

**Рекомендации по решению задач с развёрнутым ответом
ОГЭ по физике 2024
по разделу «Тепловые явления»**

В экзаменационной работе ОГЭ по физике используется три типа заданий с развёрнутым ответом.

1. Экспериментальное задание (задание 17), которое проверяет
– умение проводить косвенные измерения физических величин;
– умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных.

Максимальный балл за выполнение задания – 3 балла.

2. Качественные задачи (задания 20, 21 и 22) представляют собой описание явления или процесса, для которого учащимся необходимо привести цепочку рассуждений, объясняющих протекание явления, особенности его свойств и т.п. Максимальный балл за выполнение задания – 2 балла.

3. Расчётные задачи (задания 23, 24 и 25), для которых необходимо представить подробное решение и получить верный ответ.

Максимальный балл за выполнение задания – 3 балла.

Рассмотрим подробно расчётные задачи линии 23, 24 и 25 по разделу «Тепловые явления» на примерах.

1. В калориметр поместили 200 г мокрого снега и долили 200 г воды при температуре 100 °С. После того как снег растаял, в калориметре установилась температура 20 °С. Сколько воды содержал мокрый снег первоначально?

Возможный вариант решения:

Дано:

$$m_{\text{м с}} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_{\text{г в}} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$t_{1_{\text{г в}}} = 100 \text{ °С}$$

$$t_{\text{м с}} = 0 \text{ °С}$$

$$t_2 = 20 \text{ °С}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$\lambda = 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m_{\text{в}} - ?$$

Решение:

$$Q_{\text{нагр. х в}} + Q_{\text{плав. л}} + Q_{\text{охл. г в}} = 0$$

$$Q_{\text{нагр. х в}} = c m_{\text{м с}} (t_2 - t_{\text{м с}})$$

$$Q_{\text{плав. л}} = \lambda m_{\text{л}}$$

$$Q_{\text{охл. г в}} = c m_{\text{г в}} (t_2 - t_{1_{\text{г в}}})$$

$$c m_{\text{м с}} (t_2 - t_{\text{м с}}) + \lambda m_{\text{л}} + c m_{\text{г в}} (t_2 - t_{1_{\text{г в}}}) = 0$$

$$\begin{aligned} \lambda m_{\text{л}} &= -c m_{\text{м с}} (t_2 - t_{\text{м с}}) - c m_{\text{г в}} (t_2 - t_{1_{\text{г в}}}) = \\ &= c (m_{\text{г в}} (t_{1_{\text{г в}}} - t_2) - m_{\text{м с}} t_2) \end{aligned}$$

$$m_{\text{л}} = \frac{c (m_{\text{ГВ}} (t_{1\text{ГВ}} - t_2) - m_{\text{МС}} t_2)}{\lambda}$$

$$m_{\text{В}} = m_{\text{МС}} - m_{\text{л}}$$

$$m_{\text{В}} = m_{\text{МС}} - \frac{c (m_{\text{ГВ}} (t_{1\text{ГВ}} - t_2) - m_{\text{МС}} t_2)}{\lambda}$$

$$m_{\text{В}} = 0,2 - \frac{4200 (0,2 (100 - 20) - 0,2 \cdot 20)}{330000} = 0,047 \text{ (кг)}$$

Ответ: $m_{\text{В}} = 0,047 \text{ кг}$

2. Сжигая 40 г керосина, воду массой 2,5 кг нагревают от 20 °С до 100 °С и частично переводят в пар. Сколько воды превратится в пар, если при сгорании керосина 50% энергии передается воде?

Возможный вариант решения:

Дано:

$$m_{\text{к}} = 40 \text{ г} = 0,04 \text{ кг}$$

$$m_{\text{В}} = 2,5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$L = 2300000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$q = 46000000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\eta = 50 \% = 0,5$$

$$m_{\text{п}} - ?$$

Решение:

$$\eta = \frac{Q_{\text{полез}}}{Q_{\text{затр}}}$$

$$Q_{\text{полез}} = Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{пар}}$$

$$Q_{\text{нагр}} = c m_{\text{В}} (t_2 - t_1)$$

$$Q_{\text{пар}} = L m_{\text{п}}$$

$$Q_{\text{затр}} = q m_{\text{к}}$$

$$\eta = \frac{c m_{\text{В}} (t_2 - t_1) + L m_{\text{п}}}{q m_{\text{к}}}$$

$$\eta q m_{\text{к}} = c m_{\text{В}} (t_2 - t_1) + L m_{\text{п}}$$

$$L m_{\text{п}} = \eta q m_{\text{к}} - c m_{\text{В}} (t_2 - t_1)$$

$$m_{\text{п}} = \frac{\eta q m_{\text{к}} - c m_{\text{В}} (t_2 - t_1)}{L}$$

$$m_{\text{п}} = \frac{0,5 \cdot 46000000 \cdot 0,04 - 4200 \cdot 2,5 (100 - 20)}{2300000} = 0,035 \text{ (кг)}$$

Ответ: $m_{\text{п}} = 0,035 \text{ кг}$

3. В сосуд с водой поместили кусок льда, масса которого в 2 раза больше массы воды. На рисунке изображен процесс теплообмена между водой и льдом. К окончанию процесса теплообмена растаяло 105 г льда. Определите первоначальную массу льда, помещённого в сосуд. Потерями энергии при теплообмене можно пренебречь.

Возможный вариант решения:

Дано:

$$m_{\text{л}} = 2m_{\text{в}}$$

$$m_{\text{раст. льда}} = 105 \text{ г} = 0,105 \text{ кг}$$

$$t_{1\text{в}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{1\text{л}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{2\text{в}} = t_{2\text{л}} = t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

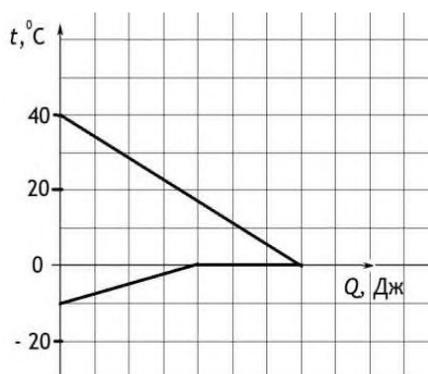
$$c_{\text{л}} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m_{\text{л}} - ?$$

Решение:



$$Q_{\text{нагр. льда}} + Q_{\text{плав.}} + Q_{\text{охл. воды}} = 0$$

$$Q_{\text{нагр. льда}} = c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_2 - t_{1\text{л}})$$

$$Q_{\text{плав.}} = \lambda m_{\text{раст. льда}}$$

$$Q_{\text{охл. воды}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_{1\text{в}})$$

$$c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_2 - t_{1\text{л}}) + \lambda m_{\text{раст. льда}} + c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_{1\text{в}}) = 0$$

$$c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_2 - t_{1\text{л}}) + \lambda m_{\text{раст. льда}} + c_{\text{в}} \frac{m_{\text{л}}}{2} (t_2 - t_{1\text{в}}) = 0$$

$$m_{\text{л}} c_{\text{л}} (t_2 - t_{1\text{л}}) + c_{\text{в}} \frac{m_{\text{л}}}{2} (t_2 - t_{1\text{в}}) = -\lambda m_{\text{раст. льда}}$$

$$\frac{m_{\text{л}}}{2} (2 c_{\text{л}} (-t_{1\text{л}}) + c_{\text{в}} (-t_{1\text{в}})) = -\lambda m_{\text{раст. льда}}$$

$$\frac{m_{\text{л}}}{2} (2 c_{\text{л}} t_{1\text{л}} + c_{\text{в}} t_{1\text{в}}) = \lambda m_{\text{раст. льда}}$$

$$m_{\text{л}} = \frac{2 \lambda m_{\text{раст. льда}}}{2 c_{\text{л}} t_{1\text{л}} + c_{\text{в}} t_{1\text{в}}}$$

$$m_{\text{л}} = \frac{2 \cdot 330000 \cdot 0,105}{2 \cdot 2100 \cdot (-10) + 4200 \cdot 40} = 0,55 \text{ (кг)}$$

Ответ: $m_{\text{л}} = 0,55 \text{ кг}$

4. Смешали 3 кг воды при 80 °С и 1,6 кг воды при 10 °С. Определите конечную температуру воды, если 20% тепла, отданного горячей водой, пошло на нагревание окружающей среды.

Возможный вариант решения:

Дано:

$$m_{\text{ГВ}} = 3 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ХВ}} = 1,6 \text{ кг}$$

$$t_{1_{\text{ГВ}}} = 80 \text{ °С}$$

$$t_{1_{\text{ХВ}}} = 10 \text{ °С}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$x = 20 \% = 0,2$$

$$t_2 = ?$$

$$t_2 = \frac{m_{\text{ХВ}} t_{1_{\text{ХВ}}} + 0,8 m_{\text{ГВ}} t_{1_{\text{ГВ}}}}{m_{\text{ХВ}} + 0,8 m_{\text{ГВ}}}$$

$$t_2 = \frac{1,6 \cdot 10 + 0,8 \cdot 3 \cdot 80}{1,6 + 0,8 \cdot 3} = 52 \text{ (°С)}$$

Ответ: $t_2 = 52 \text{ °С}$

Решение:

$$Q_{\text{нагр.}} + (1 - x) Q_{\text{охл.}} = 0$$

$$Q_{\text{нагр.}} = c m_{\text{ХВ}} (t_2 - t_{1_{\text{ХВ}}})$$

$$Q_{\text{охл.}} = c m_{\text{ГВ}} (t_2 - t_{1_{\text{ГВ}}})$$

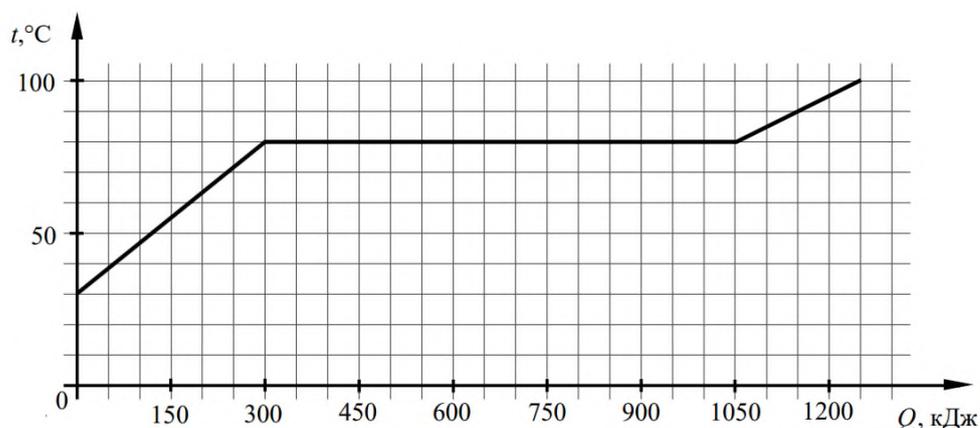
$$c m_{\text{ХВ}} (t_2 - t_{1_{\text{ХВ}}}) + (1 - x) c m_{\text{ГВ}} (t_2 - t_{1_{\text{ГВ}}}) = 0$$

$$m_{\text{ХВ}} (t_2 - t_{1_{\text{ХВ}}}) + 0,8 m_{\text{ГВ}} (t_2 - t_{1_{\text{ГВ}}}) = 0$$

$$m_{\text{ХВ}} t_2 - m_{\text{ХВ}} t_{1_{\text{ХВ}}} + 0,8 m_{\text{ГВ}} t_2 - 0,8 m_{\text{ГВ}} t_{1_{\text{ГВ}}} = 0$$

$$t_2 (m_{\text{ХВ}} + 0,8 m_{\text{ГВ}}) = m_{\text{ХВ}} t_{1_{\text{ХВ}}} + 0,8 m_{\text{ГВ}} t_{1_{\text{ГВ}}}$$

5. По результатам нагревания тела массой 5 кг построен график зависимости температуры этого тела от подводимого количества теплоты. Перед началом нагревания тело находилось в твёрдом состоянии. Какой будет масса вещества в жидком состоянии, если сообщить этому телу только 675 кДж энергии? Потерями энергии можно пренебречь.



Возможный вариант решения:

Дано:	СИ	Решение:
$m = 5 \text{ кг}$		$Q_1 - Q_{\text{нагр}} = \lambda m_1$
$Q_{\text{пл}} = 750 \text{ кДж}$	750000 Дж	$m_1 = \frac{Q_1 - Q_{\text{нагр}}}{\lambda}$
$Q_1 = 675 \text{ кДж}$	675000 Дж	$Q_{\text{пл}} = \lambda m$
$Q_{\text{нагр}} = 300 \text{ кДж}$	300000 Дж	
$m_1 = ?$		

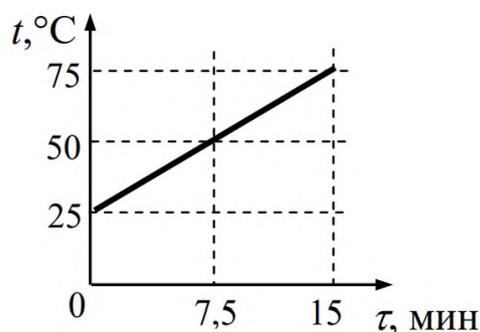
$$\lambda = \frac{Q_{\text{пл}}}{m}$$

$$\lambda = \frac{750000}{5} = 150000 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$$

$$m_1 = \frac{675000 - 300000}{150000} = 2,5 \text{ (кг)}$$

Ответ: $m_1 = 2,5 \text{ кг}$

6. Воду массой 900 г налили в стакан и стали нагревать на электрической плитке мощностью 300 Вт. При этом экспериментально исследовали зависимость температуры воды от времени нагревания (см. рисунок). Определите КПД данного процесса, считая полезной энергию, идущую на нагревание воды.



Возможный вариант решения:

Дано:	СИ	Решение:
$m = 900 \text{ г}$	0,9 кг	$\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100 \%$
$P = 300 \text{ Вт}$		$Q = c m \Delta t$
$\tau = 15 \text{ мин}$	900 с	$A = P \cdot \tau$
$\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$		$\eta = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{P \cdot \tau} \cdot 100 \%$
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$		$\eta = \frac{4200 \cdot 0,9 \cdot 50}{300 \cdot 900} \cdot 100 \% = 70 \%$
$\eta = ?$		

Ответ: $\eta = 70 \%$

7. С помощью электрического нагревателя сопротивлением 200 Ом нагревают 440 г молока. Электронагреватель включён в сеть с напряжением 220 В. За какое время молоко в сосуде нагреется на 55 °С? Удельную теплоёмкость молока принять равной 3900 Дж/(кг · °С). Считать, что вся энергия, выделяемая нагревателем, идёт на нагревание молока.

Возможный вариант решения:

Дано: m = 440 г c = 3900 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$ Δt = 55 °С U = 220 В R = 200 Ом	СИ 0,44 кг	Решение: Q = A Q = c m Δt A = $\frac{U^2 \cdot \tau}{R}$ c m Δt = $\frac{U^2 \cdot \tau}{R}$ c m Δt R = U ² τ
τ – ?		

$$\tau = \frac{c m \Delta t R}{U^2}$$

$$\tau = \frac{3900 \cdot 0,44 \cdot 55 \cdot 200}{220^2} = 390 \text{ (с)}$$

Ответ: τ = 390 с.

8. С помощью электрического нагревателя сопротивлением 200 Ом нагревают 440 г молока. Электронагреватель включён в сеть с напряжением 220 В. За 390 с молоко в сосуде нагревается на 55 °С. Определите по этим данным удельную теплоёмкость молока. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Возможный вариант решения:

Дано: R = 200 Ом m = 440 г τ = 390 с Δt = 55 °С U = 220 В	СИ 0,44 кг	Решение: Q = A Q = c m Δt A = $\frac{U^2 \cdot \tau}{R}$ c m Δt = $\frac{U^2 \cdot \tau}{R}$ c = $\frac{U^2 \cdot \tau}{R \cdot m \cdot \Delta t}$
c – ?		

$$c = \frac{220^2 \cdot 390}{200 \cdot 0,44 \cdot 55} = 3900 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \right)$$

Ответ: $c = 3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$