривать как два последовательно соединённых конденсатора — первый толщиной d_1 , заполненный стеклом проницаемостью ε ёмкостью $C' = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d_1}$, второй толщиной $d - d_1$ ёмкостью $C'' = \frac{\varepsilon_0 S}{(d - d_1)}$. Общую ёмкость конденсатора найдём по формуле

$$C_1 = \frac{C' \cdot C''}{C' + C''} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{\varepsilon(d - d_1) + d_1}.$$

Напряжение, установившееся между обкладками,

$$U_2 = \frac{C_1}{C_2} U_1 = \left(\frac{\varepsilon d}{\varepsilon(d - d_1) + d_1} \right) U_1.$$

$$U_2 = \frac{7 \cdot 0,1}{7 \cdot 0,08 + 0,02} \cdot 290 = 350 \text{ (В)}.$$

Ответ: 350 В.

1003. Влетая в пространство между обкладками конденсатора, электрон под действием силы $F = eq$, направленной к одной из обкладок конденсатора, приобретёт ускорение $a = F/m$. За некоторое время t электрон отклонится от своего первоначального направления на величину $\frac{at^2}{2}$.

По условию задачи необходимо, чтобы $\frac{d}{2} = \frac{at^2}{2}$, где d — расстояние между обкладками. В горизонтальном направлении за это время t электрон должен пролететь $l = 5$ см (длину конденсатора). В этом направлении на него никакая сила не действует, следовательно, $t = \frac{l}{v}$

$$\frac{d}{2} = \frac{al^2}{2v^2} = \frac{F \cdot l^2}{2m \cdot v^2} = \frac{qE \cdot l^2}{2m \cdot v^2}.$$

Учитывая, что $E = \frac{U}{d}$, выразим из этой формулы напряжение U :

$$U = \frac{d^2 m v^2}{q l^2} = \frac{36 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{14} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^{-4}} = 32,76 \text{ (В)}.$$

Ответ: 32,76 В.

1005. По закону Джоуля — Ленца за время t на проводнике выделится теплота

$$Q = IUt = \frac{U^2}{R} t.$$

Зная материал, из которого изготовлен проводник, площадь его сечения и длину, можем найти его сопротивление по формуле

$$R = x \frac{l}{S},$$

где x — удельное сопротивление алюминия ($x = 2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м), l — длина проводника, S — его площадь.

$$Q = \frac{U^2 S t}{x l}.$$

За время t проводник массой m нагреется на ΔT градусов, следовательно,

$$Q = cm\Delta T = c\rho V\Delta T = c\rho Sl\Delta T.$$

$$c\rho Sl\Delta T = \frac{U^2 S t}{x l} \Rightarrow \Delta T = \frac{U^2 t}{x l^2 \rho c}.$$

$$\Delta T = \frac{9 \cdot 20}{2,7 \cdot 2700 \cdot 900 \cdot 10^2 \cdot 10^{-8}} = 27,4 \text{ (К)}.$$

Ответ: на 27,4 К.

1006. При соединении, показанном на рисунке 566, заряды одинаковы на первых четырёх конденсаторах и на двух параллельно соединённых конденсаторах, напряжение на которых $U_0 = 500 \text{ В}$.

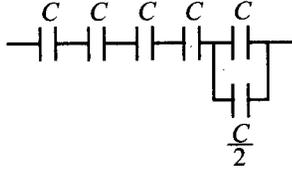


Рис. 566

Поскольку для параллельно соединённых конденсаторов общая ёмкость равна $C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2}C$, то заряд на них равен $q = \frac{3}{2}CU_0$, откуда

$$\frac{q}{C} = \frac{3}{2}U_0;$$

отношение $\frac{q}{C} = U$ — напряжению на каждом из четырёх последовательно соединённых конденсаторов, т. е. полное напряжение на всей батарее

$$U_{\text{об.}} = 4U + U_0 = 7U_0 = 3500 \text{ (В)}.$$

Ответ: 3500 В.

1007. Поскольку пластины конденсатора сближаются с постоянной скоростью, расстояние между пластинами зависит от времени

$$d(t) = d_0 - vt,$$

где d_0 — начальное расстояние между пластинами.

Так как ёмкость конденсатора $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, заряд на конденсаторе

$$q(t) = \frac{\varepsilon_0 S U}{(d_0 - vt)}.$$

Сила тока $I = q'(t)$, так что $I = \frac{\varepsilon_0 S U v}{(d_0 - vt)^2}$; на расстоянии d пластины

будут друг от друга в момент времени $t = \frac{d_0 - d}{v}$; значит,

$$I = \frac{\varepsilon_0 S U v}{d^2}.$$

Подставляя численные значения, получаем:

$$I = \frac{8,8 \cdot 10^{-12} \cdot 400 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-6}} = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ А.}$$

Ответ: $2,6 \cdot 10^{-8}$ А.

1008. 1) При параллельном соединении источников тока их общие ЭДС и сопротивление $\mathcal{E}_{\text{общ.}} = \mathcal{E}$, $r_{\text{общ.}} = \frac{r}{2}$.

2) Ток, текущий через нагрузку, по закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{2}}.$$

3) Мощность, выделяющаяся на нагрузке,

$$P = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r/2} \right)^2 R = 100 \text{ (Вт)}. \quad (1)$$

4) При последовательном соединении источников тока их общее ЭДС и сопротивление: $\mathcal{E}_{\text{общ.}} = 2\mathcal{E}$, $r_{\text{общ.}} = 2r$.

5) Ток, текущий через нагрузку, по закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{2\mathcal{E}}{R + 2r}.$$

6) Мощность, выделяющаяся на нагрузке,

$$P = \left(\frac{2\mathcal{E}}{R + 2r} \right)^2 R = 196 \text{ (Вт)}. \quad (2)$$

7) Разделив (2) на (1), взяв квадратный корень и выразив R , получим $R = 3r$.

8) Подставив последнее выражение в (1), получим $\frac{4\mathcal{E}^2}{49r^2} 3r = 100$, или $\frac{3\mathcal{E}^2}{r} = 25 \cdot 49$.

9) При подключении одного источника мощность, выделяемая на сопротивлении,

$$P = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 R = \frac{3\mathcal{E}^2}{16r} = \frac{25 \cdot 49}{16} = 76,6 \text{ (Вт)}.$$

Ответ: 76,6 Вт.

1009. Перед переводом ключа K в положение 2 конденсатор был заряжен до напряжения \mathcal{E} и энергия его электрического поля составляла

$$W_{p1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}.$$

В указанный момент времени $t > 0$ напряжение на конденсаторе было

равно напряжению на концах резистора $U_C = IR$. Энергия электрического поля конденсатора в этот момент составляла

$$W_{p2} = \frac{CU_c^2}{2} = \frac{CI^2R^2}{2}.$$

В соответствии с законом сохранения энергии $W_{p1} + W_{p2} + Q$.

Раскроем полученное равенство подробнее:

$$\frac{C\varepsilon^2}{2} = \frac{CI^2R^2}{2} + Q; \quad Q = \frac{C}{2}(\varepsilon^2 - I^2R^2).$$

Отсюда электроёмкость конденсатора

$$C = \frac{2Q}{\varepsilon^2 - I^2R^2} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{(15)^2 - (0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^3)^2} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ (Ф)} = 0,4 \text{ (мкФ)}.$$

Ответ: 0,4 мкФ.

1010. Начальный заряд на пластинах левого (см. рис. 356 на с. 298) конденсатора

$$q_1 = \varepsilon CU_0.$$

Начальный заряд на пластинах правого конденсатора

$$q_2 = \varepsilon 2CU_0.$$

После отключения блока конденсаторов от источника напряжения заряд каждой пары соединённых между собой проводником пластин конденсаторов (в силу закона сохранения заряда) останется неизменным:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2,$$

где $q'_1 = CU$ — заряд конденсатора C после вытекания из него жидкого диэлектрика, $q'_2 = 2\varepsilon U$ — «новый» заряд конденсатора $2C$ (напряжение U между пластинами конденсаторов в конечном состоянии будет одинаковым).

Тогда

$$\begin{aligned} \varepsilon CU_0 + 2\varepsilon CU_0 &= CU + 2\varepsilon CU_0, \\ 3\varepsilon CU_0 &= (1 + 2\varepsilon)cU, \\ 3\varepsilon U_0 &= (1 + 2\varepsilon)cU. \end{aligned}$$

Отсюда напряжение на пластинах обоих конденсаторов после вытекания жидкого диэлектрика из конденсатора ёмкостью C :

$$U = \frac{3\varepsilon}{1 + 2\varepsilon} U_0.$$

Ответ: $\frac{3\varepsilon}{1 + 2\varepsilon} U_0$.

1018. Когда на колебании (см. рис. 362 на с. 304) наблюдается максимум, противофазное колебание характеризуется минимумом, а когда на коле-

бании наблюдается минимум, противофазное колебание имеет максимум. Таким условиям отвечает график 4.

Ответ: 4.

1019. Период можно рассчитать по графику как расстояние во времени между двумя соседними точками, колеблющимися в одинаковой фазе. Видно, что $T = 0,4$ с.

Ответ: 0,4 с.

1021. По данным, приведённым в таблице, легко определить, что половина периода равна 2 с. Следовательно, период равен 4 с, а частота колебаний соответственно равна 0,25 Гц.

Ответ: 0,25 Гц.

1022. Для $\varphi_0 = 0$ уравнение колебаний приобретает вид:

$$x = x_0 \sin(\omega t).$$

Этому уравнению соответствует второй график.

Ответ: 2.

1024. Гармонический закон имеет вид:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0),$$

тогда циклическая частота $\omega = \pi$ рад/с.

Связь циклической частоты и периода колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega}$, следовательно, $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ (с).

Ответ: 2 с.

1032. Период колебаний математического маятника не зависит от его массы. Зависимость периода от длины l маятника описывается соотношением $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. При уменьшении длины в 2 раза период уменьшается в 1,41 раза.

Ответ: в 1,41 раза.

1034. Из графика (см. рис. 366, с. 307) видно, что период колебаний маятника равен 2 с.

Период связан с длиной маятника соотношением $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, откуда

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{4^2 \cdot 10^2}{3 \cdot (3,14)^2} \approx 1 \text{ (м)}.$$

Ответ: 1 м.

1037. Одно полное колебание совершается тогда, когда груз опускается в нижнее крайнее положение и возвращается обратно в верхнее крайнее положение. Тогда на одно полное колебание будет затрачено 0,8 с.

Ответ: 0,8 с.

1038. Проекция скорости будет равна нулю в те моменты времени, когда отклонение тела от положения равновесия максимально. На графике (см. рис. 367, с. 307) этому условию соответствует точка 3.

Ответ: в точке 3.

1040. Из графика, приведённого на рисунке 369 на с. 308, следует, что в момент времени $t = 0$ смещение пружинного маятника от положения равновесия максимально и равно 1,5 см. Следующее такое же смещение маятника происходит в момент времени $t = 4$ с.

Это значит, что данный пружинный маятник колеблется с периодом $T = 4$ с.

Ответ: 4 с.

1042. Период колебаний находится по формуле $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Увеличение массы груза в 4 раза приводит к увеличению периода в 2 раза.

Ответ: в 2 раза.

1046. Кинетическая энергия материальной точки $E_k = \frac{mv^2}{2}$ будет минимальна в тех точках, в которых модуль скорости материальной точки минимален. Скорость математического маятника в точках максимального отклонения от положения равновесия обращается в нуль, а значит, и кинетическая энергия в этих точках равна нулю. Таким образом, кинетическая энергия принимает минимальное значение в точке 1.

Ответ: 1.

1047. Потенциальная энергия математического маятника во второй раз достигает минимума при прохождении во второй раз положения равновесия, через промежуток времени $\frac{3}{4}T$, где T — период колебаний маятника.

Ответ: $0,75 \cdot T$.

1050. В момент времени $t = 3$ с потенциальная энергия математического маятника равна нулю. Из закона сохранения энергии следует, что кинетическая энергия тела в этот момент времени максимальна и равна полной энергии системы. Из графика (см. рис. 372, с. 310) видно, что это соответствует 20 Дж.

Ответ: 20 Дж.

1055. Резонанс — явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний, которое наступает при приближении частоты внешнего воздействия к частоте собственных колебаний. По графику (см. рис. 373, с. 311) видим, что максимум амплитуды наблюдается при $\nu = 30$ Гц.

Ответ: 30 Гц.

1058. Из данных таблицы видно, что время между двумя соседними моментами, в которые конденсатор разряжен, равно 4 мкс. Значит, период колебаний энергии его электрического поля тоже равен 4 мкс. Таков же период колебаний и магнитного поля катушки. Частота колебаний — величина, обратная периоду.

Ответ: 250 кГц.

1059. В процессе электромагнитных колебаний в колебательном контуре сумма энергии магнитного поля катушки и энергии электрического поля конденсатора остаётся постоянной (закон сохранения энергии).

В начальный момент времени заряд на конденсаторе максимален, а ток в катушке индуктивности равен нулю.

Через четверть периода конденсатор разрядится, а магнитное поле катушки будет максимальным.

Через половину периода конденсатор зарядится отрицательно, и электрическое поле снова станет максимальным, а магнитное равно нулю.

Время $t = 75$ мкс соответствует $1,5T$, следовательно, в этот момент времени вся энергия будет сосредоточена в электрическом поле конденсатора, его заряд снова станет максимальным. Относительно начального момента времени обкладки конденсатора поменяют знак своего заряда, но величина заряда снова станет равна начальному состоянию. Модуль заряда конденсатора равен 2 мкКл.

Ответ: 2.

1064. Период колебаний колебательного контура рассчитывается по формуле $T = 2\pi\sqrt{LC}$. При увеличении ёмкости в 4 раза период увеличивается в 2 раза.

Ответ: в 2 раз(-а).

1084. Связь между скоростью распространения волны (v), длиной волны (λ) и частотой (ν) $v = \nu \cdot \lambda$. Очевидно, что $\nu = v/\lambda = 2/0,5 = 4$ (Гц).

Ответ: 4 Гц.

1085. Минимальное расстояние между точками шнура, которые одновременно проходят через положение равновесия, является половиной длины волны. Длину волны найдём по формуле

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ (м)}.$$

Следовательно, минимальное расстояние между двумя заданными точками равно 0,4 м.

Ответ: 0,4 м.

1101. Для цельного колебательного контура выполняется соотношение

$$\frac{Cq_m^2}{2C} = \frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

Из этих соотношений следует, что амплитуда напряжения уменьшилась, амплитуда силы тока I_m также уменьшилась.

Ответ: 22.

1119. Рассмотрим каждый из вариантов ответа.

1) Частота колебаний первого маятника в два раза больше, чем второго. Следовательно, за 10 с первый маятник совершит в два раза больше колебаний, чем второй. Утверждение 1 верно.

2) Так как частота колебаний пропорциональна \sqrt{k} , то жёсткость пружины второго маятника меньше жёсткости пружины первого. Утверждение 2 верно.

3) Периоды колебаний двух маятников не одинаковые. Утверждение 3 неверно.

4) Маятники колеблются с разными частотами. Утверждение 4 неверно.

5) Маятники имеют одинаковые амплитуды и разные периоды колебаний. Утверждение 5 верно.

Ответ: 125.

1121. Период колебаний маятника $T = 4$ с.

Полная механическая энергия E в любой момент времени — постоянная величина, равная сумме кинетической и потенциальной энергий:

$$E = E_{\text{кин.}} + E_{\text{пот.}}$$

В момент времени, когда потенциальная энергия максимальна, кинетическая энергия равна нулю и наоборот. Следовательно, полная энергия $E = E_{\text{пот. max}} = 2$ Дж при любом значении t .

В момент времени, соответствующий точке А,

$$E_{\text{кин.}} = E - E_{\text{пот.}} = E - \frac{E}{2} = \frac{E}{2} = 1 \text{ Дж}.$$

Амплитуда маятника с течением времени не уменьшается, следовательно, колебания незатухающие.

В момент времени $t = 1,5$ с

$$E_{\text{пот.}} = \frac{1}{2}E; \quad E_{\text{кин.}} = E - E_{\text{пот.}} = \frac{E}{2}.$$

Следовательно, кинетическая энергия в этот момент времени равна потенциальной.

Ответ: 35.

1127. Рассмотрим каждое из утверждений отдельно.

1) В начальный момент времени сила тока в колебательном контуре была максимальной, а значит, и энергия магнитного поля катушки тоже была максимальна. Утверждение 1 верно.

2) По закону сохранения энергии заряд на конденсаторе станет максимальным, когда сила тока в катушке будет равна нулю. Утверждение 2 неверно.

3) В момент $t = 8$ с сила тока в катушке равна нулю, значит, в этот момент заряд на конденсаторе максимален. Следовательно, максимальна и энергия конденсатора. Утверждение 3 неверно.

4) В момент $t = 16$ с сила тока в катушке максимальна, значит, в этот момент заряд на конденсаторе равен нулю. Следовательно, минимальна и энергия конденсатора. Утверждение 4 неверно.

5) Из графика зависимости силы тока от времени следует, что период её колебаний равен 32 мс. Энергию магнитного поля катушки можно найти по формуле $W = \frac{LI^2}{2}$, она будет равна нулю в момент, когда сила тока равна нулю (8 с, 24 с, ...), и максимальна в моменты, когда модуль силы тока максимален (0 с, 16 с, 32 с). Период колебания энергии равен 16 мс. Утверждение 5 верно.

Ответ: 15.

1131. По приведённому графику (см. рис. 404, с. 339) можно сделать вывод, что резонанс наступает при $\bar{\omega} = \bar{\omega}_0 \approx 4$ кГц.

Так как $\bar{\omega}_0^2 = \frac{1}{LC}$, то

$$C = \frac{1}{L\bar{\omega}_0^2} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-3} \cdot (4 \cdot 10^3)^2} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 2,5 \text{ (мкФ)}.$$

Ответ: 23.

1135. Полная энергия колеблющейся частицы равна её максимальной кинетической энергии

$$E = E_{\text{кmax}} = \frac{mv^2}{2},$$

а максимальная скорость

$$v = A\omega,$$

где A — амплитуда смещения, ω — циклическая частота.

Так как $x = 0,2 \cos(2\pi t)$ м, то $A = 0,2$ м, $\omega = 2\pi \text{ с}^{-1}$.

Тогда

$$E = \frac{mA^2\omega^2}{2},$$

$$E = \frac{0,1 \cdot 0,2^2 \cdot 4\pi^2}{2} = 79 \text{ (мДж)}.$$

Ответ: 79 мДж.

1139. Скорость колеблющегося тела равна 0, когда оно находится на максимальном удалении от точки, относительно которой совершаются колебания. Таким образом, расстояние, указанное в задаче, равно $2x_0 = 6$ см, где x_0 — амплитуда колебаний. Уравнение для координаты тела имеет вид $x(t) = x_0 \cos(\omega t)$, откуда скорость тела в любой момент времени

$$v'(t) = -(x_0\omega) \sin(\omega t),$$

т. е. амплитуда скорости $v_0 = x_0\omega = \frac{2\pi x_0}{T}$. Подставляя численные значения, находим $v_0 = 0,3$ м/с.

Ответ: 0,3 м/с.

1142. Длина электромагнитной волны связана с периодом соотношением $\lambda = cT$, где c — скорость света. Период $T = 2\pi\sqrt{LC}$, и он увеличивается втрое при увеличении втрое C , и λ . Так что и λ возрастает втрое.

Ответ: в 3 раза.

1143. По определению длины волны можем записать:

$$\lambda = vT,$$

здесь $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Видно, что при увеличении ёмкости в 9 раз длина волны увеличится в 3 раза.

Ответ: в 3 раза.

$$1144. q = q_0 \cos \omega t; \quad \frac{1}{2} = \cos \omega t.$$

$$\omega t = \frac{\pi}{3}; \quad \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{3}; \quad \frac{t}{T} = \frac{1}{6}; \quad t = \frac{T}{6}.$$

Ответ: $\frac{1}{6}$.

1146. Гармонический закон имеет вид:

$$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi).$$

Сравнивая с законом, приведённым в условии задачи, получим:

$$\omega = 100\pi \text{ (рад/с)}.$$

По формуле Томпсона $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ найдём:

$$C = \frac{1}{\omega^2 L}.$$

Считаем:

$$C = \frac{1}{100^2 \pi^2 \cdot 0,5} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ (Ф)} = 20,3 \text{ (мкФ)}.$$

Ответ: 20,3 мкФ.

1147. Энергии конденсатора и катушки равны

$$W_C = \frac{CU^2}{2}, \quad W_L = \frac{LI^2}{2}.$$

Используя закон сохранения энергии для контура и условие задачи, получим:

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = 2 \cdot \frac{CU^2}{2},$$

откуда начальное напряжение $U_0 = \sqrt{2}U$, причём $U(t) = U_0 \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$.

Отсюда следует, что $\frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{4}$, или $\frac{t}{T} = \frac{1}{8} = 0,125$.

Ответ: 0,125.

1152. Работа любой потенциальной силы (в частности, силы упругости) совершается за счёт убыли потенциальной энергии:

$$A = -\Delta W_p = W_{p1} - W_{p2},$$

где $W_{p1} = \frac{kx_1^2}{2}$ — потенциальная энергия упругой деформации пружины

в начальном состоянии, $W_{p2} = \frac{kx_2^2}{2}$ — потенциальная энергия упругой деформации пружины в конечном состоянии.

Из графика на рисунке 405 (см. с. 342) определим (исходя из закона Гука) жёсткость пружины. Для этого возьмём, допустим, точку с координатами $x = 20$ мм, $F_x = -1$ Н.

Тогда

$$F_x = -kx; \quad k = -\frac{F_x}{x} = -\frac{-1 \text{ Н}}{0,02 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м} \text{ — жёсткость пружины.}$$

Рассмотрим участок движения 2–1.

$x_1 = -30$ мм — деформация пружины в начальном состоянии 2;

$x_2 = 30$ мм — деформация пружины в конечном состоянии 1.

$A_{2,1} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k}{2}(x_1^2 - x_2^2) = 0$ — работа силы упругости на участке 2–1 ($x_1^2 = x_2^2$).

Рассмотрим участок движения 1–0.

$x_1 = 30$ мм — деформация пружины в начальном состоянии 1;

$x_2 = 0$ — деформация пружины в конечном состоянии 0.

Работа силы упругости на участке 1–0

$$A_{10} = \frac{kx_1^2}{2} = \frac{50 \cdot (0,03)^2}{2} = 0,0225 \text{ (Дж)}.$$

Итак, работа на всём участке движения 2–1–0 равна работе на участке 1–0 и составляет 0,0225 Дж.

Ответ: 0,0225 Дж.

1153. Во время электромагнитных колебаний максимальная энергия электрического поля $W_э = \frac{q_{\max}^2}{2C}$ переходит в максимальную энергию магнитного поля $W_M = \frac{LI_{\max}^2}{2}$.

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{q_{\max}^2}{2C},$$

$$I_{\max} = \frac{q_{\max}}{\sqrt{LC}} = \frac{21 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 10^{-6}}} = 0,7 \text{ (А)}.$$

Ответ: 0,7 А.

1154. Из закона сохранения энергии следует

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2}, \quad I_{\max} = \sqrt{\frac{CU_{\max}^2}{L}}.$$

Переводя в систему СИ $L = 20$ мГн = 0,02 Гн, $C = 800$ пФ = $8 \cdot 10^{-10}$ Ф и подставляя численные значения, получаем:

$$I = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{-10} \cdot 100^2}{0,02}} = 0,02 \text{ А}.$$

Ответ: 0,02 А.

1155. Энергия магнитного поля катушки максимальна в тот момент, когда энергия электрического поля конденсатора равна нулю. По закону сохранения энергии можем записать:

$$W_{\max} = W_э + W_M,$$

$$W_{\max} = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = 10^{-5} \text{ Дж}.$$

Ответ: 10^{-5} Дж.

1160. В идеальном колебательном контуре выполняется закон сохранения электромагнитной энергии, следовательно, для момента времени, когда сила тока в катушке равна I , справедливо

$$\frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2}.$$

$$U^2 = \frac{L}{C}(I_{max}^2 - I^2),$$

где $\frac{L}{C}$ найдём из равенства полной магнитной энергии и полной электрической энергии:

$$\frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2}.$$

Откуда $\frac{L}{C} = \frac{U_{max}^2}{I_{max}^2}$, тогда

$$U = U_{max} \sqrt{1 - \frac{I^2}{I_{max}^2}} = 15 \sqrt{1 - \left(\frac{6}{10}\right)^2} = 12 \text{ В.}$$

Ответ: $U = U_{max} \sqrt{1 - \frac{I^2}{I_{max}^2}} = 12 \text{ В.}$

1163. По закону сохранения энергии в колебательном контуре

$$\frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2}.$$

По формуле Томсона

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad \nu = \frac{1}{T}.$$

Решая уравнения совместно, получаем:

$$L = \frac{U}{2\pi\nu I}.$$

Переводя в систему СИ: $2 \text{ МГц} = 2 \cdot 10^6 \text{ Гц}$, $1,2 \text{ мА} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ и подставляя в формулу, получаем:

$$L = 0,42 \cdot 10^{-8} \text{ Гн.}$$

Ответ: $4,2 \text{ нГн}$.

1166. В плоском зеркале получается мнимое прямое, равное по величине предмету изображение. Расстояние между предметом и зеркалом равно расстоянию между зеркалом и изображением. Если расстояние между предметом и зеркалом увеличить в два раза, то расстояние между зеркалом и изображением тоже увеличится в два раза.

Ответ: в 2 раза.

1169. Угол падения луча (см. рис. 567) находится из соотношения

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta = 50^\circ.$$

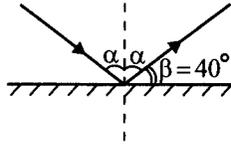


Рис. 567

Ответ: 50° .

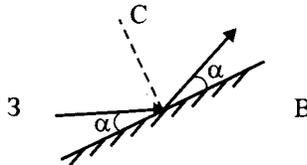
1170. Угол падения равен углу отражения. Следовательно, они оба равны 30° . Тогда угол между падающим лучом и зеркалом равен

$$90^\circ - 30^\circ = 60^\circ.$$

Ответ: 60° .

1174. Сделаем поясняющий рисунок 568. Угол между падающим и отражённым лучами равен 135° , тогда

$$\alpha = \frac{180^\circ - 135^\circ}{2} = 22,5^\circ.$$



Ю

Рис. 568

Ответ: $22,5^\circ$.

1177. Скорость изображения относительно Земли тоже V . Относительная скорость сближения $2\vec{V}$ (см. рис. 569).

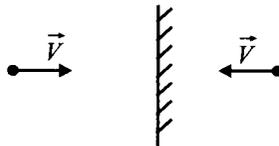


Рис. 569

Ответ: $2 \cdot V$.

1179. Независимо от величины угла падения отношение синусов углов падения и преломления остаётся постоянным и всегда равно n .

Ответ: $1 \cdot n$.

1181. По закону преломления

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{1}{n} = 0,65.$$

Ответ: 0,65.

1186. Точка S находится перед линзой на расстоянии больше фокусного, но меньше двойного фокусного. В этом случае изображение действительное. Оно находится по другую сторону линзы. Расстояние этой точки от линзы должно быть больше двойного фокусного, а расстояние этой точки от главной оптической оси должно быть больше, чем расстояние точки S от главной оптической оси. Это точка 1.

Ответ: точка 1.

1187. Луч, пущенный из предмета в его изображение, не преломляется линзой в том случае, если он проходит через оптический центр линзы. Эта точка найдётся, если соединить A и A' отрезком прямой.

Ответ: 3.

1191. Луч, идущий из фокуса линзы, после преломления в линзе идёт параллельно главной оптической оси.

Ответ: на графике 4.

1192. Изображение в рассеивающей линзе всегда мнимое, уменьшенное, не перевёрнутое.

Ответ: 3.

1195. Оптическая сила линзы определяется по формуле

$$D = \frac{1}{F}.$$

Из рисунка 426 (см. с. 357) видно, что $F = -10 \text{ см} = -0,1 \text{ м}$,

$$D = -\frac{1}{0,1} = -10 \text{ дптр}.$$

Ответ: -10 дптр.

1208. Если предмет находится ближе фокуса к собирающей линзе, то изображение будет мнимое, увеличенное, прямое. Причём чем ближе предмет к линзе, тем ближе к линзе и его изображение. Следовательно, для рассматриваемого случая расстояние и увеличение будут уменьшаться.

Ответ: 22.

1213. Длина волны зелёного света меньше, чем красного, поэтому по формуле дифракционной решётки

$$d \sin \varphi = k\lambda$$

уменьшится угол отклонения лучей и, следовательно, расстояние между спектрами.

Ответ: 22.

1232. Так как линза 3 (см. рис. 438, с. 372) даёт действительное перевернутое равное по величине изображение, то верен ответ 3. По отношению к первой линзе предмет расположен между фокусом и линзой, ко второй — между фокусом и двойным фокусом. Значит, верен ответ 2. Собирающие линзы могут давать как мнимые, так и действительные изображения. Значит, верен ответ 4.

Ответ: 234.

1235. Скорость света в прозрачной среде $v = \frac{c}{n}$, где c — скорость света в пустоте, n — показатель преломления среды. Тогда в пустоте $S_1 = ct$, а в среде $S_2 = v \cdot 2t$. Деля уравнения друг на друга, находим $\frac{S_1}{S_2} = \frac{n}{2}$, откуда $n = 1,5$.

Ответ: 1,5.

1236. Точка приближается к зеркалу со скоростью $v \cos 60^\circ = 0,1$ м/с. Со своим изображением она сближается с вдвое большей скоростью.

Ответ: 0,2 м/с.

1239. Найдём расстояние b от линзы до изображения предмета. Для этого запишем формулу тонкой линзы: откуда $b = -1,2$ м. Знак «-» показывает, что изображение мнимое. Размер изображения будет в $\frac{|b|}{L}$ раз больше размера источника, т. е. размер изображения равен 80 см.

Ответ: 80 см.

1243. Формула линзы может быть записана как

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

здесь F — фокусное расстояние линзы, d — расстояние от линзы до предмета, f — расстояние от линзы до изображения. Увеличение, даваемое линзой, $\Gamma = \frac{f}{d}$. Отсюда $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d\Gamma}$. Находим из последнего уравнения Γ :

$$\Gamma = \frac{F}{d - F} = \frac{0,13 \text{ м}}{0,15 \text{ м} - 0,13 \text{ м}} = 6,5.$$

Ответ: 6,5.

1244. Из формулы линзы

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f};$$

$$f = \frac{d}{Dd - 1} = \frac{2}{4 - 1} = 0,67 \text{ м}.$$

Ответ: 0,67 м.

1249. Запишем уравнение дифракционной решётки

$$n\lambda = d \sin \varphi.$$

Для второго порядка $n = 2$, следовательно,

$$\lambda = \frac{d}{2} \sin \varphi.$$

Отсюда найдём длину волны: $d = 2 \text{ мкм} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$, $\sin 30^\circ = 0,5$,

$$\lambda = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 500 \text{ нм}.$$

Ответ: 500 нм.

1251. Из формулы для максимумов в спектре $d \sin \alpha = n\lambda$ находим

$$n = \frac{d \sin \alpha}{\lambda},$$

т. к. $-1 \leq \sin \alpha \leq 1$, находим $n = 6$ (с учётом левых и правых максимумов); добавляя центральный максимум, получаем $n_{\max} = 7$.

Ответ: 7.

1252. Из условия реализации главных максимумов

$$d \sin \varphi = m\lambda, \quad m_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{4,5\lambda}{\lambda} = 4,5.$$

Это означает, что максимальный порядок спектра равен 4. Имеются максимумы от 1-го до 4-го порядка и от -1 -го до -4 -го порядка, кроме этого, имеется центральный максимум.

Ответ: 9.

1255. Запишем формулу дифракционной решётки:

$$n\lambda = d \sin \varphi.$$

Отсюда выразим синус угла дифракции:

$$\sin \varphi = \frac{n\lambda}{d}.$$

Окончательно получим

$$\sin \varphi = \frac{1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-6}} = 0,5.$$

Угол дифракции $\varphi = \arcsin(0,5) = 30^\circ$.

Ответ: 30° .

1256. По формуле дифракционной решётки

$$d \sin \varphi = k\lambda.$$

При малых углах $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a}$, где b — расстояние между нулевым и главным максимумом, a — расстояние от решётки до экрана. Подставляя в формулу решётки, получаем

$$db = k\lambda a.$$

Расстояние между первыми максимумами равно $2b$. С увеличением в 2 раза расстояния от решётки до экрана расстояние между первыми максимумами тоже увеличится в 2 раза.

Ответ: в 2 раза.

1261. Луч падает на грань BC перпендикулярно, а значит, он на ней не преломляется. Луч проходит в клин и, падая на его зеркальную грань AB , отражается от неё.

По закону отражения света угол его отражения будет равен углу падения φ (см. рис. 570).

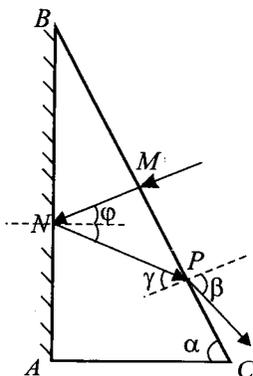


Рис. 570

Треугольник MNB — прямоугольный, $\angle B = 90 - \alpha = 30^\circ$, следовательно, $\angle BNM = 90^\circ - \angle B = 60^\circ$. Угол падения на сторону AB (а значит, и угол отражения) $\varphi = 90^\circ - \angle BNM = 30^\circ$.

Угол $\angle NPM = 90^\circ - 2\varphi = 30^\circ$.

Следовательно, угол падения луча на сторону AC $\gamma = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$.

По закону преломления света на стороне AC призмы

$$\frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = n.$$

Здесь n — показатель преломления линзы.

$$n = \frac{\sin 70}{\sin 60} = \frac{0,94}{0,87} = 1,1.$$

Ответ: 1,1.

1262. По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

Увеличение линзы

$$\frac{f}{d} = 4, \quad f = 4d.$$

Решая уравнения совместно, получаем $d = 25$ см, $f = 100$ см. После передвижки уравнение тонкой линзы выглядит следующим образом:

$$\frac{1}{d+5} + \frac{1}{f-1} = \frac{1}{F}.$$

Подставляя численные значения и решая уравнение, получаем $l = 40$ см.

Ответ: на 40 см.

1263. Запишем, что дано в условии задачи: $f = 2$ м — расстояние до макета, $D = 8$ дптр — оптическая сила объектива, $S_1 = 8 \cdot 10^{-4}$ м² — площадь изображения. Найти S_2 — площадь самого макета. Увеличение линзы найдём по формуле

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{f}{d}\right)^2 \Rightarrow S_2 = S_1 \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2.$$

Запишем формулу линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D.$$

Отсюда выразим d — расстояние до макета:

$$\frac{1}{d} = D - \frac{1}{f} = \frac{Df - 1}{f}.$$

$$d = \frac{f}{Df - 1}.$$

$$d = \frac{2}{16 - 1} = \frac{2}{15} \text{ (м)}.$$

Окончательно получим:

$$S_2 = 8 \cdot 10^{-4} \left(\frac{2 \cdot 15}{2}\right)^2 = 0,18 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Ответ: 0,18 м².

1264. Ближайшая к линзе точка отрезка находится на расстоянии $d_1 = 12$ см от линзы. Её изображение находится на расстоянии f_1 от линзы по другую сторону от неё:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}; \quad f_1 = \frac{Fd_1}{d_1 - F} = \frac{10 \text{ см} \cdot 12}{2} = 60 \text{ см}.$$

Аналогично изображение второй точки находится с той же стороны от линзы на расстоянии

$$f_2 = \frac{Fd_2}{d_2 - F} = \frac{10 \text{ см} \cdot 18}{8} = 22,5 \text{ см}.$$

Длина изображения 37,5 см. Длина предмета 6 см. Увеличение равно $\frac{37,5 \text{ см}}{6 \text{ см}} = 6,25$.

Ответ: 6,25.

1265. Используем формулу линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; расстояние от лампы до экрана фиксировано $d + f = l$.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{l-d}.$$

Отсюда $F = \frac{(l-d) \cdot d}{l}$.

Уравнение сводится к квадратному уравнению относительно d :

$$d^2 - ld + Fl = 0; \quad l^2 - 5d + 4 = 0.$$

У этого уравнения 2 корня: $d_1 = 1$ м; $d_2 = 4$ м. Собирающая линза даёт действительное увеличенное изображение лишь в том случае, если предмет находится между фокусом и двойным фокусом. Физический смысл имеет только корень 1 м.

Ответ: 1 м.

1267. Так как источники света находятся с разных сторон от линзы, то для одного из них изображение должно быть действительным, а для другого — мнимым. Причём эти изображения должны оказаться в одной точке. Собирающая линза даёт мнимое изображение, если источник находится между фокусом и линзой, и действительное — в любом другом случае. Значит, с одной стороны линзы источник находится на расстоянии меньше фокусного, а с другой — больше фокусного.

Построим ход лучей для обоих случаев (см. рис. 571).

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (\text{для мнимого изображения});$$

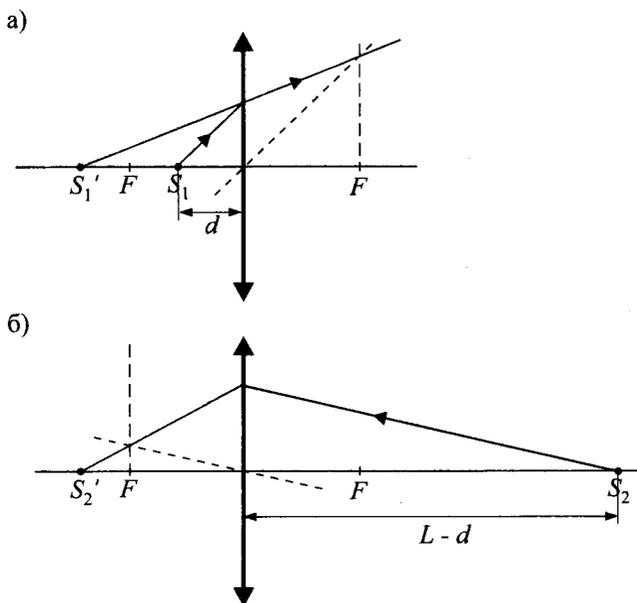


Рис. 571

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{L-d} + \frac{1}{f} \quad (\text{для действительного изображения}).$$

Сложим два этих уравнения:

$$\frac{2}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{L-d}.$$

Учтём, что оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F}$,

$$2D = \frac{1}{d} + \frac{1}{L-d},$$

$$D = \frac{1}{2d} + \frac{1}{2(L-d)} = \frac{1}{2 \cdot 0,4} + \frac{1}{2 \cdot 0,6} = 1,25 + 0,833 = 2,1 \text{ (дптр)}.$$

Ответ: 2,1 дптр.

1268. Построим чертёж (см. рис. 572).

Зная площадь равнобедренного треугольника, найдём длину его катетов:

$$S = \frac{1}{2}BC^2 \Rightarrow BC = \sqrt{2S} = \sqrt{2 \cdot 32} = 8 \text{ см},$$

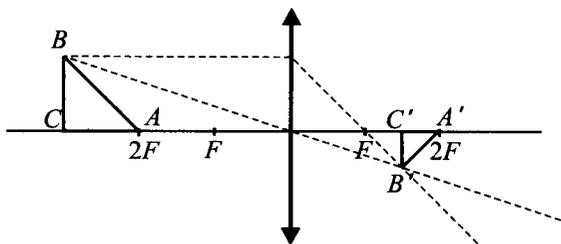


Рис. 572

$$AC = BC = 8 \text{ см.}$$

Для того чтобы найти площадь изображения исходного треугольника, нужно найти длины изображений его катетов. Воспользуемся формулой собирающей линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}.$$

Здесь F — фокусное расстояние линзы, d — расстояние от предмета до линзы, f — расстояние от изображения до линзы.

Из условия задачи известно, что угол A находится в точке двойного фокуса собирающей линзы. Значит, и изображение этой точки находится в точке $2F$.

Зная длину сторон BC и AC и фокусное расстояние этой линзы, можно найти положение изображения угла C :

$$d_c = 2F + CA = 2 \cdot 60 + 8 = 128 \text{ см,}$$

$$f_c = \frac{dF}{d - F} = \frac{128 \cdot 60}{128 - 60} = 112,9 \text{ см.}$$

Следовательно, длина катета $C'A'$ изображения треугольника

$$C'A' = 2F - f_c = 120 - 112,9 = 7 \text{ см.}$$

Зная $C'A'$, можно найти площадь получившегося изображения:

$$S' = \frac{1}{2} \cdot 7^2 = 24,5 \text{ см}^2.$$

Ответ: 24,5 см².

1269. Фокусное расстояние линзы

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ (м).}$$

В первом случае, источник света расположен на двойном фокусном расстоянии от линзы, следовательно, изображение находится на том же расстоянии от неё: $f = d = 2F = 2 \cdot 0,125 \text{ м} = 0,25 \text{ м}$.

После того как линзу повернули, источник перестал находиться на главной оптической оси линзы, но его изображение будет находиться на этой оси, только сдвинется на величину $\Delta f = f' - f$ (см. рис. 573).

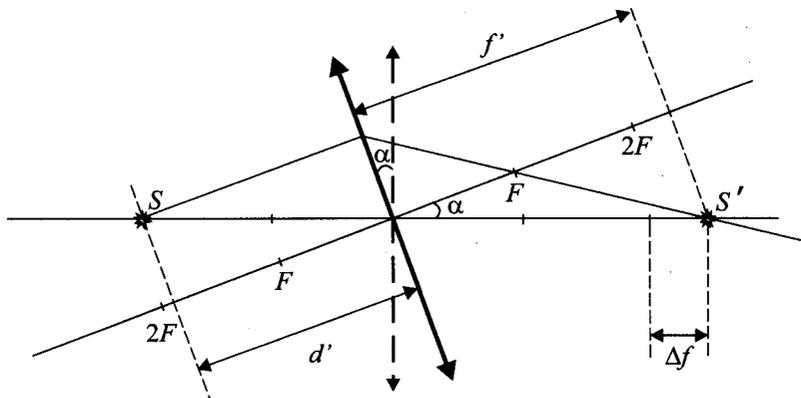


Рис. 573

Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{d'}.$$

Расстояние от предмета до линзы после поворота

$$d' = d \cdot \cos \alpha = 2F \cdot \cos \alpha.$$

Расстояние от изображения до линзы после поворота

$$f' = (f + \Delta f) \cdot \cos \alpha = (2F + \Delta f) \cdot \cos \alpha.$$

Следовательно,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{(2F + \Delta f) \cdot \cos \alpha} + \frac{1}{d' \cdot \cos \alpha},$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\cos \alpha} \left(\frac{1}{2F + \Delta f} + \frac{1}{2F} \right).$$

Выразим из этого выражения Δf :

$$\Delta f = \frac{4F \cdot (1 - \cos \alpha)}{2 \cos \alpha - 1},$$

$$\Delta f = \frac{4 \cdot 0,125 \cdot (1 - 0,87)}{2 \cdot 0,87 - 1} = 0,088 \text{ (м)} = 8,8 \text{ (см)}.$$

Ответ: 8,8 см.

1273. Сделаем рисунок 574:

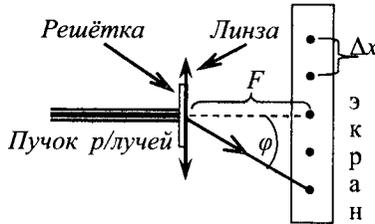


Рис. 574

Уравнение для главных максимумов дифракционной решётки

$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda, \quad (1)$$

где k — целое число.

Углы дифракции для первых максимумов, вблизи центрального, очень малы, т. е. $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$. Из условия задачи и соответствующего условия рисунка следует, что

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{k \cdot \Delta x}{F}. \quad (2)$$

Подставив (2) в (1), получим $d \cdot \frac{k \cdot \Delta x}{F} = k \cdot \lambda$, откуда следует, что

$$\lambda = \frac{d \cdot \Delta x}{F}.$$

Ответ: $\lambda = \frac{d \cdot \Delta x}{F}$.

1280. Согласно формуле Планка, $E = h \frac{c}{\lambda}$ можно записать

$$\lambda = \frac{hc}{E}.$$

Можем получить $\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,95 \cdot 10^{-19}} = 10 \cdot 10^{-7} = 10^{-6}$ (м).

Ответ: 1 мкм.

1285. Длина волны де Бройля связана со скоростью электрона соотношением

$\lambda = \frac{h}{mv}$, где h — постоянная Планка.

$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,75 \cdot 10^6} = 2,64 \cdot 10^{-10} \text{ (м)} = 0,264 \text{ (нм)}.$$

Ответ: 0,264 нм.

1291. Отношение энергий

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{h\nu_1}{h\nu_2} = \frac{h \cdot \frac{c}{\lambda_1}}{h \cdot \frac{c}{\lambda_2}} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{4 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 10^{-18}} = 2 \cdot 10^{11}.$$

Ответ: в $2 \cdot 10^{11}$ раз.

1295. Для вакуумного фотоэлемента характерна зависимость, у которой даже при отсутствии напряжения между анодом и катодом в цепи течёт ток, т. к. некоторые электроны достигают анода.

Ответ: 2.

1297. Согласно уравнению Эйнштейна,

$$h\nu = A_{\text{вых.}} + E_{\text{к}},$$

тогда

$$h\nu = 5 + 3 = 8 \text{ эВ.}$$

Ответ: 8 эВ.

1302. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в случае, когда длина волны равна критической,

$$\frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} = A.$$

$$\text{Отсюда } \lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{A} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 412 \text{ (нм)}.$$

Ответ: 412 нм.

1305. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = h\nu_0 + eU,$$

$$\nu_0 = \frac{h\nu - eU}{h} = 6 \cdot 10^{14} \text{ (Гц)}.$$

Ответ: $6 \cdot 10^{14}$ Гц.

1307. Энергия фотона равна разности энергий молекулы

$$E = E_3 - E_2 = (-2,88) - (-3) = 0,12 \text{ (эВ)}.$$

Ответ: 0,12 эВ.

1310. Атом будет поглощать энергию, если переход осуществляется с уровня с меньшей энергией n на уровень с большей энергией m . При этом энергия поглощённого фотона

$$E_{mn} = h\nu = h(E_m - E_n) = h\left(\frac{13,6}{n^2} - \frac{13,6}{m^2}\right).$$

То есть фотон наибольшей частоты будет обладать и наибольшей энергией. Это случай номер 2.

Ответ: 2.

1311. Поскольку импульс связан с энергией выражением

$$p = \sqrt{2Em} \sim \sqrt{E},$$

то наибольший импульс будет иметь фотон с наибольшей энергией. Такой энергией в данном случае обладает фотон при переходе с четвёртого уровня на первый.

Ответ: 4.

1312. При переходе электрона с третьей орбиты на вторую выделится квант с энергией $E = E_3 - E_2 = -13,6\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{4}\right) = 1,89$ (эВ).

Ответ: 1,89 эВ.

1313. Увеличение полной энергии атома

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda},$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-19}} = 0,66 \text{ (мкм)}.$$

Ответ: 0,66 мкм.

1314. В нейтральном атоме заряженными частицами являются протоны и электроны, их количество одинаково и равно удвоенному порядковому номеру элемента.

Ответ: 148.

1318. $A = Z + N$ — массовое число ядра химического элемента (Z — число протонов в ядре, N — число нейтронов в ядре).

$A = 133, Z = 55$ — по условию.

Тогда

$N = A - Z = 133 - 55 = 78$ — число нейтронов в ядре цезия.

$N - Z = 78 - 55 = 23$ — превышение числа нейтронов над числом протонов в ядре цезия.

Ответ: на 23.

1329. Согласно законам сохранения зарядового и массового чисел,

$$13 + Z = 11 + 2,$$

$$27 + A = 24 + 4,$$

откуда $Z = 0, A = 1$.

Ответ: 01.

1337. Согласно законам сохранения массового и зарядового чисел,

$$\begin{cases} 7 + 1 = Z, \\ 14 + 1 = A, \end{cases}$$

откуда $A = 15$, $Z = 8$.

Ответ: 815.

1342. По закону сохранения зарядового и массового чисел в ядерных реакциях

$$\begin{aligned} Z &= 5 - 3 = 2, \\ A &= 10 + 1 - 7 = 4. \end{aligned}$$

Частицей с такими значениями A и Z является ${}^4_2\text{He}$.

Ответ: 42.

1352. Запишем закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Здесь N и N_0 — соответственно конечное и начальное число нераспавшихся ядер. Найдём долю нераспавшихся ядер:

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{20}{10}} = 2^{-2} = 0,25 = 25\%.$$

Доля распавшихся ядер 75%.

Ответ: 75.

1356. В процессе радиоактивного распада количество оставшихся в момент времени t ядер можно вычислить по формуле

$$N = N_0 2^{-t/T},$$

где N_0 — первоначальное количество радиоактивных ядер, T — период полураспада. По условию задачи $N = 0,25N_0$.

Отсюда

$$t = -T \cdot \log_2 \frac{N}{N_0} = -5,75 \cdot \log_2 \frac{1}{4} = 11,5 \text{ (лет)}.$$

Ответ: 11,5 лет.

1360. Запишем закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}.$$

По условию задачи

$$N = \frac{1}{32} N_0 = \frac{N_0}{2^5} = 2^{-5} \cdot N_0.$$

Далее запишем:

$$2^{-5} = 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Отсюда видно, что количество полураспадов (при $t = T$) равно 5.

Ответ: 5.

1364. Определим количество нераспавшихся атомов радиоактивного вещества:

$$N = N_a \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_a \cdot 2^{-\frac{276}{138}} = 0,25N_a,$$

остальные атомы распадутся. Для определения энергии распада одного атома нужно выделенную энергию разделить на количество распавшихся атомов:

$$\varepsilon_1 = \frac{E}{N_a - 0,25N_a} = \frac{382 \cdot 10^9}{0,75 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 8,49 \cdot 10^{13} \text{ Дж.}$$

Для перевода этой энергии в электрон-вольты необходимо поделить результат на $1,6 \cdot 10^{-19}$, окончательно получаем:

$$\varepsilon_1 = \frac{8,49 \cdot 10^{13}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,3 \cdot 10^6 \text{ эВ.}$$

Ответ: 5,3 МэВ.

1372. Частотная красная граница фотоэффекта определяется по формуле

$$A_{\text{вых.}} = h\nu_{\text{кр.}}$$

С увеличением работы выхода частотная красная граница возрастает. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых.}} + E_{\text{кин.}},$$

$$E_{\text{кин.}} = h\nu - A_{\text{вых.}}$$

С увеличением работы выхода максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшается.

Ответ: 12.

1389. По закону радиоактивного распада число нераспавшихся ядер

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Количество распавшихся ядер равно разности первоначального числа и числа оставшихся ядер:

$$N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Ответ: 43.

1412. Мощность, излучаемая источником света, $N = nh\nu$.

Полезная мощность

$$p = \frac{nh\nu}{8 \cdot 10^{-3}} = \frac{4 \cdot 10^{18} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14}}{8 \cdot 10^{-3}} = 165 \text{ (Вт).}$$

Ответ: 165 Вт.

1413. Запишем уравнение фотоэффекта для первого и второго случаев:

$$h\nu_1 = A_{\text{вых.}} + eU_{31},$$

$$h\nu_2 = A_{\text{вых.}} + eU_{32}.$$

Вычитая из второго первое уравнение, получим:

$$3h\nu_1 = 4eU_{31} \text{ или } h\nu_1 = \frac{4}{3}eU_{31}.$$

Подставив это выражение в первое уравнение для работы выхода, получим:

$$A_{\text{вых.}} = h\nu_1 - eU_{31} = \frac{1}{3}eU_{31} = \frac{1}{3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 13,5 = 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

$$A_{\text{вых.}} = \frac{7,2 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,5 \text{ (эВ)}.$$

Ответ: 4,5 эВ.

1418. Фотоэлектрон уносит с собой кинетическую энергию, равную

$$E_{\text{к}} = E_{\text{ф}} - A = 1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Кинетическая энергия электрона

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2},$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{\text{к}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 5,92 \cdot 10^5 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 592 км/с.

1419. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + E_{\text{к}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = h\nu - E_{\text{к}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14} - 1,3 \cdot 10^{-19} = 2 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

Ответ: $2 \cdot 10^{-19}$ Дж.

1420. Из уравнения фотоэффекта

$$\begin{cases} E = A + E_{\text{кин1}}, \\ 3E = A + E_{\text{кин2}} \end{cases} \Rightarrow E_{\text{кин2}} = 2E + E_{\text{кин1}}.$$

$$E_{\text{кин2}} = 2 \cdot 4,2 \text{ эВ} + 1,8 \text{ эВ} = 10,2 \text{ эВ}.$$

Ответ: 10,2 эВ.

1423. Концентрация фотонов в пучке света

$$n = \frac{\omega}{E},$$

где $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$.

Давление света $p = \omega(1 + \rho)$, откуда

$$\omega = \frac{p}{1 + \rho},$$

тогда

$$n = \frac{p\lambda}{(1 + \rho)hc}.$$

Считаем:

$$n = \frac{15 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 10^{-9}}{(1+1) \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,5 \cdot 10^{13} \text{ (м}^{-3}\text{)}.$$

Ответ: $1,5 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}$.

1427. Давление света на площадку, перпендикулярную лучам, определяется выражением

$$p = \frac{W}{\tau S c} (1 + R),$$

где W — энергия световых волн, τ — время падения света на поверхность, S — площадь поверхности, R — коэффициент отражения света поверхностью, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ — скорость света в вакууме.

Для зеркальной поверхности $R = 1$.

Тогда давление, производимое излучением данного лазера,

$$p = \frac{3}{10 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^8} (1 + 1) = 2000 \text{ Па} = 2 \text{ (кПа)}.$$

Ответ: 2 кПа.

1428. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mV^2}{2},$$

где A — работа выхода электрона, $\nu = \frac{c}{\lambda}$ — частота падающего света, $\frac{mV^2}{2}$ — кинетическая энергия вылетевших электронов.

Работа выхода связана с красной границей фотоэффекта λ_0 следующим соотношением:

$$A = h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0},$$

$$h \frac{c}{\lambda} = h \frac{c}{\lambda_0} + \frac{mV^2}{2}.$$

Фототок прекратится при таком напряжении U , что $eU = \frac{mV^2}{2}$.

$$hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = eU,$$

$$U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right),$$

$$U = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left(\frac{10^9}{220} - \frac{10^9}{320} \right) = 1,76 \text{ (В)}.$$

Ответ: 1,76 В.

1429. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых.}} + \frac{mV_1^2}{2},$$

т. к. $\nu = \frac{c}{\lambda}$, то последнее уравнение перепишем в виде:

$$h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых.}} + \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых.}}$$

Найдём кинетическую энергию электронов во втором случае ($V_2 = \frac{V_1}{2}$):

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2 \cdot 4}.$$

При задерживающем напряжении электрическое поле совершает работу по торможению электронов, т. е. по уменьшению их кинетической энергии.

$$eU = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = \frac{3}{4} \frac{mV_1^2}{2} = \frac{3}{4} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых.}} \right).$$

$$U = \frac{3}{4} \left(\frac{hc}{\lambda \cdot e} - \frac{A_{\text{вых.}}}{e} \right).$$

$$U = \frac{3}{4} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} - 1,3 \right) = 1,35 \text{ (В)}.$$

Ответ: 1,35 В.

1430. Запишем для обоих экспериментов уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{mV_1^2}{2}; \quad (1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{mV_2^2}{2}. \quad (2)$$

Из условия задачи известно, что $V_2 = 2V_1$, следовательно, из уравнения (2)

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{4mV_1^2}{2} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Подставим в уравнение (1):

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{1}{4} \left(\frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} \right),$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{3}{4} \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{1}{4\lambda_2} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} = \frac{4}{3} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{4\lambda_2} \right) = 10^6 \frac{1}{\text{м}}.$$

$$\lambda_{\text{кр}} = 10^{-6} \text{ м} = 1 \text{ мкм}.$$

Ответ: 1 мкм.

1433. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых.}} + E_{\text{к.}}$$

Работа выхода электрона

$$A_{\text{вых.}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Частоту падающего света выразим через длину волны:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}.$$

Кинетическая энергия фотоэлектронов

$$E_{\text{к}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Работа электрического поля по остановке электрона численно равна его кинетической энергии:

$$E_{\text{к}} = qEd, \quad d = \frac{E_{\text{к}}}{qE}.$$

После преобразования формул получаем:

$$d = \frac{hc}{qE} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right).$$

Переводя в СИ: 400 нм = $4 \cdot 10^{-7}$ м, 500 нм = $5 \cdot 10^{-7}$ м — и, подставляя численные значения в формулу, получаем $d = 6,2 \cdot 10^{-3}$ м = 6,2 мм.

Ответ: 6,2 мм.

1435. Из уравнения Эйнштейна $h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых.}} + \frac{mv^2}{2}$ следует, что

$$\frac{mv^2}{2} = E_{\text{кин.}} = h\frac{c}{\lambda} - A,$$

но кинетическая энергия электрона равна работе, которую совершает электрон против сил поля (по модулю), так что

$$E_{\text{кин.}} = |q_e| \Delta\varphi,$$

где $\Delta\varphi = k\frac{q}{R} - k\frac{q}{R+r} = \frac{kqr}{R(R+r)}$, q — заряд шара.

Отсюда находим:

$$q = \frac{R(R+r)(hc - \lambda A)}{k\lambda|q_e|r}.$$

Ответ: $\frac{R(R+r)(hc - \lambda A)}{k\lambda|q_e| \cdot r}$.

1437. В серию Бальмера входят частоты излучения, полученного при переходах электрона с более высоких орбит на вторую орбиту. Для получе-

ния минимальной длины волны в этом случае электрон должен перейти с удалённой орбиты ($n' \rightarrow \infty$) на вторую ($n = 2$):

$$\lambda = \frac{2ch^3}{k^2 m e^4 \pi^2} = 363 \text{ (нм)}.$$

Ответ: 363 нм.

1438. Для первой орбиты $mvr = \frac{h}{2\pi}$ электрон удерживается на орбите кулоновской силой $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$. Энергия электрона на орбите складывается из кинетической и потенциальной

$$W = \frac{mv^2}{2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}.$$

Из второго уравнения

$$mv^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r},$$

$$W = -\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}.$$

Из первых двух уравнений $r = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$,

$$W = -\frac{e^4 m}{8\epsilon_0^2 h^2} = -13,6 \text{ эВ}.$$

Ответ: $-13,6$ эВ.

1441. Кинетическая энергия T электрона равна разности его полной энергии E и энергии покоя E_p :

$$T = E - E_p = \sqrt{p^2 c^2 + (m_0 c^2)^2} - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\sqrt{\left(\frac{p}{m_0 c}\right)^2 + 1} - 1 \right),$$

где $E = \sqrt{p^2 c^2 + (m_0 c^2)^2}$ — полная энергия электрона, $E_0 = m_0 c^2$ — энергия покоя электрона, p — импульс электрона, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость света в вакууме, $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг — масса покоя электрона.

Вычислим значение T :

$$T = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \left(\sqrt{\left(\frac{1,5 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}\right)^2 + 1} - 1 \right) = 12,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Кинетическая энергия электрона после столкновения с протоном перейдёт в энергию атома водорода и энергию излучённого фотона

$$T = E_n + E_\phi.$$

Тогда

$$T = E_n + \frac{hc}{\lambda},$$

где $E_\phi = \frac{hc}{\lambda}$ — энергия излучённого фотона ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость света в вакууме, λ — длина волны фотона).

$$\text{Отсюда } T = -\frac{1}{n^2} 13,6 \text{ эВ} + \frac{hc}{\lambda}; \quad \frac{hc}{\lambda} = T + \frac{1}{n^2} 13,6 \text{ эВ}.$$

Длина волны излучённого фотона

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{hc}{T + \frac{1}{n^2} 13,6 \text{ эВ}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{12,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} + \frac{1}{9} \cdot 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}} = \\ &= 134 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 134 \text{ нм}. \end{aligned}$$

1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж — соотношение между электрон-вольт и джоулем.

Ответ: 134 нм.

1442. На груз действует сила тяжести mg , сила реакции опоры со стороны стола N и сила натяжения нити T . Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось: $N + T - mg = 0$. Так как нить лёгкая, блок идеальный, то модуль натяжения нити в точке, приложенной к грузу, равен F . Следовательно, $N = mg - F$.

При $F \leq mg = 5$ Н сила реакции опоры уменьшается и равна

$$N = mg - F.$$

При $F > mg$ груз отрывается от стола и начинает двигаться вверх с ускорением. Сила реакции опоры при этом становится равна нулю.

Изобразим на рисунке 575 график этой зависимости N от F .

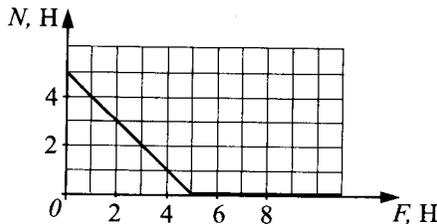


Рис. 575

1443. На груз действуют сила тяжести mg , сила реакции опоры со стороны стола N и сила натяжения нити T . Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось: $N + T - mg = 0$. Так как нить

лёгкая, блок идеальный, то модуль натяжения нити в точке её крепления к грузу равен F .

При $F \leq mg = 5 \text{ Н}$ тело покоится, ускорение равно нулю.

При $F > mg$ груз отрывается от стола и начинает двигаться вверх с

$$\text{ускорением } a = \frac{F - mg}{m}.$$

Изобразим на рисунке 576 график этой зависимости a от F .

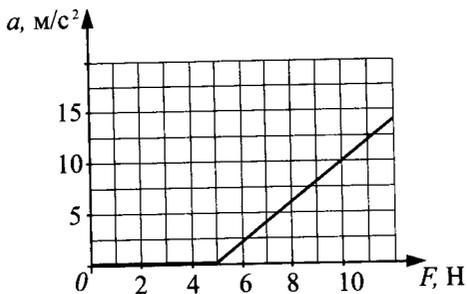


Рис. 576

1444. Рассмотрим плавание бруска в воде в случае покоя миски. В соответствии с законом Архимеда $F_{\text{арх.1}} = P_1 = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{пч.1}}$ — вес воды (жидкости) в объёме погруженной в неё части бруска ($V_{\text{пч.1}}$ — объём погруженной в жидкость части бруска). Запишем условие плавания бруска в воде: $mg = F_{\text{арх.1}} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{пч.1}}$.

Отсюда $m = \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{пч.1}}$ — масса бруска (тела).

Рассмотрим плавание бруска в воде в случае ускоренного движения миски вертикально вверх: $ma = F_{\text{арх.2}} - mg$.

Следовательно, сила Архимеда, действующая на плавающий брусок в ускоренно движущейся миске ($V_{\text{пч.2}}$ — объём погруженной в жидкость части бруска)

$$F_{\text{арх.2}} = m(a + g) = \rho_{\text{ж}}(a + g)V_{\text{пч.2}}.$$

$$\text{Отсюда } m = \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{пч.2}} = \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{пч.1}} \Rightarrow V_{\text{пч.2}} = V_{\text{пч.1}}.$$

Объём погруженной в жидкость части бруска остался тем же. Это значит, что неизменной осталась и глубина погружения бруска в жидкость.

1445. Изобразим силы, действующие на шайбу в некоторой момент времени (см. рис. 577).

Пока поверхность, на которой находится шайба, строго горизонтальна, между шайбой и ею отсутствует сила трения покоя. На шайбу действуют две вертикальные силы: сила тяжести и сила нормальной реакции поверхности. Эти силы равны по модулю и противоположны по направлению.

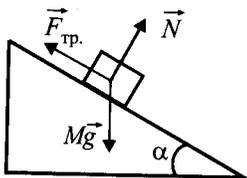


Рис. 577

Пусть поверхность отклонилась от горизонтали на угол α . В этом случае на шайбу, кроме указанных выше двух сил, будет действовать сила трения покоя $F_{\text{тр.0}}$, препятствующая её движению вниз по поверхности.

Запишем условие равновесия шайбы в векторном виде:

$$0 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр.0}} + \vec{N}.$$

Запишем это условие в проекциях на оси x и y . При этом учтём, что $F_1 = mg \sin \alpha$ — модуль составляющей \vec{F}_1 силы тяжести $m\vec{g}$ вдоль координатной оси x , $F_2 = mg \cos \alpha$ — модуль составляющей \vec{F}_2 силы тяжести $m\vec{g}$ вдоль координатной оси y .

$$\text{Тогда } \begin{cases} 0 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр.0}}, \\ 0 = N - mg \cos \alpha. \end{cases}$$

Отсюда $F_{\text{тр.0}} = mg \sin \alpha$; $N = mg \cos \alpha$.

У силы трения покоя существует предельное (максимальное) значение $F_{\text{тр.макс}} = \mu N$, где μ — коэффициент трения шайбы о поверхность.

$$mg \sin \alpha_0 = \mu mg \cos \alpha_0; \quad \text{tg } \alpha_0 = \mu.$$

$\alpha_0 = \text{arctg } \mu$ — максимальный угол отклонения поверхности от горизонтали, при котором шайба ещё покоится относительно неё.

При дальнейшем увеличении угла α шайба будет скользить по поверхности вниз, а сила трения покоя станет силой трения скольжения:

$$F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha.$$

Итого, при возрастании угла α от нуля до $\alpha_0 = \text{arctg } \mu$ сила трения покоя возрастает по закону синуса. При дальнейшем увеличении угла α ($\alpha_0 < \alpha < 90$) сила трения становится силой трения скольжения и уменьшается по закону косинуса (см. рис. 578).

1446. Чем меньше радиус шарика, тем больше силы упругости, действующие на его поверхность и направленные к центру. Поэтому и давление внутри маленького шарика больше.

1447. Геометрический смысл работы газа заключается в том, что на диаграмме (p, V) площадь под кривой есть работа, совершённая газом. Работа A_{12} , совершённая газом в процессе 1–2 (см. рис. 579).

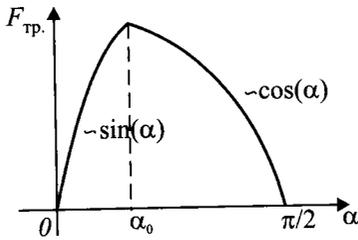


Рис. 578

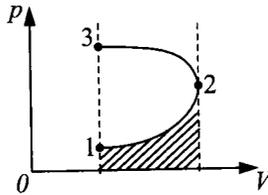


Рис. 579

Так как в процессе 1–2 происходит увеличение объёма, то работа $A_{12} > 0$.
Работа $A_{23} < 0$, т. к. объём в процессе 2–3 уменьшается (см. рис. 580).

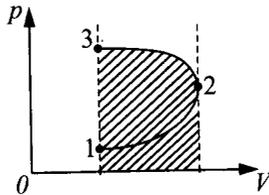


Рис. 580

Полная работа $A = A_{12} + A_{23} < 0$, т.к. $A_{12} < A_{23}$ (см. рис. 581).

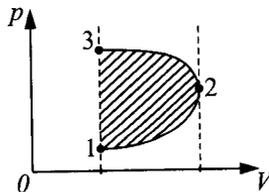


Рис. 581

1448. Внутри сосуда находится два одинаковых идеальных газа, значит, для каждого из них выполняется уравнение Менделеева — Клапейрона. Про-

цессы происходят при одной и той же температуре T_0 , следовательно,

$$pV = \nu_1 RT_0,$$

$$pV = \nu_2 RT_0.$$

Из графика в координатах pV следует, что давление второго газа при одном и том же объеме V_0 будет больше, чем давление первого (см. рис 582).

$$p_1 V_0 = \nu_1 RT_0, \quad (1)$$

$$p_2 V_0 = \nu_2 RT_0. \quad (2)$$

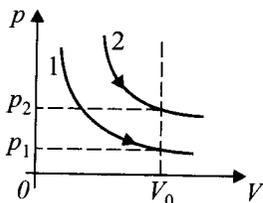


Рис. 582

Поделим уравнение (2) на уравнение (1):

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\nu_2}{\nu_1} > 1.$$

Значит, количество вещества второго газа больше.

1449. По уравнению состояния $pV = \nu RT$. Зависимость T от p может быть представлена как $T = \frac{V}{\nu R} p$. Зафиксируем давление (см. рис. 583).

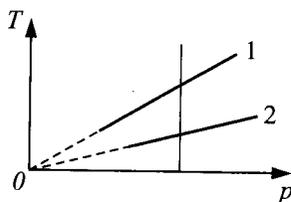


Рис. 583

На кривой 1 температура выше. При равенстве объемов и давлений это может быть вызвано только тем, что $\nu_1 < \nu_2$. Следовательно, в первом сосуде масса газа меньше, чем во втором.

1450. Водяной пар является насыщенным, так как вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время. При увеличении объема сосуда при постоянной температуре давление и плотность насыщенного пара не меняются из-за того, что в сосуде будет происходить парообразование жидкости. Следовательно, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

1451. Водяной пар является насыщенным, так как вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время. При уменьшении объёма сосуда при постоянной температуре давление и плотность насыщенного пара не меняются из-за того, что в сосуде будет происходить конденсация пара. Следовательно, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

1452. Количество теплоты Q , полученное (или отданное) в каком-то процессе, можно найти по I-му закону термодинамики $Q = \Delta U + A$ (где A — работа газа, ΔU — изменение внутренней энергии).

На участке 1–2 давление газа не меняется, а его концентрация увеличивается. Концентрацию газа можно найти по формуле $n = \frac{N}{V}$, и так как количество идеального газа не меняется, то увеличение концентрации означает уменьшение объёма. Значит, в этом процессе работа газа $A_{12} < 0$. По закону Гей-Люсака при изобарном сжатии температура газа уменьшается, следовательно, $\Delta U_{12} < 0$. По первому закону термодинамики $Q_{12} < 0$ — газ отдаёт тепло.

На участке 2–3 давление газа увеличивается при постоянной концентрации, то есть и при постоянном объёме. Следовательно, $A_{23} = 0$. По закону Шарля температура газа тоже увеличивается, т. е. внутренняя энергия $\Delta U_{23} > 0$. По первому закону термодинамики $Q_{23} > 0$ — газ получает тепло.

1453. Количество теплоты Q , полученное (или отданное) в каком-то процессе, можно найти по I-му закону термодинамики $Q = \Delta U + A$ (где A — работа газа, ΔU — изменение внутренней энергии).

На участке 1–2 давление газа не меняется, а его концентрация уменьшается. Концентрацию газа можно найти по формуле $n = \frac{N}{V}$, и так как количество идеального газа не меняется, то уменьшение концентрации означает увеличение объёма. Значит, в этом процессе работа газа $A_{12} > 0$. По Закону Гей-Люсака при изобарном расширении температура газа увеличивается, следовательно, $\Delta U_{12} > 0$. По первому закону термодинамики $Q_{12} > 0$ — газ получает тепло.

На участке 2–3 давление газа уменьшается при постоянной концентрации, то есть и при постоянном объёме. Следовательно, $A_{23} = 0$. По закону Шарля температура газа тоже уменьшается, т. е. внутренняя энергия $\Delta U_{23} < 0$. По первому закону термодинамики $Q_{23} < 0$ — газ отдаёт тепло.

1454. Внутреннюю энергию идеального одноатомного газа можно найти по формуле $U = \frac{3}{2} \nu RT$, т. е. внутренняя энергия прямо пропорциональна

температуре газа. На участке 1–2 внутренняя энергия (а соответственно и температура) пропорциональна давлению, количество вещества не меняется, происходит изохорное нагревание, при котором давление увеличивается в 2 раза. В координатах pV график является отрезком вертикальной прямой (см. рис. 584). На участке 2–3 внутренняя энергия газа не меняется, следовательно, не меняется и температура газа, происходит изотермическое сжатие. В этом процессе $pV = const$, и так как давление увеличивается в 2 раза, то объём газа уменьшается в 2 раза. В координатах pV график является гиперболой (см. рис. 584).

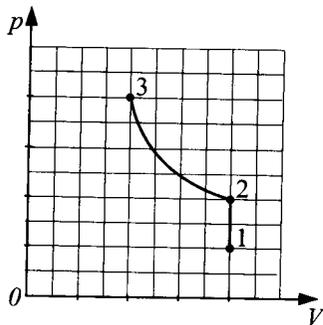


Рис. 584

1455. Внутреннюю энергию идеального одноатомного газа можно найти по формуле $U = \frac{3}{2}\nu RT$, т. е. внутренняя энергия прямо пропорциональна температуре газа. На участке 1–2 внутренняя энергия газа не меняется, следовательно, не меняется и температура газа, происходит изотермическое сжатие. В этом процессе $pV = const$, и так как давление увеличивается в 2,5 раза, то объём газа уменьшается в 2,5 раза. В координатах pV график является гиперболой (см. рис. 585). На участке 2–3 внутренняя энергия (а соответственно и температура) пропорциональна давлению, количество вещества не меняется, происходит изохорное нагревание, при котором давление увеличивается в 2 раза. В координатах pV график является отрезком вертикальной прямой (см. рис. 585).

1456. 1. Обозначим исходные объём и давление пара через V_1 и p_1 . Конденсация пара, а следовательно, и изменение массы пара начнётся тогда, когда давление пара в сосуде станет равным давлению насыщенных водяных паров, т. е. при давлении $p_2 = 2p_1$. При достижении газом этого давления начнётся процесс конденсации насыщенного пара, происходящий при

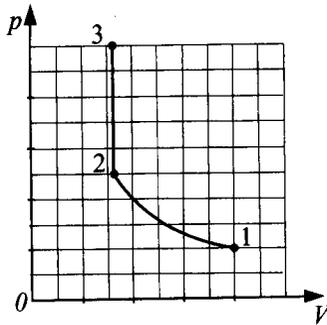


Рис. 585

постоянных давления и температуре, при этом при температуре, близкой к комнатной, объём сконденсировавшейся воды по сравнению с объёмом пара можно пренебречь.

2. Так как температура неизменна, то согласно закону Бойля — Мариотта в момент начала конденсации объём пара будет равен $\frac{V_1}{2}$, а масса пара — m . Для того чтобы в итоге объём пара уменьшился в 8 раз, нужно, считая от момента начала конденсации, уменьшить объём сосуда ещё в 4 раза. При этом в сосуде сконденсируется $\frac{3}{4}$ находившейся под поршнем массы m пара, то есть масса $m_{\text{п}}$ оставшегося пара будет равна $m/4$.

3. Зависимость $m_{\text{п}}(V)$ в области конденсации — линейная.

4. График изображён на рисунке (см. рис. 586).

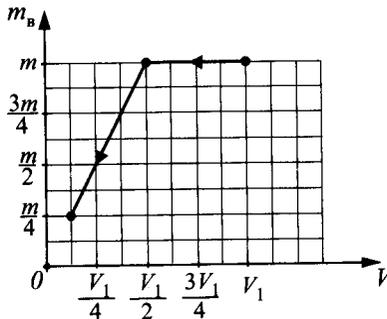


Рис. 586

1457. 1. На участке от $4V_0$ до $2V_0$ (см. рис. 587) давление под поршнем при сжатии растёт, подчиняясь закону Бойля — Мариотта. На участке от

$2V_0$ до V_0 давление под поршнем постоянно (давление насыщенного пара на изотерме).

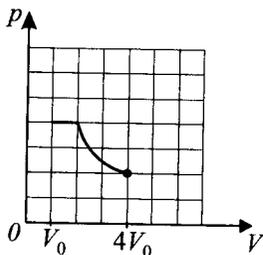


Рис. 587

На участке от $4V_0$ до $2V_0$ график $p(V)$ — фрагмент гиперболы, на участке от $2V_0$ до V_0 — горизонтальный отрезок прямой.

2. В начальном состоянии $V = 4V_0$ под поршнем находится ненасыщенный водяной пар, при сжатии число молекул пара неизменно, пока на стенках сосуда не появится роса. В момент появления росы пар становится насыщенным, его давление равно p_n . Поэтому на участке от $4V_0$ до $2V_0$ давление под поршнем растёт, подчиняясь закону Бойля — Мариотта: $pV = const$, т. е. $p \sim \frac{1}{V}$. График зависимости $p(V)$ — фрагмент гиперболы.

3. После того как на стенках сосуда появилась роса, пар при медленном изотермическом сжатии остаётся насыщенным, в том числе при $V = V_0$. При этом количество вещества пара уменьшается, а количество вещества жидкости увеличивается (идёт конденсация пара). Поэтому график $p(V)$ на участке от $2V_0$ до V_0 будет графиком константы, т. е. отрезком горизонтальной прямой.

1458. Объём газа увеличивается на всём процессе $1 \rightarrow 3$.

Внутренняя энергия идеального газа определяется только его температурой. На участке $1 \rightarrow 2$ внутренняя энергия газа остаётся неизменной, т. е. процесс $1 \rightarrow 2$ — изотермический. В соответствии с первым законом термодинамики, всё подведённое к газу количество теплоты идёт на совершение газом механической работы. Это значит, что в процессе $1 \rightarrow 2$ объём газа увеличивался.

На участке $2 \rightarrow 3$ к газу не подводится и от него не отнимается тепло, т. е. процесс $2 \rightarrow 3$ — адиабатический. При этом внутренняя энергия газа уменьшается (в соответствии с графиком на рис. 483 на с. 426). Уменьшение внутренней энергии газа в этом процессе равно по модулю совершённой

ной им механической работе (первый закон термодинамики). Это значит, что в процессе $2 \rightarrow 3$ объём газа увеличивался.

1459. Согласно первому началу термодинамики,

$$Q = \Delta U + A.$$

Выясним, что происходит с внутренней энергией газа:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T.$$

Запишем уравнение состояния идеального газа для начального и конечного состояний:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1,$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2,$$

откуда

$$\nu R \Delta T = p_2 V_2 - p_1 V_1,$$

тогда

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1).$$

Согласно рисунку 484 (см. с. 427), $p_1 = p_2$, а $V_1 > V_2$, поэтому

$$\Delta U = \frac{3}{2} p_1 (V_2 - V_1) < 0.$$

Так как в рассматриваемом процессе газ сжимается, то $A < 0$, поэтому $Q < 0$.

1460. Если температуры и объёмы одинаковы, то в этих газах одинаковое число молекул. В сухом воздухе это молекулы воздуха (его средняя молярная масса 29 г/моль). Во влажном воздухе — молекулы водяного пара. Его молярная масса 18 г/моль. Следовательно, каждая молекула водяного пара имеет массу меньшую, чем «средняя» молекула воздуха. В итоге сухой воздух имеет большую массу.

1461. Вода в трубке установится на уровне её нижнего отверстия. Внутри трубки будет находиться насыщенный водяной пар, давление которого при температуре кипения (100 °С) равно атмосферному (10⁵ Па). Такое же давление (равное атмосферному) существует и в воде в широком сосуде на уровне отверстия в трубке.

1462. Вследствие электростатической индукции под действием электрического поля эбонитовой палочки свободные электроны в лёгкой гильзе сместятся к одному её краю. На этом краю будет избыток отрицательного заряда, на другом краю будет недостаток электронов, т. е. избыток положительного заряда. Сила взаимодействия разноимённых электрических зарядов палочки и гильзы (сила притяжения) больше силы взаимодействия

одноимённых электрических зарядов палочки и гильзы (сила отталкивания), и гильза притянется к палочке.

1463. Шарик колеблется от одной пластины к другой.

Под действием электрического поля пластин изменится распределение свободных электронов в фольге (явление электростатической индукции). Левая сторона шарика будет иметь отрицательный заряд, а правая сторона — положительный.

Сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними. Поэтому притяжение отрицательно заряженной левой стороны шарика к левой ближайшей пластине будет больше силы отталкивания правой положительно заряженной стороны шарика от этой же пластины. В результате шарик начнёт двигаться к левой пластине вплоть до касания её.

В момент касания пластины отрицательный заряд шарика компенсируется положительным зарядом левой пластины, и заряд всего шарика станет положительным. Шарик оттолкнётся от пластины и будет двигаться к правой отрицательно заряженной пластине. Коснувшись её, шарик поменяет знак заряда и вернётся к левой пластине. Описанное движение шарика будет периодически повторяться.

1464. Ближний к палочке электромметр будет заряжен отрицательно, дальний — положительно. При поднесении положительно заряженной палочки к шару электромметра в нём произойдёт перераспределение зарядов (из-за электростатической индукции). Положительные заряды соберутся на втором электромметре, отрицательные — на первом. Модули обоих зарядов, в силу закона сохранения электрического заряда, будут одинаковы. Эта ситуация не изменится и после того, как уберут стержень и заряженную палочку.

1465. Нарисуем эквивалентную электрическую схему для случая первоначального подключения аккумулятора (см. рис. 588а).

По условию задачи через амперметр течёт ток силой $I_0 = 2$ А.

Сопротивление цепи для этого случая $R_{\text{общ.}} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R$.

Напряжение на этом участке цепи

$$U = I_1 \cdot R_{\text{общ.}} = \frac{3R}{2} \cdot I_1.$$

В этой формуле ток I_1 — ток, текущий в неразветвлённой части цепи. Так как сопротивления верхней и нижней ветвей схемы на рисунке 588а одинаковы, то через амперметр потечёт половина этого тока. Следовательно, сила тока $I_1 = 2I_0 = 2 \cdot 2 = 4$ А.

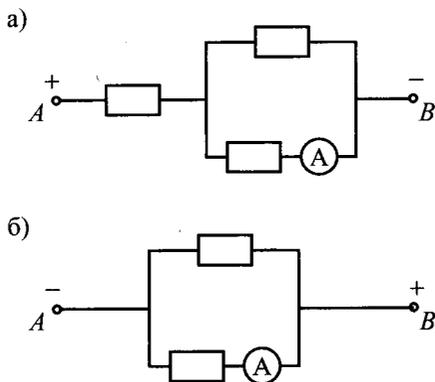


Рис. 588

Следовательно, напряжение $U = 3RI_0$.

Нарисуем эквивалентную электрическую цепь при смене полярности первоначального подключения аккумулятора на противоположное (см. рис. 588б).

Сопротивление цепи для этого случая $R'_{\text{общ.}} = \frac{R}{2} = \frac{1}{2}R$.

Сила тока, проходящего через амперметр,

$$I' = \frac{U}{R'_{\text{общ.}}} = \frac{2 \cdot 3R \cdot I_0}{R} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ (A)}.$$

Сопротивление верхней и нижней ветвей схемы на рисунке 588б одинаковы, значит, в узле ток поделится на две равные части и через амперметр потечёт половина тока I' .

Таким образом, при смене полярности подключения аккумулятора через амперметр будет течь ток 6 А.

1466. Нарисуем эквивалентную электрическую схему для случая первоначального подключения аккумулятора (см. рис. 589а).

По условию задачи через амперметр течёт ток силой $I_0 = 2$ А.

Сопротивление цепи для этого случая $R_{\text{общ.}} = R$.

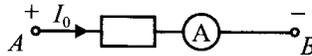
Напряжение на этом участке цепи

$$U = I_0 \cdot R_{\text{общ.}} = R \cdot I_0.$$

Нарисуем эквивалентную электрическую цепь при смене полярности первоначального подключения аккумулятора на противоположное (см. рис. 589б).

Сопротивление цепи для этого случая $R'_{\text{общ.}} = \frac{R \cdot (2R)}{2R + R} = \frac{2}{3}R$.

а)



б)

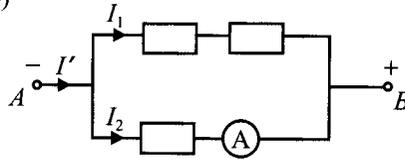


Рис. 589

Сила тока, текущего через неразветвлённую часть цепи

$$I' = \frac{U}{R'_{\text{общ.}}} = \frac{3R \cdot I}{2R} = \frac{3 \cdot 2}{2} = 3 \text{ (A)}.$$

Сопротивление верхней ветви $2R$, нижней ветви — R . Следовательно, $I_1 \cdot 2R = I_2 \cdot R$, $\Rightarrow 2I_1 = I_2$.

$$I_1 + I_2 = I_0, \Rightarrow 3I_1 = I_0, \Rightarrow I_1 = \frac{I_0}{3} = 1 \text{ A}, I_2 = 2I_1 = 2 \text{ A}.$$

Таким образом, при смене полярности подключения аккумулятора через амперметр будет течь ток 2 А.

1467. На зажимах источника поддерживается неизменное напряжение $U = \mathcal{E} - I(R + r)$. Это следует из закона Ома для замкнутой цепи. Идеальный вольтметр имеет бесконечно большое сопротивление. Поэтому ток через реостат не течёт, а показания вольтметра (на нём всегда одно и то же напряжение, т. к. сопротивление вольтметра много больше сопротивления реостата) равны U .

1468. Ток в цепи будет протекать всегда, но его значение будет меняться в зависимости от полярности подключения источника тока к клеммам A и B .

Если клемма B присоединена к положительному полюсу источника тока, а клемма A — к отрицательному, то диод открыт, а его сопротивление пренебрежимо мало. Диод будет шунтировать резистор R_2 . В соответствии с законом Ома для участка цепи $I_1 = \frac{U}{R_1}$ — сила тока в цепи в этом случае (U — напряжение источника тока).

Если клемма B присоединена к отрицательному полюсу источника тока, а клемма A — к положительному, то диод закрыт, а его сопротивление стремится к бесконечности. Электрический ток через диод не течёт. В со-

ответствии с законом Ома для участка цепи $I_2 = \frac{U}{R_1 + R_2}$ — сила тока в цепи в этом случае (U — напряжение источника тока).

1469. При разомкнутом ключе ток в цепи не течёт. Поэтому показания амперметра равны нулю, а показания вольтметра равны ЭДС батареи \mathcal{E} . Когда ключ замыкают, цепь становится замкнутой, ток течёт, амперметр показывает силу тока. Показания вольтметра $U = \mathcal{E} - Ir$. Следовательно, показания амперметра увеличатся (станут неравными нулю), а показания вольтметра уменьшатся.

1470. При переводе ключа K из положения 1 в положение 2 конденсатор очень быстро разрядится через лампу. Яркость вспышки лампы зависит от величины тока, протекающего через неё. Следовательно, чем больший заряд накопится в конденсаторе, тем ярче будет вспышка. Заряд на конденсаторе $q = CU$. Следовательно, чем больше ёмкость, тем больше заряд на конденсаторе. Ёмкость плоского конденсатора рассчитывается по формуле $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$, где S — площадь пластин конденсатора, а d — расстояние

между пластинами. Значит, ёмкость конденсатора a больше ёмкости конденсатора b . В силу того, что оба конденсатора заряжаются от одинаковых источников постоянного напряжения, заряд, накопленный на конденсаторе a , будет больше заряда, накопленного на конденсаторе b . Следовательно, и вспышка лампы для системы a будет ярче.

1471. Период колебаний уменьшится.

Так как шарик — стальной, то он будет притягиваться к магниту. Возникающая сила притяжения наряду с силой тяжести будет заставлять шарик стремиться к положению равновесия. Значит, ускорение возвращающей силы, определяющее период колебаний математического маятника, станет больше, а период колебаний $T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}$, соответственно, меньше.

1472. Прут вместе с перемычкой создают замкнутый контур. При движении прута изменяется площадь контура, т. е. его пронизывает переменный магнитный поток. Через прут течёт индукционный ток. По закону Ампера на прут действует сила, направленная вправо. Со стороны рельсов на прут действует сила трения, тоже направленная вправо. Перемычка движется с постоянной скоростью, так как сумма силы Ампера и силы трения, действующих вправо, по модулю равна силе, с которой тянут перемычку влево.

1473. Магнитное поле внутри катушки с переменным током тоже будет изменяться, поэтому благодаря явлению электромагнитной индукции внутри массивного медного стержня возникнут вихревые токи Фуко. Эти токи разогревают проводники.

1474. Вследствие явления электромагнитной индукции переменный магнитный поток, созданный внутри катушки переменным электрическим током в её обмотке, создаст внутри массивного алюминиевого стержня индукционные токи (токи Фуко). Эти токи вызовут нагрев стержня и его плавление.

1475. Кольцо будет отталкиваться вне зависимости от полюса магнита, так как по правилу Ленца индукционный ток всегда имеет такое направление, что он ослабляет действие причины, возбуждающей этот ток. Следовательно, на кольцо будет действовать сила, отталкивающая его от магнита.

1476. Кольцо быстро останавливается. При колебаниях кольца в магнитном поле в нём наводятся токи всегда такого направления, что они своим магнитным полем препятствуют движению.

1477. $R_0 = \frac{R}{2}$ — общее сопротивление двух параллельно соединённых резисторов R до размыкания ключа.

Сила тока в цепи до размыкания ключа

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{R/2} = \frac{2\mathcal{E}}{R}.$$

После размыкания ключа общее сопротивление возрастёт в два раза:

$$R_0' = 2R_0 = R.$$

В соответствии с законом Ома для полной (замкнутой) цепи сила тока в ней начнёт уменьшаться. При этом в катушке появится ЭДС самоиндукции, препятствующая мгновенному уменьшению силы тока в цепи. Таким образом, сила тока в цепи после размыкания ключа будет плавно уменьшаться от значения $I_0 = \frac{2\mathcal{E}}{R}$ до значения

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0'} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{I_0}{2} = 3 \text{ А}.$$

1478. Амплитуда силы тока в контуре меняется по закону

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}.$$

При уменьшении C ток уменьшается, если $\frac{1}{\omega C} > \omega L$, т. е. нагрузка носит ёмкостный характер.

1479. Когда половина линзы закрыта экраном, изображение на экране останется на прежнем месте, но станет более тусклым, так как для его получения собирались лучи только с половины линзы.

Построим изображение предмета в линзе (см. рис. 590а).

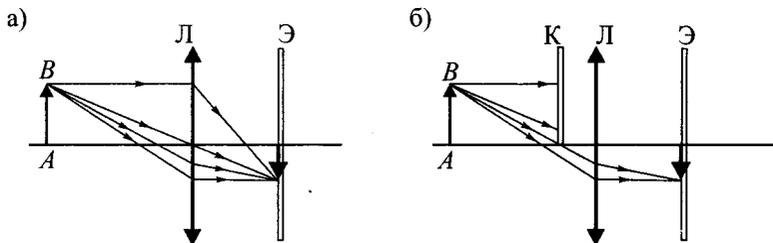


Рис. 590

Обратим внимание на то, что все лучи, выходящие из точки B , будут собираться на экране в точке B' .

Если закрыть верхнюю половину линзы непрозрачным материалом, то верхняя часть лучей не пройдет через линзу (см. рис. 590б). Однако через нижнюю часть линзы лучи будут проходить так же, как и в первом случае. Поэтому изображение на экране останется прежним, но его яркость уменьшится.

1480. Из рисунка следует, что изображение стрелки в два раза больше размеров стрелки. Следовательно, увеличение, даваемое линзой, равно

$\Gamma = \frac{H}{h} = 2$. Само изображение находится перед линзой, а значит, линза собирающая.

Формула тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}.$$

$$F = \frac{df}{f - d}. \quad (1)$$

Увеличение, даваемое линзой:

$$\Gamma = \frac{f}{d} \Rightarrow f = \Gamma d.$$

Подставим в (1):

$$F = \frac{d \cdot \Gamma d}{\Gamma d - d} = \frac{\Gamma d}{\Gamma - 1} = \frac{2 \cdot 2}{2 - 1} = 4 \text{ (см)}.$$

Таким образом, изображённая на рисунке линза собирающая с фокусным расстоянием 4 см.

1502. Массу одной монеты можно найти, поделив общую массу монет на их количество. Следовательно, масса одной монеты равна

$$\frac{(100 \pm 2) \text{ г}}{20} = 5 \pm 0,1 \text{ г}.$$

Так как основное значение следует записать с той же точностью (до той же цифры), что и погрешность, то весы показывают $(5,0 \pm 0,1) \text{ г}$. В ответе нужно записать только цифры без знака \pm .

Ответ: 5,00,1.

1508. Цена деления амперметра

$$C = \frac{500 \text{ мА}}{100 \text{ дел.}} = 5 \text{ мА/дел.}$$

Стрелка прибора отклонилась на 25 делений, следовательно, она указывает на шкале на отметку $5 \cdot 25 = 125 \text{ мА}$.

По условию задачи погрешность прямого измерения составляет половину цены деления амперметра, следовательно, она равна 2,5 мА.

Таким образом, амперметр показывает силу тока $(125,0 \pm 2,5) \text{ мА}$. В ответе нужно записать только цифры без знака \pm .

Ответ: 125,02,5.

Ответы к сборнику заданий

I. Механика

1. 3, 4. 2. 7000. 3. 5. 4. 4. 5. -2. 6. 2. 7. 30. 8. -10. 9. 10, 30. 10. 12. 11. 12.
12. 70. 13. 300. 14. 0. 15. 150. 16. 11,5. 17. 30. 18. 5. 19. 144. 20. 25. 21. 1. 22. 3.
23. 0. 24. 2. 25. 12, 15. 26. 0,6. 27. -3. 28. 1,5. 29. 2. 30. 7. 31. 0,8. 32. 3. 33. 1.
34. 330. 35. 42,5. 36. 21. 37. 9. 38. 22. 39. 8,5. 40. 8. 41. 2. 42. 12. 43. -4. 44. 12.
45. 25. 46. 15. 47. 50. 48. 1. 49. 2. 50. 2. 51. 1. 52. 2. 53. 20. 54. 4. 55. 125.
56. 60. 57. 7. 58. 1,2. 59. 2. 60. 40. 61. 2. 62. 3. 63. 25. 64. 4. 65. 0,5. 66. 50.
67. 1,3. 68. 5. 69. 5,12. 70. 27000. 71. 4. 72. 2. 73. 5. 74. 10. 75. 3. 76. 2. 77. 2,4.
78. 1,2. 79. 50. 80. 5. 81. 2. 82. 5. 83. 1. 84. 25. 85. 1,5. 86. 1. 87. 20. 88. 2. 89. 3.
90. 1. 91. 0,43. 92. 2,5. 93. 180. 94. 0,25. 95. 16. 96. 1,5. 97. 0,75. 98. 4. 99. 1.
100. 0. 101. 250. 102. 120. 103. 6. 104. 6. 105. 2,5. 106. 7,5. 107. 630. 108. 100.
109. 16. 110. 1000. 111. 160. 112. 7,5. 113. 8. 114. 6. 115. 9. 116. 5. 117. 1600.
118. 1,5. 119. 40. 120. 0,8. 121. 12. 122. 2,4. 123. 4. 124. 5. 125. 6. 126. 0,3.
127. 0,3. 128. 0,09. 129. 7,2. 130. 350. 131. 1,5. 132. 3. 133. 0,5. 134. 28. 135. 2.
136. 18000. 137. 16. 138. 2. 139. 0,08. 140. 0,28. 141. 45. 142. 2,7. 143. 1,5.
144. 4. 145. 5. 146. 10. 147. 7500. 148. 8. 149. 100. 150. 42. 151. 0,4. 152. 45.
153. 0,1. 154. 8. 155. 360. 156. 0,6. 157. 0,2. 158. 0,4. 159. 1,5. 160. 5. 161. 0,1.
162. 100. 163. 0,1. 164. 10. 165. 0,24. 166. 2,5. 167. 10. 168. 1. 169. 0. 170. 5.
171. 300. 172. -100. 173. 0,15. 174. 0. 175. 12,5. 176. 1. 177. 0. 178. 2. 179. 250.
180. 2000. 181. 400. 182. $2 \cdot 10^5$. 183. 50. 184. 30. 185. 120. 186. 10. 187. 50.
188. -21. 189. -625. 190. -46,3 кДж. 191. 4. 192. 2,7. 193. 3,6. 194. 0,2.
195. 0,5. 196. 6. 197. 0,1. 198. 5. 199. 3. 200. 9. 201. 1. 202. 350. 203. 1250.
204. 20. 205. 3,6. 206. 1,25. 207. 150. 208. 5. 209. 5. 210. 11,2. 211. 7,5. 212. 0,6.
213. 2,5. 214. 6,6. 215. 0,8. 216. 2000. 217. -2,1. 218. -36. 219. 0,5. 220. 10.
221. 160. 222. 50. 223. 0,75. 224. 90. 225. 40. 226. 100. 227. 3. 228. 12. 229. 0,4.
230. 67. 231. 10. 232. 12. 233. 1360. 234. 2500. 235. 150. 236. 300. 237. 240.
238. 1,5. 239. 500. 240. 0,8. 241. 0,03. 242. 8. 243. 0,12. 244. 2,6. 245. 0,8.
246. 900. 247. 240. 248. 1. 249. 12. 250. 0,003. 251. 11. 252. 33. 253. 32. 254. 23.
255. 33. 256. 22. 257. 13. 258. 11. 259. 11. 260. 11. 261. 22. 262. 13. 263. 33.
264. 22. 265. 32. 266. 31. 267. 11. 268. 11. 269. 11. 270. 12. 271. 12. 272. 23.
273. 23. 274. 32. 275. 11. 276. 33. 277. 23. 278. 22. 279. 33. 280. 12. 281. 21.
282. 13. 283. 31. 284. 33. 285. 23. 286. 23. 287. 33. 288. 22. 289. 524. 290. 154.
291. 324. 292. 24. 293. 41. 294. 43. 295. 23. 296. 42. 297. 13. 298. 23. 299. 23.
300. 32. 301. 41. 302. 12. 303. 32. 304. 23. 305. 34. 306. 12. 307. 34. 308. 34.
309. 13. 310. 24. 311. 245. 312. 15. 313. 245. 314. 13. 315. 25. 316. 235. 317. 124.
318. 245. 319. 24. 320. 15. 321. 245. 322. 235. 323. 14. 324. 135. 325. 45.
326. 145. 327. 24. 328. 24. 329. 15. 330. 14. 331. 35. 332. 234. 333. 34. 334. 13.
335. 125. 336. 14. 337. 125. 338. 123. 339. 14. 340. 135. 341. 14. 342. 123.
343. 12. 344. 50 км/ч. 345. 48 км/ч. 346. 34,3 км/ч. 347. 7 м. 348. 16 м/с.
349. 2,8 м/с. 350. 140 с. 351. 800 с. 352. 33,5 м/с. 353. 100 м. 354. 80 м. 355. 5 с.

356. 45 м. 357. 3 с. 358. 20 м. 359. 30 м/с. 360. 10 м/с. 361. 30 м. 362. 1,95 м.
 363. на 1,25 м. 364. 0,015 Н. 365. 4 м/с. 366. 39,90 кН. 367. 20 м/с. 368. 0,5 кг.
 369. 0,8 Н. 370. 8 Н. 371. 3,2 м/с. 372. 4,1 с. 373. 2 м/с². 374. 110 кН. 375. 240 Н.
 376. 11 250 Н. 377. 100 м. 378. 5,625 Н. 379. 10 м/с². 380. 4,5 Дж. 381. 200 м/с.
 382. 600 м/с. 383. 5 Дж. 384. 19,6 м. 385. 80 км/ч. 386. 169 кДж. 387. 776 кВт.
 388. -1,2 Дж. 389. 250 Н. 390. 50 м. 391. 12 кН. 392. 50%. 393. 240 м/с.
 394. 3,2 см. 395. 250 Н/м. 396. 4 см. 397. 6,25 см. 398. 850 кг/м³. 399. 0,1 Н.
 400. 0,5 м³. 401. 780 кг. 402. 667 кг. 403. 2 м². 404. 18,4 см. 405. В 2 раза.
 406. 500 Н. 407. 75 см. 408. 10 см. 409. 1200 Н. 410. 60 Н и 40 Н. 411. 1,25 Н.
 412. 5 кг. 413. 60 см. 414. 51 Н. 415. 1,78. 416. 0,73. 417. 2,1 кг. 418. 5,5 м/с².
 419. 0,51 м/с². 420. 32 см. 421. 0,6 м. 422. $\arccos(0,72)$. 423. 24,7°. 424. 1 м.
 425. 0,0025. 426. $\frac{m(v_1 + v_2)^2}{4}$. 427. $2,3\sqrt{gh}$. 428. 2,78 м. 429. 0,5 Н. 430. 1,31 м.

II. Молекулярная физика

431. 6. 432. 3,33. 433. 300. 434. 1,43. 435. 232,2. 436. 4. 437. 1000. 438. 4.
 439. 2. 440. 2. 441. 700. 442. 50. 443. 248. 444. 4,15. 445. 1. 446. 4. 447. 4,14.
 448. 20. 449. 1,3. 450. 3. 451. 1,4. 452. 4. 453. 1,65. 454. 0,25. 455. 4. 456. 16.
 457. 2. 458. 3. 459. 1. 460. 3. 461. 2,5. 462. 2,67. 463. 280. 464. 2. 465. 0,5.
 466. 1,5. 467. $\frac{1}{6}$. 468. 0,6. 469. 1,5. 470. 0,002. 471. 3,45. 472. 723. 473. 481,3.
 474. 16. 475. 300. 476. 3. 477. 1. 478. *CD*. 479. 2. 480. 4. 481. 1. 482. *D*.
 483. *A*. 484. 2. 485. 1. 486. 3. 487. 3. 488. 1. 489. 321. 490. 273. 491. 0,8. 492. 2.
 493. 12 465. 494. 3. 495. 4. 496. 1. 497. 2. 498. 3. 499. 9. 500. 2. 501. 2-3.
 502. 1600. 503. 40. 504. 7. 505. *AB*. 506. 2000. 507. 450. 508. 3. 509. 1,75.
 510. 2. 511. 3-1. 512. 4. 513. 15. 514. 6,5. 515. 200. 516. 1600. 517. 25. 518. 3.
 519. 400. 520. 1,5. 521. 500. 522. 10. 523. 0,4. 524. 180. 525. 100. 526. 50.
 527. 2,5. 528. 21,1. 529. 10,5. 530. 8. 531. 100. 532. 6. 533. 200. 534. 40. 535. 400.
 536. 23. 537. 400. 538. 25. 539. 182. 540. 62,5. 541. 2,7. 542. 4. 543. 0,5. 544. 1.
 545. 1000. 546. 200. 547. 270. 548. 2,94. 549. 7600. 550. 750. 551. 495. 552. 1,045.
 553. 4,6. 554. 2. 555. 64. 556. 82. 557. 380. 558. 4. 559. 60. 560. 0,08. 561. 12,5.
 562. 800. 563. 40. 564. 65. 565. 62,5. 566. 100. 567. 1. 568. 80. 569. 100. 570. 2,5.
 571. 21. 572. 2. 573. 50. 574. 59. 575. 2,33. 576. 2320. 577. 11. 578. 21. 579. 13.
 580. 32. 581. 11. 582. 13. 583. 32. 584. 31. 585. 32. 586. 11. 587. 11. 588. 22.
 589. 13. 590. 31. 591. 33. 592. 31. 593. 33. 594. 22. 595. 11. 596. 11. 597. 11.
 598. 11. 599. 22. 600. 23. 601. 32. 602. 11. 603. 31. 604. 23. 605. 32. 606. 21.
 607. 12. 608. 13. 609. 22. 610. 31. 611. 512. 612. 352. 613. 23. 614. 32. 615. 21.
 616. 24. 617. 24. 618. 24. 619. 31. 620. 24. 621. 24. 622. 23. 623. 32. 624. 23.
 625. 32. 626. 14. 627. 13. 628. 12. 629. 23. 630. 124. 631. 135. 632. 345. 633. 124.
 634. 12. 635. 34. 636. 234. 637. 134. 638. 15. 639. 23. 640. 24. 641. 34. 642. 123.
 643. 235. 644. 34. 645. 125. 646. 234. 647. 25. 648. 34. 649. 25. 650. 135.
 651. 15. 652. 34. 653. 13. 654. 12. 655. 25. 656. 20 кПа. 657. 88 г/м³. 658. $2 \cdot 10^{27}$.

659. 1400 К. 660. 361 К. 661. 602 К. 662. 97 кг. 663. $1,75 \cdot 10^5$ Па. 664. В 1,5 раза. 665. $84,6^\circ\text{C}$. 666. 6648 Дж. 667. 79°C . 668. На 0,5 дм. 669. $4 \cdot xS$. 670. $3,9 \cdot 10^{18}$. 671. 2 моля. 672. $1,48 \text{ кг/м}^3$. 673. 1500 Па. 674. 125 Дж. 675. 3324 Дж. 676. 300 Дж. 677. 60%. 678. 700 Дж. 679. 650 Дж. 680. 4155 Дж. 681. 386 К. 682. $11,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. 683. На $27,1^\circ\text{C}$. 684. 420 Дж/(кг · град). 685. 51,5 кДж. 686. 1300 кДж. 687. 65°C . 688. 70°C . 689. 44°C . 690. 462,5 Дж/(кг · К). 691. $7,1^\circ\text{C}$. 692. 60 мин. 693. 5%. 694. 840 Дж/(кг · К). 695. 100 г. 696. На 18 К. 697. 15 Па. 698. $2,64 \cdot 10^5$ Дж. 699. В 1,18 раза. 700. 90 кДж. 701. 200 Вт. 702. 159 кДж. 703. 77°C . 704. 0,7. 705. 100 Вт. 706. В $2,5 \cdot 10^{-10}$ раз. 707. На 105 г. 708. 386 К. 709. 100 Н. 710. 452 г. 711. 1. 712. 507,5 г. 713. 1,7 км/с. 714. 60,8 кДж. 715. 125 Дж. 716. -2 . 717. 3. 718. 17%. 719. 14%. 720. 28 кВт. 721. 2492,5 Дж. 722. 2 см^2 . 723. 4,2 МДж. 724. 24°C . 725. 2,8 кДж. 726. 6 кДж. 727. $-1,5$. 728. 0,83 МПа. 729. 355,6 К.

III. Электродинамика

730. $-3,2$. 731. $5 \cdot 10^5$. 732. 4. 733. 3. 734. Вправо. 735. 4. 736. Вверх. 737. 4. 738. 2. 739. 3,2. 740. 0,45. 741. 120. 742. 0,1. 743. 0,74. 744. 10. 745. 160. 746. 4. 747. 2. 748. 3. 749. 4000. 750. 1. 751. 5. 752. -500 . 753. 0,02. 754. 10. 755. 3. 756. 10^{-3} . 757. 0. 758. 1. 759. 60. 760. 25. 761. 13,3. 762. 200. 763. 2. 764. 5. 765. 2. 766. 1,5. 767. 300. 768. 4. 769. 360. 770. 3. 771. 5. 772. 6. 773. 44. 774. 32. 775. 4. 776. 2. 777. 0. 778. 3. 779. 3. 780. 18. 781. 3. 782. 7. 783. 3. 784. 1. 785. 4. 786. 2. 787. 5. 788. 14,4. 789. 15. 790. 16. 791. 11. 792. 2. 793. 1. 794. 20. 795. 36. 796. 24. 797. 1. 798. 12. 799. 5. 800. 10. 801. 4. 802. 4. 803. 1,5. 804. 2. 805. 1,5. 806. 1. 807. 2. 808. 3. 809. 6. 810. 275. 811. 11. 812. 1. 813. 4. 814. 4. 815. 4,5. 816. 2. 817. 4. 818. 24. 819. 21,6. 820. 1,5. 821. 1,23. 822. 3. 823. 0,5. 824. 1,1. 825. 5. 826. 5. 827. Вправо. 828. Вверх. 829. От наблюдателя. 830. К наблюдателю. 831. К наблюдателю. 832. К наблюдателю. 833. От наблюдателя. 834. Вверх. 835. От наблюдателя. 836. Вверх. 837. К наблюдателю. 838. Вниз. 839. Влево. 840. Вверх. 841. Вверх. 842. 0. 843. 30. 844. 0,04. 845. 2. 846. 1. 847. 20. 848. 0,32. 849. 8. 850. 2. 851. 0. 852. 3. 853. Вверх. 854. 0. 1. 855. 2. 856. 0,05. 857. 1,5. 858. 50. 859. 2. 860. 0,0075. 861. 67,5. 862. 0,55. 863. 2. 864. 4. 865. 0,4. 866. 3. 867. 5. 868. 0,3. 869. 0,2. 870. 6. 12. 871. 0,01. 872. 5. 6. 873. 0, 2, 4, 5, 7, 10. 874. 4. 875. 9. 876. 0,5. 877. 0,45. 878. 5. 879. 20. 880. 91,2. 881. 50. 882. 2. 883. 5. 884. 16. 885. 5. 886. 1,8. 887. 21. 888. 13. 889. 12. 890. 12. 891. 22. 892. 13. 893. 12. 894. 21. 895. 32. 896. 22. 897. 12. 898. 11. 899. 11. 900. 21. 901. 11. 902. 31. 903. 32. 904. 11. 905. 21. 906. 21. 907. 11. 908. 22. 909. 31. 910. 31. 911. 32. 912. 13. 913. 11. 914. 11. 915. 531. 916. 31. 917. 42. 918. 14. 919. 21. 920. 12. 921. 12. 922. 13. 923. 13. 924. 24. 925. 34. 926. 234. 927. 25. 928. 15. 929. 34. 930. 45. 931. 23. 932. 124. 933. 35. 934. 34. 935. 34. 936. 24. 937. 14. 938. 123. 939. 234. 940. 145. 941. 345. 942. 125. 943. 34. 944. 134. 945. 135. 946. 25. 947. 23. 948. 13. 949. 23. 950. 1,15 м. 951. 1,35 мН. 952. 21,6 кВ/м. 953. $9,5 \cdot 10^{-13}$ Кл. 954. $-8q$.

955. 1,7 м. 956. 150 нН. 957. 56 г. 958. 14 мкКл. 959. 1,8 км/с. 960. 2000 В/м.
 961. 4 мкФ. 962. 100 В. 963. 0,5 мм. 964. 54 кг. 965. 7 кДж. 966. 9 Вт.
 967. $1,7 \cdot 10^{18}$. 968. 4,5 Вт. 969. 9 Ом. 970. 0,47 А. 971. 0,1 мДж. 972. 200 Кл.
 973. 80%. 974. 30 В. 975. 1,7 м. 976. 56 МГц. 977. 7,5 мм. 978. $1,6 \cdot 10^7$ м/с.
 979. 200 м/с. 980. $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. 981. 10 А. 982. 0,2 кг. 983. 0,1. 984. 1 мДж.
 985. $24 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. 986. 0,3 мА. 987. 1,6 мВ. 988. 1 мВб. 989. 141,4 А.
 990. 1 мВ. 991. 30° . 992. 3,14 А. 993. 5 см. 994. 0,5 м/с. 995. 25 см/с.
 996. 0,25 нм. 997. 57 нс. 998. 0,8 Вт. 999. $\frac{U_{\text{пл}}}{4dU}(l + 2L)$. 1000. -1,9 мкКл.
 1001. $\mathcal{E}C_1$. 1002. 350 В. 1003. 32,76 В. 1004. 16 см. 1005. 27,4 К. 1006. 3500 В.
 1007. $2,6 \cdot 10^{-8}$ А. 1008. 76,6 Вт. 1009. 0,4 мкФ. 1010. $\frac{3\epsilon}{1 + 2\epsilon} U_0$. 1011. 56.
 1012. 10 Ом. 1013. 3,4 мм. 1014. 0,11 мДж. 1015. 240 г. 1016. 1 Дж. 1017. 32 мкДж.

IV. Колебания и волны

1018. 4. 1019. 0,4. 1020. 0,25. 1021. 0,25. 1022. 2. 1023. 0,03. 1024. 2. 1025. -5.
 1026. 1. 1027. 0,7. 1028. 0,5. 1029. 1. 1030. 0,25. 1031. 2. 1032. 1,41. 1033. 2,5.
 1034. 1. 1035. 9,86. 1036. 2,5. 1037. 0,8. 1038. 3. 1039. 2. 1040. 4. 1041. 0,9.
 1042. 2. 1043. 4. 1044. 150. 1045. 0,64. 1046. 1. 1047. 0,75. 1048. 1. 1049. 10.
 1050. 20. 1051. 2,25. 1052. 4. 1053. 1. 1054. 0,25. 1055. 30. 1056. 5. 1057. 4.
 1058. 250. 1059. 2. 1060. -2. 1061. 0. 1062. 0,25. 1063. 4. 1064. 2. 1065. 8.
 1066. 4. 1067. 1,41. 1068. 2. 1069. 1,2. 1070. 2. 1071. 1. 1072. 1. 1073. 2.
 1074. 0,4. 1075. 500. 1076. 12,7. 1077. 12,56. 1078. 100. 1079. 1,7. 1080. 1,5.
 1081. 1. 1082. 250. 1083. 1. 1084. 4. 1085. 0,4. 1086. 2,5. 1087. 6. 1088. 660.
 1089. 1250. 1090. 30. 1091. 250. 1092. 21. 1093. 21. 1094. 13. 1095. 11. 1096. 12.
 1097. 13. 1098. 21. 1099. 21. 1100. 12. 1101. 22. 1102. 21. 1103. 11. 1104. 12.
 1105. 12. 1106. 21. 1107. 245. 1108. 341. 1109. 521. 1110. 14. 1111. 41. 1112. 42.
 1113. 24. 1114. 42. 1115. 23. 1116. 13. 1117. 24. 1118. 12. 1119. 125. 1120. 14.
 1121. 35. 1122. 134. 1123. 14. 1124. 35. 1125. 12. 1126. 24. 1127. 15. 1128. 14.
 1129. 234. 1130. 135. 1131. 23. 1132. 0,8 м/с. 1133. 0,4 м. 1134. 288 Дж.
 1135. 79 мДж. 1136. 13 мм. 1137. 1,6 кН/м. 1138. 1,3 м. 1139. 0,3 м/с. 1140. $\nu/2$.
 1141. 0,5 Гц. 1142. В 3 раза. 1143. В 3 раза. 1144. $\frac{1}{6}$. 1145. 2 кГц. 1146. 20,3 мкФ.
 1147. 0,125. 1148. $8 \cdot 10^{-6}$ Дж. 1149. $6,28 \cdot 10^{-4}$ с. 1150. 158 мА. 1151. 7 см.
 1152. 0,0225 Дж. 1153. 0,7 А. 1154. 0,02 А. 1155. 10^{-5} Дж. 1156. 4 нКл.
 1157. 25 нс. 1158. 2 нКл. 1159. 6 мА. 1160. 12 В. 1161. 4 нКл. 1162. 6,25 нКл.
 1163. 4,2 нГн. 1164. 8 нКл. 1165. 25 мм.

V. Оптика

1166. 2. 1167. 40. 1168. 10. 1169. 50. 1170. 60. 1171. 45. 1172. 60. 1173. 120. 1174. 22,5. 1175. 10. 1176. 0,5. 1177. 2. 1178. 3. 1179. 1. 1180. 24,4. 1181. 0,65. 1182. 2. 1183. 1,33. 1184. 1,73. 1185. 3. 1186. 1. 1187. 3. 1188. 2. 1189. 4. 1190. 1. 1191. 4. 1192. 3. 1193. 10. 1194. 20. 1195. -10. 1196. -12,5. 1197. 10. 1198. 20. 1199. 0,3. 1200. 13. 1201. 21. 1202. 13. 1203. 23. 1204. 13. 1205. 23. 1206. 31. 1207. 22. 1208. 22. 1209. 11. 1210. 11. 1211. 11. 1212. 22. 1213. 22. 1214. 23. 1215. 22. 1216. 12. 1217. 14. 1218. 14. 1219. 13. 1220. 43. 1221. 23. 1222. 42. 1223. 12. 1224. 23. 1225. 345. 1226. 13. 1227. 15. 1228. 12. 1229. 35. 1230. 15. 1231. 34. 1232. 234. 1233. 45. 1234. 1,7. 1235. 1,5. 1236. 0,2 м/с. 1237. 1,5 см/с. 1238. 25 см. 1239. 80 см. 1240. 5 см. 1241. 36 см. 1242. 66,7 см. 1243. 6,5. 1244. 0,67 м. 1245. 3. 1246. 5. 1247. 0,83 м. 1248. 36 см. 1249. 500 нм. 1250. 30°. 1251. 7. 1252. 9. 1253. 22 мкм. 1254. 10 мкм. 1255. 30°. 1256. В 2 раза. 1257. 75 см. 1258. 4. 1259. 2,6. 1260. 438 штрихов. 1261. 1,1. 1262. 40 см. 1263. 0,18 м². 1264. 6,25. 1265. 1 м. 1266. 20 см. 1267. 2,1 дптр. 1268. 24,5 см². 1269. 8,8 см. 1270. 5 см. 1271. $L = \frac{Fh}{h - nF}$. 1272. 1,62 м. 1273. $\frac{d \cdot \Delta x}{F}$.

VI. Квантовая физика

1274. 2,2. 1275. 8,8. 1276. 2,62. 1277. 1,6. 1278. 2. 1279. 2. 1280. 1. 1281. 2,5. 1282. 1,23. 1283. 3. 1284. 2,23. 1285. 0,264. 1286. 2 · 10⁵. 1287. 6,2. 1288. 3,2. 1289. 0,78. 1290. 2. 1291. 2. 1292. 7,7. 1293. 3. 1294. 3. 1295. 2. 1296. 3,3. 1297. 8. 1298. 1,9. 1299. 3. 1300. 2,4. 1301. 4,4. 1302. 412. 1303. 5,5. 1304. 1,5. 1305. 6. 1306. 1,25. 1307. 0,12. 1308. С уровня E₁ на уровень E₅. 1309. С уровня E₁ на уровень E₂. 1310. 2. 1311. 4. 1312. 1,89. 1313. 0,66. 1314. 148. 1315. 7. 1316. 6. 1317. 13. 1318. 23. 1319. 1. 1320. 126. 1321. 86. 1322. 88. 1323. 129. 1324. 74. 1325. 233. 1326. 59, 28. 1327. 2, 3. 1328. 14, 30. 1329. 0, 1. 1330. 11, 12. 1331. 13, 14. 1332. 36, 89. 1333. 2, 4. 1334. 0, 20. 1335. 0, 1. 1336. 0, 1. 1337. 8, 15. 1338. 6, 12. 1339. 0, 98. 1340. 8, 9. 1341. 0, 1. 1342. 4, 2. 1343. 10, 5. 1344. 0, 1. 1345. 0, 1. 1346. 13, 27. 1347. 10. 1348. 30. 1349. 2. 1350. 3. 1351. 50. 1352. 75. 1353. 25. 1354. 87,5. 1355. 1/8. 1356. 11,5. 1357. 3750. 1358. 328. 1359. 4. 1360. 5. 1361. 7,5. 1362. 4. 1363. 2. 1364. 5,3. 1365. 1,3. 1366. 12. 1367. 23. 1368. 22. 1369. 31. 1370. 33. 1371. 13. 1372. 12. 1373. 33. 1374. 13. 1375. 13. 1376. 32. 1377. 13. 1378. 31. 1379. 33. 1380. 23. 1381. 22. 1382. 31. 1383. 32. 1384. 54. 1385. 23. 1386. 41. 1387. 42. 1388. 12. 1389. 43. 1390. 24. 1391. 25. 1392. 145. 1393. 25. 1394. 134. 1395. 345. 1396. 15. 1397. 25. 1398. 123. 1399. 24. 1400. 234. 1401. 124. 1402. 135. 1403. 134. 1404. 24. 1405. 145. 1406. 34. 1407. 14. 1408. 34. 1409. 23. 1410. 6. 1411. 2,4 Вт. 1412. 165 Вт. 1413. 4,5 эВ. 1414. 2,28 эВ. 1415. 1245 нм. 1416. В 3 раза. 1417. 0,62 эВ. 1418. 593 км/с. 1419. 2 · 10⁻¹⁹ Дж. 1420. 10,2 эВ. 1421. 1 В. 1422. 825 нм. 1423. 1,5 · 10¹² м⁻³. 1424. 10 мкПа. 1425. 3182. 1426. 1,65 Вт.

1427. 2 кПа. 1428. 1,76 В. 1429. 1,35 В. 1430. 1 мкм. 1431. $5,9 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с.
 1432. 0,56 В. 1433. 6,2 мм. 1434. 5 мм. 1435. $\frac{R(R+r)(hc-\lambda A)}{k\lambda|q_e| \cdot r}$. 1436. 5,53 эВ.
 1437. 363 нм. 1438. -13,6 эВ. 1439. $3,66 \cdot 10^{14}$ Гц. 1440. $9,72 \cdot 10^{-19}$ Дж.
 1441. 134 нм.

VII. Методы научного познания

1481. 2,60,1. 1482. 1,800,05. 1483. 4,60,1. 1484. 99,800,05. 1485. 125,02,5.
 1486. 1,80,1. 1487. 761. 1488. 1,40,1. 1489. 14,00,5. 1490. 0,5000,025.
 1491. 22,00,5. 1492. 55,02,5. 1493. 8010. 1494. 4,60,1. 1495. 17,00,5.
 1496. 26,00,5. 1497. 1,800,05. 1498. 25,02,5. 1499. 705. 1500. 38,20,05.
 1501. 441. 1502. 5,00,1. 1503. 5,000,25. 1504. 22,00,2. 1505. 15,00,2.
 1506. 0,550,05. 1507. 0,5000,025. 1508. 125,02,5. 1509. 2005. 1510. 4005.
 1511. 1501. 1512. 1,20,1. 1513. 34. 1514. 34. 1515. 34. 1516. 25. 1517. 25.
 1518. 13. 1519. 35. 1520. 14. 1521. 12. 1522. 25. 1523. 13. 1524. 24. 1525. 13.
 1526. 35. 1527. 13. 1528. 16. 1529. 23. 1530. 25. 1531. 23. 1532. 12.