

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике для 11 класса

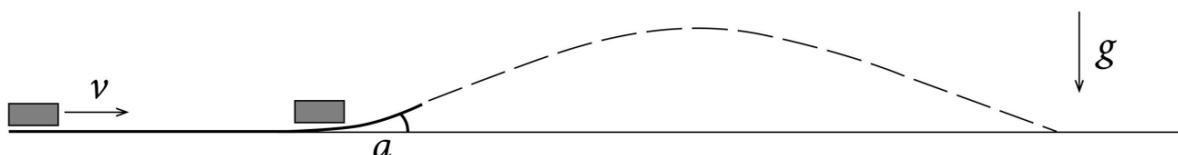
2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

Задание № 1.1

Общее условие:

Шайба движется по горизонтальной плоскости со скоростью v без трения и налетает на другую точно такую же шайбу, которая лежит у подножия небольшого трамплинчика, задающего угол α вылета с горизонтом.



Соударение шайб центральное и абсолютно упругое. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

В каком направлении и с какой скоростью будет двигаться первая шайба после соударения?

Варианты ответов:

- В прежнем направлении со скоростью меньше v
- В обратном направлении со скоростью больше v
- В обратном направлении со скоростью меньше v
- Шайба остановится

Правильный ответ:

- Шайба остановится

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 0° до 45° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается

- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Монотонно увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется максимальная высота, на которую за время движения поднимается вторая шайба при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 30° до 60° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Монотонно увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Определите время движения второй шайбы в воздухе при $\alpha = 30^\circ$, $v = 10$ м/с. Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Ответ: 1

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при $\alpha = 60^\circ$, $v = 10$ м/с. Ответ выразите в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 8.7

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) При абсолютно упругом центральном соударении двух тел одинаковой массы тела «обмениваются» скоростями. Применительно к данной задаче это означает, что налетающая шайба останавливается, а покоившаяся до соударения шайба приобретает скорость v (вопрос 1).
- 2) Расстояние по горизонтали, которое пролетает тело, брошенное с начальной скоростью v под углом α к горизонту, определяется по формуле

$$l = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

Величина $\sin 2\alpha$ при изменении α в интервале от 0° до 45° монотонно увеличивается, соответственно также меняется и расстояние по горизонтали до места удара о землю (вопрос 2). Это расстояние при данных в условии задачи численных значениях $v = 10 \text{ м/с}$, $\alpha = 60^\circ$ составляет 8.7 м (вопрос 5).

- 3) При движении тела, брошенного с поверхности земли, по криволинейной траектории максимальная высота траектории

$$h_{\max} = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g},$$

где v_y – вертикальная проекция начальной скорости тела. При увеличении угла $\sin \alpha$ монотонно увеличивается, соответственно увеличивается и максимальная высота в процессе движения (вопрос 3).

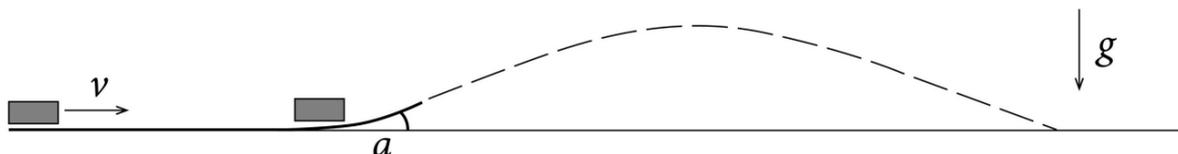
- 4) Время t полета тела, брошенного под углом к горизонту, также зависит от вертикальной проекции начальной скорости v_y

$$t = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v \sin \alpha}{g} = 1 \text{ с}$$

Задание № 1.2

Общее условие:

Шайба движется по горизонтальной плоскости со скоростью v без трения и налетает на другую точно такую же шайбу, которая лежит у подножия небольшого трамплинчика, задающего угол α вылета с горизонтом.



Соударение шайб центральное и абсолютно упругое. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

В каком направлении и с какой скоростью будет двигаться первая шайба после соударения?

Варианты ответов:

- В прежнем направлении со скоростью меньше v
- В обратном направлении со скоростью больше v
- В обратном направлении со скоростью меньше v
- Шайба остановится

Правильный ответ:

- Шайба остановится

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 0° до 60° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Сначала увеличивается, потом уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется максимальная высота, на которую за время движения поднимается вторая шайба при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 0° до 45° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Монотонно увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Определите время движения второй шайбы в воздухе при $\alpha = 45^\circ$, $v = 15$ м/с. Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Ответ: 2.1

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при $\alpha = 45^\circ$, $v = 15$ м/с. Ответ выразите в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 22.5

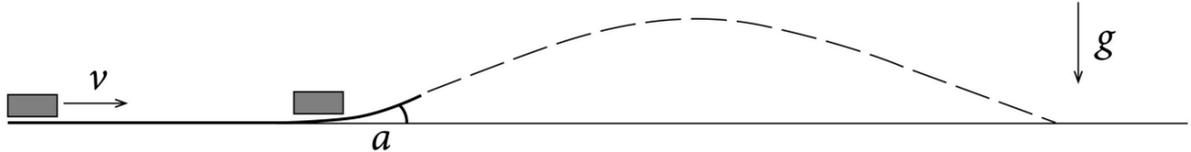
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 1.3

Общее условие:

Шайба движется по горизонтальной плоскости со скоростью v без трения и налетает на другую точно такую же шайбу, которая лежит у подножия небольшого трамплинчика, задающего угол α вылета с горизонтом.



Соударение шайб центральное и абсолютно упругое. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

С какой скоростью после соударения будет двигаться вторая шайба?

Варианты ответов:

- Со скоростью меньше v
- Со скоростью больше v
- Со скоростью равной v

Правильный ответ:

- Со скоростью равной v

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 45° до 70° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Монотонно уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется максимальная высота, на которую за время движения поднимается вторая шайба при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 45° до 75° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Монотонно увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Определите время движения второй шайбы в воздухе при $\alpha = 60^\circ$, $v = 5$ м/с. Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Ответ: 0.87

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при $\alpha = 30^\circ$, $v = 5$ м/с. Ответ выразите в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 2.2

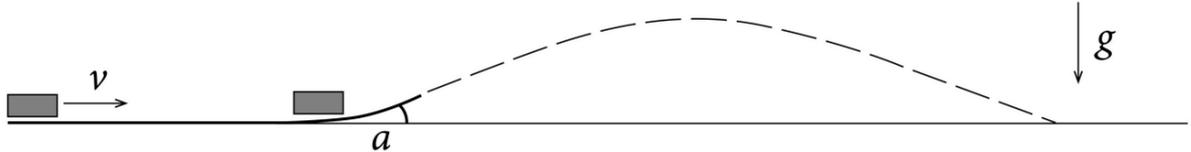
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 1.4

Общее условие:

Шайба движется по горизонтальной плоскости со скоростью v без трения и налетает на другую точно такую же шайбу, которая лежит у подножия небольшого трамплинчика, задающего угол α вылета с горизонтом.



Соударение шайб центральное и абсолютно упругое. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

В каком направлении и с какой скоростью будет двигаться первая шайба после соударения?

Варианты ответов:

- В прежнем направлении со скоростью меньше v
- В обратном направлении со скоростью больше v
- В обратном направлении со скоростью меньше v
- Шайба остановится

Правильный ответ:

- Шайба остановится

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 30° до 75° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Сначала увеличивается, потом уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется максимальная высота, на которую за время движения поднимается вторая шайба при монотонном увеличении значения угла α в интервале от 60° до 90° ?

Варианты ответов:

- Монотонно увеличивается
- Монотонно уменьшается
- Сначала увеличивается, потом уменьшается
- Сначала уменьшается, потом увеличивается

Правильный ответ:

- Монотонно увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Определите время движения второй шайбы в воздухе при $\alpha = 15^\circ$, $v = 20$ м/с. Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Ответ: 1

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите расстояние от трамплинчика до места удара второй шайбы о землю при $\alpha = 15^\circ$, $v = 15$ м/с. Ответ выразите в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 11.3

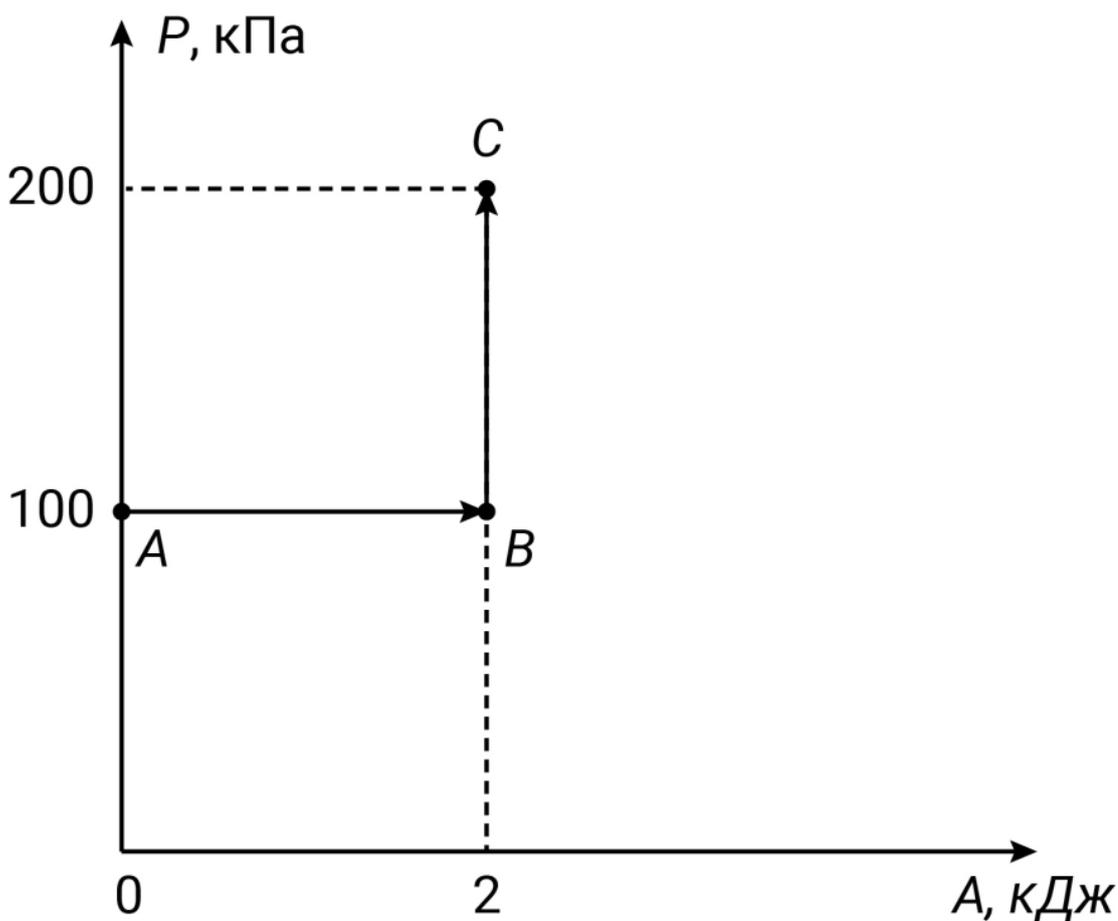
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

В процессе $A - B - C$ участвует один моль гелия. График этого процесса в координатах P (давление) — A (работа, совершённая газом) представлен на рисунке.



Гелий можно считать одноатомным идеальным газом. 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
- $A - B$ – изобарный, $B - C$ – изохорный

Правильный ответ:

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

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

На сколько литров увеличился объём газа в этом процессе ($\Delta V = V_C - V_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 20

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

На сколько градусов Кельвина изменилась температура газа в процессе $A - B$ ($\Delta T = T_B - T_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 241

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) Процесс $A - B$ происходит при постоянном давлении, следовательно, это изобарный процесс. На участке $B - C$ работа не совершается, поэтому процесс $B - C$ — изохорный.
- 2) Изменение объёма происходит в изобарном процессе $A - B$, далее в процессе $B - C$ объём не меняется, $V_C = V_B$. Для изобарного процесса $A - B$ работа газа

$$A_{AB} = P\Delta V = P(V_B - V_A)$$

Отсюда

$$V_B - V_A = \frac{A_{AB}}{P}$$

$$V_C - V_A = V_B - V_A = \frac{A_{AB}}{P} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 = 20 \text{ л}$$

3) Работа в изобарном процессе $A - B$ может быть выражена через изменение температуры

$$A_{AB} = P(V_B - V_A) = \nu R(T_B - T_A)$$

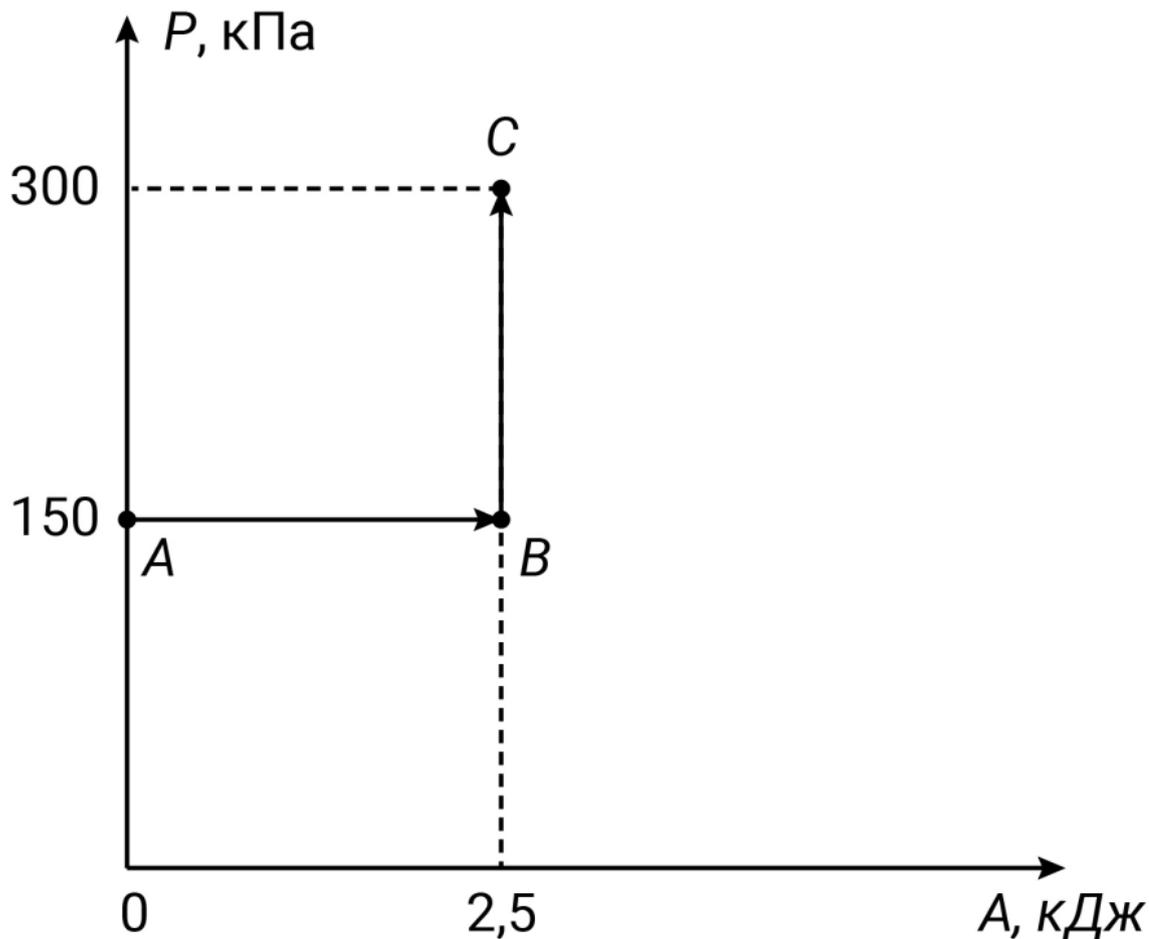
Отсюда

$$T_B - T_A = \frac{A_{AB}}{\nu R} \approx 241 \text{ К}$$

Задание № 2.2

Общее условие:

В процессе $A - B - C$ участвует два моля гелия. График этого процесса в координатах P (давление) — A (работа, совершённая газом) представлен на рисунке.



Гелий можно считать одноатомным идеальным газом. 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

- А – В – адиабатический, В – С – изобарный
- А – В – изобарный, В – С – адиабатический
- А – В – изобарный, В – С – изохорный

Правильный ответ:

- А – В – изобарный, В – С – изохорный

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

На сколько литров увеличился объём газа в этом процессе ($\Delta V = V_C - V_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 17

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

На сколько градусов Кельвина изменилась температура газа в процессе А – В ($\Delta T = T_B - T_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 151

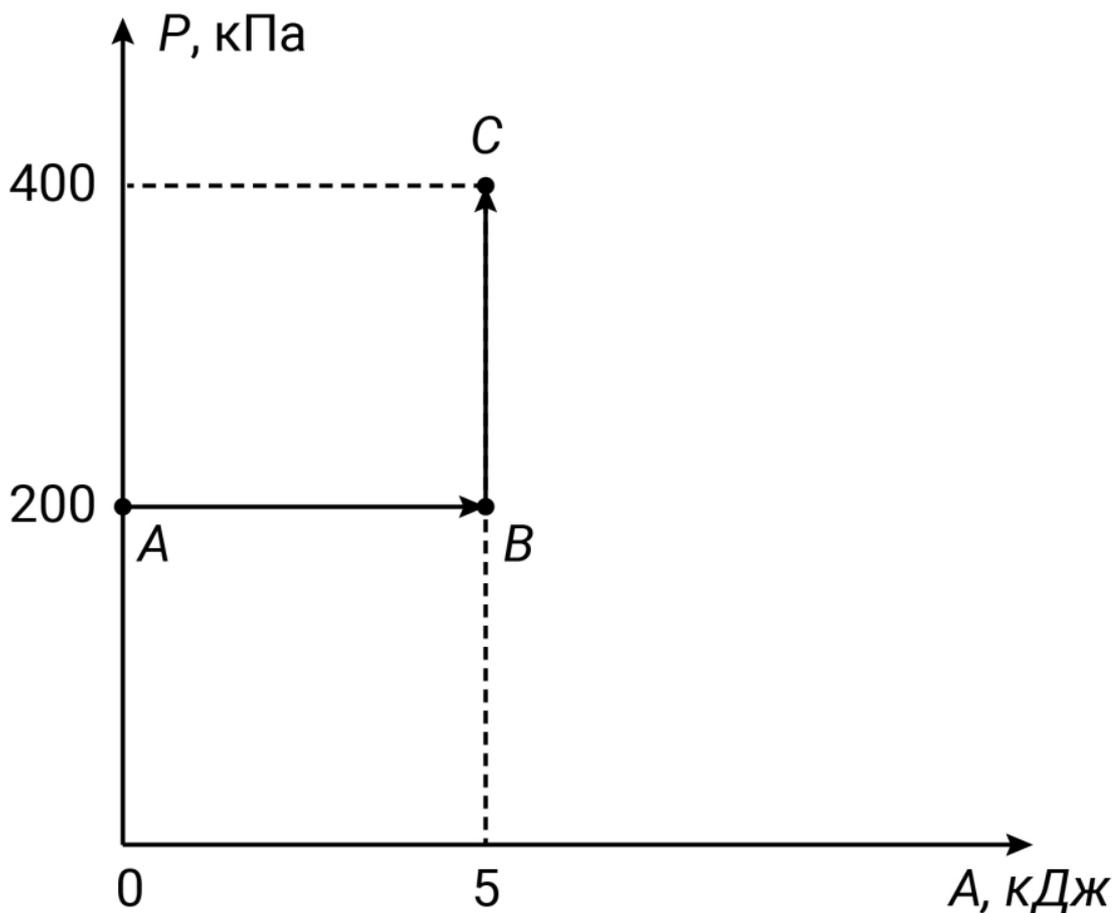
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 2.1

Задание № 2.3

Общее условие:

В процессе $A - B - C$ участвует три моля аргона. График этого процесса в координатах P (давление) — A (работа, совершённая газом) представлен на рисунке.



Аргон можно считать одноатомным идеальным газом. 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
- А – В – изобарный, В – С – изохорный

Правильный ответ:

- А – В – изобарный, В – С – изохорный

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

На сколько литров увеличился объём газа в этом процессе ($\Delta V = V_C - V_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 25

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

На сколько градусов Кельвина изменилась температура газа в процессе А – В ($\Delta T = T_B - T_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 201

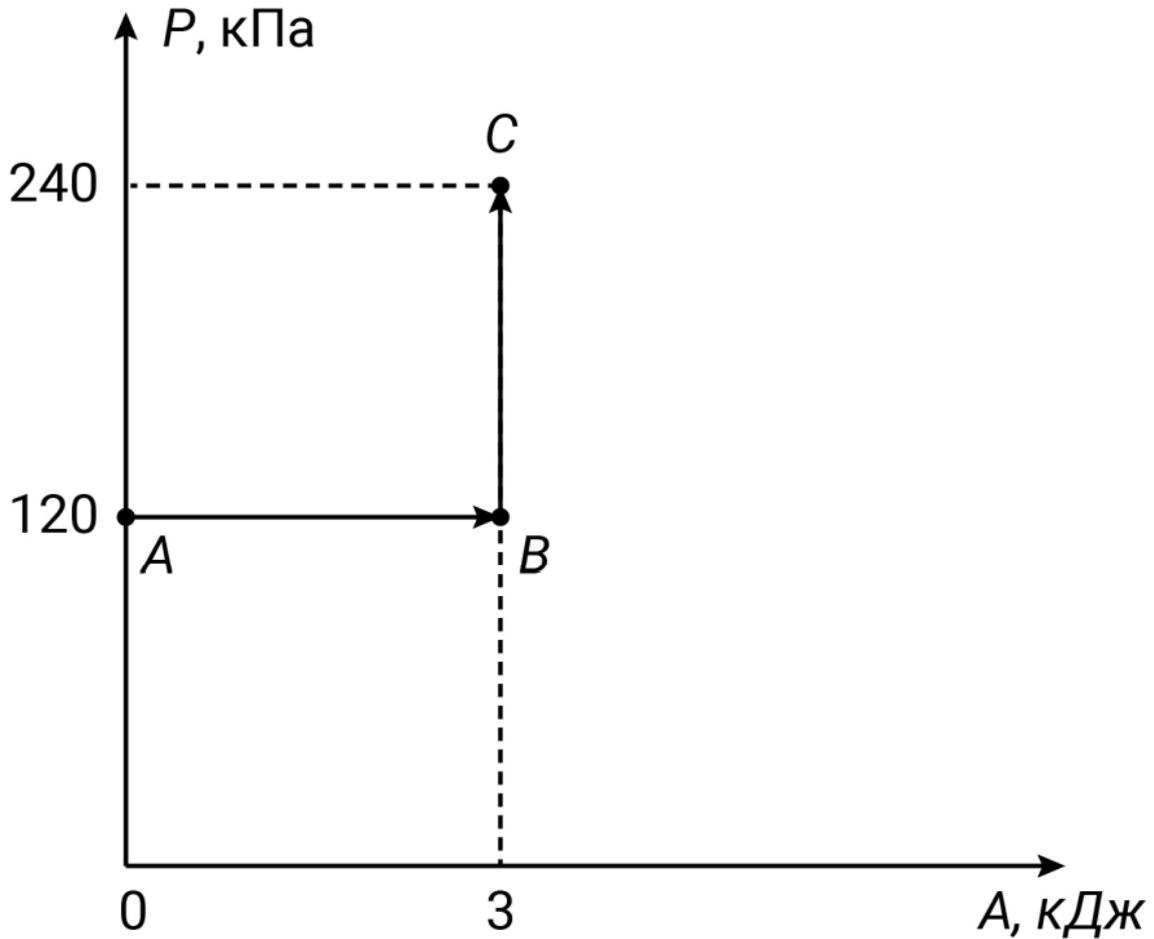
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 2.1

Задание № 2.4

Общее условие:

В процессе $A - B - C$ участвует один моль одноатомного идеального газа. График этого процесса в координатах P (давление) — A (работа, совершённая газом) представлен на рисунке.



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

- А – В – адиабатический, В – С – изобарный
- А – В – изобарный, В – С – адиабатический
- А – В – изобарный, В – С – изохорный

Правильный ответ:

- А – В – изобарный, В – С – изохорный

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

На сколько литров увеличился объём газа в этом процессе ($\Delta V = V_C - V_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 25

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

На сколько градусов Кельвина изменилась температура газа в процессе А – В ($\Delta T = T_B - T_A$)? Ответ округлите до целых.

Ответ: 361

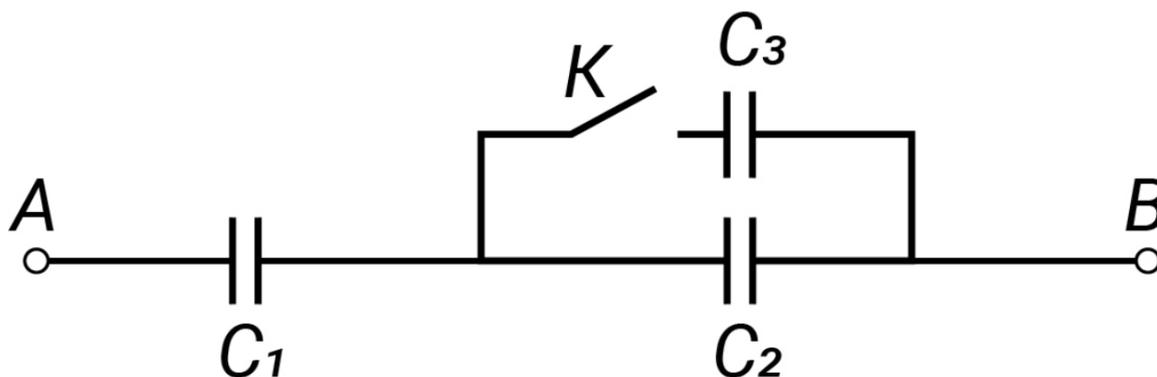
Точное совпадение ответа — 4 балла

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, $C_3 = 4$ мкФ. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 10$ В.



Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов до замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 2.7

Точное совпадение ответа — 1 балла

Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов после замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 2 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 уменьшится

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_3 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до десятых.

Ответ: 12.5

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) До замыкания ключа конденсаторы C_1 и C_2 соединены последовательно, конденсатор C_3 не влияет на ёмкость цепи. Ёмкость системы (вопрос 1)

$$C_{AB} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \approx 2.7 \text{ мкФ}$$

- 2) После замыкания ключа вместо конденсатора C_2 в цепь включена пара параллельно соединённых конденсаторов C_2 и C_3 с общей ёмкостью $C_{23} = C_2 + C_3$. Новая ёмкость (вопрос 2)

$$C^*_{AB} = \frac{C_1 C_{23}}{C_1 + C_{23}} = 3 \text{ мкФ}$$

- 3) Напряжение на участке с последовательно соединёнными конденсаторами делится обратно пропорционально ёмкости отдельных конденсаторов. При замене C_2 на C_{23} напряжение на C_1 возрастает, а на C_{23} уменьшается по сравнению с напряжением на C_2 . Соответственно, заряд на конденсаторе C_1 увеличивается, а на C_2 уменьшается (вопрос 3).

- 4) Для ответа на вопрос 4 необходимо определить напряжение на конденсаторе C_3 . Оно соответствует напряжению на участке с $C_{23} = 12$ мкФ. Напряжение U_{AB} делится между C_1 и C_{23} обратно пропорционально ёмкостям, то есть

$$U_1 = U_{AB} \frac{C_{23}}{C_1 + C_{23}} = 7.5 \text{ В}$$

$$U_{23} = U_{AB} \frac{C_1}{C_1 + C_{23}} = 2.5 \text{ В}$$

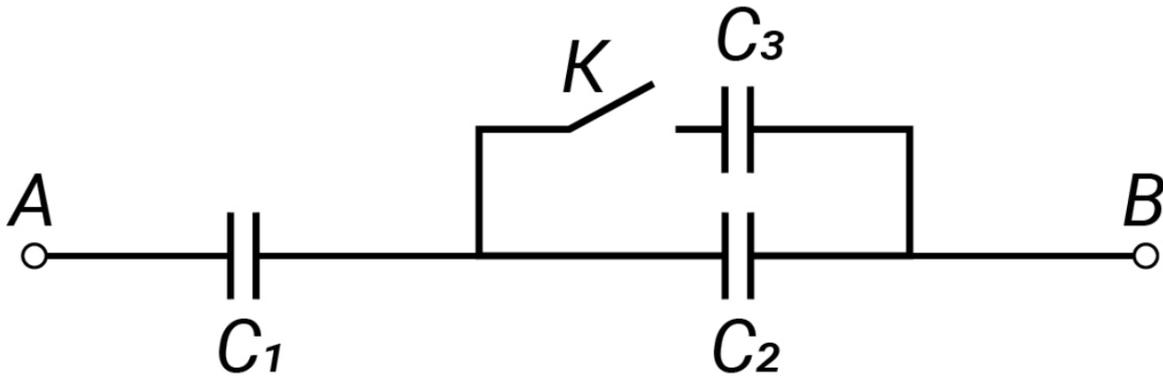
Тогда энергия конденсатора C_3 (вопрос 4)

$$W_3 = \frac{C_3 U_{23}^2}{2} = 12.5 \text{ мкДж}$$

Задание № 3.2

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 6$ мкФ, $C_2 = 6$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 15$ В.



Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов до замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 1 балла

Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов после замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 3.6

Точное совпадение ответа — 2 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 уменьшится

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_3 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до десятых.

Ответ: 54

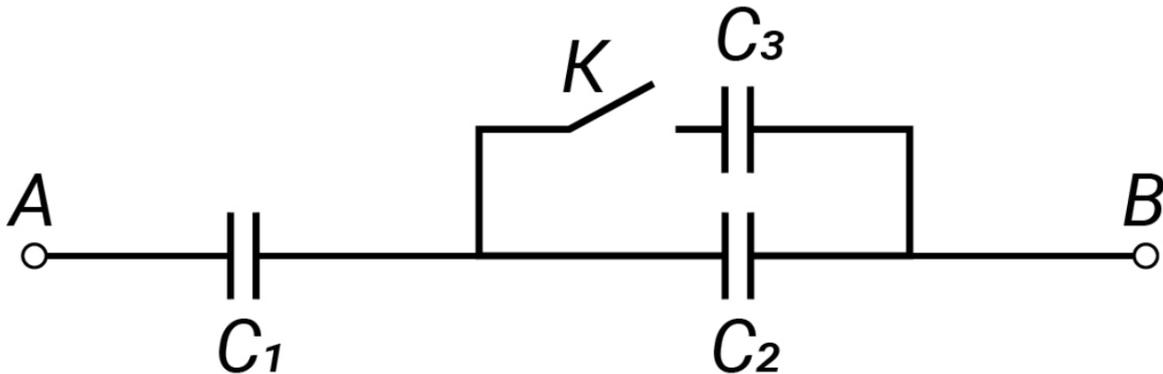
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №3.1

Задание № 3.3

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 8$ мкФ, $C_2 = 4$ мкФ, $C_3 = 4$ мкФ. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 12$ В.



Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов до замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 2.7

Точное совпадение ответа — 1 балла

Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов после замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 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 уменьшится

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_3 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до десятых.

Ответ: 72

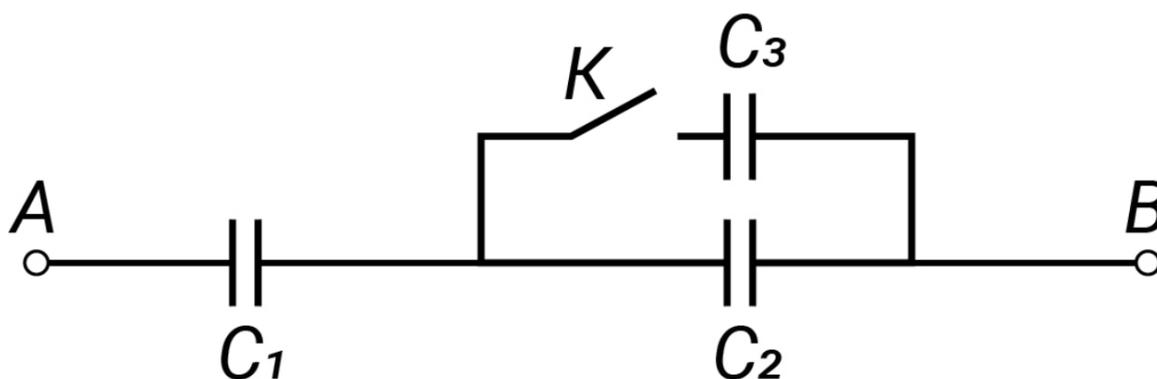
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №3.1

Задание № 3.4

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ёмкости конденсаторов $C_1 = 10$ мкФ, $C_2 = 5$ мкФ, $C_3 = 10$ мкФ. Напряжение между точками A и B составляет $U_{AB} = 30$ В.



Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов до замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 3.3

Точное совпадение ответа — 1 балла

Условие:

Чему равна ёмкость системы конденсаторов после замыкания ключа K ? Ответ выразите в микрофарадах, округлите до десятых.

Ответ: 6

Точное совпадение ответа — 2 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 уменьшится

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите энергию конденсатора C_3 после замыкания ключа. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до десятых.

Ответ: 720

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №3.1