

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по физике
9 класс
2016-2017 учебный год**

Задача 1.

Два катера одновременно в 9.00 отплыли от причалов А и Б и поплыли по реке навстречу друг другу с постоянными скоростями относительно берега. В 11.00 они проплыли мимо друг друга, а еще через полтора часа катер, отплывший от А, приплыл к причалу Б. В какой момент времени другой катер приплыл к причалу А?

Решение:

Катер, который плыл из А в Б, проплыл после встречи тот же отрезок, что и катер, отплывший из Б в А до встречи (2 балла) и наоборот (2 балла).

Согласно условию, встреча катеров произошла в 11.00, т.е. через два часа после отплытия катеров. Значит, катер, который плыл из А в Б имеет скорость относительно берега большую в $2/1,5=4/3$ раза, чем другой катер (2 балла). Поэтому катер, двигавшийся из Б в А, будет плыть после встречи не два часа, как плыл другой катер, а в $4/3$ раза дольше (1 балла), т.е. 2 часа 40 минут (1 балл). Отсюда следует, что этот катер прибудет к причалу А в 13 ч 40 мин (2 балла).

Ответ: в 13 ч.40 мин.

Задача 2.

С какой минимальной скоростью должны лететь друг навстречу другу две одинаковые льдинки, имеющие одинаковые начальные температуры $t = -10^\circ\text{C}$, чтобы после абсолютно неупругого удара превратиться в пар при температуре 100°C ? Перед ударом льдинки имеют одинаковые скорости и вся кинетическая энергия льдинок переходит в тепло ($c_{\text{л}}=2100$ Дж/(кг К), $c_{\text{в}}=4200$ Дж/(кг К), $\lambda_{\text{л}}=3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, $L_{\text{п}}=2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг).

Решение:

Обозначим m и v – масса и скорость каждой льдинки. Тогда перед столкновением их суммарная кинетическая энергия равна $E = \frac{2m v^2}{2} = m v^2$ и вся кинетическая энергия льдинок переходит в тепло $E=Q$. (2 балла)

Найдем количество теплоты, необходимое для превращения двух льдинок при температуре $t=-10^\circ\text{C}$ в пар при температуре 100°C .

$Q_1 = 2m c_{\text{л}}(t_0 - t)$ - нагревание льдинок от температуры $t=-10^\circ\text{C}$ до температуры плавления $t_0=0^\circ\text{C}$, (1 балл)

$Q_2 = 2m \lambda_{\text{л}}$ - плавление льдинок при температуре плавления, (1 балл)

$Q_3 = 2m c_{\text{в}}(t_{\text{н}} - t_0)$ - нагревание получившейся при таянии льдинок воды от температуры $t_0=0^\circ\text{C}$ до температуры кипения $t_{\text{н}}=100^\circ\text{C}$, (1 балл)

$Q_4 = 2m L_{\text{п}}$ - превращение получившегося кипятка в пар. (1 балл)

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$.

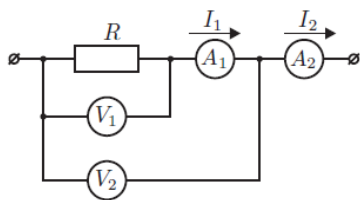
Начальная механическая энергия превращается в теплоту

$$m v^2 = 2m c_{\text{л}}(t_0 - t) + 2m \lambda_{\text{л}} + 2m c_{\text{в}}(t_{\text{н}} - t_0) + 2m L_{\text{п}}$$

$$v = \sqrt{2c_{\text{л}}(t_0 - t) + 2\lambda_{\text{л}} + 2c_{\text{в}}(t_{\text{н}} - t_0) + 2L_{\text{п}}} \quad (2 \text{ балла})$$

$$v = 2,46 \cdot 10^3 \text{ (м/с)} \quad (2 \text{ балла})$$

Ответ: $v=2,46 \cdot 10^3$ (м/с).



Задача 3.

Электрическая цепь состоит из двух одинаковых вольтметров, и двух амперметров. Их показания $U_1 - 10$ В, $U_2 - 10,5$ В, $I_1 - 50$ мА, $I_2 - 70$ мА соответственно. Определите сопротивление резистора R .

Решение:

Сила тока, протекающего через вольтметр V_2

$$i_2 = I_2 - I_1 \text{ (2 балла)}$$

Сопротивление вольтметра

$$R_v = \frac{U_2}{i_2} = \frac{U_2}{I_2 - I_1} \text{ (2 балла)}$$

Сила тока, протекающего через вольтметр V_1

$$i_1 = \frac{U_1}{R_v} = \frac{U_1}{U_2} (I_2 - I_1) \text{ (2 балла)}$$

Сила тока, протекающего через резистор

$$I_R = I_1 - i_1 = I_1 - \frac{U_1}{U_2} (I_2 - I_1) \text{ (2 балла)}$$

Сопротивление резистора

$$R = \frac{U_1}{I_R} = \frac{U_2 U_1}{U_2 I_1 - (I_2 - I_1) U_1} \text{ (2 балла)}$$

$R = 323$ (Ом).

Ответ: $R = 323$ (Ом).

Задача 4.

Имеются три тела из одинакового вещества, два с одинаковой массой, а третье с меньшей массой. Исходно температуры у первых двух тел $t_1=100^\circ\text{C}$ и $t_2=10^\circ\text{C}$, а у третьего меньшего тела $t_0=0^\circ\text{C}$. После приведения третьего тела в контакт со вторым у них установилась одинаковая температура $t_3=9^\circ\text{C}$. Какой, в конце концов, станет температура у всех тел, если затем меньшее тело многократно приводится в контакт то с первым, то со вторым телом? Обменом тепла с окружающей средой пренебречь.

Решение:

Конечная температура у всех тел станет одинаковой. (2 балла)

Найдем отношение теплоёмкостей третьего и второго тела из данных о

первом контакте: $Ct_2 = (C + C_0)t_3$ и $C = \frac{C_0 t_3}{t_2 - t_3} = 9C_0$,

используя $t_0 = 0^\circ\text{C}$. (3 балла)

Ключевая идея точного расчёта состоит в том, что условия теплового баланса означают неизменность «запаса» тепла (сама идея) (1 балл).

При равенстве температур конечный запас тепла $(2C + C_0)t$ равен начальному $= Ct_1 + Ct_2$ (2 балл).

Откуда находится

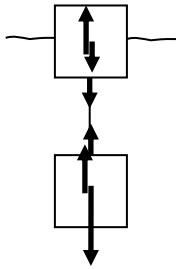
$$t = \frac{Ct_1 + Ct_2}{2C + C_0} = \frac{t_3(t_1 + t_2)}{(t_3 + t_2)}$$

$$t = \frac{990}{19} \approx 52^\circ\text{C} \text{ (2 балла).}$$

Ответ: $t=52^\circ\text{C}$.

Задача 5.

Два кубика одинаковых размеров, но с различающимися в три раза плотностями, скреплены легкой нитью и опущены в воду. Оказалось, что один из кубиков погружен в воду полностью, а второй плавает, погрузившись на 50% своего объема. Натяжение нити при этом составляет T . Чему равна масса полностью погруженного кубика? Ускорение свободного падения g .



Решение:

Полностью погружен кубик из материала с большей плотностью (1 балл).

Если обозначить массу верхнего кубика m_1 , то условия равновесия верхнего кубика имеет вид

$$F_{A1} = T + m_1 g, \quad (2 \text{ балла})$$

где F_{A1} - выталкивающая сила, действующая на верхний, наполовину погруженный кубик, T - сила натяжения нити.

Так как плотности различаются втрое, то масса нижнего кубика равна

$$m_2 = 3m_1 \quad (1 \text{ балл})$$

а условие равновесия имеет вид $T + 2F_{A1} = 3m_1 g$ (3 балла).

Учтено, что погруженный объем вдвое больше, чем в случае верхнего кубика

$$F_{A2} = 2F_{A1}$$

Исключая параметр F_{A1} и решая уравнения, получаем,

$$m_2 = 3m_1 = \frac{9T}{g} \quad (3 \text{ балла}). \quad \text{Ответ: } m_2 = 9T/g$$