

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике для 11 класса

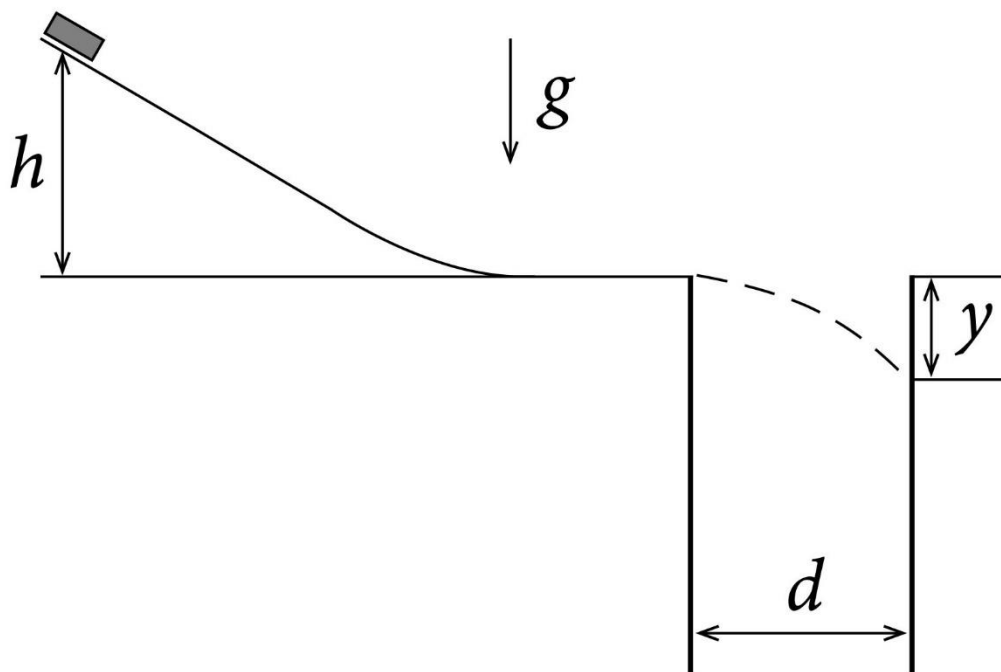
2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

Задание № 1.1

Общее условие:

Небольшая шайба соскальзывает без трения и без начальной скорости с горки высоты h и, двигаясь дальше по горизонтальной плоскости, достигает края глубокой прямоугольной ямы ширины d . Пролетев по воздуху, шайба сталкивается с противоположной стенкой в точке, находящейся на y ниже края ямы, с которого слетела шайба. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Условие:

Как изменяется значение y при увеличении h ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как изменяется значение y при уменьшении d ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

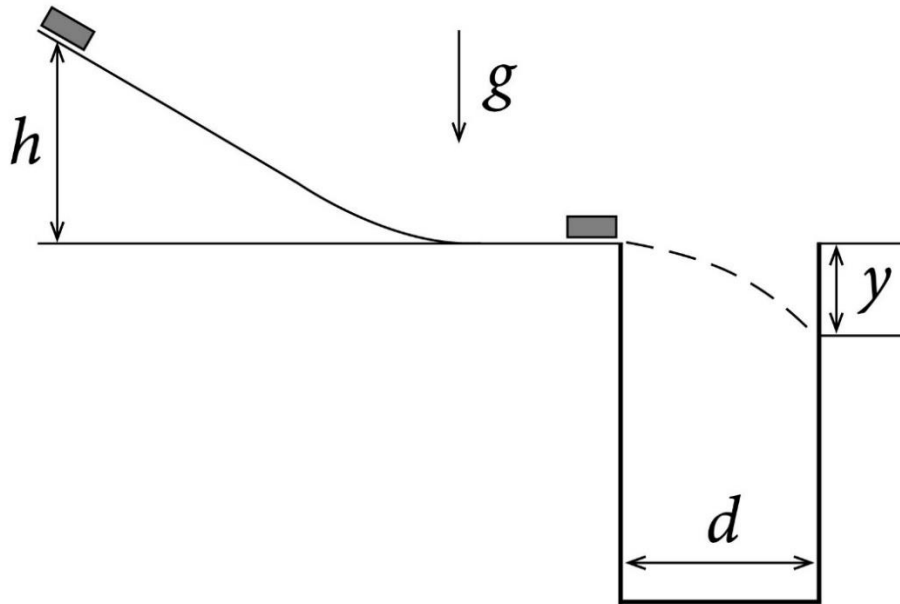
Определите значение y для $h = 1$ м, $d = 0.5$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 6.25 см

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Пусть шайба абсолютно неупруго сталкивается с другой точно такой же шайбой, лежащей на краю ямы (см. рисунок).



Определите значение y для точки удара шайбы о противоположную стенку ямы при $h = 2$ м, $d = 0.5$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 12.5 см

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) Из закона сохранения энергии определим скорость шайбы после соскальзывания с горки.

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

При движении в воздухе горизонтальная проекция скорости шайбы остаётся постоянной и равна v . Тогда время полёта шайбы

$$t = \frac{d}{v} = \frac{d}{\sqrt{2gh}}$$

За это время шайба смещается по вертикали на

$$y = \frac{gt^2}{2} = \frac{d^2}{4h}$$

Поэтому при увеличении h y уменьшается (вопрос 1), при уменьшении d y также уменьшается (вопрос 2).

- 2) Подставляя численные значения в полученную формулу для y , получаем ответ на вопрос 3 — $y = 6.25$ см.
- 3) Скорость шайб u после абсолютно неупругого столкновения можно найти из закона сохранения импульса

$$mv = 2mu$$
$$u = \frac{v}{2} = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

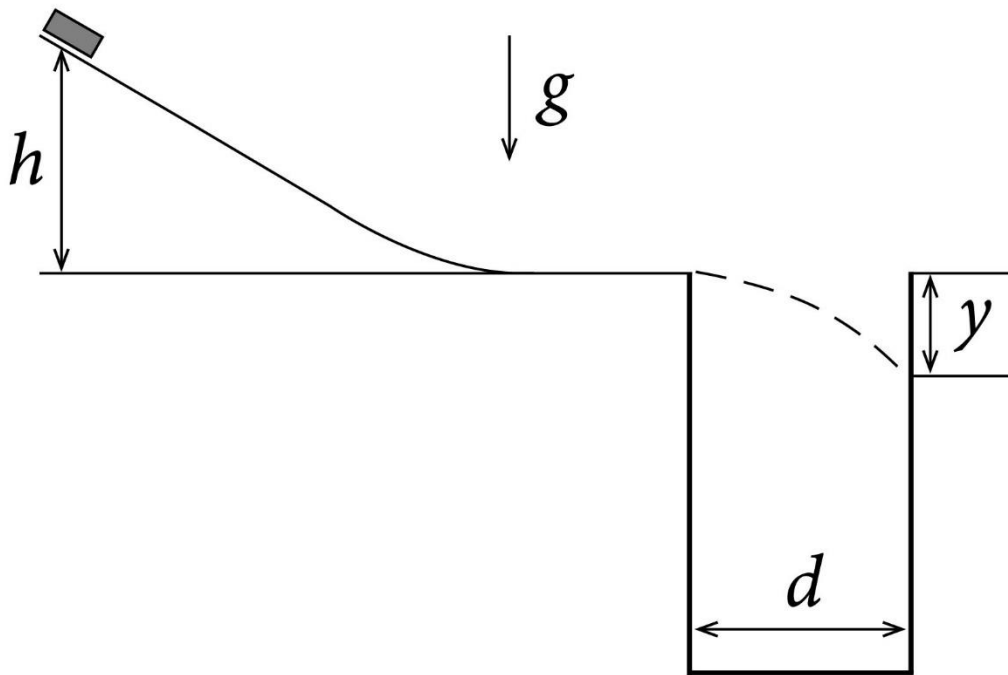
В этом случае

$$y = \frac{gt^2}{2} = \frac{gd^2}{2 \frac{2gh}{4}} = \frac{d^2}{h} = 12.5 \text{ см}$$

Задание № 1.2

Общее условие:

Небольшая шайба соскальзывает без трения и без начальной скорости с горки высоты h и, двигаясь дальше по горизонтальной плоскости, достигает края глубокой прямоугольной ямы ширины d . Пролетев по воздуху, шайба сталкивается с противоположной стенкой в точке, находящейся на y ниже края ямы, с которого слетела шайба. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Условие:

Как изменяется значение y при уменьшении h ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как изменяется значение y при уменьшении d ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

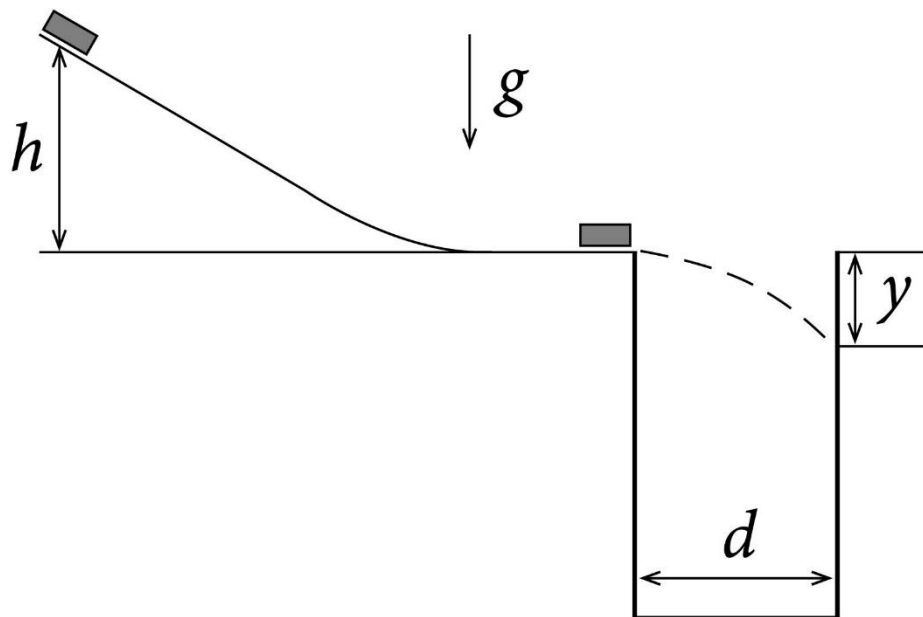
Определите значение y для $h = 2$ м, $d = 0.8$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 8 см

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Пусть шайба абсолютно неупруго сталкивается с другой точно такой же шайбой, лежащей на краю ямы (см. рисунок).



Определите значение y для точки удара шайб о противоположную стенку ямы при $h = 2$ м, $d = 1$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 50 см

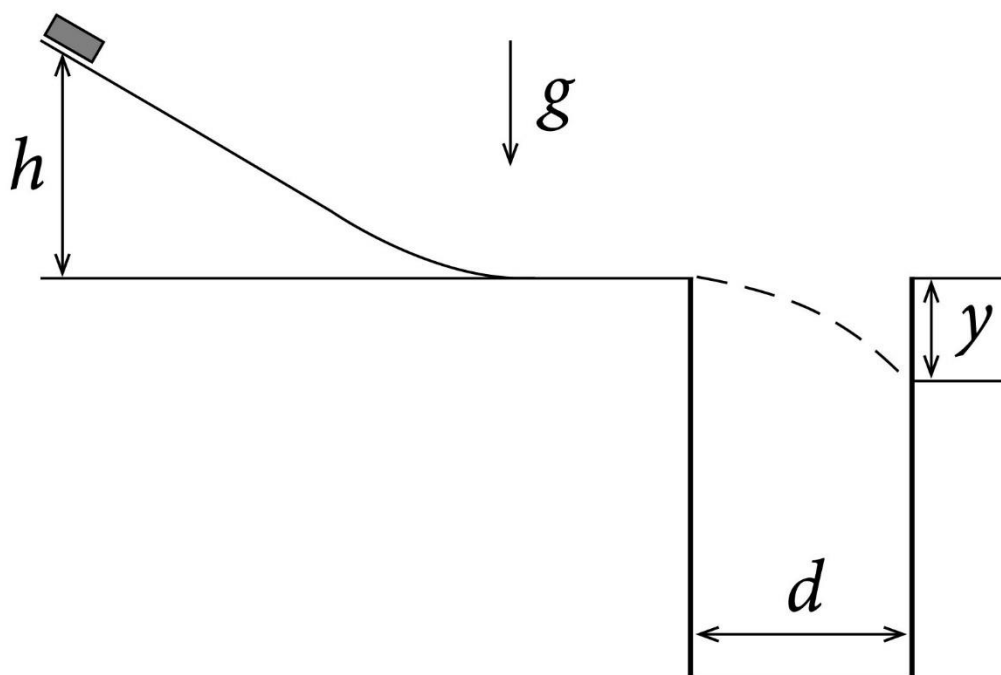
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 1.3

Общее условие:

Небольшая шайба соскальзывает без трения и без начальной скорости с горки высоты h и, двигаясь дальше по горизонтальной плоскости, достигает края глубокой прямоугольной ямы ширины d . Пролетев по воздуху, шайба сталкивается с противоположной стенкой в точке, находящейся на y ниже края ямы, с которого слетела шайба. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Условие:

Как изменяется значение y при увеличении h ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как изменяется значение y при увеличении d ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

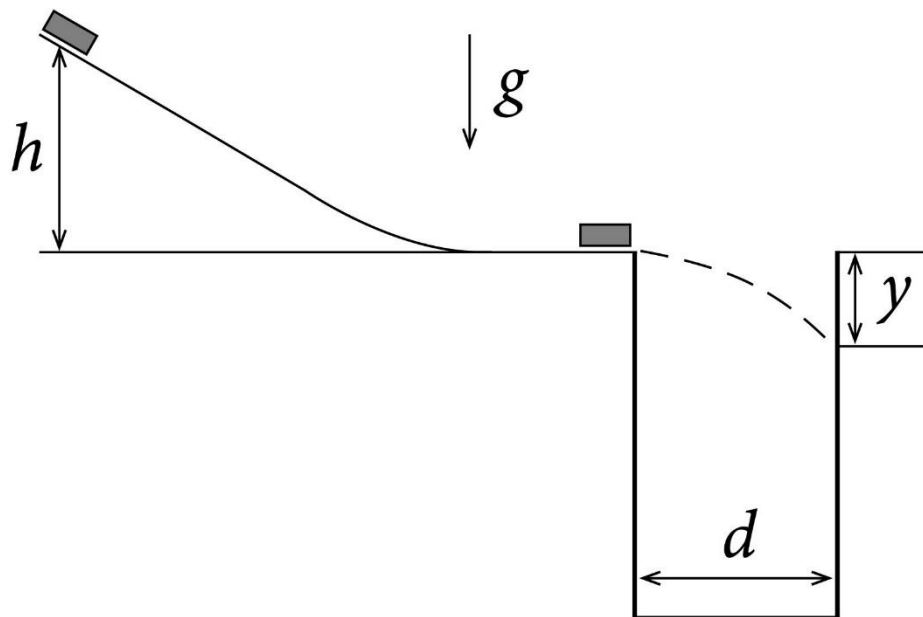
Определите значение y для $h = 1.5$ м, $d = 0.6$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 6 см

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Пусть шайба абсолютно неупруго сталкивается с другой точно такой же шайбой, лежащей на краю ямы (см. рисунок).



Определите значение y для точки удара шайб о противоположную стенку ямы при $h = 1.5$ м, $d = 0.9$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 54 см

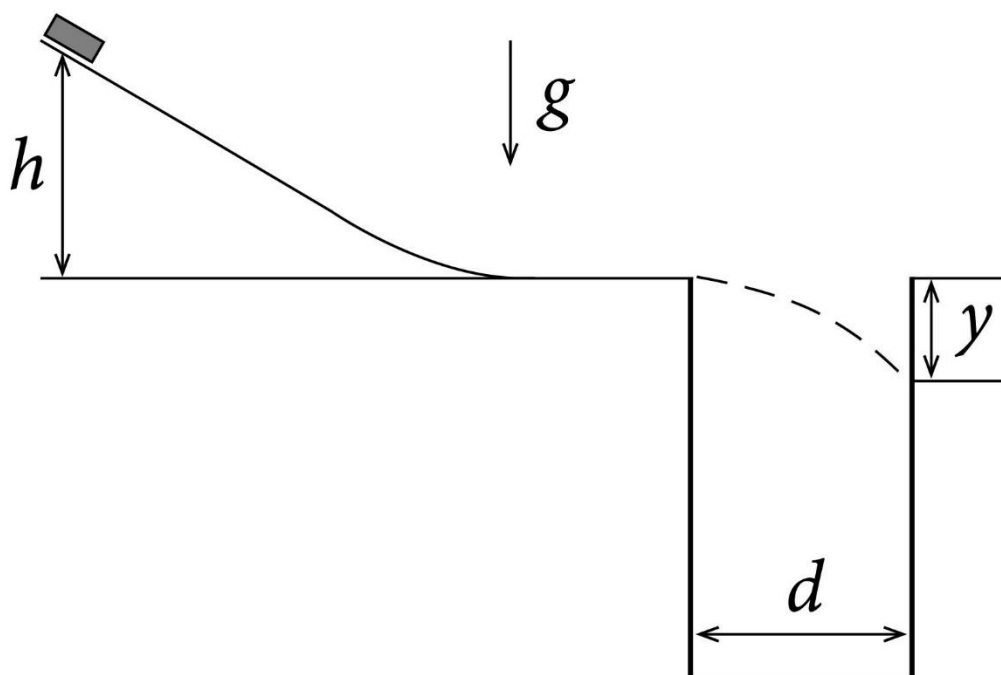
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 1.4

Общее условие:

Небольшая шайба соскальзывает без трения и без начальной скорости с горки высоты h и, двигаясь дальше по горизонтальной плоскости, достигает края глубокой прямоугольной ямы ширины d . Пролетев по воздуху, шайба сталкивается с противоположной стенкой в точке, находящейся на y ниже края ямы, с которого слетела шайба. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Условие:

Как изменяется значение y при уменьшении h ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как изменяется значение y при увеличении d ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

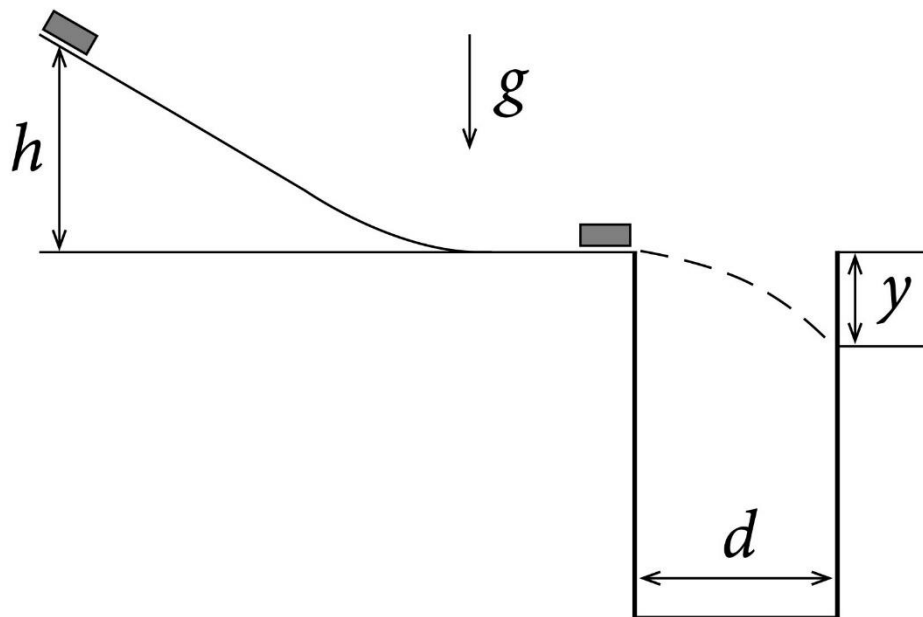
Определите значение y для $h = 0.5$ м, $d = 0.2$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 2 см

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Пусть шайба абсолютно неупруго сталкивается с другой точно такой же шайбой, лежащей на краю ямы (см. рисунок).



Определите значение y для точки удара шайб о противоположную стенку ямы при $h = 1$ м, $d = 0.2$ м. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: 4 см

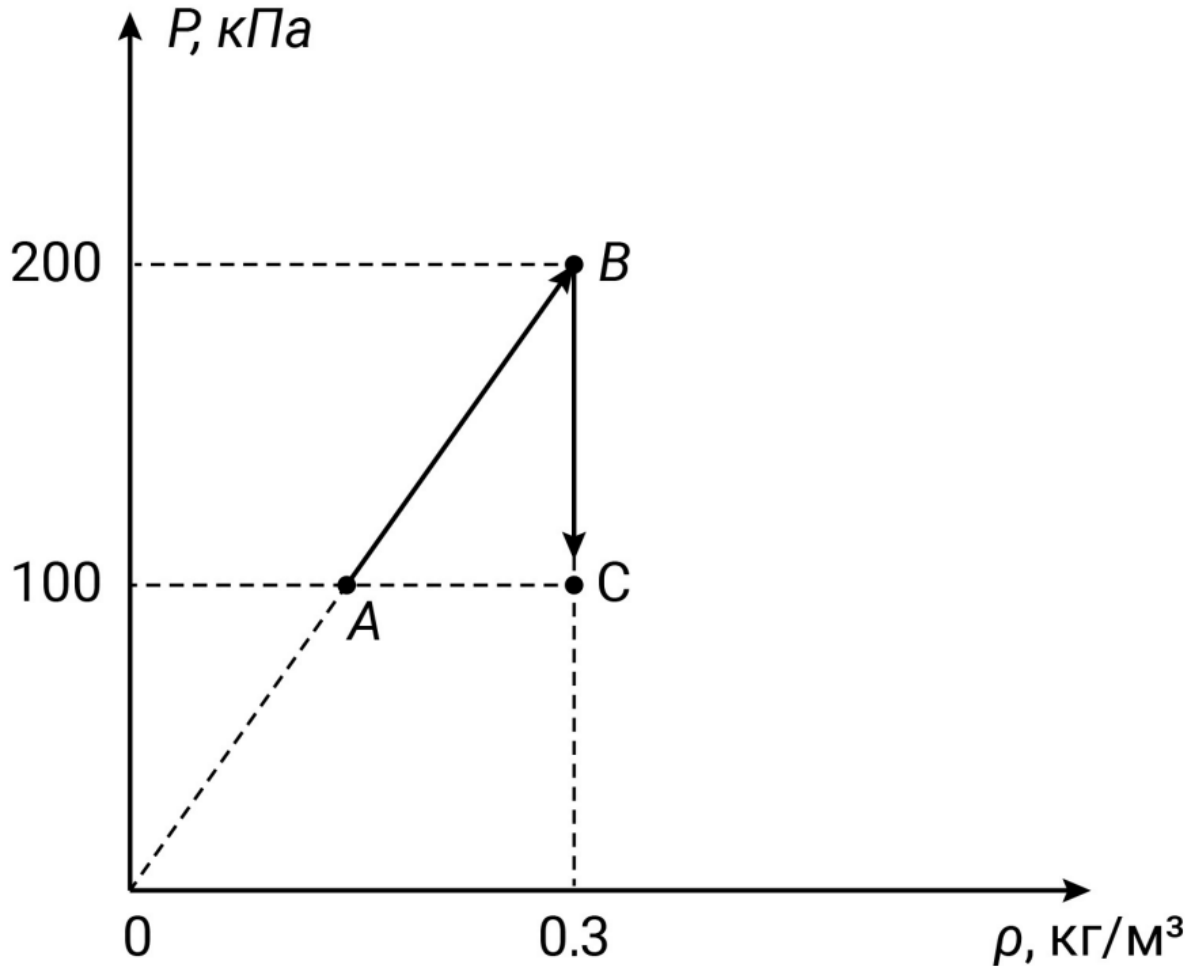
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах P (давление) — ρ (плотность) представлен на рисунке.



Температура газа в точке A составляет $T_A = 400$ К. Универсальная газовая постоянная

$$R = 8.3 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

Условие:

Каким процессам соответствуют участки графика $A - B$ и $B - C$?

Варианты ответов:

- $A - B$ – изотермический, $B - C$ – изохорный
- $A - B$ – изобарный, $B - C$ – изотермический
- $A - B$ – изохорный, $B - C$ – адиабатический
- $A - B$ – адиабатический, $B - C$ – изобарный

- $A - B$ – изобарный; $B - C$ – адиабатический

Правильный ответ:

- $A - B$ – изотермический, $B - C$ – изохорный

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите $\frac{T_C}{T_A}$ — отношение температур в точках C и A . Ответ округлите до десятых.

Ответ: 0.5

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите количество теплоты, полученное газом на участке $B - C$. Ответ выразите в джоулях с учётом знака (тепло подводится — больше нуля, тепло отводится — меньше нуля), округлите до целых.

Ответ: -2490 Дж

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) На участке $A - B$ $P = k\rho = k\frac{m}{V}$, где k — коэффициент пропорциональности, m — масса газа, V — объём газа. Отсюда

$$PV = km = const$$

Произведение PV постоянно для изотермического процесса. Следовательно, процесс $A - B$ — изотермический.

На участке $B - C$ плотность газа, а значит и его объём не меняются, поэтому процесс $B - C$ — изохорный (вопрос 1).

- 2) Уравнение состояния для точек A и C

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_C V_C}{T_C}$$

Подставляя $V = \frac{m}{\rho}$ в это уравнение для соответствующих точек, получаем

$$\frac{P_A m}{T_A \rho_A} = \frac{P_C m}{T_C \rho_C},$$

Откуда

$$\frac{T_C}{T_A} = \frac{P_C \rho_A}{P_A \rho_C} = 0.5$$

- 3) Для определения количества теплоты, полученного газом в процессе $B - C$, используем первое начало термодинамики

$$Q = \Delta U + A,$$

Причём учитывая, что в изохорном процессе $B - C$ работа газа равна нулю,

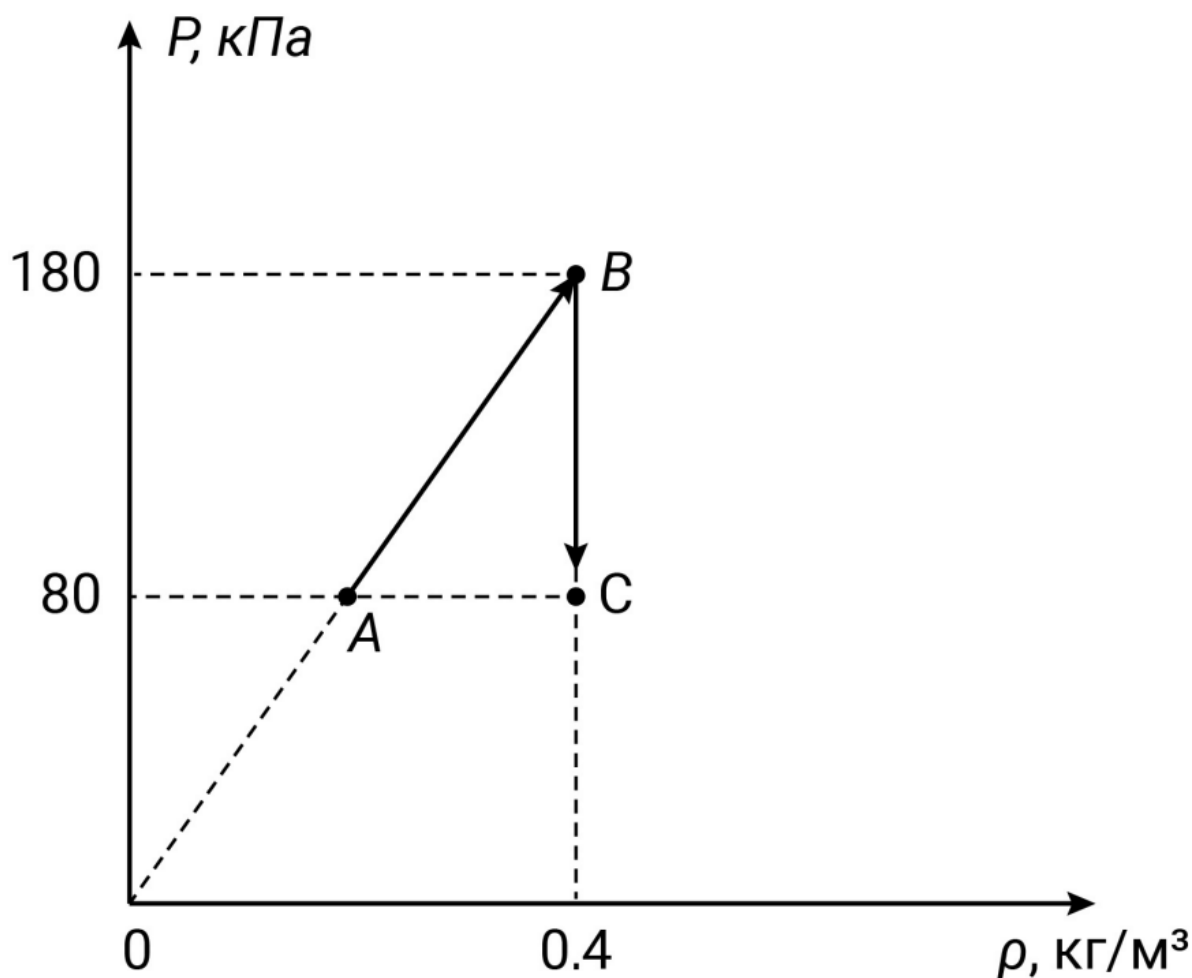
$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_C - T_B) = \frac{3}{2} \nu R (T_C - T_A)$$

В нашем случае $T_A = 400 \text{ К}$, $T_C = 0.5T_A = 200 \text{ К}$, что даёт численный результат $Q = -2490 \text{ Дж}$.

Задание № 2.2

Общее условие:

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах P (давление) — ρ (плотность) представлен на рисунке.



Температура газа в точке A составляет $T_A = 300$ К. Универсальная газовая постоянная

$$R = 8.3 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

Условие:

Каким процессам соответствуют участки графика $A - B$ и $B - C$?

Варианты ответов:

- $A - B$ — изотермический, $B - C$ — изохорный
- $A - B$ — изобарный, $B - C$ — изотермический
- $A - B$ — изохорный, $B - C$ — адиабатический
- $A - B$ — адиабатический, $B - C$ — изобарный

- А – В – изобарный; В – С – адиабатический

Правильный ответ:

- А – В – изотермический, В – С – изохорный

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите $\frac{T_C}{T_A}$ — отношение температур в точках С и А. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 0.44

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите количество теплоты, полученное газом на участке В – С. Ответ выразите в джоулях с учётом знака (тепло подводится — больше нуля, тепло отводится — меньше нуля), округлите до целых.

Ответ: -2075 Дж

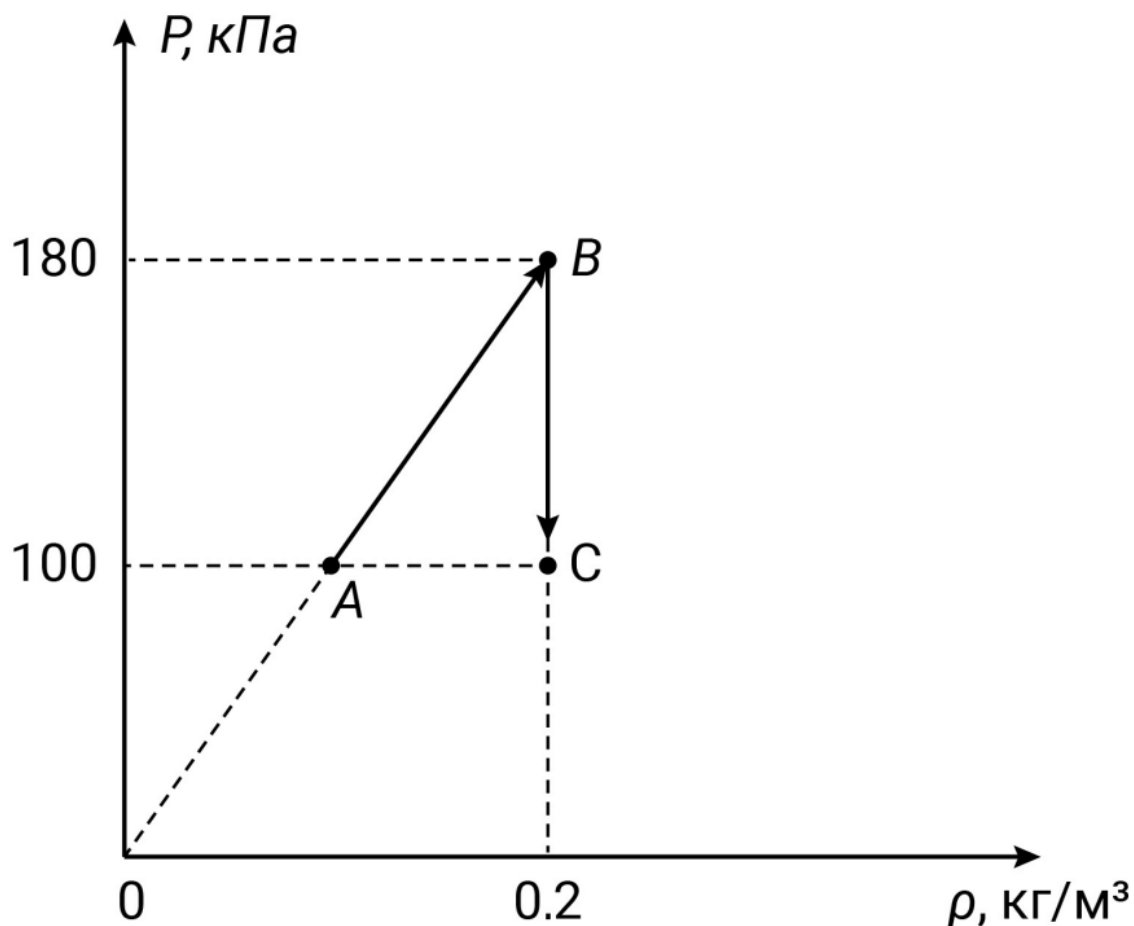
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №2.1

Задание № 2.3

Общее условие:

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах P (давление) — ρ (плотность) представлен на рисунке.



Температура газа в точке A составляет $T_A = 450$ К. Универсальная газовая постоянная $R = 8.3 \frac{\text{Дж}}{\text{К}\cdot\text{моль}}$.

Условие:

Каким процессам соответствуют участки графика $A - B$ и $B - C$?

Варианты ответов:

- $A - B$ — изотермический, $B - C$ — изохорный
- $A - B$ — изобарный, $B - C$ — изотермический
- $A - B$ — изохорный, $B - C$ — адиабатический
- $A - B$ — адиабатический, $B - C$ — изобарный
- $A - B$ — изобарный; $B - C$ — адиабатический

Правильный ответ:

- $A - B$ – изотермический, $B - C$ – изохорный

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите температуру газа в точке C . Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

Ответ: 250

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите количество теплоты, полученное газом на участке $B - C$. Ответ выразите в джоулях с учётом знака (тепло подводится — больше нуля, тепло отводится — меньше нуля), округлите до целых.

Ответ: -2490 Дж

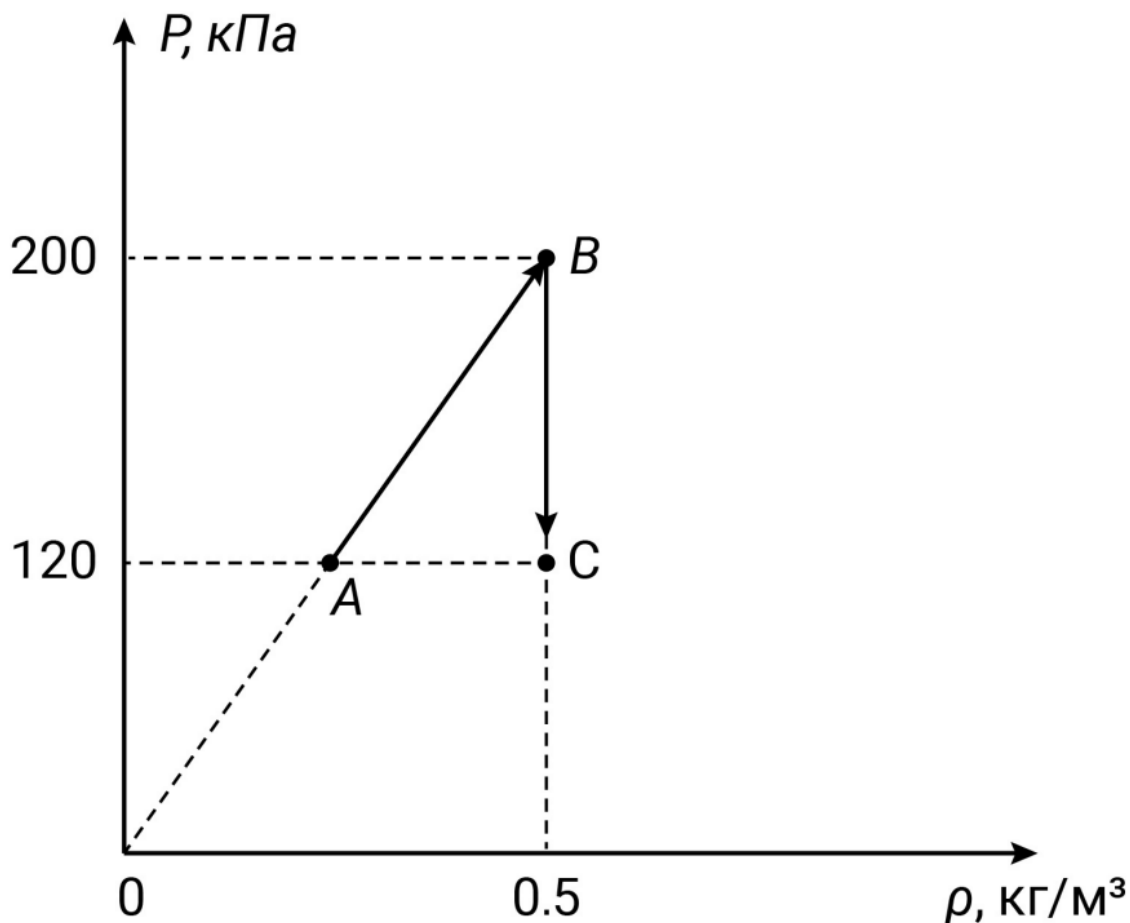
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №2.1

Задание № 2.4

Общее условие:

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах P (давление) — ρ (плотность) представлен на рисунке.



Температура газа в точке A составляет $T_A = 500$ К. Универсальная газовая постоянная $R = 8.3 \frac{\text{Дж}}{\text{К}\cdot\text{моль}}$.

Условие:

Каким процессам соответствуют участки графика $A - B$ и $B - C$?

Варианты ответов:

- $A - B$ — изотермический, $B - C$ — изохорный
- $A - B$ — изобарный, $B - C$ — изотермический
- $A - B$ — изохорный, $B - C$ — адиабатический
- $A - B$ — адиабатический, $B - C$ — изобарный
- $A - B$ — изобарный; $B - C$ — адиабатический

Правильный ответ:

- $A - B$ – изотермический, $B - C$ – изохорный

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите температуру газа в точке C . Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

Ответ: 300

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите количество теплоты, полученное газом на участке $B - C$. Ответ выразите в джоулях с учётом знака (тепло подводится — больше нуля, тепло отводится — меньше нуля), округлите до целых.

Ответ: -2490 Дж

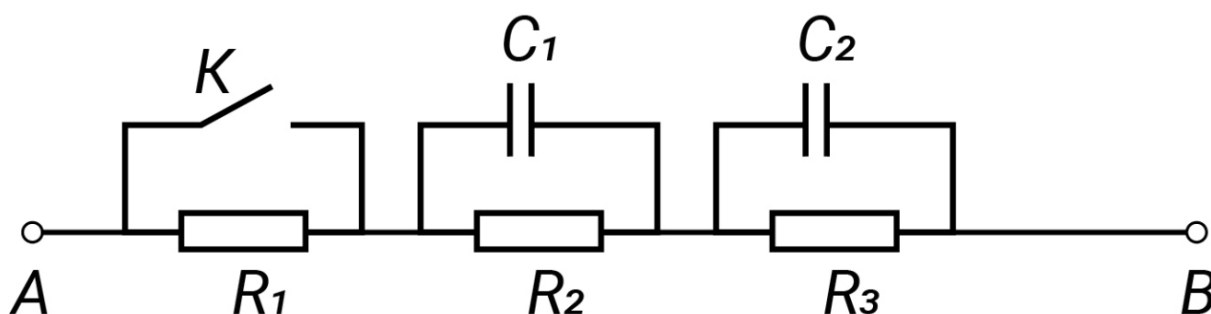
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 4$ мкФ, $C_2 = 8$ мкФ, сопротивления $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 10$ Ом. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 40$ В. Все процессы в схеме до и после замыкания ключа можно считать установившимися.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 24 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 1600 мкДж

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Как изменятся заряды конденсаторов C_1 и C_2 после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 увеличится

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 увеличится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится
- Заряды не изменятся

Правильный ответ:

- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_1 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 450 мкДж

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

- 1) При разомкнутом ключе сила тока I в цепи

$$I = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2 + R_3} = 2 \text{ А}$$

Мощность, выделяющаяся при этом на резисторе R_2

$$P_2 = I^2 R_2 = 24 \text{ Вт}$$

- 2) Энергия конденсатора

$$W_C = \frac{C_2 U_3^2}{2} = \frac{C_2 (IR_3)^2}{2} = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

- 3) При замыкании ключа сопротивление цепи уменьшается, ток увеличивается. Соответственно, увеличиваются напряжения на резисторах R_2 и R_3 и напряжения, и заряды на обоих конденсаторах. Таким образом, после замыкания ключа заряды обоих конденсаторов увеличиваются.
- 4) После замыкания ключа ток в цепи

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_3} = 2.5 \text{ A},$$

напряжение на резисторе R_2 и на подключённом параллельно ему конденсаторе C_1

$$U_2 = I_2 R_2 = 15 \text{ В}.$$

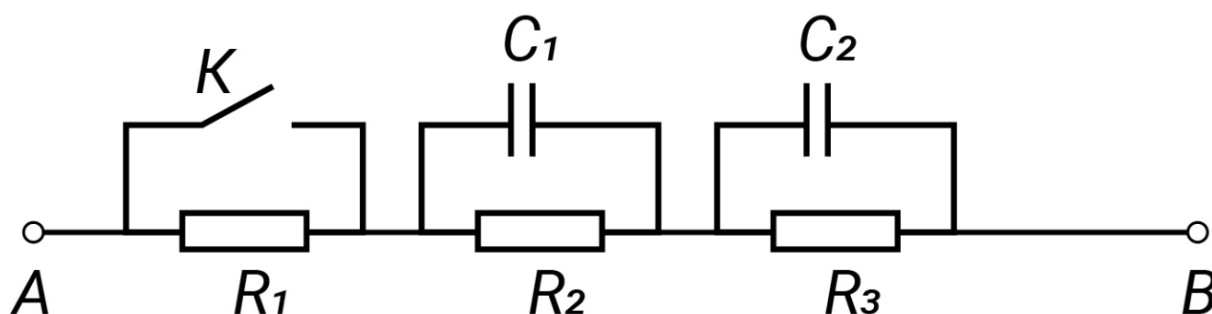
Тогда энергия конденсатора C_1 составляет

$$W_C = \frac{C_1 U_2^2}{2} = \frac{C_1 (I_2 R_2)^2}{2} = 0.45 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Задание № 3.2

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 6 \text{ мкФ}$, $C_2 = 3 \text{ мкФ}$, сопротивления $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 30 \text{ В}$. Все процессы в схеме до и после замыкания ключа можно считать установившимися.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 24 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 54 мкДж

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Как изменятся заряды конденсаторов C_1 и C_2 после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 увеличится

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 увеличится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится
- Заряды не изменятся

Правильный ответ:

- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_1 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 1200 мкДж

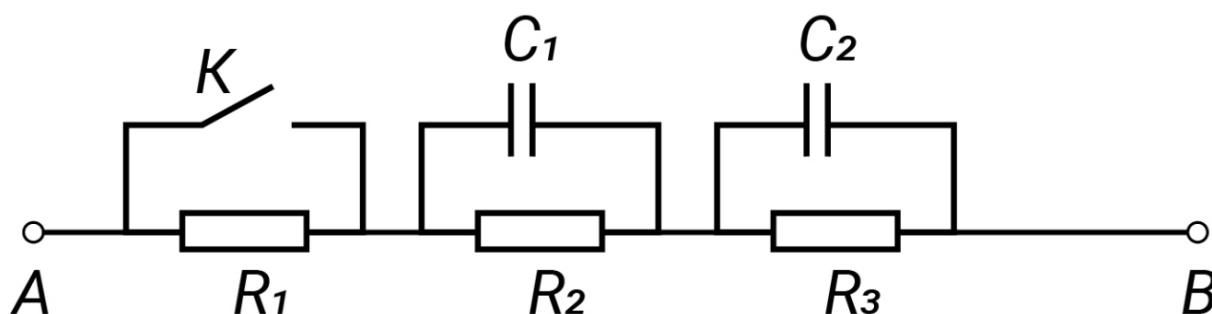
Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение по аналогии с заданием №3.1

Задание № 3.3

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 3 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$, сопротивления $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 25 \text{ В}$. Все процессы в схеме до и после замыкания ключа можно считать установившимися.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 25 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 100 мкДж

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Как изменятся заряды конденсаторов C_1 и C_2 после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 увеличится

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 увеличится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится
- Заряды не изменятся

Правильный ответ:

- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_1 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 1200 мкДж

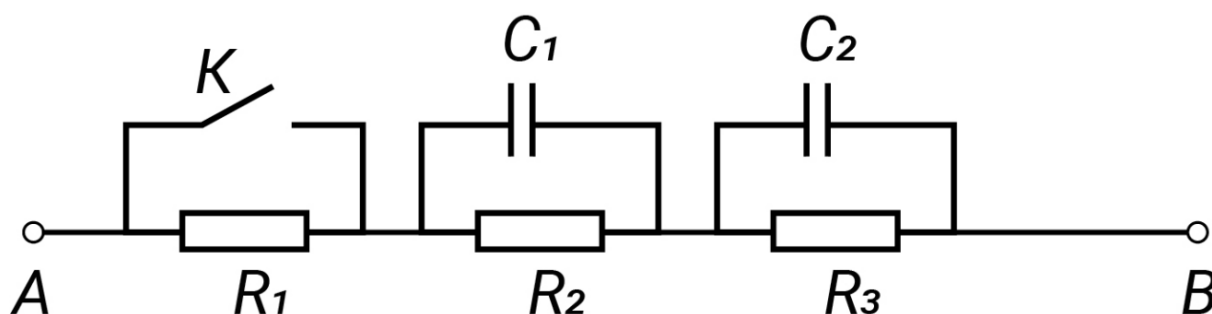
Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение по аналогии с заданием №3.1

Задание № 3.4

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 5$ мкФ, сопротивления $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_3 = 2$ Ом. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 12$ В. Все процессы в схеме до и после замыкания ключа можно считать установившимися.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 4 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_2 до замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 40 мкДж

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Как изменятся заряды конденсаторов C_1 и C_2 после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 увеличится

- Заряд C_1 не изменится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 увеличится
- Заряд C_1 уменьшится, заряд C_2 уменьшится
- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится
- Заряды не изменятся

Правильный ответ:

- Заряд C_1 увеличится, заряд C_2 увеличится

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_1 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

Ответ: 16 мкДж

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение по аналогии с заданием №3.1