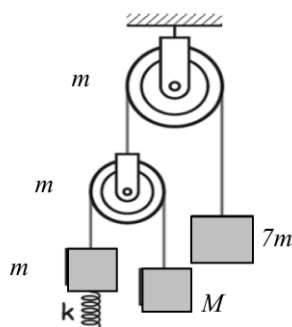


МОШ, 2016/17, отборочный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

1 Блоки, пружина и груз

Система, состоящая из закрепленного и подвижного блоков массой $m = 1,0$ кг, пружины и нескольких грузов, находится в равновесии. $g = 10$ м/с². Определите:



1. чему равна масса груза M ?
2. сжата или растянута пружина?
3. чему равна сила упругости пружины?

Подсказка

Запишите условия равновесия для каждого груза и для подвижного блока; нить, переброшенную через блок, считайте с одинаковым натяжением по обе стороны. Знак силы упругости из уравнения для нижнего груза покажет, сжата пружина или растянута.

Ответ

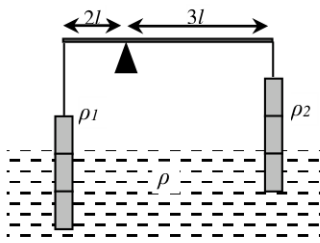
1) $M = 3m = 3,0$ кг; 2) пружина растянута; 3) $F = 2mg = 20$ Н.

Решение

Условие равновесия для тела M : $Mg = T_2$. Условие равновесия для тела $7m$: $7mg = T_1$. Здесь T_1 и T_2 — силы натяжения верхней и нижней нити соответственно. Условие равновесия для подвижного блока: $mg + 2T_2 = T_1$. Исключая силы натяжения, находим массу $M = 3m = 3,0$ кг. Из условия равновесия нижнего груза m : $mg + F = T_2$ получаем, что сила упругости F — положительная: $F = 2mg = 20$ Н, следовательно, пружина растянута.

2 Цилиндры на рычаге в жидкости, 9 кл.

На легком рычаге уравновешены два цилиндра, имеющие одинаковые размеры. При этом точка опоры делит рычаг в отношении 2 к 3, а цилиндры погружены в жидкость (левый — на две трети, а правый — на треть объема). Плотность левого цилиндра $\rho_1 = 4,0 \text{ г/см}^3$, а правого $\rho_2 = 2,5 \text{ г/см}^3$. Определите плотность жидкости ρ .



Подсказка

Каждый цилиндр действует на рычаг силой тяжести за вычетом силы Архимеда, которая зависит от погружённой доли объёма. Запишите правило моментов относительно точки опоры.

Ответ

$$\rho = 3(2\rho_1 - 3\rho_2) = 1,5 \text{ г/см}^3.$$

Решение

Правило моментов относительно точки опоры рычага:

$$\rho g \frac{2}{3} V \cdot 2l + \rho_2 g V \cdot 3l = \rho_1 g V \cdot 2l + \rho g \frac{1}{3} V \cdot 3l,$$

где V — объем тела. Отсюда после упрощения получаем $\rho = 3(2\rho_1 - 3\rho_2) = 1,5 \text{ г/см}^3$.

3 Калориметр и три кубика льда

В калориметр с $m = 200 \text{ г}$ воды при температуре $t_0 = 60^\circ\text{C}$ поместили три кубика льда массой $m_{\text{л}} = 10 \text{ г}$ каждый, имеющих температуры $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $t_2 = -20^\circ\text{C}$ и $t_3 = -30^\circ\text{C}$. Какая температура установится в калориметре после теплообмена? Теплоемкостью калориметра и потерями тепла можно пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплота кристаллизации воды $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$.

Подсказка

Сначала найдите, сколько теплоты нужно, чтобы довести весь лёд до 0°C и расплавить его, затем составьте уравнение теплового баланса для остывающей воды и талой воды, нагреваемой до общей температуры.

Ответ

$$t_x \approx 40,6^\circ\text{C}.$$

Решение

Определим Q_1 — количество теплоты, необходимое для нагревания до 0°C и плавления всего льда:

$$Q_1 = m_{\text{л}}(c_{\text{л}}(10 + 20 + 30) + 3\lambda) = 11160 \text{ Дж.}$$

Составим уравнение теплового баланса для льда и остывающей воды:

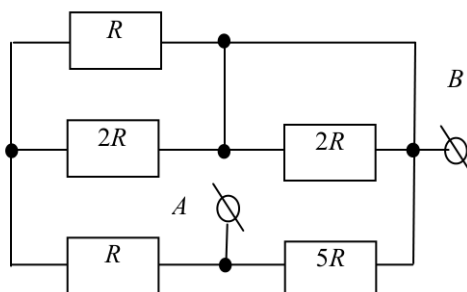
$$mc_{\text{в}}(t_0 - t_x) = Q_1 + 3m_{\text{л}}c_{\text{в}}t_x.$$

Отсюда

$$t_x = \frac{mc_{\text{в}}t_0 - Q_1}{(3m_{\text{л}} + m)c_{\text{в}}} = 40,6^\circ\text{C}.$$

4 Эквивалентное сопротивление цепочки

Определите эквивалентное сопротивление участка цепи между контактами A и B , если $R = 4 \text{ кОм}$.



Подсказка

Проверьте, по каким резисторам ток действительно течёт: один из резисторов подключён так, что ток через него не идёт. Затем перерисуйте схему в виде последовательно-параллельных соединений.

Ответ

$$R_0 = \frac{5}{4}R = 5 \text{ кОм.}$$

Решение

Упрощая исходную схему, нарисует эквивалентную, сопротивление которой поэтапно рассчитывается стандартными методами и равно $R_0 = \frac{5}{4}R = 5 \text{ кОм}$. Через правый резистор $2R$ ток не течет.

