

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1 В этом году в Подмосковье зима была тёплая и малоснежная. После нескольких небольших снегопадов в январе были длительные оттепели, сменявшиеся морозами, в феврале такая погода продолжилась, и пушистый снег постепенно превратился в жёсткую массу, по которой можно было ходить, не проваливаясь.
Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, процессы, происходившие в снегу и приведшие к его затвердеванию.

Возможное решение

1. Свежевыпавший снег представляет собой лёгкую рыхлую массу, где разные снежинки разделены воздушными промежутками и не связаны друг с другом.
2. Во время оттепели тёплый воздух проникает вглубь снега, и начинается плавление снежинок, то есть фазовый переход воды из твёрдого состояния в жидкое. Теплота плавления у льда очень велика, и за время дневного повышения температуры воздуха успевают подтаять только края снежинок.
3. Ночью, когда температура воздуха опускалась ниже 0°C , происходил обратный переход, при котором вода, образовавшаяся при подтаивании снежинок, снова затвердевала. Из-за этого образовывался пространственный каркас, обладавший некоторой жёсткостью.
4. Периодическое повторение этих процессов приводило к превращению всего выпавшего снега в лёгкую и твёрдую смёрзшуюся массу из ледяных кристаллов с воздухом между ними, так что снег уже выдерживал идущего по нему человека.

Критерии оценивания выполнения задания**Баллы**

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п.п. 1–4) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае – *упоминание фазовых переходов – плавления и отвердевания воды на границах снежинок при колебаниях температуры воздуха вблизи 0°C и образования жёсткой пространственной ледяной структуры внутри снега при многократном повторении этих процессов*).

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки.
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.)
ИЛИ
Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.

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

С2

Два маленьких тела бросают вертикально вверх из одной точки через промежуток времени $\Delta t = 3$ с со скоростями $v_1 = 20$ м/с и $v_2 = 10$ м/с. На какой высоте H тела столкнутся? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Возможное решение

При решении задачи применяем формулы для координаты тела при равноускоренном движении с некоторой начальной скоростью в поле силы тяжести, если сопротивлением воздуха можно пренебречь. Начало отсчёта помещаем на уровне земли.

Пусть время от броска первого тела до его столкновения со вторым телом равно t . Тогда высота, на которой столкнутся тела, равна

$$H = v_1 t - gt^2 / 2 = v_2 (t - \Delta t) - g(t - \Delta t)^2 / 2.$$

Из написанных уравнений после несложных преобразований получаем:

$$t = \frac{v_2 + g\Delta t / 2}{v_2 - v_1 + g\Delta t} \cdot \Delta t = \frac{10 + 15}{10 - 20 + 30} \cdot 3 = \frac{75}{20} = 3,75 \text{ с},$$

$$H = v_1 t - gt^2 / 2 = 20 \cdot 3,75 - 5 \cdot 3,75^2 = 4,6875 \text{ м} \approx 4,7 \text{ м}.$$

Ответ: $H \approx 4,7$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	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 – <i>формулы для координат тел при равноускоренном движении в поле силы тяжести</i>);</p> <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>	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 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

С3

Во сколько раз n уменьшится потребление электроэнергии холодильником, поддерживающим внутри температуру $t_0 = -12\text{ }^\circ\text{C}$, если из комнаты, температура в которой равна $t_1 = +20\text{ }^\circ\text{C}$, вынести холодильник на балкон, где температура равна $t_2 = +4\text{ }^\circ\text{C}$? Скорость теплопередачи пропорциональна разности температур тела и среды.

Возможное решение

При работе морозильника из окружающей его среды внутрь постоянно идёт поток теплоты. Холодильный агрегат морозильника за счёт совершения работы передаёт эту теплоту обратно в окружающую среду, потребляя при этом электроэнергию из сети.

Чем меньше будет этот поток, тем меньшую мощность холодильник будет потреблять из сети для компенсации поступления теплоты из окружающей среды внутрь этого прибора.

Таким образом, поскольку по условию мощность подвода теплоты $P = k(t_{\text{среды}} - t_0)$, где k – некоторый постоянный коэффициент пропорциональности, то искомое отношение

$$n = \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{20 + 12}{4 + 12} = \frac{32}{16} = 2.$$

$$\text{Ответ: } n = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = 2.$$

Критерии оценивания выполнения задания**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 – *энергетические соотношения при работе холодильника и закон теплообмена*);
 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.

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 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.

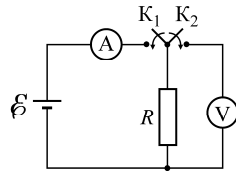
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.

1

0

C4

В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника $E = 12$ В, сопротивление резистора $R = 12$ Ом. Вначале, после замыкания ключа K_1 , амперметр показал ток силой $I_1 = 1,00$ А, а после дополнительного замыкания второго ключа K_2 амперметр показал ток силой $I_2 = 1,01$ А. Чему равно сопротивление R_V вольтметра?



Возможный вариант решения

После замыкания ключа K_1 по закону Ома для замкнутой цепи сила тока в ней равна $I_1 = \frac{E}{R + R_A} = \frac{12}{12 + R_A} = 1,00$ А, откуда следует, что сопротивление амперметра $R_A = 0$.

После замыкания ключа K_2 сопротивление правой части цепи, по формуле для параллельного соединения резисторов, стало равным $R_{\Sigma} = \frac{RR_V}{R + R_V}$, а сила

тока в цепи – $I_2 = \frac{E}{R_{\Sigma}} = \frac{E(R + R_V)}{RR_V} = \frac{12(12 + R_V)}{12R_V} = 1,01$ А, откуда $R_V = 1200$ Ом.

Ответ: $R_V = 1200$ Ом.

Содержание критерия

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон Ома для замкнутой цепи и для участка цепи, содержащего резисторы, и формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов);

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.

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.

2

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.

Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.

1

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 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.

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

0

C5

В колебательном контуре происходят незатухающие колебания, при которых амплитудные значения силы тока, текущего через катушку индуктивности, и напряжения на конденсаторе равны соответственно $I_0 = 2$ А и $U_0 = 50$ В. Каков период T этих колебаний, если индуктивность катушки контура $L = 10$ мГн?

Возможное решение

При незатухающих электромагнитных колебаниях в контуре энергия периодически превращается из энергии электрического поля, запасённой в конденсаторе и равной $\frac{CU_0^2}{2}$, в энергию магнитного поля, запасённую в катушке индуктивности L и равную $\frac{LI_0^2}{2}$, то есть $\frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$.

Период таких колебаний в соответствии с формулой Томсона равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Из написанных соотношений следует, что $C = L\left(\frac{I_0}{U_0}\right)^2$, и искомый период колебаний равен

$$T = 2\pi L \frac{I_0}{U_0} = 2\pi \cdot 10^{-2} \cdot \frac{2}{50} \approx 2,5 \text{ мс.}$$

Ответ: $T = 2\pi L \frac{I_0}{U_0} \approx 2,5$ мс.

Критерии оценивания выполнения задания	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 – закон сохранения энергии при электромагнитных колебаниях в контуре и формула Томсона для периода этих колебаний);</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

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.

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 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.

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

<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.</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 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

С6

Давление света от Солнца, который падает перпендикулярно на абсолютно чёрную поверхность, на орбите Земли составляет около $p = 5 \cdot 10^{-6}$ Па. Оцените концентрацию n фотонов в солнечном излучении, считая, что все они имеют длину волны $\lambda = 500$ нм.

Возможное решение

Давление света в данном случае равно, очевидно, плотности потока импульса фотонов, поглощаемых абсолютно чёрной поверхностью.

Объёмная плотность импульса фотонов равна $nh\nu/c$, а световое давление равно импульсу всех фотонов, находящихся в цилиндре длиной c с единичной площадью основания, то есть $p = nh\nu = nhc/\lambda$.

$$\text{Отсюда } n = \frac{p\lambda}{hc} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 1,3 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}.$$

$$\text{Ответ: } n = \frac{p\lambda}{hc} \approx 1,3 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}.$$

Критерии оценивания выполнения задания**Баллы**

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *связь энергии и импульса фотона, формула для связи давления света с плотностью потока импульса фотонов, а также связь частоты и длины волны света*);

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.

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.

2

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.

Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.

1

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 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.

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

0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1 В этом году в Подмосковье зима была тёплая и малоснежная. После нескольких снегопадов в январе были длительные оттепели, сменявшиеся небольшими морозами, и пушистый снег постепенно превратился в жёсткую массу, по которой можно было ходить, не проваливаясь. Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, процессы, происходившие в снегу и приведшие к его затвердеванию.

Возможное решение

- 1) Свежевыпавший снег представляет собой рыхлую массу, где разные снежинки разделены воздушными промежутками и не связаны друг с другом.
- 2) Во время оттепели тёплый воздух проникает вглубь снега, и начинается фазовый переход – плавление снежинок. Теплота плавления у льда очень велика, и за время повышения температуры воздуха успевают подтаять только края снежинок.
- 3) Ночью, когда температура воздуха опускается ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, происходит обратный переход, при котором вода, образовавшаяся при подтаивании снежинок, снова затвердевает. Из-за этого образуется пространственный каркас, уже обладающий некоторой жёсткостью.
- 4) Периодическое повторение этих процессов приводит к превращению всего выпавшего снега в лёгкую и твёрдую смёрзшуюся массу из ледяных кристаллов с воздухом между ними, так что снег выдерживает идущего по нему человека.

Критерии оценивания выполнения задания**Баллы**

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п.п. 1–4) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае – *упоминание фазовых переходов – плавления и отвердевания воды на границах снежинок при колебаниях температуры воздуха вблизи $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и образования жёсткой пространственной ледяной структуры внутри снега при многократном повторении этих процессов*).

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки.

2

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.)

ИЛИ

Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.

Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.

1

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.

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

0

C2

Два маленьких тела бросают вертикально вверх из одной точки через промежуток времени $\Delta t = 3$, сообщив им одинаковые по модулю начальные скорости $V_1 = V_2 = 20$ м/с. На какой высоте H тела столкнутся? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Возможное решение

При решении задачи применяем формулы для координаты тела при равноускоренном движении с некоторой начальной скоростью в поле силы тяжести, если сопротивлением воздуха можно пренебречь. Начало отсчёта поместим на уровне земли.

Пусть время от броска первого тела до его столкновения со вторым телом равно t . Тогда высота, на которой тела столкнутся, равна

$$H = V_1 t - g t^2 / 2 = V_2 (t - \Delta t) - g (t - \Delta t)^2 / 2.$$

Из написанных уравнений после несложных преобразований получаем:

$$t = \frac{V_2 + g \Delta t / 2}{V_2 - V_1 + g \Delta t} \Delta t = \frac{20 + 15}{20 - 20 + 30} \cdot 3 = \frac{105}{30} = 3,5 \text{ с},$$

$$H = V_1 t - g t^2 / 2 = 20 \cdot 3,5 - 5 \cdot 3,5^2 = 8,75 \text{ м}.$$

Ответ: $H = 8,75$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	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 – формулы для координат тел при равноускоренном движении в поле силы тяжести); 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.	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 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.

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

1

0

С3

Во сколько раз n уменьшится потребление электроэнергии морозильником, поддерживающим внутри температуру $t_0 = -18^\circ\text{C}$, если из комнаты, температура в которой равна $t_1 = +27^\circ\text{C}$, вынести морозильник на балкон, где температура равна $t_2 = -3^\circ\text{C}$? Скорость теплопередачи пропорциональна разности температур тела и среды.

Возможное решение

При работе морозильника из окружающей его среды внутрь постоянно идёт поток теплоты. Холодильный агрегат морозильника за счёт совершения работы передаёт эту теплоту обратно в окружающую среду, потребляя при этом электроэнергию из сети.

Чем меньше будет этот поток, тем меньшую мощность морозильник будет потреблять из сети для компенсации поступления теплоты внутрь морозильника из окружающей среды.

Таким образом, поскольку по условию мощность подвода теплоты $P = k(t_{\text{среды}} - t_0)$,

где k – некоторый постоянный коэффициент пропорциональности, то искомое отношение $n = \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{27 + 18}{-3 + 18} = \frac{45}{15} = 3$.

Ответ: $n = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = 3$.

Критерии оценивания выполнения задания

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 – энергетические соотношения при работе морозильника и закон теплообмена);
 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.

3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.

2

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.

Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.

1

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 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

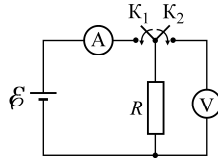
В **одной** из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

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

0

C4

В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника $E = 10$ В, сопротивление резистора $R = 10$ Ом. Вначале, после замыкания ключа K_1 , амперметр показал ток силой $I_1 = 1,00$ А, а после дополнительного замыкания второго ключа K_2 амперметр показал ток силой $I_2 = 1,01$ А. Чему равно сопротивление R_V вольтметра?



Возможное решение

После замыкания ключа K_1 по закону Ома для замкнутой цепи сила тока в ней равна $I_1 = \frac{E}{R + R_A} = \frac{10}{10 + R_A} = 1,00$ А, откуда следует, что сопротивление амперметра $R_A = 0$.

После замыкания ключа K_2 сопротивление правой части цепи, по формуле для параллельного соединения резисторов, стало равным $R_{\Sigma} = \frac{RR_V}{R + R_V}$, а сила

тока в цепи – $I_2 = \frac{E}{R_{\Sigma}} = \frac{E(R + R_V)}{RR_V} = \frac{10(10 + R_V)}{10R_V} = 1,01$ А, откуда $R_V = 1000$ Ом.

Ответ: $R_V = 1000$ Ом.

Критерии оценивания выполнения задания	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 – закон Ома для замкнутой цепи и для участка цепи, содержащего резисторы, и формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов); 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.	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.

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 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.

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

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 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

C5

В колебательном контуре происходят незатухающие колебания, при которых амплитудные значения силы тока, текущего через катушку индуктивности, и напряжения на конденсаторе равны соответственно $I_0 = 1$ А и $U_0 = 100$ В. Каков период T этих колебаний, если ёмкость конденсатора $C = 10$ мкФ?

Возможное решение

При незатухающих электромагнитных колебаниях в контуре энергия периодически превращается из энергии электрического поля, запасённой в конденсаторе и равной $\frac{CU_0^2}{2}$, в энергию магнитного поля, запасённую в катушке индуктивности L и равную $\frac{LI_0^2}{2}$, то есть $\frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$.

Период таких колебаний в соответствии с формулой Томсона равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Из написанных соотношений следует, что $L = C\left(\frac{U_0}{I_0}\right)^2$, и искомый период колебаний равен $T = 2\pi C \frac{U_0}{I_0} = 2\pi \cdot 10^{-5} \cdot \frac{100}{1} \approx 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ с} = 6,3 \text{ мс}$.

Ответ: $T = 2\pi C \frac{U_0}{I_0} \approx 6,3 \text{ мс}$.

Критерии оценивания выполнения задания	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 энергии при электромагнитных колебаниях в контуре и формула Томсона для периода этих колебаний</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.

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 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.

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

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 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

С6

Солнечная постоянная, то есть мощность света, падающего перпендикулярно на единицу площади на уровне орбиты Земли, составляет примерно $C = 1,4 \text{ кВт/м}^2$. В ряде проектов для межпланетных сообщений предлагается использовать давление этого света, идущего от Солнца. Оцените силу давления света на идеально отражающий «парус» площадью $S = 1000 \text{ м}^2$, расположенный на орбите Земли перпендикулярно потоку света от Солнца.

Возможное решение

Сила давления света в данном случае равна, очевидно, удвоенному потоку импульса фотонов, падающему на идеально отражающую поверхность «паруса» космического корабля.

Объёмная плотность импульса фотонов равна $nh\nu/c$, где n – концентрация фотонов, а сила F светового давления равна удвоенному импульсу всех фотонов, находящихся в цилиндре длиной c с площадью основания S , то есть $F = 2nh\nu S$.

Солнечная постоянная равна энергии всех фотонов, находящихся в цилиндре длиной c с единичной площадью основания: $C = nh\nu \cdot c$, откуда следует, что

$$F = 2CS/c = 2 \cdot (1,4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2) \cdot (10^3 \text{ м}^2) / (3 \cdot 10^8 \text{ м/с}) \approx 0,93 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \approx 1 \cdot 10^{-2} \text{ Н}.$$

Ответ: $F = 2CS/c \approx 1 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$.

Критерии оценивания выполнения задания	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 – <i>связь энергии и импульса фотона, формула для связи силы давления света с потоком импульса фотонов, а также выражение для Солнечной постоянной</i>);</p> <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>	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.</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 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

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	3
A2	2
A3	2
A4	3
A5	4
A6	1
A7	3
A8	3
A9	4
A10	2
A11	3
A12	1
A13	3

№ задания	Ответ
A14	4
A15	3
A16	1
A17	3
A18	2
A19	1
A20	1
A21	4
A22	4
A23	4
A24	1
A25	3

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	113
B2	233

№ задания	Ответ
B3	31
B4	43

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	3
A2	1
A3	2
A4	1
A5	4
A6	4
A7	2
A8	1
A9	4
A10	1
A11	1
A12	4
A13	4

№ задания	Ответ
A14	2
A15	2
A16	1
A17	1
A18	3
A19	2
A20	3
A21	4
A22	2
A23	3
A24	2
A25	2

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	221
B2	233

№ задания	Ответ
B3	14
B4	13