"Выходи решать!". Решение задач по физике

Основной вариант

Задача 1. В сосуд, содержащий $m_1 = 23$ кг воды, впустили $m_2 = 420$ г водяного пара при температуре $t_1 = 100°C$. После того, как весь пар сконденсировался, температура воды в сосуде стала равна $t_2 = 77°C$. Считать удельную теплоту конденсации водяного пара равной $L = 2300 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, удельную теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}°C}$. Найти начальную температуру воды t. Потерями тепла пренебречь. Ответ выразите в $°C$ с точностью до сотых и введите в поле ответа.

Решение. Попав в воду, водяной пар массой начинает конденсироваться, выделяя количество теплоты $Q_1 = m_2 L$.

Получившаяся после конденсации пара вода охлаждается до температуры t_2, выделяя при этом еще $Q_2 = cm_2(t_1 - t_2)$.

Для нагревания m_2 кг воды температуры t до температуры t_2 требуется количество теплоты $Q_3 = cm_1(t_2 - t)$.

Составим уравнение теплового баланса:

$$m_2 L + cm_2(t_1 - t_2) = Q_1 + Q_2 = Q_3 = cm_1(t_2 - t)$$

Откуда

$$t = \frac{cm_1 t_2 - m_2 L - cm_2(t_1 - t_2)}{cm_1} = t_2 - \frac{m_2 L}{cm_1} - \frac{m_2(t_1 - t_2)}{m_1}$$

Подставляя конкретные значения, получим:

$$t = 77 - \frac{0,42 \cdot 2,3 \cdot 10^6}{4,2 \cdot 10^3 \cdot 23} - \frac{0,42 \cdot (100 - 77)}{23} = 66,58(°C).$$

□

Задача 2. Самолёт летит строго на юг. При этом дует боковой восточный ветер со скоростью $v_1 = 9$ м/с. Скорость самолёта в безветренную погоду $v = 41$ м/с. С какой скоростью летит самолёт относительно земли? Ответ выразите в метрах в секунду с точностью до целого числа и введите в поле ответа.

Решение: Задача решается через теорему Пифагора. Для нахождения необходимо найти катет полученного “треугольника скоростей”:

$$v_2 = \sqrt{v^2 - v_1^2} = \sqrt{41^2 - 9^2} = 40(\text{м/с}).$$

□

Ответ: 40 (м/с).

Задача 3. Обогреватель мощностью $P = 6500$ Вт соединён с сетью постоянного напряжения двумя алюминиевыми проводами. Длина каждого $l = 600$ м, площадь поперечного сечения $S = 140$ мм^2. Сила тока в цепи $I = 100$ А. Найдите, во сколько раз больше выделяется теплоты на обогревателе по сравнению с проводами? Удельное сопротивление алюминия $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом $\cdot$ м. Ответ выразите с точностью до десятых и введите в поле ответа.

Решение. Напряжение обогревателя равно

$$U_1 = \frac{P}{I} = \frac{6500}{100} = 65(\text{В}).$$

Сопротивление каждого провода равно

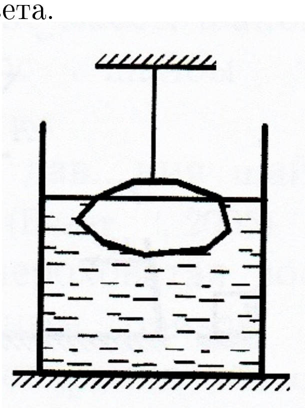
$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 600}{140 \cdot 10^{-6}} = 0,12(\text{Ом})$$

Искомое соотношение равно:

$$\frac{Q_\text{о}}{Q_\text{пр}} = \frac{P_\text{о}}{P_\text{пр}} = \frac{U_1 I}{2I^2 R} = \frac{U_1}{2IR} = \frac{65}{2 \cdot 100 \cdot 0,12} = 2,7.$$

□

Задача 4. На привязанной к стойке нити висит кусок льда, частично погруженный в воду, налитую в сосуд цилиндрической формы, площадь сечения которого составляет 60 см^2. Если бы весь лёд растаял, уровень воды в сосуде изменился бы на 3 см. Найдите, чему равна сила натяжении нити. Плотность воды считайте равной $\rho = 1000$ кг/м^3. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2. Ответ выразите в Н с точностью до десятых и введите в поле ответа.



Решение. Условие равновесия куска льда:

$$\rho V_1 g = \rho_\text{л} V g + T,$$

где V — объем льда, V_1 — объем погруженной в воду части льда, $\rho_\text{л}$ — плотность льда. Тогда объем воды, полученный после таяния льда, равен

$$V_2 = \frac{\rho_\text{л} V}{\rho}.$$

При этом, после таяния льда получим, что изменение уровня воды равно:

$$\Delta h = \frac{V_2 - V_1}{S} < 0,$$

поскольку плотность льда меньше плотности воды.

Используя полученные соотношения, можно выразить ответ:

$$T = g\rho V_1 - \rho_\text{л} V g = g\rho\left(V_2 - S\Delta h\right) - \rho_\text{л} V g = g\rho\left(\frac{\rho_\text{л} V}{\rho} - S\Delta h\right) - \rho_\text{л} V g =$$

$$= \rho_\text{л} V g - S\Delta h g\rho - \rho_\text{л} V g = -S\Delta h g\rho$$

С учетом того, что $\Delta h < 0$, получаем:

$$T = 66 \cdot 10^{-4} \cdot 0.03 \cdot 10 \cdot 1000 = 1,8(H).$$

Ответ: 1,8 (Н).

□

Задача 5. Барон Мюнхгаузен, располагаясь у подножия горы с углом наклона $\varphi = 30°$, бросает камень в сторону подъёма горы с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с, направленной под углом $\alpha = 60°$ к горизонту. На каком расстоянии l от Мюнхгаузена упадет камень? Считать $g = 10$ м/с^2. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ выразите в метрах и введите в поле ответа.

Решение. Поместим начало отсчета O в точку бросания, ось x направим вдоль склона, ось y — перпендикулярно ей.

В данной системе отсчета угол между начальной скоростью и осью Ox составляет $\beta = \alpha - \varphi = 60° - 30° = 30°$.

В начальный момент времени: $x_0 = 0$, $y_0 = 0$, $v_{0x} = v_0 \cos\beta$, $v_{0y} = v_0 \sin\beta$.

Поскольку отсутствует сопротивление воздуха: $a_x = -g\sin\varphi$, $a_y = -g\cos\varphi$.

Запишем уравнения движения с учетом начальных условий:

$$x(t) = (v_0 \cos\beta)t - \frac{(g\sin\varphi)t^2}{2},$$

$$y(t) = (v_0 \sin\beta)t - \frac{(g\cos\varphi)t^2}{2}.$$

Пусть время полёта равно τ. Учитывая, что $y(\tau) = 0$, находим:

$$y(\tau) = (v_0 \sin\beta)\tau - \frac{(g\cos\varphi)t^2}{2} = 0$$

$$\tau\left(v_0 \sin\beta - \frac{(g\cos\varphi)\tau}{2}\right) = 0$$

Значение $\tau = 0$ мы отбрасываем, так как оно не имеет смысла.

Получаем, что

$$v_0 \sin\beta - \frac{(g\cos\varphi)\tau}{2} = 0.$$

Откуда

$$\tau = \frac{2v_0 \sin\beta}{g\cos\varphi}$$

Подставляя найденное τ в $x(t)$ получаем:

$$l = x(\tau) = (v_0 \cos\beta)\tau - \frac{(g\sin\varphi)\tau^2}{2} = \frac{2v_0^2 \sin\varphi}{g\cos^2\varphi}(\cos\beta\cos\varphi - \sin^2\beta) = 60 \text{ (м)}$$

□