

На решение олимпиадных заданий по физике 8 класса отводится 3 часа (180 минут).

8 КЛАСС

1. Две машины выехали одновременно навстречу друг другу из городов А и В. Машины встретились на расстоянии ℓ от А, затем доехали до городов В и А, развернулись и поехали назад. Вторая встреча машин произошла на расстоянии $2\ell/3$ от города В. Найти расстояние АВ. Найти соотношение скоростей машин. Скорости машин постоянны.

Возможное решение.

Пусть расстояние $AB = L$, а скорости машин, вышедших из города А – v_A , из г. В – v_B . Тогда для момента первой встречи машин получим уравнение:

$$\frac{\ell}{v_A} = \frac{L - \ell}{v_B}. \quad (3 \text{ балла})$$

Для второй встречи, с учетом пройденных расстояний:

$$\frac{L + 2\ell/3}{v_A} = \frac{2L - 2\ell/3}{v_B}. \quad (4 \text{ балла})$$

Делим второе уравнение на первое.

$$\frac{L + 2\ell/3}{\ell} = \frac{2L - 2\ell/3}{L - \ell}. \quad (1 \text{ балл})$$

Раскрываем пропорцию и получаем:

$$L = 7\ell/3. \quad (1 \text{ балл}).$$

Подставляем найденное решение в первое уравнение и находим ответ на второй вопрос задачи:

$$\frac{v_B}{v_A} = \frac{L - \ell}{\ell} = \frac{7\ell/3 - \ell}{\ell} = \frac{4}{3}. \quad (1 \text{ балл}).$$

2. Любопытный естествоиспытатель раскалил кусок меди массой 2.5 кг до температуры 700°C , после чего, соблюдая правила безопасности при обращении с горячими предметами (использовал длинную палку с крюком на конце), медленно опустил его в пластиковое ведро с водой. Он заметил, что сначала вода активно шипела, а потом перестала. Объем воды в ведре 4 литра, начальная температура 20°C . Определите конечную температуру воды в ведре. Какая масса воды останется в ведре после установления теплового равновесия. Удельная теплоёмкость меди равна примерно $380 \text{ Дж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$, удельная теплоёмкость воды — $4200 \text{ Дж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$, удельная теплота испарения воды — $2,3 \text{ МДж}/\text{кг}$. Испарением воды с поверхности пренебречь.

Возможное решение.

Пластиковое ведро плохо проводит теплоту, поэтому его можно считать теплоизолирующей оболочкой. (1 балл)

Изначальное шипение воды напрямую связано с активным испарением воды, соприкасающейся с поверхностью раскаленного металла. Найдем массу испарившейся воды ΔM , учитывая, что кипение прекращается при достижении температуры кипения 100°C . (3 балла)

Начальная масса воды $M = 4 \text{ кг}$. (1 балл)

$$c \cdot m \cdot \Delta t = L \cdot \Delta M \Rightarrow \Delta M = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{L} = \frac{380 \cdot 2.5 \cdot 600}{2.3 \cdot 10^6} = 0.248 \text{ кг}. (2 \text{ балла})$$

Значит, в ведре останется $M' = M - \Delta M = 4 - 0.248 = 3.752 \text{ кг}$ воды. (1 балл)

Запишем уравнение теплового баланса для оставшейся массы воды и меди:

$$c_w \cdot M' \cdot (t - 20) = c \cdot m \cdot (100 - t) \Rightarrow t = \frac{100 \cdot c \cdot m + 20 \cdot c_w \cdot M'}{c_w \cdot M' + c \cdot m}.$$

Искомая температура воды в момент достижения теплового равновесия:

$$t = \frac{100 \cdot 380 \cdot 2.5 + 20 \cdot 4200 \cdot 3.752}{4200 \cdot 3.752 + 380 \cdot 2.5} = 24.5^\circ\text{C}. (2 \text{ балла}).$$

3. Знаменитый скульптор Микеланджело вырубил из мрамора скульптуру «Давида», наблюдая натурщика. Высота «Давида» $H = 5.00 \text{ м}$, рост натурщика $h = 1.71 \text{ м}$. Плотность мрамора $\rho_M = 2.50 \text{ г/см}^3$. Скульптура тяжелее натурщика в 60 раз. Определите среднюю плотность человеческого тела $\rho_{\text{ч}}$.

Возможное решение.

Высота скульптуры в $k = H/h = 2.924$ раза больше роста натурщика. Значит, объем статуи в $k^3 = 25.0$ раз больше объема натурщика. (4 балла) Отношение масс скульптуры и натурщика равно

$$\frac{M}{m} = \frac{\rho_M}{\rho_{\text{ч}}} \cdot k^3 \Rightarrow \rho_{\text{ч}} = \rho_M \cdot k^3 \cdot \frac{m}{M}. (3 \text{ балла})$$

$$\rho_{\text{ч}} = \frac{2.50 \cdot 25.0}{60} = 1.04 \text{ г/см}^3. (3 \text{ балла}).$$

4. В калориметр поместили 100 г льда и налили 20 г воды. После установления теплового равновесия оказалось, что масса льда не изменилась. Какие значения начальной температуры могли быть у льда в таком эксперименте? Удельная теплоемкость льда $2100 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$, удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$. Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг . Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

Возможное решение.

Так как после теплообмена лед находится в равновесии с жидкостью, то температура получившейся смеси 0°C . (1 балл)

Масса льда не изменилась, что указывает на отсутствие процессов плавления и кристаллизации. (1 балл) По условию вода изначально была в жидком состоянии, следовательно, остыть она могла не более чем на 100°C . (2 балла)

Составим уравнение теплового баланса:

$$c_{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} \cdot \Delta t_{\text{л}} = c_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{в}}. \text{ (3 балла)}$$

Откуда, с учетом масс и теплоемкостей, максимальное изменение температуры льда

$$\Delta t_{\text{л}} = \frac{c_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{в}}}{c_{\text{л}} \cdot m_{\text{л}}} = \frac{4200 \cdot 20 \cdot 100}{2100 \cdot 100} = 40^{\circ}\text{C}. \text{ (2 балла)}$$

Окончательно, лед мог иметь температуру от 0 до -40°C . (1 балла)