

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике для 11 класса

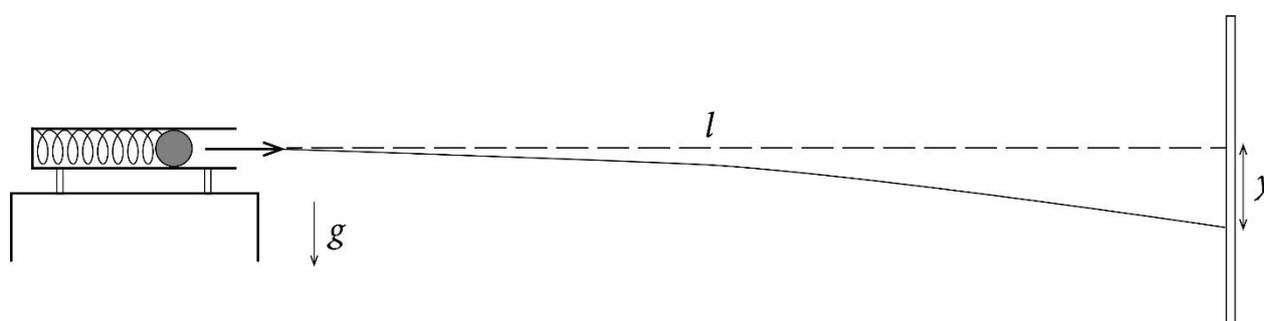
2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

Задание № 1.1

Общее условие:

Детский пружинный пистолет представляет собой трубку с пружиной, в качестве пули используется небольшой стальной шарик. При зарядании пружина сжимается и фиксируется в сжатом состоянии. Шарик помещается внутрь трубки. При выстреле пружина распрямляется и выбрасывает шарик.



Ствол пистолета располагается горизонтально на одной высоте с центром мишени. Мишень располагается на расстоянии l от пистолета, шарик вылетает из ствола со скоростью v . Точка попадания шарика в мишень смещена вниз от центра на расстояние y .

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

Как меняется значение y при увеличении l ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется значение y при увеличении v ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Пусть при описанном выше горизонтальном выстреле при $l = 4$ м величина смещения $y = 20$ см. Пружина перед выстрелом была сжата на величину $x = 4$ см, масса шарика — 10 г. На какую высоту h подлетит шарик при вертикальном выстреле при таком же сжатии пружины?

Ответ выразить в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 20 м

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равен коэффициент жёсткости пружины?

Ответ выразить в Н/м, округлите до десятых.

Ответ: 2500 Н/м

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) Горизонтальная проекция скорости шарика остается постоянной и равна v . Поэтому расстояние l до мишени шарик пролетает за время $t = \frac{l}{v}$. За это время смещение шарика по вертикали составит

$$y = \frac{gt^2}{2} = \frac{gl^2}{2v^2}.$$

Поэтому при увеличении l смещение по вертикали y увеличивается (первый вопрос), а при увеличении v y уменьшается (второй вопрос).

- 2) Высота, на которую поднимается шарик при вертикальном выстреле

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{l^2}{4y}.$$

Подставляя численные данные из условия задачи, получаем ответ на третий вопрос:

$$h = 20 \text{ м.}$$

- 3) Кинетическая энергия вылета шарика равна энергии сжатой пружины

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

Отсюда

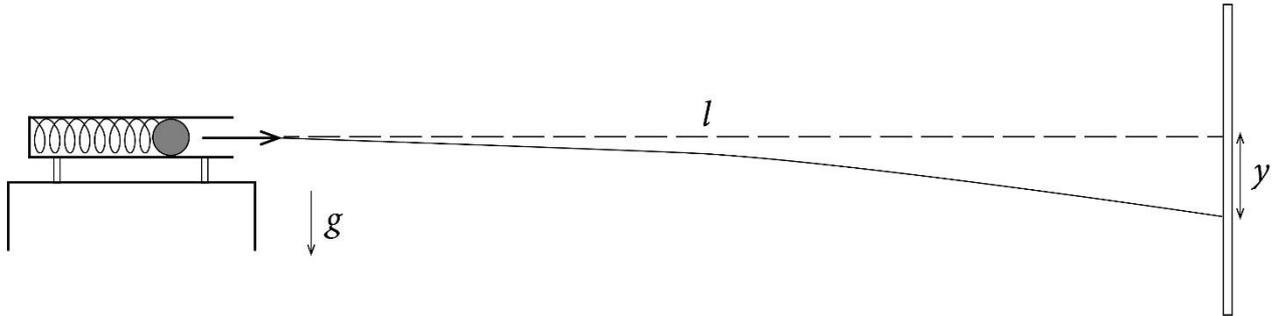
$$k = \frac{mv^2}{x^2} = \frac{mgl^2}{2yx^2}$$

Подставляя численные данные из условия задачи, получаем ответ на четвертый вопрос: $k = 2500 \text{ Н/м}$.

Задание № 1.2

Общее условие:

Детский пружинный пистолет представляет собой трубку с пружиной, в качестве пули используется небольшой стальной шарик. При зарядании пружина сжимается и фиксируется в сжатом состоянии. Шарик помещается внутрь трубки. При выстреле пружина распрямляется и выбрасывает шарик.



Ствол пистолета располагается горизонтально на одной высоте с центром мишени. Мишень располагается на расстоянии l от пистолета, шарик вылетает из ствола со скоростью v . Точка попадания шарика в мишень смещена вниз от центра на расстояние y .

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

Как меняется значение y при уменьшении l ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется значение y при увеличении v ?

Варианты ответов:

- Увеличивается

- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Пусть при описанном выше горизонтальном выстреле при $l = 5$ м величина смещения $y = 25$ см. Пружина перед выстрелом была сжата на величину $x = 8$ см, масса шарика — 20 г. На какую высоту h подлетит шарик при вертикальном выстреле при таком же сжатии пружины?

Ответ выразить в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 25 м

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равен коэффициент жёсткости пружины?

Ответ выразить в Н/м, округлите до десятых.

Ответ: 1562.5 Н/м

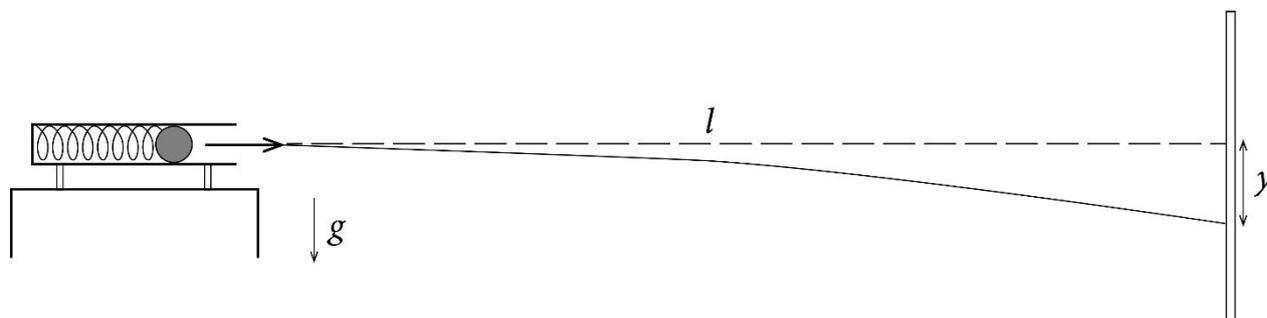
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 1.3

Общее условие:

Детский пружинный пистолет представляет собой трубку с пружиной, в качестве пули используется небольшой стальной шарик. При зарядании пружина сжимается и фиксируется в сжатом состоянии. Шарик помещается внутрь трубки. При выстреле пружина распрямляется и выбрасывает шарик.



Ствол пистолета располагается горизонтально на одной высоте с центром мишени. Мишень располагается на расстоянии l от пистолета, шарик вылетает из ствола со скоростью v . Точка попадания шарика в мишень смещена вниз от центра на расстояние y .

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

Как меняется значение y при увеличении l ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется значение y при уменьшении v ?

Варианты ответов:

- Увеличивается

- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Увеличивается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Пусть при описанном выше горизонтальном выстреле при $l = 6$ м величина смещения $y = 60$ см. Пружина перед выстрелом была сжата на величину $x = 5$ см, масса шарика — 10 г. На какую высоту h подлетит шарик при вертикальном выстреле при таком же сжатии пружины?

Ответ выразить в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 15 м

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равен коэффициент жёсткости пружины?

Ответ выразить в Н/м, округлите до десятых.

Ответ: 1200 Н/м

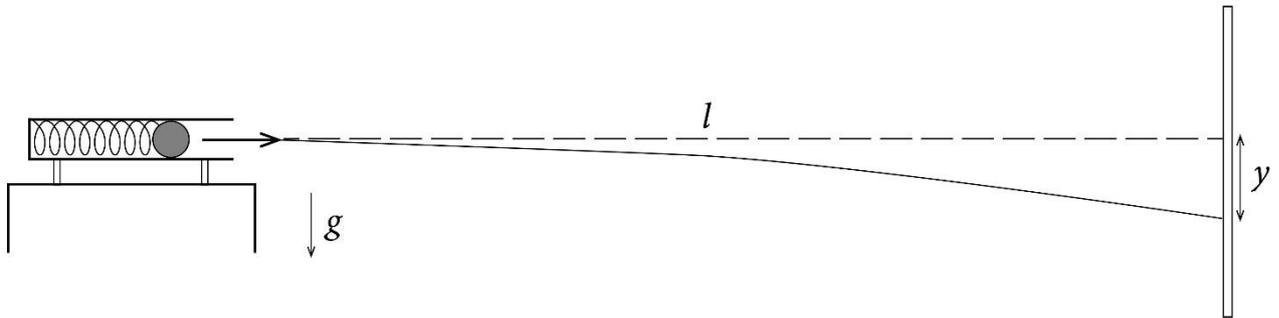
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 1.4

Общее условие:

Детский пружинный пистолет представляет собой трубку с пружиной, в качестве пули используется небольшой стальной шарик. При зарядании пружина сжимается и фиксируется в сжатом состоянии. Шарик помещается внутрь трубки. При выстреле пружина распрямляется и выбрасывает шарик.



Ствол пистолета располагается горизонтально на одной высоте с центром мишени. Мишень располагается на расстоянии l от пистолета, шарик вылетает из ствола со скоростью v . Точка попадания шарика в мишень смещена вниз от центра на расстояние y .

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Условие:

Как меняется значение y при уменьшении l ?

Варианты ответов:

- Увеличивается
- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Как меняется значение y при увеличении v ?

Варианты ответов:

- Увеличивается

- Уменьшается
- Не меняется

Правильный ответ:

- Уменьшается

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Пусть при описанном выше горизонтальном выстреле при $l = 8$ м величина смещения $y = 40$ см. Пружина перед выстрелом была сжата на величину $x = 5$ см, масса шарика — 15 г. На какую высоту h подлетит шарик при вертикальном выстреле при таком же сжатии пружины?

Ответ выразить в метрах, округлите до десятых.

Ответ: 40 м

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равен коэффициент жёсткости пружины?

Ответ выразить в Н/м, округлите до десятых.

Ответ: 4800 Н/м

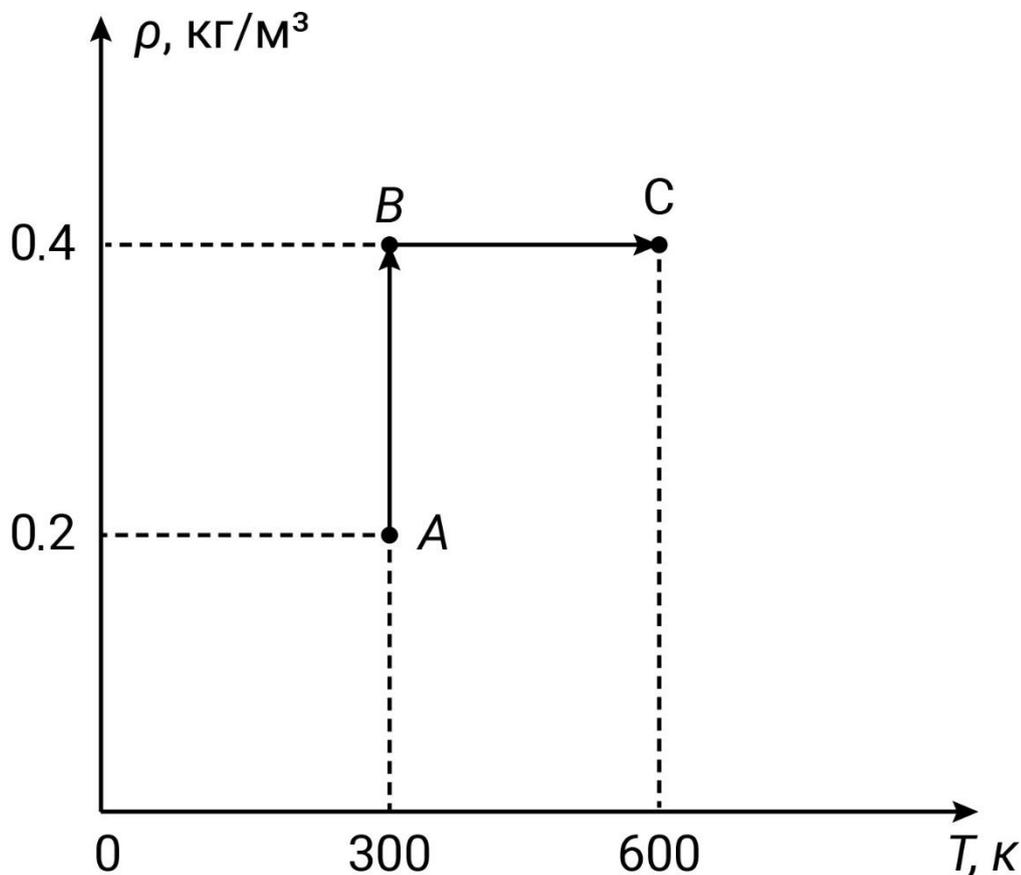
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

Один моль гелия участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах ρ (плотность) — T (температура) 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

Правильный ответ:

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

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите изменение внутренней энергии в процессе $A - B - C$. Ответ выразите в джоулях с учётом знака изменения внутренней энергии, округлите до целых.

Ответ: 3735 Дж

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Определите $\frac{P_C}{P_A}$ — отношение давлений в точках C и A . Ответ округлите до десятых.

Ответ: 4.0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) Процесс $A - B$ протекает при постоянной температуре, следовательно, это изотермический процесс. На участке $B - C$ постоянной является плотность газа, а значит, постоянен и его объём. Поэтому $B - C$ соответствует изохорному процессу.
- 2) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа (в нашем случае — гелия) определяется выражением

$$U = \frac{3}{2} \nu RT$$

Изменение внутренней энергии в процессе $A - B - C$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_C - T_A) = 3735 \text{ Дж}$$

- 3) Из уравнения состояния для точек A и C

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

Так как плотность ρ определяется выражением $\rho = \frac{m}{V}$, уравнение состояния для заданной массы газа может быть записано так

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

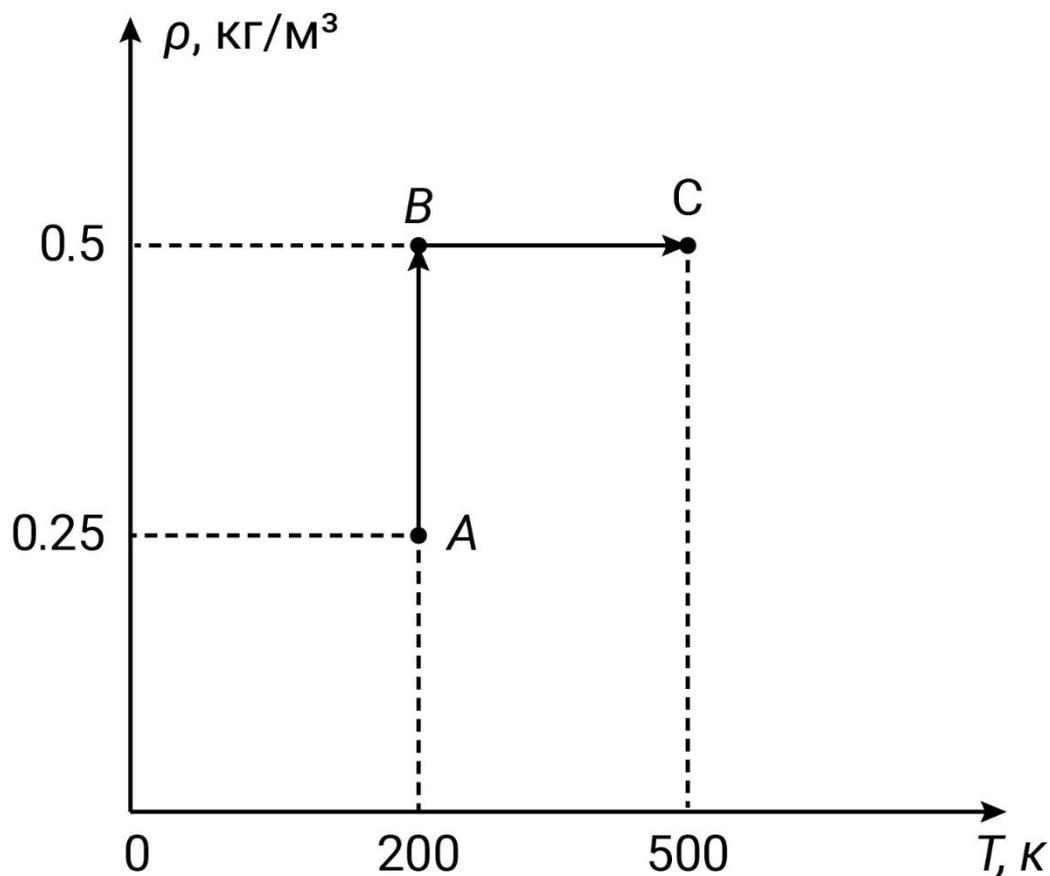
Отсюда

$$\frac{P_C}{P_A} = \frac{\rho_C T_C}{\rho_A T_A} = 4$$

Задание № 2.2

Общее условие:

Один моль аргона участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах ρ (плотность) — T (температура) 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
- $A - B$ – изобарный; $B - C$ – адиабатический

Правильный ответ:

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

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите изменение внутренней энергии в процессе $A - B - C$. Ответ выразите в джоулях с учётом знака изменения внутренней энергии, округлите до целых.

Ответ: 3735 Дж

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Определите $\frac{P_C}{P_A}$ — отношение давлений в точках C и A . Ответ округлите до десятых.

Ответ: 5.0

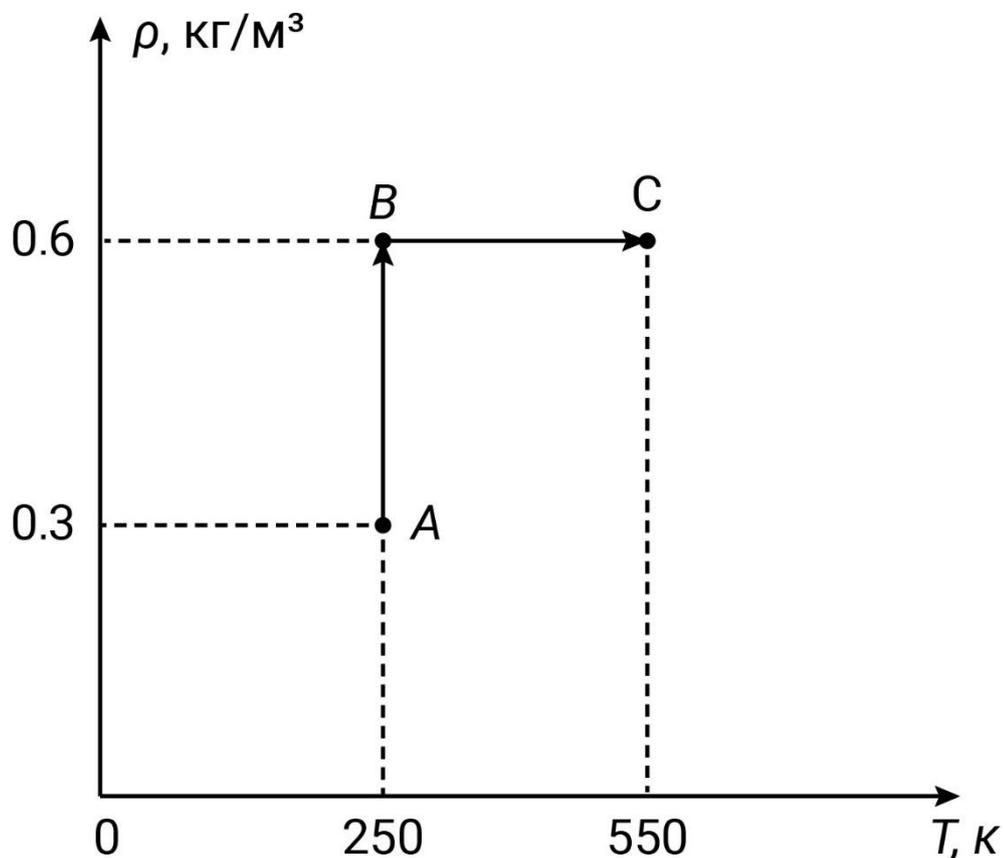
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 2.1

Задание № 2.3

Общее условие:

Один моль неона участвует в процессе $A - B - C$. График этого процесса в координатах ρ (плотность) — T (температура) представлен на рисунке.



Неон 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

Правильный ответ:

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

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите изменение внутренней энергии в процессе А – В. Ответ выразите в джоулях с учётом знака изменения внутренней энергии, округлите до целых.

Ответ: 0 Дж

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Определите $\frac{P_C}{P_A}$ — отношение давлений в точках С и А. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 4.4

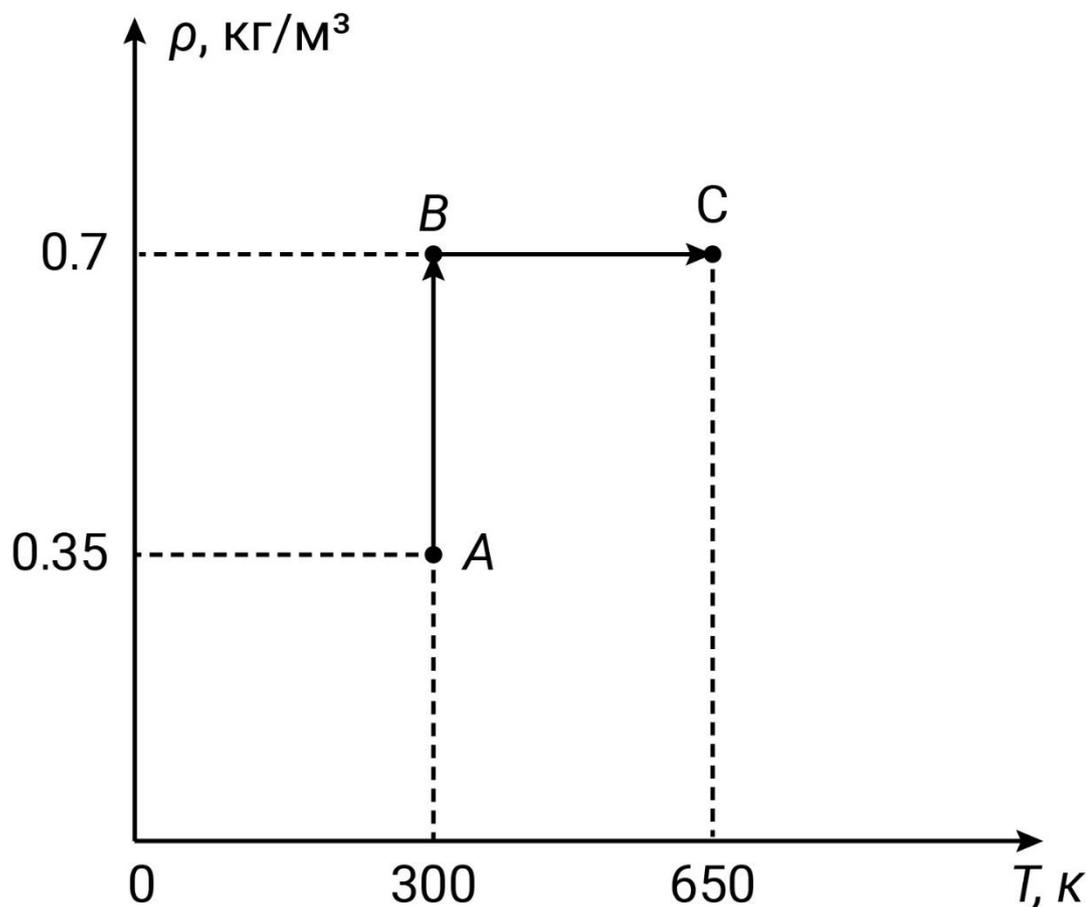
Точное совпадение ответа — 4 балла

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 ρ (плотность) — T (температура) 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
- $A - B$ — адиабатический, $B - C$ — изобарный
- $A - B$ — изобарный; $B - C$ — адиабатический

Правильный ответ:

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

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите изменение внутренней энергии в процессе В – С. Ответ выразите в джоулях с учётом знака изменения внутренней энергии, округлите до целых.

Ответ: 4358 Дж

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Определите $\frac{P_C}{P_A}$ — отношение давлений в точках С и А. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 4.3

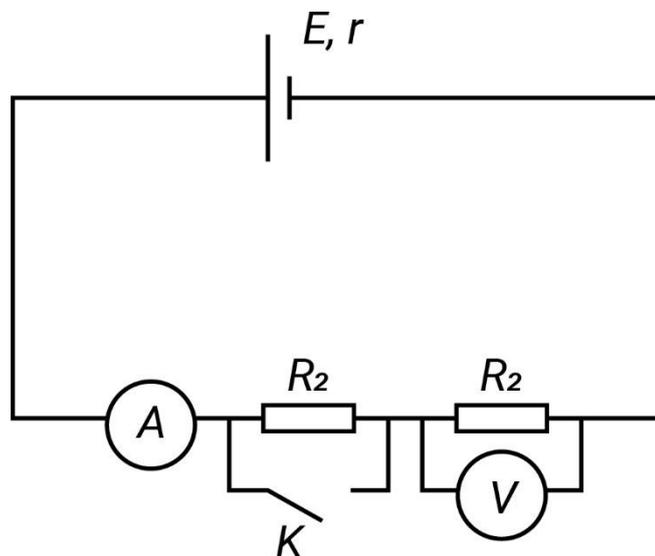
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ЭДС источника $E = 12$ В, его внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом, сопротивления $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, амперметр и вольтметр — идеальные. Ключ K первоначально разомкнут.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_1 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 6 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра до замыкания ключа. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 4 В

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Как изменятся показания амперметра и вольтметра после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра уменьшатся

Правильный ответ:

- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра в схеме с замкнутым ключом, если резистор R_2 перегорит и тока через него не будет. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 12 В

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

- 1) При разомкнутом ключе величина силы тока через резисторы

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = 1 \text{ А}$$

Тогда мощность, выделяющаяся на резисторе R_1 (первый вопрос)

$$P_1 = I^2 R_1 = 6 \text{ Вт},$$

а напряжение на резисторе R_2 (второй вопрос) $U_2 = IR_2 = 4 \text{ В}$

- 2) После замыкания ключа сила тока в цепи увеличивается, соответственно увеличиваются показания амперметра и вольтметра (третий вопрос).

- 3) При перегорании резистора R_2 закон Ома для полной цепи выглядит следующим образом

$$I(R_1 + r) + U_V = E$$

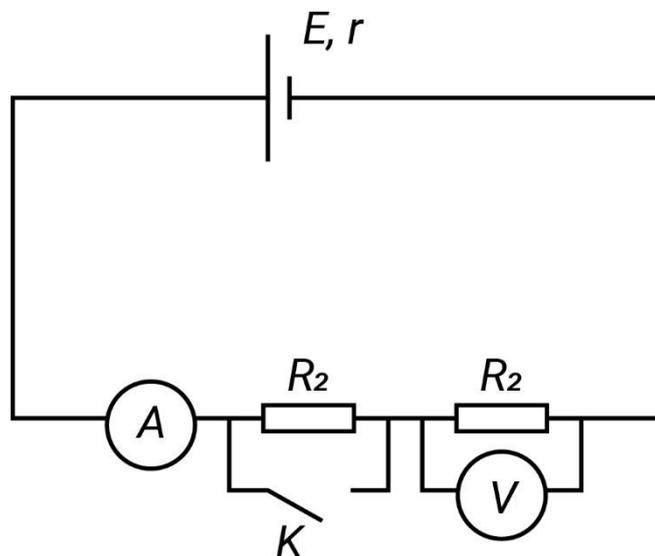
Учитывая, что из-за очень большого сопротивления вольтметра (вольтметр идеальный!) ток в цепи практически равен 0, получаем

$$U_V = E = 12 \text{ В}$$

Задание № 3.2

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ЭДС источника $E = 14$ В, его внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом, сопротивления $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, амперметр и вольтметр — идеальные. Ключ K первоначально разомкнут.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_1 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 8 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра до замыкания ключа. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 6 В

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Как изменятся показания амперметра и вольтметра после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра уменьшатся

Правильный ответ:

- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра в схеме с замкнутым ключом, если резистор R_2 перегорит и тока через него не будет. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 14 В

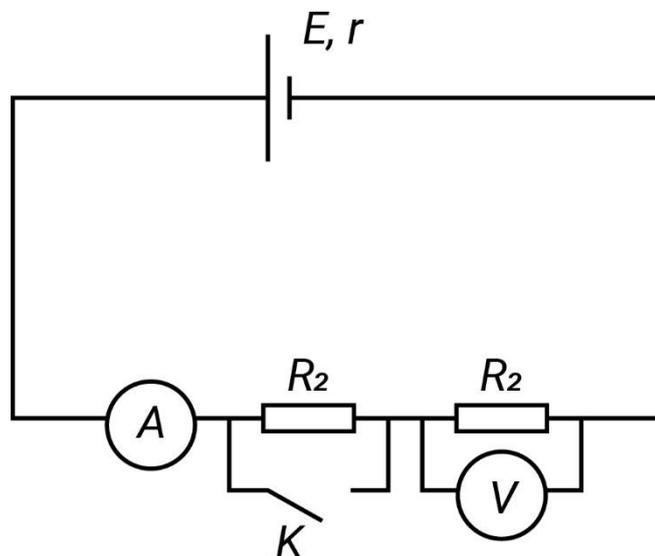
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 3.1

Задание № 3.3

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ЭДС источника $E = 16$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивления $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, амперметр и вольтметр — идеальные. Ключ K первоначально разомкнут.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_1 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 20 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра до замыкания ключа. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 4 В

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Как изменятся показания амперметра и вольтметра после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра уменьшатся

Правильный ответ:

- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра в схеме с замкнутым ключом, если резистор R_2 перегорит и тока через него не будет. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 16 В

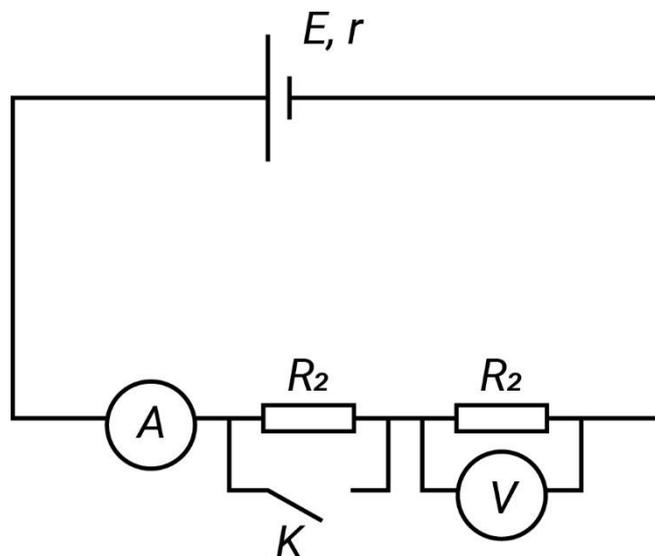
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 3.1

Задание № 3.4

Общее условие:

В электрической схеме, представленной на рисунке, ЭДС источника $E = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивления $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, амперметр и вольтметр — идеальные. Ключ K первоначально разомкнут.



Условие:

Определите мощность, выделяющуюся на резисторе R_1 до замыкания ключа. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: 5 Вт

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра до замыкания ключа. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 4 В

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Как изменятся показания амперметра и вольтметра после замыкания ключа?

Варианты ответов:

- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра уменьшатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра уменьшатся
- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра не изменятся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра увеличатся
- Показания амперметра не изменятся, показания вольтметра уменьшатся

Правильный ответ:

- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра увеличатся

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите показания вольтметра в схеме с замкнутым ключом, если резистор R_2 перегорит и тока через него не будет. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ: 10 В

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 3.1