

ПРИМЕРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА ЗАДАНИЯ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

1.1 Примеры оценивания ответов на задание 28

Задание 1

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на длинной шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.




Возможный ответ	
<p>1) Гильза притянется к пластине, коснется ее, а потом отскочит и зависнет в отклоненном состоянии.</p> <p>2) Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдет ее электризация: та ее сторона, которая ближе к пластине (левая), будет иметь отрицательный заряд, а противоположная сторона (правая) – положительный. Поскольку сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет больше отталкивания правой стороны гильзы. Гильза будет притягиваться к пластине и двигаться, пока не коснется её.</p> <p>3) В момент касания часть электронов перейдет с гильзы на положительно заряженную пластину, гильза приобретет положительный заряд и оттолкнется от теперь уже одноименно заряженной пластины.</p> <p>4) Под действием силы отталкивания гильза отклонится вправо и зависнет в положении, когда равнодействующая силы электростатического отталкивания, силы тяжести и силы натяжения нити станет равна нулю.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>описание движения гильзы, п.1</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>электризация во внешнем поле и при контакте с заряженным телом, взаимодействие заряженных тел</i>)	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необхо-</p>	2


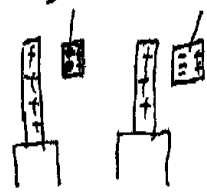
<p>димых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Пример 1.1 (2 балла)

С1



При поднесении к гильзе вискозного каучука пластины на той оказалась заряд (+). Но у гильзы заряд будет разноименный (- слева, + справа). (Так как гильза нейтральна). Затем она начнет приближаться к пластине до тех пор, пока не прикоснется к ней. После соприкосновения на гильзе будет заряд (+) и она резко пойдет в противоположную сторону от пластины. Будет

Приведен верный ответ и верные рассуждения об электризации гильзы. В качестве указания на электризацию во внешнем поле и при контакте с заряженным телом приняты имеющиеся в решении рисунки. Отсутствует прямое указание на характер взаимодействия заряженных тел.

Пример 1.2 (1 балл)

С1 гильза сначала прикоснется к палочке, а затем резко откинется в сторону, это происходит потому что когда гильза коснется палочки, то зарядимось положительно, а отрицательные заряды отталкиваются

Приведен верный ответ (описание движения гильзы), элементы объяснения, но в нём не указаны два явления (электризация гильзы во внешнем поле и при контакте), необходимых для полного верного объяснения.

Пример 1.3 (1 балл)

С1. Подав на шпильку положительный заряд, электроны шпильки, переходят на сторону, противоположную к пластине, притягиваются к пластине, заряд передается пластине, и теперь шпилька и пластина стали однополярны, и отталкиваются друг от друга, т.к. электроны пришли на другую сторону.

Дан верный ответ о движении гильзы (частично представленный в виде рисунков), но приведены неполные рассуждения, в которых есть недочеты.

Пример 1.4 (1 балл)

Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного вольтметра, при этом, подав на нее положительный заряд, гильза притянулась к пластине. Это объясняется тем, что подав положительный заряд, на пластине начали двигаться электроны. Пластина тем самым тоже стала положительной зарядом.

Притяжение происходит в силу того, что разноименные заряды притягиваются.

Ответ неполный, указаны не все необходимые для объяснения явления, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.

Пример 1.5 (0 баллов)

С1. Пластина, подсоединенная к клемме высоковольтного вольтметра, будучи положительно заряженной, создает электрическое поле напряженностью E . Следовательно на шпильку действует сила, заставляющая шпильку колебаться.

Ответ неверный, рассуждения не поддерживают получение верного ответа.

Задание 2

Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС E и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

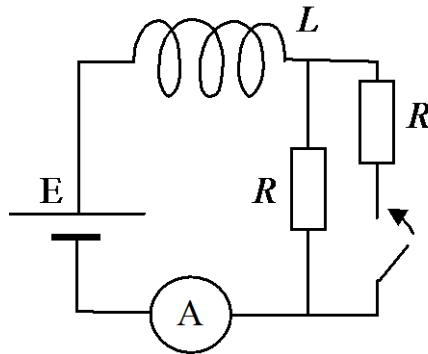


Рис. 1

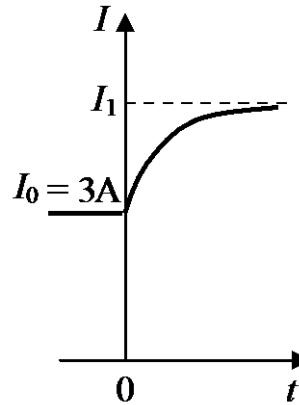


Рис. 2

В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рис. 2. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при замыкании ключа сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения – I_1 . Определите значение силы тока I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Возможное решение

1. Сила тока определяется законом Ома для полной цепи: $IR_{\text{аù}} = E + E_{\text{éíä}}$, где I – сила тока в цепи, $R_{\text{общ}}$ – сопротивление цепи, а $E_{\text{éíä}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ – ЭДС самоиндукции, возникающая только при изменении силы тока, и препятствующая его изменению согласно правилу Ленца.

2. До замыкания ключа $R_{\text{аù}} = R$, сила тока через амперметр определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I_0 = \frac{E}{R}$.

3. При замыкании ключа сопротивление цепи скачком уменьшается в 2 раза, но ЭДС самоиндукции препятствует изменению силы тока через катушку. Поэтому сила тока через катушку при замыкании ключа не претерпевает скачка.

4. Постепенно ЭДС самоиндукции уменьшается до нуля, а сила тока через катушку плавно возрастает до стационарного значения: $I_1 = 2 \frac{E}{R} = 2I_0 = 6 \text{ A}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>значение силы тока – п. 4</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи, явление самоиндукции</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 – 3 балла

В данной схеме ток протекает по одному резистору, когда переключают ключ, то ток течет по двум параллельным резисторам $(R_{\text{пол}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2})$ поэтому сила тока увеличивается в два раза из-за параллельного соединения и равна $I_2 = 6$.

$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R}$; $I_0 = \frac{2\mathcal{E}_0}{R}$; $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$; \mathcal{E} (ЭДС) - препятствует изменению тока и когда ток перестает изменяться (увеличиваться), то \mathcal{E} - пропадает.

В работе дан правильный ответ (отсутствие единиц измерения в ответе в данном случае может расцениваться как описка, так есть явное указание на то, что сила тока увеличивается в два раза). Есть указания на все законы и явления, перечисленные в критериях.

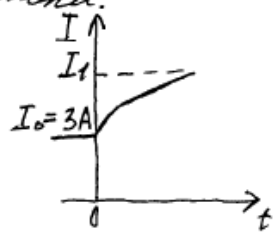
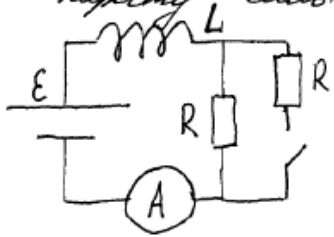
Работа 2 – 2 балла

Сила тока в цепи увеличивается постоянно, т.к. в цепи находится катушка. При замыкании ключа сопротивление цепи уменьшается в 2 раза следовательно, сила тока начинает возрастать, и при этом I , в катушке происходит изменение магнитного потока, создаваемой этим током. Появляется ЭДС индукции в катушке. ЭДС препятствует росту силы тока.

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = 3 \text{ A}$

$I_1 = \frac{2\mathcal{E}}{R} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ A}$

Ответ: $I_1 = 6 \text{ A}$.



Дан верный ответ, в объяснении присутствуют указания на закон Ома для полной цепи и описано явление самоиндукции. Первая фраза является неверной, но отнесена к лишним записям.

Работа 3 – 2 балла

С1. По правилу Ленца при уменьшении или увеличении силы тока в цепи, в катушке возникает индукционный ток, который противодействует тому изменению магнитного потока, на который его возбуждают.
 При замыкании ключа ток катушки будет протекать через оба резистора, в результате чего общая сила тока будет равна $2I_0$, а сила тока $I_{\text{общ}} = 2I_0$, т.е. $I_{\text{общ}} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ А}$.
 Ответ: 6 А.

Дан правильный ответ, но нет указания на закон Ома для полной цепи и есть логический недочет в формулировке правила Ленца. Поскольку недостатки решения не суммируются, итоговый результат – 2 балла.

Работа 4 – 1 балл

а) При замыкании ключа, сила тока в цепи быстро падает, потому что в цепи параллельно включены дополнительный резистор с собственным сопротивлением, следовательно, общее сопротивление цепи будет определяться по формуле $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$. Таким образом, отсылка на Закон Ома для полной цепи ($I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$), сопротивление, которое стоит в знаменателе равно падает, а сила тока, которая находится в обратной зависимости (обратно пропорциональна) от сопротивления быстро падает. б) При том же сопротивлении увеличим ЭДС, увеличит сила тока вдвое $I_1 = 2I_0 = 2 \cdot 3 \text{ А} = 6 \text{ А}$.
 Ответ: 6 А.

Дан правильный ответ, но не указано явление самоиндукции. При этом плавность изменения силы тока объясняется ошибочно. Таким образом, указаны не все необходимые явления и законы, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.

Работа 5 – 1 балл

$I_1 - ?$

При замыкании ключа I (сила тока) начинает возрастать. Это происходит из-за того, что когда ключ замкнут, установилось параллельное сопротивление (R) следовательно оно уменьшилось в два раза. т.к. сопротивления одинаковы. Из закона Ома для полной цепи следует: $\mathcal{E} = \frac{I_0}{R+r}$
 т.к. r - пренебрегается, а R уменьшилось в два ($\frac{1}{2}R$) $\mathcal{E} = \frac{I_0 \cdot 2}{R} \Rightarrow$
 $I_1 = I_0 \cdot 2 = 3 \text{ А} \cdot 2 = 6 \text{ А}.$
 Ответ: 6 А.

Дан верный ответ, имеются рассуждения, направленные на решение задачи. Полностью отсутствует указание на явление самоиндукции, формула закона Ома написана ошибочно.

Задание 3

Три одинаковых сосуда, содержащих разреженный газ, соединены друг с другом трубками малого диаметра: первый сосуд – со вторым, второй – с третьим. Первоначально давление газа в сосудах было равно соответственно p , $3p$ и p . В ходе опыта сначала открыли и закрыли кран, соединяющий второй и третий сосуды, а затем открыли и закрыли кран, соединяющий первый сосуд со вторым. Как изменилось в итоге (уменьшилось, увеличилось или осталось неизменным) количество газа в первом сосуде? (Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной.)

Возможное решение

1. В итоге количество газа в первом сосуде увеличилось
2. В соответствии с законами Дальтона и Бойля–Мариотта (применёнными к парциальным давлениям газов во втором и третьем сосудах), суммарное давление этих газов после закрывания второго крана равно $3p/2 + p/2 = 2p$.
3. Аналогично этому давление в первом и втором сосудах после закрывания первого крана равно $p/2 + 2p/2 = 1,5p$. Это означает, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, что количество газа в первом сосуде в итоге увеличилось.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>увеличение количества газа в первом сосуде</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>законы Дальтона и Бойля–Мариотта, уравнение Клапейрона–Менделеева</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 – 3 балла



1. соедини 2 и 3 сосуда
 2 сосуда в. сос. $3pV = V_2 RT$
 3 сосуда сос. $pV = V_3 RT$
 после соединения

$$p_{2+3} (2V) = (V_2 + V_3) RT$$

$$p_{2+3} = \left(\frac{3pV}{RT} + \frac{pV}{RT} \right) RT = 2 \frac{4pV}{RT}$$

$$p_{2+3} = \frac{2pRT}{RT} = 2p$$

Соедини 1 со 2 сосуда, где 2 сосуда давали давление $2p$
 и найдем из $\frac{2pV}{RT} = V_2$

$$1 \text{ сос. } pV = V_1 RT$$

$$2 \text{ сос. } 2pV = V_2 RT$$

$$3 \text{ сос. } \text{Посл } p_{1+2} \cdot 2V = (V_1 + V_2) RT$$

после соедин

$$(V_1 + V_2) = \frac{pV}{RT} + \frac{2pV}{RT} = \frac{3pV}{RT}$$

$$\text{до соедин } V_1 = \frac{pV}{RT}$$

найдем раз в $T_{\text{соедин}}$

$$V_1' = \frac{3pV}{RT} : 2 = 1,5 \frac{pV}{RT}$$

новому количеству газа

в $T_{\text{соедин}}$ увели на

$$\Delta V = V_1' - V_1 = 1,5 \frac{pV}{RT} - \frac{pV}{RT} =$$

$$= 0,5 \frac{pV}{RT}$$

количество газа в $T_{\text{соедин}}$ увеличилось.

Приведён правильный и полностью обоснованный ответ

Работа 2 – 2 балла

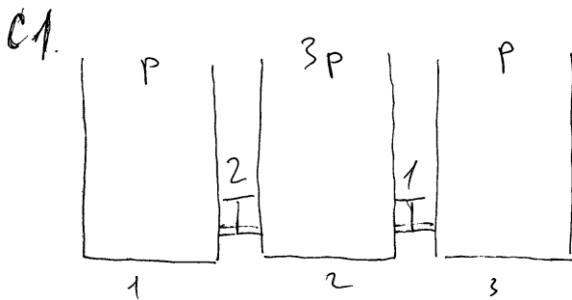
C1

$T = \text{const}$ – температура не меняется.
 $V_1 = V_2 = V_3 = V$ – объём каждого сосуда равен.
 При открытии и закрытии крана (2)-(3):
 $p_2 = p_3 = \frac{3p + p}{2} = 2p$

$(p = n \cdot k \cdot T)$
 $(V = V_2 + V_3 = 2V \Rightarrow n = \frac{n_2 + n_3}{2})$
 Три открыли и закрыли крана ①-②:
 $p_1 = p_2 = \frac{2p + p}{2} = 1,5p$
 $p_1 = n \cdot k \cdot T$
 $n = \frac{p_1}{k \cdot T} = \frac{1,5p}{k \cdot T} \Rightarrow$
 В итоге: увеличивается концентрация молекул газа в 1-ом сосуде
 Т.е. в итоге количество газа в 1-ом сосуде увеличивается.

Приведён правильный ответ. Нахождение давления после открывания крана недостаточно обосновано.

Работа 3 – 2балла



Дано: $V_1 = V_2 = V_3$
 $T_1 = T_2 = T_3$
 $p_1 = p$
 $p_2 = 3p$
 $p_3 = p$

Решим:
 1) $pV = \nu RT$ (з-н Менделеева-Клапейрона)
 2) $p \cdot \frac{V}{RT} = \nu$ (вед-ка $\frac{V}{RT}$ в дан. сл-е не меняется);
 значит ν прямо пропорц. p

3) После откр. крана давление во 2 и 3-ем сосудах стало равным:
 $p_{23} = \frac{p_2 + p_3}{2} = p$; значит теперь давление во втором сосуде $2p$.

4) аналогично после отк. и зап. 2-го крана, тогда давление в первом сосуде $1,5P$
 4.) Т.к. объёмная, в нач. сумм.; 10-во в во записи $1,5P$, то $\rho_{1к} = 1,5P$,
 5) $\frac{\rho_{1к}}{\rho_{10}} = \frac{1,5P}{P} = 1,5$.

Ответ: количество газа увеличилось в 1,5 раз.

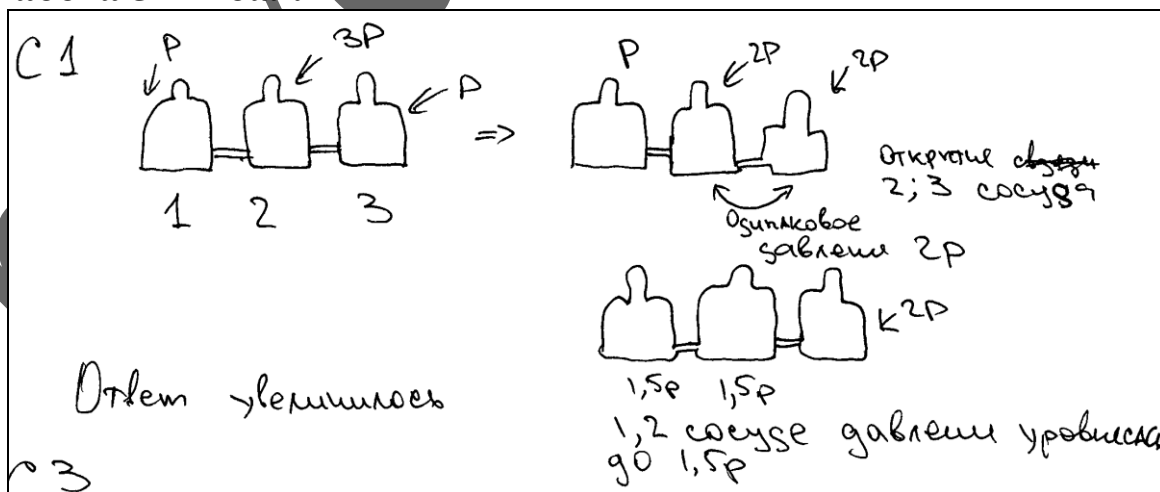
Приведён правильный и обоснованный ответ. Нахождение давлений после открывания кранов не подкрепляется ссылкой на закон.

Работа 4 – 1 балл

С1 По формуле $pV = \frac{m}{M} RT$ видно, что если объёма и температуры сосудов были одинаковыми, то распределение массы в сосудах было: 1т; 3т; 1т.
 Тогда при открытии клапана между 2 и 3 сосудами, распределение стало равномерным, то есть: 1т; 2т; 2т.
 После открытия второго клапана, так же произошло равномерное распределение, следовательно стало: 1,5т; 1,5т; 2т.
 Ответ: 1,5т (увеличилась в 1,5 ^{раза}).

Приведён правильный ответ и обоснование. Выравнивание масс не подкрепляется ссылкой на закон.

Работа 5 – 1 балл

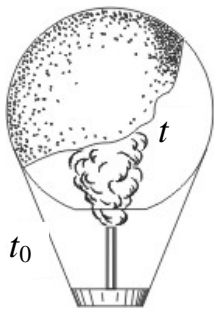


Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

Pavelurazov.ru

3.1 Примеры оценивания ответов на задания 29-32

Задание 1



Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объем $V = 230$ м³, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Какую минимальную температуру t должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

Возможное решение	
<p>Условие подъема шара: $F_{\text{Архимеда}} \geq Mg + mg$,</p> <p>где M – масса оболочки, m – масса воздуха внутри оболочки, отсюда $\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \Rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V$,</p> <p>где ρ_0 – плотность окружающего воздуха, ρ – плотность воздуха внутри оболочки, V – объем шара.</p> <p>Для воздуха внутри шара находим: $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$, или $\frac{m}{V} = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T} = \rho$, где p – атмосферное давление, T – температура воздуха внутри шара. Соответственно, имеем плотность воздуха снаружи: $\rho_0 = \frac{\mu p}{RT_0}$, где T_0 – температура окружающего воздуха.</p> $\frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} \geq M + \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_{\min}} = \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} - M \Rightarrow \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{T_0} - \frac{M \cdot R}{p \cdot \mu \cdot V},$ $T_{\min} = T_0 \frac{p \mu V}{p \mu V - M R T_0} \approx 538 \text{ K} = 265^\circ\text{C}.$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Менделеева–Клапейрона</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается реше-</p>	3

<p>ние «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 - 3 балла

C₂ Дано:

$M = 145 \text{ кг}$
 $V = 230 \text{ м}^3$
 $\bar{t} = 273 \text{ К}$
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$

Считая, что объем оболочки пренебрежимо мал, пишем уравнения равновесия шара в момент подъема шара:

$$N_g + m_1 g = m_2 g$$

$$N + m_1 = m_2$$

m_1 - масса горячего воздуха
 m_2 - масса вытесненного холодного воздуха.
 где неизвестны m_1 и m_2 используем газовую законную;

$$P \cdot V = \frac{m_1 \cdot R \cdot T}{\mu} ; \quad m_1 = \frac{P \cdot V \cdot \mu}{R T} ; \quad P \cdot V = \frac{m_2 \cdot R T_0}{\mu}$$

$$m_2 = \frac{P \cdot V \cdot \mu}{R T_0}$$

$$\frac{M + P \cdot V \cdot \mu}{R T} = \frac{P \cdot V \cdot \mu}{R T_0}$$

$$T = \frac{P \cdot V \cdot \mu}{R \left(\frac{P \cdot V \cdot \mu}{R T_0} - M \right)} = \frac{P \cdot V \cdot \mu \cdot T_0}{P \cdot V \cdot \mu - T_0 \cdot M \cdot R}$$

$$= \frac{10^5 \cdot 230 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 273}{10^5 \cdot 230 \cdot 29 \cdot 10^{-3} - 273 \cdot 145 \cdot 8,31} = 538,7 \text{ К}$$

$$t = 538,7 \text{ К} - 273 \approx 266^\circ \text{C}$$

Ответ: $t = 266^\circ \text{C}$.

Полное правильное решение задачи, но при подстановке масс в условие равновесия шара учащийся допускает ошибку. Однако следующая формула записана правильно, и получен верный ответ. Допущенная ошибка приравнивается к опiske, и работа оценивается 3 баллами.

Работа 2 - 2 балла

C₂: $Mg \rightarrow + m_1 g \rightarrow + F_{\text{Арх}} = 0 ; \int \rho g V = M_1 g + m_2 g$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{PV\mu}{RT} ; \int \rho g V = \frac{PV\mu}{RT_0}$$

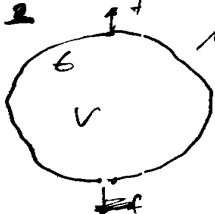
$$\frac{P \cdot M \cdot V}{RT_0} = M + \frac{PV\mu}{RT} \Rightarrow t = \frac{PV\mu}{R \left(\frac{PV\mu}{T_0 R} - M \right)} - 273$$

M - материал масса воздуха.

Записаны все необходимые уравнения, проведены преобразования, получен ответ в общем виде, но решение не доведено до численного ответа. Работа оценивается 2 баллами.

Работа 3 – 1 балл

C2



Дано: $M = 145 \text{ кг}$, $V = 230 \text{ м}^3$, $t = -0^\circ\text{C}$,
 Найти: $t = ?$

Решение: Условие плавания шара.

$$Mg = F_A + f, \quad f_A = \rho_0 g V$$


$$\rho_0 = \frac{p_0}{R T_0} = \frac{\rho_0 R T_0}{M_0} \quad \rho_0 = \frac{\rho_0 M_0}{R T_0}$$

$$Mg = \frac{\rho_0 M_0 g V}{R T_0} + f \quad t = f(t) \quad \text{Таким образом } t$$

Верно записаны два исходных уравнения. В условии равновесия для воздушного шара допущена ошибка. Следовательно, в одной из исходных формул, необходимых для решения задачи, допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. Работа оценивается 1 баллом.

Работа 4 – 1 балл

C2 $M = 145 \text{ кг}$
 $V = 230 \text{ м}^3$
 $p_A, T_0 = 273^\circ\text{K}$
 $t = ?$



$m \ddot{x} = m \vec{g} + \vec{F}_A$ $\ddot{x} = 0$ (ускорение = 0)
 $m \ddot{x} = mg - F_A$ $mg = \rho_0 g V$ $\rho_0 = \frac{m}{V}$ (1)

$pV = \nu RT$
 $\rho_0 M = \rho_0 R T_0$ - при $T = 0^\circ\text{C}$
 ρ_0 - плотности при $T = 0^\circ\text{C}$ и $p = 10^5 \text{ Па}$
 $\frac{\rho_0 M}{R} = \rho_0 T_0$ $\frac{\rho_0 M}{R} = \rho_0 T_1$
 $\rho_0 T_0 = \rho_0 T_1$
 (2) $\rho_1 = \frac{\rho_0 T_0}{T_1}$ - плотность воздуха при $T = T_1$

$\rho_0 M = \rho_0 R T_0$
 $\rho_0 = \frac{\rho_0 M}{R T_0}$ (3)
 $T_1 = \frac{\rho_0 M V_0}{R m}$
 $T_1 = \frac{10^5 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot 230}{8,31 \cdot 145} = \frac{6670 \cdot 10^2}{1235} \approx 430^\circ\text{K}$

$\rho = p_A$ (т.к шар открыт)
 ρ - плотности воздуха при $T = 0^\circ\text{C}$
 давление снаружи и внутри шара равно
 т.к шар открыт

Записаны все необходимые уравнения, но, судя по дальнейшим преобразованиям, учащийся не учитывает массу оболочки шара и неверно записывает выражение для плотности воздуха в шаре (через массу оболочки и объем шара). Следовательно, одно из исходных уравнений ошибочно, и работа оценивается 1 баллом.

Работа 5 – 0 баллов

C-2.

$$pV = \frac{m}{M} R T \Rightarrow T = \frac{p \cdot V}{R \cdot \frac{m}{M}} = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot m}$$

$$T = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 230 \text{ м}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 145 \text{ кг}} = \frac{7360 \cdot 10^2}{1204,95} = 611 \text{ К}$$

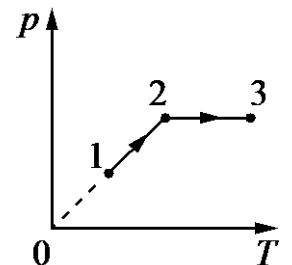
$$t = 611 \text{ К} - 273 \text{ К} = 338^\circ \text{C}$$

Ответ: 338 °C.

Отсутствуют два из трех необходимых для решения исходных уравнений. Работа оценивается 0 баллов.

Задание 2

Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах p – T . Известно, что давление газа p в процессе 1–2 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 3 равна 900 К?



Возможное решение

Для определения количества теплоты Q_{123} необходимо сложить количества теплоты, сообщённые газу на участках 1–2 и 2–3: $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$.

Исходя из приведённого графика, можно сделать вывод, что процесс 1–2 является изохорным. Для него, как следует из уравнения Клапейрона – Менделеева, $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, откуда $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2$. Следовательно, $T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = 2T_1 = 300 \cdot 2 = 600 \text{ К}$.

Работа газа в процессе 1–2 равна нулю, и для него первый закон термодинамики с учётом выражения для внутренней энергии одноатомного идеального газа принимает вид:

$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_1 \approx 3,74 \text{ кДж.}$
 Процесс 2–3 является изобарным с давлением $p = p_2 = \text{const}$, для него первый закон термодинамики принимает вид: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$, где $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2)$ – изменение внутренней энергии газа, $A_{23} = p_2(V_3 - V_2)$ – совершённая газом работа. Из уравнения Клапейрона – Менделеева $pV = \nu RT$ следует, что
 $Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R(T_3 - T_2)$. Таким образом,
 $Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R(T_3 - 2T_1) \approx 6,23 \text{ кДж.}$
 В результате $Q_{123} = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{5}{2} \nu R(T_3 - 2T_1) \approx 10 \text{ кДж.}$
 Ответ: $Q \approx 10 \text{ кДж}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>первый закон термодинамики, формулы для внутренней энергии одноатомного идеального газа и для работы газа на изобаре, уравнение Клапейрона – Менделеева</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях до-</p>	2

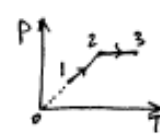
<p>пущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 – 3 балла

С3. Дано:
 $p_2 = 2p_1$
 $T_1 = 300\text{ K}$
 $T_3 = 900\text{ K}$
 $D = 1\text{ моль}$

 $Q = ?$

Решение:



$Q = \Delta U + A$ - закон термодинамики
 $\Delta U = \frac{3}{2} DR \Delta T$; $A = p \Delta V$.

1) $Q_{12} = \Delta U_{12}$; $V_{12} = \text{const} \Rightarrow A = 0$
 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, т.к. $p_2 = 2p_1 \Rightarrow$
 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{2p_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot 2p_1}{p_1} = 2T_1$
 $T_2 = 300\text{ K} \cdot 2 = 600\text{ K}$
 $Q_{12} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 1\text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 300\text{ K} = 3739,5\text{ Дж}$

2. $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$; $p_{23} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$; $p_2 V_2 = DR T_2$ (уравнение Менделеева-Клапейрона) $\Rightarrow V_2 = \frac{DR T_2}{p_2}$;
 $V_3 = \frac{T_3 \cdot V_2}{T_2} = \frac{T_3 \cdot DR T_2}{T_2 \cdot p_2} = \frac{T_3 \cdot DR}{p_2}$
 $A = p \Delta V = p (V_3 - V_2) \Rightarrow A = p_2 \cdot \frac{DR}{p_2} (T_3 - T_2) = 8,31 \cdot 300\text{ K} = 2493\text{ Дж}$
 $\Delta U = \frac{3}{2} DR \Delta T$; $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 1\text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 300\text{ K} = 3739,5\text{ Дж}$

3. $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} = 3739,5\text{ Дж} + 3739,5\text{ Дж} + 2493\text{ Дж} = 9972\text{ Дж}$.

Ответ: $Q_{123} = 9972\text{ Дж}$.

Представлено полностью верное решение «по частям» с промежуточными вычислениями. Все вновь вводимые величины описаны с использованием

графика.

Работа 2 – 3 балла

Дано: $V_1 = 1 \text{ моль}$
 $A_2 = 2P_1$
 $T_1 = 300 \text{ К}$
 $T_3 = 900 \text{ К}$
 $\frac{V_2}{V_3} = \frac{1}{2}$
 $Q = ?$

П.к. 1-2 происходит через начало координат, то это изохора
 2-3 изобара:
 $1 \rightarrow 2: \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; T_2 = T_1 \cdot \frac{P_2}{P_1} = 600 \text{ К}$
 $Q_1 = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} \nu R T_1$
 $2 \rightarrow 3: \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow V_3 = \frac{T_2}{T_3} V_2 = \frac{3}{2} V_2 = \frac{3}{2} V_1$
 $Q_2 = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2) + 2P_1 \cdot (\frac{3}{2} V_2 - V_2) =$
 $= \frac{i}{2} \nu R T_1 + P_1 V_1 = \frac{i}{2} \nu R T_1 + \nu R T_1 = (\frac{i}{2} + 1) \cdot \nu R T_1$
 Ответа общее количество теплоты: $Q = Q_1 + Q_2 = (i+1) \cdot \nu R T_1 = 4 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}$
 $= 9942 \text{ Дж} \approx 10^4 \text{ Дж}$
 Ответ: 10^4 Дж

Представлено верное решение и правильный ответ. Недостатком является отсутствие общего вида записи первого закона термодинамики для двух случаев, но поскольку в указанных формулах можно вычленить изменение внутренней энергии и работы, то они принимаются в качестве допустимых исходных формул.

Работа 3 – 1 балл

С.с.

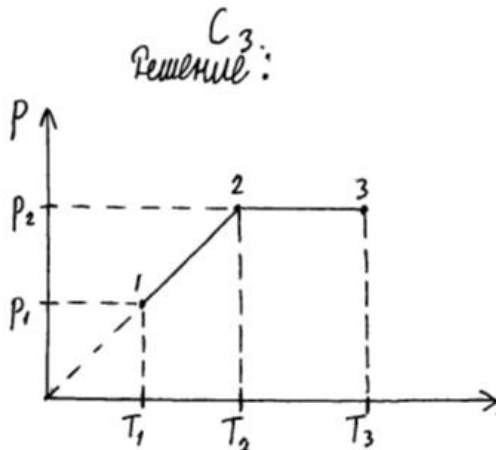
$T_1 = 300 \text{ К}$ $T_3 = 900 \text{ К}$ $\frac{P_2}{P_1} = 2$
 Запишем основные уравнения термодинамики:
 $Q = A_{\text{внеш}} + \Delta U$
 На участке 1-2 - изохорный процесс \Rightarrow
 Агах равна 0 $\Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12}$, $\Delta U > 0$ тк. Тувеличивается
 (т.к. $\frac{P}{V} = \text{const}$) $\Rightarrow T_2 = \frac{P_2}{P_1} \cdot T_1 = 2 \cdot 300 = 600 \text{ К}$
 $\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$ $\Delta T = T_2 - T_1 = 600 - 300 = 300 \text{ К}$ $\Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \cdot 8,31 \cdot 300$
 $= 3459,5 \text{ Дж}$ $\text{сн. направление на обороте}$
 Рассмотрим участок 2-3. Процесс изобарный $\Rightarrow Q_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$
 $\Delta T = T_3 - T_2 = 900 - 600 = 300 \text{ К}$ $\Delta T > 0 \Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow Q$ производится
 $Q_{23} = \frac{i}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 300 = 6232,5 \text{ Дж}$
 $Q = Q_{12} + Q_{23} = 6232,5 + 3459,5 = 9942 \text{ Дж}$
 Ответ: $Q = 9942 \text{ Дж}$

Представлено верное решение и ответ, но для участка 2-3 в качестве исходной формулы использована формула, которой нет в кодификаторе. Таким образом, отсутствует одна из исходных формул. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 4 – 0 баллов

Дано:
 $T_1 = 300\text{K}$,
 $T_3 = 900\text{K}$,
 $\nu = 1 \text{ моль}$,
 $p_2 = 2 p_1$,

 $Q = ?$



$Q = Q_{12} + Q_{23}$.
 Количество теплоты, сообщенное газу в процессе 1-2-3, равно сумме количества теплоты, сообщенного на участке 1-2, и количества теплоты на участке 2-3.

• Рассмотрим процесс 1-2: В координатах p-T продолжение отрезка 1-2 1-2 проходит через начало координат, как показано на рисунке. Отсюда можно сделать вывод, что процесс 1-2 – изохорный, т.е. $V_1 = V_2$. По формуле Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$ (1)
 Согласно II закону термодинамики: $\Delta U = Q + A$, где Q – количество теплоты, переданное газу; A – работа внешних сил; ΔU – изменение внутренней энергии. Отсюда:

$\Delta U_{12} = Q_{12} + A_{12}$; $\nu R \Delta T_{12} = Q_{12} + p \Delta V$ (м.к. $A = p \Delta V$, но $\Delta V = 0$ по доказанному),
 $\nu R \Delta T_{12} = Q_{12}$. По формуле (1)
 $V = \text{const}$, поэтому $\frac{\nu R T_1}{p_1} = \frac{\nu R T_2}{p_2}$; $\frac{T_1}{p_1} = \frac{T_2}{p_2}$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$; $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{2p_1}{p_1} = 2$;
 $T_2 = 2T_1$. $Q_{12} = \nu R \Delta T_{12} = \nu R(T_2 - T_1) = \nu R(2T_1 - T_1) = \nu R T_1$; $T_2 = 2 \cdot 300\text{K} = 600\text{K}$.
 $Q_{12} = \nu R T_1$.

• Рассмотрим процесс 2-3: по II закону термодинамики:
 $\Delta U_{23} = Q_{23} + A_{23}$, но $p_3 = p_2$ из графика, поэтому: $A_{23} = p_2(V_3 - V_2)$.
 СМОТРИ НА ОБОРОТЕ

$\nu R \Delta T_{23} = Q_{23} + A_{23}$; $Q_{23} = \Delta U_{23} - A_{23} = \nu R \Delta T_{23} - p_2(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2) - p_2 V_3 + p_2 V_2 =$
 $= \nu R T_3 - \nu R T_2 - p_3 V_3 + p_2 V_2 = \nu R T_3 - \nu R T_2 - \nu R T_3 + \nu R T_2 = 0$, используя закон

Клапейрона-Менделеева.
 $Q_{12} = 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300\text{K} = 2493 \text{ Дж}$.

$Q = 2493 \text{ Дж} + 0 \text{ Дж} = 2493 \text{ Дж}$.
 Ответ: $Q = 2493 \text{ Дж}$.

Неверно записаны две исходные формулы: первый закон термодинамики для участка 2-3 и формула для внутренней энергии одноатомного идеального газа.

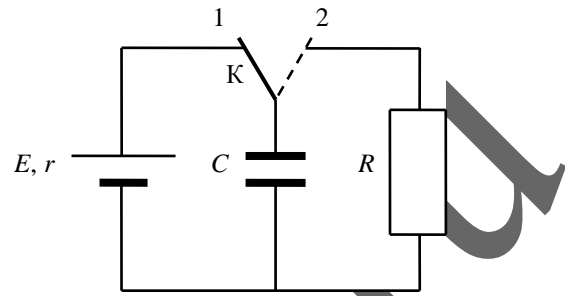
Работа оценивается в 0 баллов.

Pavelurazov.ru

Задание 3

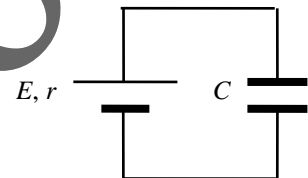
В схеме, показанной на рисунке, ключ К долгое время находился в положении 1.

В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. К моменту $t > 0$ на резисторе R выделилось количество теплоты $Q = 25$ мкДж. Сила тока в цепи в этот момент равна $I = 0,1$ мА. Чему равно сопротивление резистора R ? ЭДС батареи $E = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 0,4$ мкФ. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.

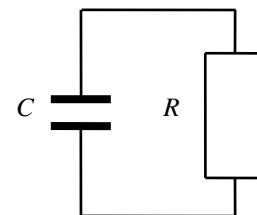


Возможное решение

1. К моменту $t_0 = 0$ конденсатор полностью заряжен, ток в левой части схемы (см. рисунок) равен нулю, поэтому напряжение между обкладками конденсатора равно ЭДС E , энергия конденсатора $W_0 = \frac{CE^2}{2}$.



2. В момент $t > 0$ напряжение на конденсаторе U равно напряжению IR на резисторе в правой части схемы (см. рисунок). Энергия конденсатора в этот момент



$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2}.$$

3. Пренебрегая потерями на излучение, получаем баланс энергии:

$$W_0 = W + Q, \text{ или } \frac{CE^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2} + Q,$$

$$\text{откуда } R = \frac{1}{I} \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = 100 \text{ кОм.}$$

Ответ: $R = 100$ кОм

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для участка цепи, формула для энергии конденсатора, закон сохранения энергии);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p>	3

<p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 – 3 балла

C4) $t=0$ конденсатор заряжен.

В момент переключения \rightarrow конденсатор максимален
резистор минимален. на резистор падает та часть энергии
~~которая~~ u

$Q = 25 \text{ мкДж}$ | $W_{K1} = \frac{CE^2}{2}$ - зарядивший конденсатор
 $I = 0,1 \text{ мА}$ | $W_{K2} = \frac{CU^2}{2}$ - энергия в момент времени t .
 $E = 15 \text{ В}$ | по закону сохранения энергии.
 $C = 0,4 \text{ мкФ}$ | $W_{K1} = Q + W_{K2}$ | $u^2 = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot 15^2 - 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} = \frac{40}{0,4} = 100$
 $R = ? \text{ Ом}$ | $\frac{CE^2}{2} = Q + \frac{CU^2}{2}$ | $u = 10$
 $0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 15^2 = 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6} + \frac{C U^2}{2}$ | по закону Ома
 $u^2 = \frac{2 \cdot (CE^2 - Q)}{C}$ | $I = \frac{u}{R}$ | $R = \frac{u}{I} = \frac{10}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 10^5$

Полностью верное решение задачи.

Работа 2 – 3 балла

C_4 Дано:	Q	Решение: 1) Когда ключ в
$Q = 25 \text{ мкДж}$	$25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$	положении 1 ток через конденсатор
$I = 0,1 \text{ мА}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	C не проходит, на нем ^{накапливается} заряд
$E = 15 \text{ В}$		найдём его $W_K = \frac{CU^2}{2}$, где
$n = 30 \text{ Вм}$		$U = E$; $W_K = \frac{CE^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 225}{2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$
$C = 0,4 \text{ мкФ}$	$0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$	2) После переключения ключа в
$R = ?$		положение 2, энергия на кон-

денсаторе падает на резистор R , часть энергии
выделяется на нагревание. Найдём ту, что осталась
 $W = W_K - Q = 4,5 \cdot 10^{-5} - 25 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.

3) Найдём энергию на резисторе, сложим найди
мо сопротивление. $W = \frac{CU^2}{2}$, где $U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$ и по
закону Ома где у нас есть $I = \frac{U}{R}$, где $R = \frac{U}{I}$
 $U = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 2}{0,4 \cdot 10^{-6}}} = \sqrt{100} = 10 \text{ В}$, тогда $R = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^5 \text{ Ом}$.

Ответ: $R_{\text{резистора}} = 10^5 \text{ Ом}$.

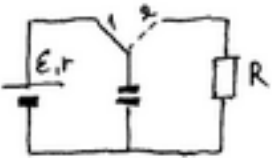
Полностью верное решение задачи, проведенное «по частям», с промежуточными вычислениями.

Работа 3 – 2 балла

С4) Дано

$Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$
 $E = 15 \text{ В}$
 $r = 30 \text{ Ом}$
 $I = 0,1 \cdot 10^{-2} \text{ А}$
 $C = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

Решение:



① $\frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{2} (U = E)$
 ② $\frac{CE^2}{2} = Q + \frac{CU^2}{2} (I = 0,1 \text{ мкА})$

$$CE^2 - 2Q = CU^2 \Rightarrow U = \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = \sqrt{225 - \frac{50 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}}} =$$

$$= \sqrt{225 - 125} = 10 \text{ В}$$

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-2} \text{ А}} = 10^3 \text{ Ом} = 0,1 \text{ кОм}$$

Ответ: $R = 0,1 \text{ кОм}$

Решение правильное, но в нем присутствуют три недостатка: описаны не все вновь вводимые величины, разные величины обозначены одной буквой (u) и допущена ошибка при записи окончательного ответа. Поскольку недостатки решения, каждый из которых приводит к снижению оценки на 1 балл, не суммируются, итоговый результат – 2 балла.

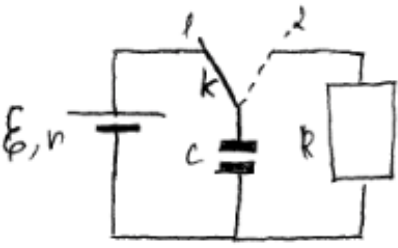
Работа 4 – 2 балла

Задача С4:

Дано:

$t_0 = 0$
 $t > 0$
 $Q = 25 \text{ мкДж} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$
 $I = 0,1 \text{ мА} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $E = 15 \text{ В}$
 $r = 30 \text{ Ом}$
 $C = 0,4 \text{ мкФ} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

Решение:



$W_0 = \frac{CE^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 225}{2} = 45 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$

$$W_0 = \frac{CU^2}{2} + Q \Rightarrow$$

$$45 \cdot 10^{-6} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot U^2}{2} + 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} =$$

$$= \frac{50,4 \cdot 10^{-6} U^2}{2} \Rightarrow U^2 = \left\{ \frac{90 \cdot 10^{-6}}{50,4 \cdot 10^{-6}} \approx 1,8 \right.$$

$$U = \sqrt{1,8} \approx 1,3 \text{ В}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1,3}{0,0001} = 13000 \text{ Ом}$$

Ответ: $R = 13000 \text{ Ом}$

При наличии правильно записанных необходимых исходных формул допущена вычислительная ошибка. Итоговый результат – 2 балла.

Работа 5 – 1 балл

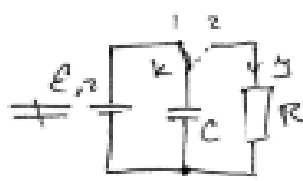
C4
R - ?

$Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$
 $I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $E = 15 \text{ В}$
 $r = 30 \text{ Ом}$
 $C = 0,4 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$
 $= 4 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$

1) Т.к. до момента переключения много в состоянии 2, может быть в состоянии 1, то конденсатор заряжен, $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{2}$, т.к. $C=U$

2) После переключения много в состоянии 2, но не совсем во всем, и поэтому конденсатор продолжает заряжаться по функции 1 типа.

3) I ток через много I , $I = \frac{E}{R+r}$; $I = \frac{E}{r}$.
т.к. R нет, $I = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ А}$
в конденсаторе $I = 0,1 \text{ А}$
 $Q = I^2 R \cdot t$, где Q - работа, U - напряжение, t - время, R - сопротивление во всем нет ток
по закону:
 $\frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{2} - I^2 R t$ по закону сохранения энергии
 $R = \frac{\sqrt{CE^2}}{C I^2}$; $R = \frac{\sqrt{0,4 \cdot 10^{-8} \cdot 2,25}}{\sqrt{0,01 \cdot 10^{-6}} \cdot (0,1)^2} = 150 \text{ (Ом)}$
Ответ: $R = 150 \text{ Ом}$



В решении одна из формул, необходимых для решения задачи, записана ошибочно (закон сохранения энергии). При этом присутствуют лишние записи, одной буквой обозначены величины, относящиеся к разным состояниям и не равные друг другу, и описаны не все вновь вводимые величины. Более серьезная ошибка «поглощает» набор менее серьезных.

Работа 6 – 0 баллов

C6 Дано:
 $Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$
 $I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $E = 15 \text{ В}$
 $r = 30 \text{ Ом}$
 $C = 0,4 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$

Решение

1) $I = \frac{U}{R}$ $I_1 = \frac{Q}{t}$ $U = I_1 r$ $C = I_1 R t$ $t = \frac{Q}{I_1 I_1}$

$Q = I_1^2 R t$ $R = \frac{Q}{I_1^2 t}$ $R = \frac{U_1 Q}{I_1 C}$

$U = I_1 R$ $\frac{U}{R_1} = \frac{E}{R_1 + r}$ $U = \frac{E R_1}{R_1 + r}$

$R = \frac{E R_1 Q}{I_1 C (R_1 + r)}$

U_1, I_1 - по закону 1
 U_2, I_2 - по закону 2
 R_2 - сопротивление

R - ?

Беспорядочный набор формул, решения нет.

Задание 4

В задании 4 следует обратить внимание на изменение обобщенной схемы оценивания в связи с дополнительным требованием рисунка с указанием сил, действующих на тело.

Полый конус с углом при вершине 2α вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность конуса равен μ . При каком максимальном расстоянии L от вершины шайба будет неподвижна относительно конуса? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.

Возможное решение	
<p>Уравнение движения шайбы в векторном виде: $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}_{\text{ц}}$</p> <p>Проекции уравнения на оси OX и OY в инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй:</p> $\begin{cases} F_{\text{тр}} \sin \alpha - N \cos \alpha = ma_{\text{цс}}, \\ F_{\text{тр}} \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0. \end{cases}$ <p>Поскольку $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр.покоя}}$; $F_{\text{тр.мах}} = \mu N$, система уравнений принимает вид $\begin{cases} N(\mu \sin \alpha - \cos \alpha) = ma_{\text{цс}}, \\ N(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) - mg = 0, \end{cases}$ откуда</p> $a_{\text{цс}} = \frac{g(\mu \sin \alpha - \cos \alpha)}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}. \text{ Но } a_{\text{цс}} = \omega^2 r = \omega^2 L \sin \alpha.$ <p>Следовательно, $L = \frac{a_{\text{цс}}}{\omega^2 \sin \alpha} = \frac{g(\mu \sin \alpha - \cos \alpha)}{\omega^2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \sin \alpha} = \frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{\omega^2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, формулы для силы трения и центростремительного ускорения</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) приведён правильный рисунок с указанием сил, действующих на тело.</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II или III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 – 3 балла

2

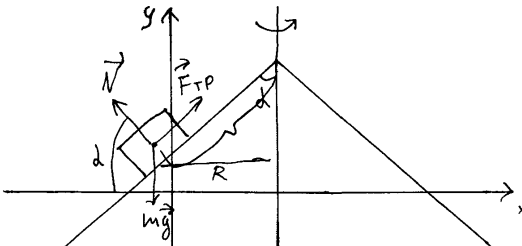
Дано:

$2L$

ω

μ

$L - ?$



II закон Ньютона:

$$\vec{N} + \vec{F}_{тр} + m\vec{g} = m\vec{a}_{цт}$$

$$y: F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha - mg = 0.$$

$$x: F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha - N \cdot \cos \alpha = ma_{\text{цк.}}$$

$$\begin{cases} \mu \cdot N \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha = mg \\ \mu \cdot N \cdot \sin \alpha - N \cdot \cos \alpha = ma_{\text{цк.}} \end{cases} \quad \div$$

$$\frac{g}{a_{\text{цк.}}} = \frac{\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha}{\mu \cdot \sin \alpha - \cos \alpha}$$


$$a_{\text{цк.}} = \omega^2 R = \omega^2 \cdot (L \cdot \sin \alpha)$$

$$L = \frac{g \cdot (\mu \cdot \sin \alpha - \cos \alpha)}{(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot \omega^2 \cdot \sin \alpha}$$

Приведено полное правильное решение.

Работа 2 – 2балла

L-2



Запишем II закон Ньютона

$$\vec{m}\vec{a} = \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{mg}$$

Делаем проекции на оси x и y'

$$x: N - mg \cdot \sin \alpha = -ma \cdot \cos \alpha$$

$$y': F_{\text{тр}} - mg \cos \alpha = -ma \cdot \sin \alpha \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = mg \cdot \sin \alpha + ma \cdot \cos \alpha$$


$$N = mg \cdot \sin \alpha + m\omega^2 R \cdot \cos \alpha$$

$$N = mg \cdot \sin \alpha + m\omega^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha \quad R = L \sin \alpha$$

из (2) уравнения имеем

$$m(mg \sin \alpha + m\omega^2 L \cos \alpha \sin \alpha) - mg \cos \alpha = -m\omega^2 \cdot L \sin^2 \alpha$$

$$L = \frac{m(g \cos \alpha - m \cdot g \sin \alpha)}{m(m\omega^2 \cos \alpha \sin \alpha + \omega^2 \sin^2 \alpha)}$$

$$L = \frac{g(\cos \alpha - m \cdot \sin \alpha)}{\omega^2(m \cdot \cos \alpha \sin \alpha + \sin^2 \alpha)}$$


На рисунке не указана сила тяжести, допущена ошибка в математических преобразованиях. Недостатки решения, каждый из которых приводит к снижению оценки на один балл, не суммируются.

Работа 3 - 2 балла

C2

$L = ?$
 μ, ω, R
 L

$\vec{m}\vec{a}_y = \vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F}_T$
 Ось z: $m\vec{a}_y = F_{тр} \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha) - F_T \cos \alpha;$
 Ось y: $0 = mg - N \sin \alpha$
 $N \sin \alpha = mg \quad (*)$
 $F_{тр} = \mu N$

$m a_y = \mu N \sin \alpha - N \cos \alpha$
 $m a_y = N (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)$
 из (*) $\Rightarrow N = \frac{mg}{\sin \alpha}$

$a_y = \frac{g}{\sin \alpha} (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)$
 $a_y = \omega^2 R$
 $\omega^2 R = \frac{g}{\sin \alpha} (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)$

$R = \frac{g}{\sin \alpha \omega^2} (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)$

$\sin \alpha = \frac{R}{L}$

$L = \frac{R}{\sin \alpha}; \quad L = \frac{g (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)}{\omega^2 \sin^2 \alpha}$

Ответ: $L = \frac{g (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)}{(\omega \sin \alpha)^2}$

Есть правильная запись второго закона Ньютона, формулы для центростремительного ускорения и силы трения. Представлен правильный рисунок. Допущены физические ошибки при проецировании сил на координатные оси, что в данном случае относится к ошибкам в преобразованиях.

Работа 4 – 1 балл

C2

Дано:

$2\alpha; \omega; \text{конус } (S, \mu);$
 $\mu; v_{\text{н}}(0, r) = 0.$
 $L = ?$
 (р.б.-и)

Решение:

1) Изобразим сечение конуса плоскостью, содержащей ось симметрии конуса и шайбу.

2) обозначим вершину конуса S, шайбу - M, точку пересечения плоскости прохода паралл. н. осн. конуса и пр. через M и ось симм. конуса - S1; MS = L (по условию); MSS1 -

половина данного угла, значит $\angle MSS, = \alpha$.

3) разложим силу тяжести mg на составляющие N (сила реак. опоры) и F

4) получаем $N = mg \sin \alpha$; $F = mg \cos \alpha$

5) $F_{TP} = \mu N$ (опр. см. стр.); $F_{TP} = \mu mg \sin \alpha$

6) $F_i = ma$ (где a - центростремительное ускор.) (З. Костомаров)

$$a = \frac{v^2}{R} \quad (R\text{-радиус; из опр. центр. ускор.}) \quad a = \frac{v^2}{\mu S}; \quad a = \omega^2 \mu S;$$

$$a = \omega^2 L \sin \alpha; \quad F_i = m \omega^2 L \sin \alpha$$

7) рассмотрим действие сил на шайбу в горизонтальной плоскости на ось Ox ($M, S, \theta O_x$) (т.к. по условию тело неподвижно в осм. смысле сил. равно 0)

$$\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{TP} + \vec{F}_i = 0$$

$$Ox: -F + F_{TP} + F_i \sin \alpha = 0$$

$$-mg \cos \alpha + \mu mg \sin \alpha + m \omega^2 L \sin \alpha = 0$$

$$\omega^2 L \sin \alpha = mg \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha$$

$$L = \frac{mg \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha}{m \omega^2 \sin \alpha}$$

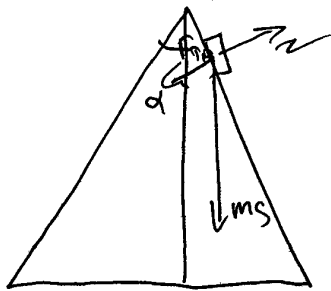
$$L = \frac{g (\operatorname{ctg} \alpha - \mu)}{\omega^2} \quad \text{м, если } g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \text{ то } L = \frac{10 (\operatorname{ctg} \alpha - \mu)}{\omega^2}$$

Ответ: $\frac{10 (\operatorname{ctg} \alpha - \mu)}{\omega^2} \text{ м}$

Допущена ошибка в одной из исходных формул, необходимых для решения задачи (неверно записан второй закон Ньютона), и допущена математическая ошибка при определении угла.

Работа 6 – 0 баллов

C2



$$a = \frac{F}{m} \quad a = \omega^2 R$$

$$F_{тр} = mg \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot \mu$$

$$\frac{mg \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot \mu}{m} = \omega^2 R$$

$$g \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot \mu = \omega^2 R$$

$$\frac{g \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot \mu}{\omega^2} = R$$



$$h = L \cdot \cos \alpha$$

$$R^2 + (L \cdot \cos \alpha)^2 = L^2$$

$$L^2 - L^2 \cdot \cos^2 \alpha = R^2$$

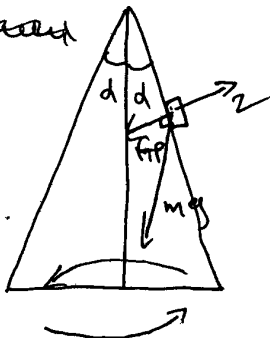
$$L^2 (1 - \cos^2 \alpha) = R^2$$

$$L = \sqrt{\frac{R^2}{(1 - \cos^2 \alpha)}}$$

$$L = \sqrt{\frac{R^2}{(1 - \cos^2 \alpha)}}$$

$$L = \sqrt{\frac{g^2 \cdot \cos^2(90 - \alpha) \cdot \mu^2}{\omega^4 (1 - \cos^2 \alpha)}}$$

Ответ



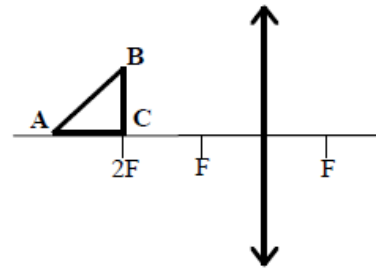
Ответ

Ошибочно записаны второй закон Ньютона и формула для силы трения применительно к данной задаче. Отсутствуют исходные уравнения.

Задание 5

В задании 5 следует обратить внимание на изменение системы оценивания в связи с обязательностью представления рисунка.

Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50 см² расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла C лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A. Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



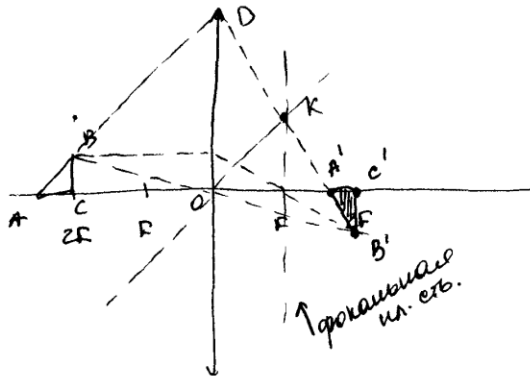
Возможное решение	
<p>Длина катетов $AC = BC = a = \sqrt{2S} = 10$ см. Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы: $\frac{1}{2F+a} + \frac{1}{2F-x} = \frac{1}{F}$, откуда</p> $x = \frac{aF}{F+a}$ <p>Длина вертикального катета $B'C'$ изображения равна a, так как для него $d = f = 2F$. Найдем площадь изображения:</p> $S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{F}{F+a} = S \cdot \frac{F}{F+\sqrt{2S}} = \frac{5}{6} S \approx 41,7 \text{ см}^2$ <p>Ответ: $S_1 \approx 41,7 \text{ см}^2$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула линзы, формула для площади изображения</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлен правильный рисунок, поясняющий решение. IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические</p>	2

<p>законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II или III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 1 - 3 балла

С4. Дано:
 $AC = BC$
 $S_{ABC} = 50 \text{ см}^2$
 $f = 50 \text{ см}$
 $S' = ?$

Построим прибор-е т.в. Для этого нарисуем 2 круга:
 1 - параллельно н. опт. оси. (он преобразит и прообраз ч/з фокус); 2 - ч/з опти. центр линзы (он не будет пре-
 деменяться). Изобр-е точки С падает поперек в
 двойном фокусе. Изображение BC' падает в BC нах-ся
 в двойном фокусе, оно равное и перевернутое.



Форми АВ по пересечению с
 линзой. Параллельный этому
 луч падает в опти. центр
 линзы. Найдем его пересече-
 ние с фокальной н. осью
 (LF). Прямой луч АВ
 пройдет ч/з точку пересече-
 ния параллельного луча и
 фокальной н. осью. Тогда
 получим т.в. - изобр-е точки А.

\Rightarrow Построим $\triangle A'B'C'$
 $S_{ABC} = \frac{1}{2} BC \cdot AC = \frac{1}{2} BC^2 = 50 \text{ см}^2 \Rightarrow BC = 10 \text{ см}$
 $\angle BAC = 45^\circ \Rightarrow \angle KOF = 45^\circ \Rightarrow KF = OF = f$. $\triangle A'DO \sim \triangle A'KF$

$\Rightarrow \frac{A'F}{KF} = \frac{A'O}{OD}$ Пусть $A'F = L$, тогда
 $\frac{L}{f} = \frac{f+L}{OD}$

Поскольку $\angle BAC = 90^\circ \Rightarrow DO = AO = 2f + BC \Rightarrow$

$\frac{L}{50 \text{ см}} = \frac{50 \text{ см} + L}{10 \text{ см} + 10 \text{ см}}$
 $\frac{L}{50} = \frac{f+L}{2f+BC}$

$11L = 250 \text{ см} + 5L$

$6L = 250 \text{ см} \Rightarrow L = \frac{250}{6} \text{ см} = \frac{50}{6} \text{ см}$

$\Rightarrow A'C' = f - L = 50 \text{ см} - \frac{250}{6} \text{ см}$

$S_{\triangle A'B'C'} = \frac{1}{2} B'C' \cdot A'C' = \frac{1}{2} BC \cdot A'C' = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ см} \cdot \frac{50}{6} \text{ см} = \frac{250}{6} \text{ см}^2$

Ответ: $S' = \frac{250}{6} \text{ см}^2 \approx 41,67 \text{ см}^2$

Представлен не содержащий ошибок рисунок. Выбран способ решения исходя из подобия треугольников без непосредственного использования формулы линзы, получен верный ответ. Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин.

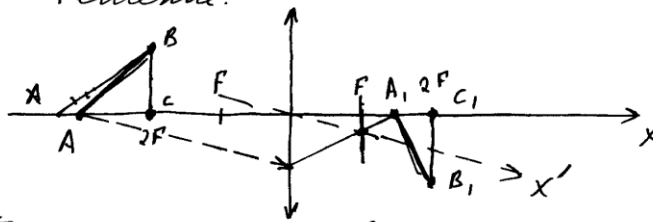
Работа 2 - 2 балла

С 4.

Дано

$S = 50 \text{ см}^2$	$= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$
$F = 50 \text{ см}$	$= 0,5 \text{ м}$
$S' = ?$	

Решение:



(Т.к. BC находится в двойном фокусе, то изображение $B_1C_1 = BC$ и будет перевернутым.)

Т.к. $\triangle ABC$ - равнобедренный и прямоугольный, то его площадь равна: $S = \frac{1}{2} BC^2$ ($BC = AC$)
 $\Rightarrow BC = \sqrt{2S}$ или $AC = \sqrt{2S}$

Расстояние от центра линзы до точки A равно: $d = 2F + AC = 2F + \sqrt{2S}$
 Напишем уравнение тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$; $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{2F + \sqrt{2S}}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F + \sqrt{2S}} = \frac{2F + \sqrt{2S} - F}{F(2F + \sqrt{2S})} = \frac{F + \sqrt{2S}}{F(2F + \sqrt{2S})} \Leftrightarrow f = \frac{(2F + \sqrt{2S}) F}{F + \sqrt{2S}}$$

$\Rightarrow A_1C_1 = \left| 2F - \frac{(2F + \sqrt{2S}) F}{F + \sqrt{2S}} \right|$, площадь нового треугольника равна.

$$S' = \frac{1}{2} A_1C_1 \cdot B_1C_1$$

Т.к. BC находится в двойном фокусе, то изображение $B_1C_1 = BC = \sqrt{2S}$ и будет перевернутым.

$$S' = \frac{1}{2} \left| 2F - \frac{2F + \sqrt{2S}}{F + \sqrt{2S}} \right| \cdot \sqrt{2S}$$

$$S' = \frac{1}{2} \left| 205 \cdot 10^{-3} - \frac{205 \cdot 10^{-3} + \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}}{0,5 + \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}} \right| \cdot \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 0,5 \cdot \left| 1 - \frac{1 + \sqrt{10^{-3}}}{0,5 + \sqrt{10^{-3}}} \right| \cdot \sqrt{10^{-3}} = 0,5 \cdot \left| 1 - \frac{1 + 0,1}{0,5 + 0,1} \right| \cdot 0,1 =$$

$$= 0,05 \cdot \left| \frac{0,6 - 1,1}{0,6} \right| = 0,05 \cdot \frac{0,5}{0,6} = \frac{5}{6} \cdot 0,05 \approx 0,042 \text{ м}^2 = 42 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Несмотря на иррациональность математических преобразований, учащимся получен правильный ответ в общем виде, но при вычислениях допущена ошибка. Работа оценивается в 2 балла.

Работа 3 - 2 балла

С4.

1) $S_{ABC} = 50 \text{ см}^2$
 $AC \cdot BC \cdot f = 50$
 $AC = BC = 10 \text{ см.}$

2) A и C наводятся на ш. оси, значит их изображение будет тоже на ш. оси

3) A : $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ $\frac{1}{f} = \frac{d-F}{F \cdot d}$, $f = \frac{F \cdot d}{d-F} = \frac{50 \cdot 100}{100-50} = 100$

4) B : Проводим луч из B через центр линзы, луч идет без преломления. Проводим луч параллельно ш. оптической оси, после линзы этот луч пойдет через фокус F . Пересечение двух лучей дает нам изображение точки B B' . Т.к. BC наводится на расстоянии двойного фокуса $2F$, значит $B'C' = BC$

5) A : $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ $f = \frac{F \cdot d}{d-F} = \frac{50 \cdot 100}{100-50} = 100 \text{ см.}$

6) Получим две прямоугольные треугольника в катетах $A'C'$ и $B'C'$

$$S_{A'B'C'} = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{1}{2} (100 - \frac{550}{6}) \cdot 10 = 5 \cdot (\frac{600-550}{6}) = \frac{250}{6} \text{ см}^2$$

Ответ. $S_{A'B'C'} = \frac{125}{3} \approx 42 \text{ см}^2$

Получен правильный численный ответ, но на рисунке не получено изображение точки A , поэтому оценка снижена до 2 баллов.

Работа 4 - 1 балл

С4

Дано:

$S_{ABC} = 50 \text{ см}^2$
$F = 50 \text{ см}$
$S_{A'B'C'} = ?$

$S_{ABC} = \frac{1}{2} AC \cdot BC = \frac{1}{2} AC^2$;
 т.к. Δ равнобедренный по условию.
 $50 \text{ см}^2 = \frac{1}{2} AC^2$
 $AC^2 = 100 \text{ см}^2$
 $AC = 10 \text{ см.}$

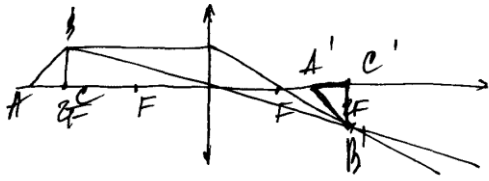
$B \Delta A'B'C'$ $C'B' = 2A'C'$; $C'B' = CB = 10 \text{ см}$; $A'C' = \frac{1}{2} \cdot 10 = 5 \text{ см}$

$S_{A'B'C'} = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ см} \cdot 5 \text{ см} = 25 \text{ см}^2$

Ответ: 25 см^2

Правильно выполнен рисунок, в решении отсутствует формула линзы, длина стороны $A'C'$ определена из неверных предпосылок, что привело к неверному ответу. Работа оценивается 1 баллом за наличие правильного рисунка.

Работа 5 - 0 баллов

<p>сч. Дано:</p> <p>$S = 50 \text{ см}^2$</p> <p>$F = 50 \text{ см}$</p> <p>$BC = AC$</p> <hr/> <p>$S = ?$</p>	<p>Решение:</p>  <p>Так как площадь находится по формуле площади треугольника, она будет перевернутой</p> <p>$S_1 = S_2 \Rightarrow S_2 = 50 \text{ см}^2$</p> <p>Ответ: $S_2 = 50 \text{ см}^2$</p>	<p>$S_2 = \frac{1}{2} \cdot BC \cdot AC = \frac{1}{2} AC^2$</p> <p>$AC^2 = 100 \text{ см}^2$</p> <p>$AC = BC = 10 \text{ см}$</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Сделано необоснованное утверждение о равенстве площадей треугольников, на рисунке отсутствует построение изображения точки А. Работа оценивается 0 баллов.

Павел Шкавцов