

Всероссийская олимпиада школьников по физике

2025-2026 уч. год

Муниципальный этап

8 класс

Время выполнения –

3 астрономических часа

1. В сосуд цилиндрической формы диаметром $4a$ аккуратно опускают половинку снежного шара (полусферу) выпуклостью вверх, имеющую массу $m = 200$ г и радиус a . Плотность воды равна $\rho = 1000$ кг/м³.

Выясните, во сколько раз давление снежной полусферы на дно сосуда до таяния отличается от давления, создаваемого слоем талой воды после полного таяния полусферы.

Примечание: Площадь круга $S = \pi R^2$, объём сферы $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, где R - радиус круга (полусферы).

Возможное решение

1. Площадь дна сосуда и контактная площадь полусферы (2 балла):

Площадь дна сосуда (цилиндр): $S_{\text{ц}} = \pi(2a)^2 = 4\pi a^2$

Площадь касания полусферы с дном: $S_{\text{п}} = \pi a^2$.

2. Вес полусферы и расчет давления на дно (2 балла):

Масса полусферы равна $m = 0,2$ кг, соответственно вес: $P = mg = 2$ Н.

Давление полусферы на дно сосуда: $p_1 = P/S_{\text{п}} = 2/\pi a^2$ Па.

3. Объем растаявшей воды и соответствующее гидростатическое давление (2 балла):

Объем снежной полусферы преобразуется в воду: $V_{\text{воды}} = \frac{2}{3}\pi a^3$.

Толщина водного слоя в сосуде после таяния: $h = \frac{V_{\text{воды}}}{S_{\text{ц}}} = \frac{\frac{2}{3}\pi a^3}{4\pi a^2} = \frac{a}{6}$ (м).

Давление столба воды: $p_2 = \rho gh = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{a}{6} \approx 1670a$ (Па)

4. Отношение давления полусферы к давлению воды (2 балла):

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{2/\pi a^2}{1670a} \approx \frac{3,8 \cdot 10^{-4}}{a^3}$$

5. Анализируя формулу полученную формулу, видно следующее:

Чем больше размер полусферы (a), тем сильнее падает значение выражения, так как оно обратно пропорционально кубу радиуса a .

Например, при увеличении a в два раза, давление станет в восемь раз меньшим (так как зависимость кубическая).

Когда a становится достаточно большим, давление полусферы становится настолько маленьким, что оно почти несущественно по сравнению с давлением воды.

Таким образом, отношение давления постепенно снижается при росте размера полусферы. (2 балла)

2. Два одинаковых деревянных бруска размерами $10 \times 5 \times 2$ см, плотно состыкованных друг с другом следующим образом: один брусок лежит горизонтально, второй установлен вертикально, одна грань второго бруска соприкасается с серединой первого. Конструкция свободно плавает в воде, верхний брусок выступает над поверхностью на 1 см. Определите отношение плотности материала брусков к плотности воды.

Возможное решение

Площадь сечения бруска: $S = ab = 50 \text{ см}^2 = 0,005 \text{ м}^2$. (2 балла)

Объем каждого бруска: $V = abc = 0,0001 \text{ м}^3$. (2 балла)

Погружённый объем: $V_{\text{погр}} = S(c-d) + Sc = 0,00015 \text{ м}^3$. (2 балла)

Условие плавания брусков: $2\rho_{\text{брус}}Vg = \rho_{\text{в}}V_{\text{погр}}g$. (2 балла)

Отношение плотностей:

$$\frac{\rho_{\text{брус}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{0,00015}{2 \times 0,0001} = \frac{3}{4}. \text{ (2 балла)}$$

3. Два друга – Юра и Тимур – одновременно выехали из Архангельска в Северодвинск. До Северодвинска они также добрались одновременно. При этом Юра всю дорогу ехал с постоянной скоростью $2v$. Тимур же разбил путь на 3 части и каждую из частей проехал с постоянной скоростью. Скорости, с которыми ехал Тимур, известны – это v , $3v$ и $4v$. Но Тимур не помнил, с какой скоростью на каком участке он двигался. Однако он точно помнил, что Юра обогнал его ровно на середине пути. Определите, какую часть всего времени движения Тимур ехал быстрее Юры.

Возможное решение:

Ясно, что в момент обгона Тимур двигался со скоростью v . Причем двигался он по второму участку пути. Ведь с одной стороны он должен был сначала уехать вперед от Юры, чтобы тот смог впоследствии совершить обгон. А с другой стороны, после того, как Тимур отстал, он должен был ускориться, чтобы догнать Юру в Северодвинске.

Обозначим длину всего пути от Архангельска до Северодвинска – $2S$. Тогда половина пути – S .

Пусть протяженности участков, по которым двигался Тимур, это S_1 , S_2 и S_3 . Разобьем второй участок еще на 2 части – до середины пути и после нее: $S_2 = S_{21} + S_{22}$. Тогда:

$$S_1 + S_{21} = S \text{ и } S_3 + S_{22} = S.$$

Условие встречи на середине пути:

$$\frac{S_1}{3v} + \frac{S_{21}}{v} = \frac{S_1}{3v} + \frac{S - S_1}{v} = \frac{S}{2v}.$$

Условие встречи в конце пути:

$$\frac{S_3}{4v} + \frac{S_{22}}{v} = \frac{S_3}{4v} + \frac{S - S_3}{v} = \frac{S}{2v}.$$

Заметим, что мы не можем с уверенностью сказать, на первом или последнем отрезке пути Тимур ехал быстрее. Но этот момент не является принципиальным для решения задачи, поскольку уравнения абсолютно одинаковы.

$$S_1 = \frac{3S}{4}; S_3 = \frac{2S}{3}.$$

$$\text{Тогда } S_2 = \frac{S}{4} + \frac{S}{3} = \frac{7S}{12}.$$

Полное время движения Тимура совпадает с полным временем движения Юры $t = \frac{S}{v}$.

Время движения на втором участке $t_2 = \frac{7S}{12v}$. Тогда:

$$\frac{t_2}{t} = \frac{7}{12}.$$

Значит быстрее Юры Тимур ехал в течение времени $t - t_2 = 5t/12$.

Критерии оценивания

Определено (явно указано или используется в решении), что Тимур двигался со скоростью v на втором участке (0,5 балла)

☐ Определено (явно указано или используется в решении), что середина пути приходится на второй участок (0,5 балла)

☐ Второй участок разбит на 2 части (явно указано или используется в решении) – до середины пути и после (1 балл)

☐ Записано условие встречи на середине пути (2 балла)

Записано условие встречи в конце пути (2 балла)

☐ Длина первого участка пути Тимура выражена через длину всего пути (0,5 балла)

☐ Длина третьего участка пути Тимура выражена через длину всего пути (0,5 балла)

☐ Записано выражение для времени движения Тимура на первом и третьем участках (1 балл)

☐ Записано выражение для полного времени движения (1 балл)

☐ Определена часть времени, приходящаяся на первый и третий участок (1 балл)

4. Учащийся осуществлял опыт с использованием пружины. Один край пружины он закрепил вертикально на стенке, а противоположный тянул вручную, зафиксировав прибором — динамометром.



Во время эксперимента учащийся фиксировал значения показаний прибора и соответствующие им величины удлинения пружины, занося их в табличный вид

Используя предоставленные в таблице данные, составьте график, отображающий зависимость силы упругости пружины от её абсолютной длины.

а) По построенному графику рассчитайте жёсткость пружины

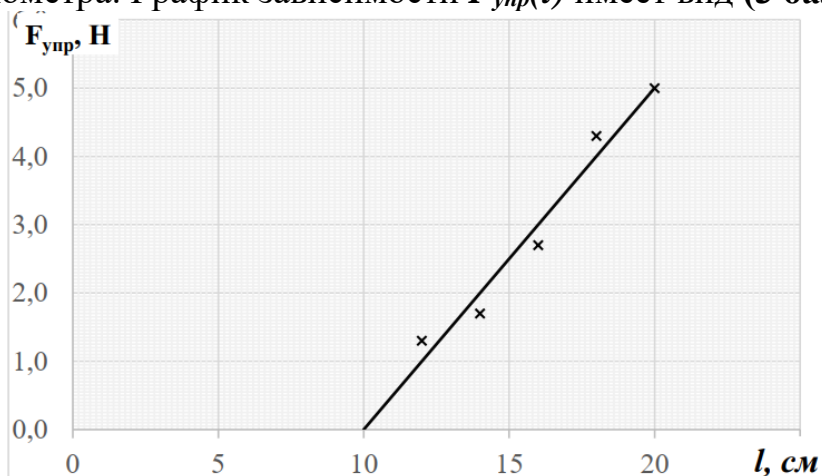
б) Предположите, какое значение показывал динамометр пружины при $l = 15$ см. Поясните своё предположение.

в) С помощью графика определите, чему будет равна длина этой пружины, если к ней приложить силу 7Н?

№ опыта	1	2	3	4	5	6
l , см	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
F , Н	0	1,3	1,7	2,7	4,3	5,0

Возможное решение:

Сила упругости, возникающая в пружине, определяется показаниями динамометра. График зависимости $F_{упр}(l)$ имеет вид (3 балла):

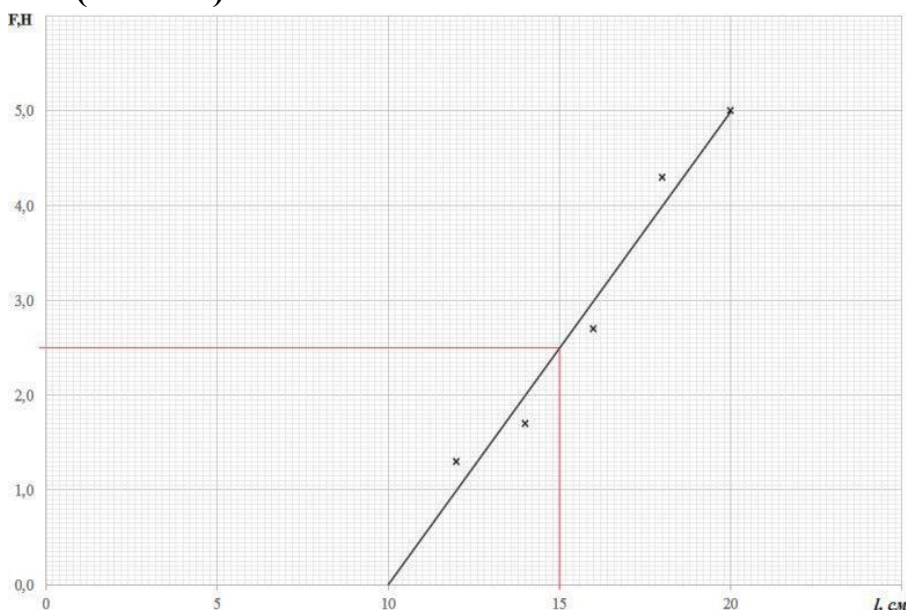


а) Жёсткость рассчитываем используя закон Гука $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{5 \text{ Н}}{0,1 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м}$

(3 б)

б) Значение, которое показывал динамометр при $l = 15$ см, определяем по

графику с точностью, равной минимальной цене деления вертикальной оси: $F = 2,50 \text{ Н}$ (2 балла).



в) На графике продлить прямую и для 7 Н по горизонтали найти соответствующую длину на оси l . Расчёты 24 см дают. (2 балла)

Критерии оценки графика

Перечисленные ниже критерии касаются не существа графика, а его оформления. При этом если график является неверным по существу, график не оценивается.

Баллы	Название критерия	Пояснения
0,5	Размер графика	График должен занимать не менее 70-80% от предложенного формата миллиметровой бумаги
0,5	Расположение и ориентация осей графика	По оси абсцисс откладывается независимая величина, по оси ординат – зависимая
0,5	Подписывание осей графика	Около осей должны быть указаны откладываемые величины, единицы их измерения и (при необходимости) десятичный множитель
0,5	Оцифровка осей графика	Штрихи на осях должны наноситься через равные интервалы и попадать на основные линии миллиметровой бумаги. При оцифровке штрихов следует использовать натуральные числа и числа кратные 2, 5. Интервал между числами 2-4 см.
0,5	Точки графика	Должны соответствовать таблице и оставаться видимыми на фоне линии. При необходимости наносятся с учётом погрешности измерения
0,5	Линия графика	Плавная кривая. На графиках должны быть проведены «усредняющие» линии. Вместо «усредняющих» линий не допускается проведение ломаных, последовательно соединяющих экспериментальные точки. Линейный участок графика должен строиться по линейке