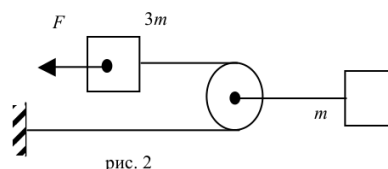
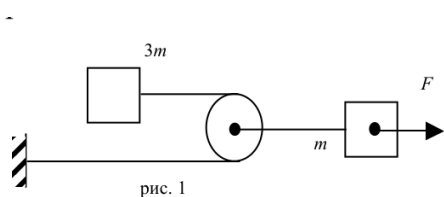


МОШ, 2016/17, отборочный этап, 10 класс

Условия, ответы и решения

1 Две массы и блок, сила на тело

Если приложить силу F к телу массой m (рис. 1), то оно начнет двигаться с ускорением $a_1 = 0,20 \text{ м/с}^2$. С каким ускорением a_2 придет в движение это же тело, если силу F приложить к телу массой $3m$ (рис. 2)? Тела находятся на гладкой горизонтальной поверхности. Массой блока и нерастяжимых нитей можно пренебречь.



Подсказка

Нить нерастяжима, а блок подвижный: как связаны ускорение блока и ускорение тела на другом конце нити? Запишите второй закон Ньютона для каждого тела и блока.

Ответ

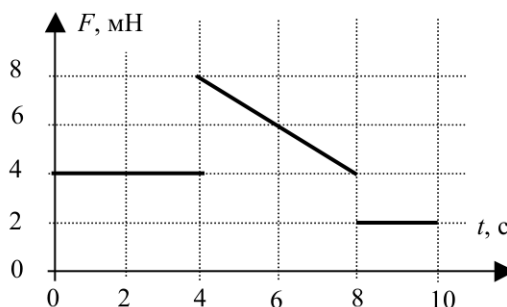
$$a_2 = 2a_1 = 0,40 \text{ м/с}^2.$$

Решение

Из условия нерастяжимости нити следует, что ускорение блока всегда в два раза меньше ускорения тела массой $3m$. В первом случае уравнение второго закона Ньютона для тела $3m$ имеет вид: $T_1 = 3m \cdot 2a_1$, где a_1 — ускорение блока, T_1 — сила натяжения переброшенной через блок нити. Для тела массой m уравнение второго закона Ньютона выглядит так: $ma_1 = F - 2T_1$. Отсюда $F = 13ma_1$. Аналогично для второго случая: $2T_2 = ma_2$ и $3m \cdot 2a_2 = F - T_2$, откуда $F = \frac{13}{2}ma_2$. Окончательно $a_2 = 2a_1 = 0,40 \text{ м/с}^2$.

2 Работа силы в разных системах отсчёта

На тело массой $m = 20$ г начинает действовать единственная некомпенсированная внешняя сила, график зависимости модуля которой от времени приведен на рисунке. Найдите работу этой силы в системе отсчета, в которой начальная скорость тела $v_0 = 2$ м/с. Векторы силы и скорости тела всегда совпадают по направлению.



Подсказка

Работу силы удобно искать через изменение кинетической энергии, а для конечной скорости нужен импульс силы — площадь под графиком.

Ответ

$A = 136,4$ мДж.

Решение

Изменение импульса тела пропорционально площади под графиком приведенной зависимости, которую можно найти суммированием площадей прямоугольников и трапеций (или треугольников): $\Delta p = 4,4 \cdot 10^{-2}$ Н · с. Конечную скорость найдем через изменение импульса: $v = v_0 + \frac{\Delta p}{m} = 4,2$ м/с. По теореме об изменении кинетической энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} + A = \frac{mv^2}{2},$$

откуда $A = 136,4$ мДж.

3 Калориметр и четыре кубика льда

В калориметр с $m = 200$ г воды при температуре $t_0 = 80^\circ\text{C}$ поместили четыре кубика льда массой $m_{\text{л}} = 10$ г каждый, имеющих температуры $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $t_2 = -20^\circ\text{C}$, $t_3 = -30^\circ\text{C}$ и $t_4 = -40^\circ\text{C}$. Какая температура установится в калориметре после теплообмена? Теплоемкостью калориметра и потерями тепла можно пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C), удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг · °C), удельная теплота кристаллизации воды $\lambda = 330$ кДж/кг.

Подсказка

Сначала узнайте, какое количество теплоты нужно, чтобы нагреть весь лёд до 0°C и расплавить его, и хватит ли на это тепла остывающей воды.

Ответ

$$t_x = 51,5^\circ\text{C}.$$

Решение

Определим Q_1 — количество теплоты, необходимое для нагревания до 0°C и плавления всего льда: $Q_1 = m_{\text{л}}(c_{\text{л}}(10 + 20 + 30 + 40) + 4\lambda) = 15300 \text{ Дж}$. Уравнение теплового баланса для льда и остывающей воды:

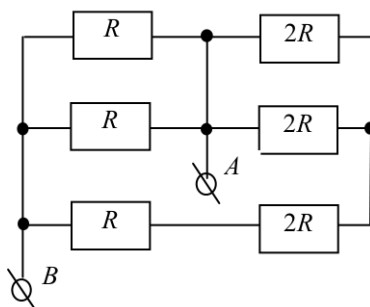
$$mc_{\text{в}}(t_0 - t_x) = Q_1 + 4m_{\text{л}}c_{\text{в}}t_x.$$

Отсюда

$$t_x = \frac{mc_{\text{в}}t_0 - Q_1}{(4m_{\text{л}} + m)c_{\text{в}}} = 51,5^\circ\text{C}.$$

4 Эквивалентное сопротивление, 10 кл.

Определите эквивалентное сопротивление участка цепи между контактами A и B , если $R = 18 \text{ кОм}$.



Подсказка

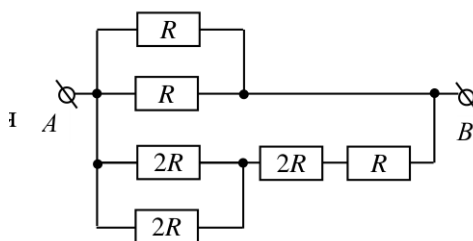
Отметьте точки с одинаковым потенциалом (соединённые проводом без сопротивления) и перерисуйте схему так, чтобы были видны параллельные и последовательные участки.

Ответ

$$R_0 = \frac{4}{9}R = 8 \text{ кОм}.$$

Решение

Упрощая исходную схему, нарисует эквивалентную, сопротивление которой поэтапно рассчитывается стандартными методами и равно $R_0 = \frac{4}{9}R = 8 \text{ кОм}$.



Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2016/17, отборочный этап, 10 класс — условия, решения. Задачи перенесены на botay.pro, решения — по официальным.