

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

28

В какое время года – зимнее или летнее – оставленные дома на столе куски хлеба быстрее зачерствеют, а в какое дольше останутся мягкими, но при этом заплесневеют?

Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.

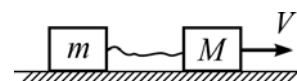
Возможное решение
<p>1. В холодное время года уличный воздух имеет маленькую абсолютную влажность и, проникая в помещения внутри дома за счёт вентиляции, высушивает помещения, снижая в них относительную влажность воздуха. При этом влажные предметы, например, свежий нарезанный хлеб, быстро высыхают и черствеют.</p> <p>2. В жаркое летнее время года уличный воздух имеет высокую абсолютную влажность, поэтому и в доме относительная влажность воздуха повышается. В условиях высокой влажности и температуры на влажном хлебе быстро размножаются разные плесневые грибки, и хлеб плесневеет.</p> <p>3. Таким образом, оставленные дома на столе куски хлеба быстрее зачерствеют зимой, а дольше останутся мягкими, но при этом заплесневеют – летом.</p>

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–3</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае – <i>упоминание влияния абсолютной влажности воздуха на улице на относительную влажность воздуха внутри дома и на процесс высыхания различных предметов, в том числе хлеба</i>)	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки.</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>ИЛИ</p> <p>Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт</p>	2

Представлено решение, соответствующее одному 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 Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

29

В системе, изображённой на рисунке, масса левого груза, лежащего на гладкой горизонтальной плоскости, равна $m = 2$ кг. Масса правого груза, скользящего по плоскости со скоростью $V = 2$ м/с, равна $M = 3$ кг. Грузы соединены неупругим невесомым ненапрянутым вначале шнуром, таким, что после его натяжения скорости грузов выравниваются. Какое количество теплоты Q выделится в системе в результате этого выравнивания скоростей грузов?



Возможное решение

В горизонтальном направлении система тел не подвергается действию внешних сил, и по закону сохранения импульса суммарная горизонтальная проекция импульса тел системы сохраняется: $MV = (m+M)v$, где v – скорость системы после выравнивания скоростей тел в результате их неупругого взаимодействия через шнур.

Количество теплоты Q , которое выделится в системе в процессе выравнивания скоростей тел, равно разности кинетических энергий тел системы до и после их взаимодействия:

$$Q = \frac{MV^2}{2} - \frac{(M+m)v^2}{2} = \frac{MV^2}{2} - \frac{(M+m)M^2V^2}{2(M+m)^2} = \frac{MV^2}{2} \cdot \frac{m}{m+M} = \frac{3 \cdot 2^2}{2} \cdot \frac{2}{2+3} = 2,4 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{MV^2}{2} \cdot \frac{m}{m+M} = 2,4 \text{ Дж.}$$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>закон сохранения импульса и связь изменения кинетической энергии системы с количеством выделившейся в ней теплоты</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</p>	2
<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 и получение ответа. 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.</p>	1

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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

30

В калориметр поместили $m = 200$ г льда при температуре $t_1 = -18$ °С, затем сообщили льду количество теплоты $Q = 120$ кДж и добавили в калориметр ещё $M = 102$ г льда при температуре $t_2 = 0$ °С. Какая температура t_3 установилась в калориметре в состоянии равновесия? Теплообменом содержимого калориметра с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Возможное решение
<p>Удельная теплоёмкость льда равна $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг·К), удельная теплоёмкость воды равна $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда равна $\lambda = 330\,000$ Дж/кг.</p> <p>Вначале вычислим количество теплоты, необходимое для нагревания начальной массы m льда от -18 °С до 0 °С и плавления всей массы льда ($m + M$) при 0 °С:</p> $Q_1 = c_{\text{л}} m(t_2 - t_1) + \lambda(m + M) = 2100 \cdot 0,2 \cdot 18 + 330\,000 \cdot 0,302 = 107\,220 \text{ Дж} < Q,$ <p>так что оставшееся количество теплоты пойдёт на нагревание полученной воды:</p> $Q - Q_1 = c_{\text{в}}(m + M)(t_3 - t_2).$ <p>Отсюда</p> $t_3 = t_2 + \frac{Q - Q_1}{c_{\text{в}}(m + M)} = \left(0 + \frac{120\,000 - 107\,220}{4200 \cdot 0,302} \right) \text{ °С} \approx 10 \text{ °С}.$ <p>Ответ: $t_3 \approx +10$ °С.</p>

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнение теплового баланса и выражения для количества теплоты, необходимого для нагревания льда, плавления льда и нагревания воды);	

<p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</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 и получение ответа.</p> <p>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>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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

31

Входной контур коротковолнового радиоприёмника был настроен на частоту, соответствующую длине волны $\lambda_1 = 16$ м. После того как контур перестроили, изменив положение ферромагнитного сердечника внутри катушки индуктивности контура и сдвинув пластины его плоского воздушного конденсатора до вдвое меньшего расстояния между ними, резонансная частота контура стала равной $\nu_2 = 10$ МГц. Как и во сколько раз n изменилась при этом индуктивность катушки контура?

Возможное решение

Длина волны и частота электромагнитной волны связаны соотношением $\lambda_1 = c/\nu_1$, а частота определяется через период колебаний в контуре формулой Томсона: $\frac{1}{\nu} = T = 2\pi\sqrt{LC}$. Поэтому $\frac{\lambda_1}{c} = \frac{1}{\nu_1} = 2\pi\sqrt{L_1C_1}$, и $\frac{1}{\nu_2} = 2\pi\sqrt{L_2C_2}$.

Согласно формуле для ёмкости плоского воздушного конденсатора $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, где S – площадь пластин, а d – расстояние между ними. При уменьшении этого расстояния в два раза ёмкость конденсатора возрастает в два раза: $C_2 = 2C_1$.

Из написанных уравнений получаем: $n = \frac{L_2}{L_1} = \frac{c^2}{\lambda_1^2 \nu_2^2} \cdot \frac{C_1}{C_2} = \frac{9 \cdot 10^{16}}{16^2 \cdot 10^{14}} \cdot \frac{1}{2} \approx 1,76$,

т. е. индуктивность катушки увеличилась.

Ответ: увеличилась в $n \approx 1,76$ раз.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – связь длины волны и частоты электромагнитной волны, формула Томсона для периода колебаний в контуре и формула для ёмкости плоского конденсатора);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</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 и получение ответа.</p> <p>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>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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

32

Мальчик, занимавшийся весной на улице выжиганием по дереву при помощи фокусировки солнечного света лупой, случайно забрызгал деревянную поверхность, и на ней появились капли воды объёмом $V = 1 \text{ мм}^3$. Сколько времени займёт испарение одной такой капли, если солнечная постоянная равна $C = 1,4 \text{ кВт/м}^2$, диаметр лупы $D = 5 \text{ см}$, начальная температура капель близка к 0°C и весь сфокусированный лупой свет поглощается каплей?

Справка: солнечная постоянная – это энергия излучения Солнца, попадающая в единицу времени на единицу площади при нормальном падении солнечного света.

Возможное решение

Удельная теплоёмкость воды равна $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$, удельная теплота парообразования воды равна $\lambda = 2\,300\,000 \text{ Дж/кг}$, плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Подсчитаем энергию, необходимую для нагревания и испарения капли:

$$E = \rho V [c_v \cdot (100 - 0) + \lambda] = 1000 \cdot 10^{-9} \cdot (4200 \cdot 100 + 2\,300\,000) = 10^{-6} \cdot 2,72 \cdot 10^6 = 2,72 \text{ Дж.}$$

Мощность излучения, падающего на каплю, равна той, что попадает на линзу:

$$P = C \cdot \frac{\pi D^2}{4} \approx 1400 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \approx 2,75 \text{ Вт.}$$

Время испарения капли, таким образом, равно $t = \frac{E}{P} = \frac{2,72}{2,75} \approx 0,989 \approx 1,0 \text{ с.}$

Ответ: $t \approx 1,0 \text{ с.}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула для мощности излучения, падающего на известную площадь; выражения для количества теплоты, поглощаемого водой при её нагревании и испарении; формула для связи энергии и мощности);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</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 и получение ответа.</p> <p>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>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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**28**

Иван Иванович в свой день рождения нарезал хлеб на куски и оставил их дома на столе, ничем не прикрывая. Через некоторое (не очень большое) время выяснилось, что хлеб остался мягким, но при этом заплесневел. Иван Иванович точно помнил, что ровно полгода назад, когда он так же оставил на столе нарезанный хлеб, куски быстро зачерствели, но плесенью не покрылись.

В какое время года – летом или зимой – родился Иван Иванович?

Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.

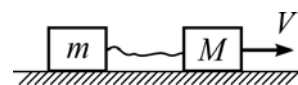
Возможное решение
<p>1. В жаркое летнее время года уличный воздух имеет высокую абсолютную влажность, и в доме относительная влажность воздуха повышается. В условиях высокой влажности и температуры на влажном хлебе быстро размножаются разные плесневые грибки, и хлеб плесневеет.</p> <p>2. В холодное время года уличный воздух имеет маленькую абсолютную влажность, и, проникая в помещения внутри дома за счёт вентиляции, высушивает помещения, снижая в них относительную влажность воздуха. При этом влажные предметы, например, свежий нарезанный хлеб, быстро высыхают и черствеют.</p> <p>3. Следовательно, Иван Иванович родился летом и отмечал свой день рождения в летний день.</p>

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–3</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае – <i>упоминание влияния абсолютной влажности воздуха на улице на относительную влажность воздуха внутри дома и на процесс высыхания различных предметов, в том числе хлеба</i>)	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки.</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>ИЛИ</p> <p>Объяснения представлены не в полном объёме или в них содержится один логический недочёт</p>	2

Представлено решение, соответствующее одному 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 Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

29

В системе, изображённой на рисунке, масса левого груза, лежащего на гладкой горизонтальной плоскости, равна $m = 3$ кг. Масса правого груза, скользящего по плоскости с некоторой скоростью V , равна $M = 6$ кг. Грузы соединены неупругим невесомым ненапрянутым вначале шнуром, таким, что после его натяжения скорости грузов выравниваются. Сколько процентов начальной кинетической энергии системы будет потеряно во время выравнивания скоростей тел?



Возможное решение

В горизонтальном направлении система тел не подвергается действию внешних сил, и по закону сохранения импульса суммарная горизонтальная проекция импульса тел системы сохраняется: $MV = (m+M)v$, где v – скорость системы после выравнивания скоростей тел в результате их неупругого взаимодействия через шнур.

Начальная кинетическая энергия системы равна $E_k = \frac{MV^2}{2}$.

Потери ΔE_k кинетической энергии системы в процессе выравнивания скоростей тел равны разности кинетических энергий тел системы до и после их взаимодействия:

$$\Delta E_k = \frac{MV^2}{2} - \frac{(M+m)v^2}{2} = \frac{MV^2}{2} - \frac{(M+m)M^2V^2}{2(M+m)^2} = \frac{MV^2}{2} \cdot \frac{m}{m+M}.$$

Таким образом, во время выравнивания скоростей тел будет потеряно

$$\frac{\Delta E_k}{E_k} = \frac{m}{m+M} = \frac{3}{3+6} = \frac{1}{3} \approx 33\%$$

начальной кинетической энергии системы.

Ответ: $\frac{\Delta E_k}{E_k} = \frac{m}{m+M} = \frac{1}{3} \approx 33\%$.

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – закон сохранения импульса и выражение для изменения кинетической энергии</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка	2
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 и получение ответа.	1

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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30

В калориметр поместили $m = 100$ г льда при температуре $t_1 = -10$ °С, затем сообщили льду количество теплоты $Q = 100$ кДж и добавили в калориметр ещё $M = 200$ г льда при температуре $t_2 = 0$ °С. Какая температура t_3 установилась в калориметре в состоянии равновесия? Теплообменом содержимого калориметра с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Возможное решение
<p>Удельная теплоёмкость льда равна $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда равна $\lambda = 330\,000$ Дж/кг.</p> <p>Вначале вычислим количество теплоты, необходимое для нагревания начальной массы m льда от -10 °С до 0 °С и её плавления при 0 °С:</p> $Q_1 = c_{\text{л}} m (t_2 - t_1) + \lambda m = 2100 \cdot 0,1 \cdot 10 + 330000 \cdot 0,1 = 35100 \text{ Дж}.$ <p>Для плавления добавленной массы M льда при 0 °С необходимо $Q_2 = \lambda M = 330000 \cdot 0,2 = 66000$ Дж $> Q - Q_1 = 100000 - 35100 = 64900$ Дж,</p> <p>так что весь добавленный лёд не растает, и в калориметре в состоянии равновесия будет находиться смесь воды и льда при температуре $t_3 = 0$ °С.</p> <p><i>Ответ:</i> $t_3 = 0$ °С.</p>

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнение теплового баланса и выражения для количества теплоты, необходимого для нагревания льда и его плавления);	3

<p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</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 и получение ответа.</p> <p>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>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
Максимальный балл	3

31

Входной контур коротковолнового радиоприёмника был настроен на частоту, соответствующую длине волны $\lambda_1 = 31$ м. После того как контур перестроили, изменив положение ферромагнитного сердечника внутри катушки индуктивности контура и раздвинув пластины его конденсатора до вдвое большего расстояния между ними, резонансная частота контура стала равной $\nu_2 = 20$ МГц. Во сколько раз n изменилась при этом индуктивность катушки контура?

Возможное решение

Длина волны и частота электромагнитной волны связаны соотношением $\lambda_1 = c/\nu_1$, а частота определяется через период колебаний в контуре формулой Томсона: $\frac{1}{\nu} = T = 2\pi\sqrt{LC}$. Поэтому $\frac{\lambda_1}{c} = \frac{1}{\nu_1} = 2\pi\sqrt{L_1C_1}$, и

$$\frac{1}{\nu_2} = 2\pi\sqrt{L_2C_2}.$$

Согласно формуле для ёмкости плоского воздушного конденсатора $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$, где S – площадь пластин, а d – расстояние между ними. При увеличении этого расстояния в два раза ёмкость конденсатора уменьшается в два раза:

$$C_2 = \frac{C_1}{2}.$$

Из написанных уравнений получаем:

$$k = \frac{L_2}{L_1} = \frac{c^2}{\lambda_1^2 \nu_2^2} \cdot \frac{C_1}{C_2} = \frac{9 \cdot 10^{16}}{31^2 \cdot 4 \cdot 10^{14}} \cdot 2 \approx 0,468, \text{ т. е. индуктивность катушки}$$

уменьшилась в $n = 1/k \approx 2,14$ раза.

Ответ: уменьшилась в $n \approx 2,14$ раза.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – связь длины волны и частоты электромагнитной волны, формула Томсона для периода колебаний в контуре и формула для ёмкости плоского конденсатора); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</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 и получение ответа.</p> <p>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>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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

32

Мальчик, занимавшийся весной на улице выжиганием по дереву при помощи фокусировки солнечного света лупой, случайно забрызгал деревянную поверхность, и на ней появились брызги воды объёмом $V = 0,5 \text{ мм}^3$. Какое время затратит дополнительно мальчик на испарение пяти таких капель, оказавшихся на линии, вдоль которой он выжигает, если солнечная постоянная равна $C = 1,4 \text{ кВт/м}^2$, диаметр лупы $D = 5 \text{ см}$, начальная температура капель близка к 0°C и весь сфокусированный лупой свет поглощается каплями?

Справка: солнечная постоянная – это энергия излучения Солнца, попадающая в единицу времени на единицу площади при нормальном падении солнечного света.

Возможное решение	
<p>Удельная теплоёмкость воды равна $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, удельная теплота парообразования воды равна $\lambda = 2300000 \text{ Дж/кг}$, плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.</p> <p>Подсчитаем энергию, необходимую для нагревания и испарения одной капли:</p> $E = \rho V [c_v \cdot (100 - 0) + \lambda] = 1000 \cdot 0,5 \cdot 10^{-9} \cdot (4200 \cdot 100 + 2\,300\,000) = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2,72 \cdot 10^6 = 1,36 \text{ Дж}.$ <p>Мощность излучения, падающего на каплю, равна той, что попадает на линзу:</p> $P = C \cdot \frac{\pi D^2}{4} \approx 1400 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \approx 2,75 \text{ Вт}.$ <p>Затраты времени на испарение 5 капель, таким образом, равны</p> $t = \frac{5E}{P} = \frac{5 \cdot 1,36}{2,75} \approx 2,47 \approx 2,5 \text{ с}.$ <p><i>Ответ:</i> $t \approx 2,5 \text{ с}$.</p>	

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула для мощности излучения, падающего на известную площадь; выражения для количества теплоты, поглощаемого водой при её нагревании и испарении; формула для связи энергии и мощности);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p>	3

III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка	2
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 и получение ответа. 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>