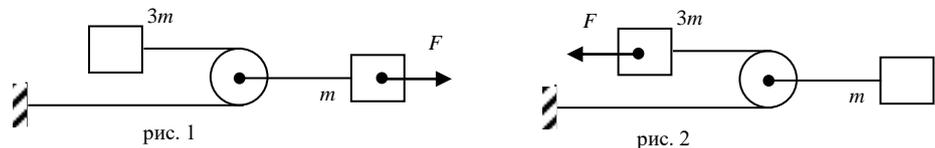


10 класс

10.1

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.



Возможное решение

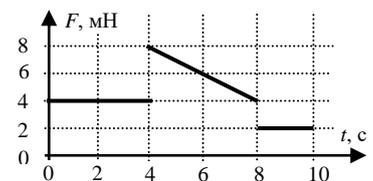
Из условия нерастяжимости нити следует, что ускорение блока всегда в два раза меньше ускорения тела массой $3m$. В первом случае уравнение второго закона Ньютона для тела $3m$ имеет вид: $T_1 = 3m2a_1$, где a_1 – ускорение блока, T_1 – сила натяжения переброшенной через блок нити. Для тела массой m уравнение второго закона Ньютона выглядит так: $ma_1 = F - 2T_1$. Отсюда $F = 13ma_1$. Аналогично для второго случая: $2T_2 = ma_2$ и $3m2a_2 = F - T_2$, откуда $F = \frac{13}{2}ma_2$. Окончательно $a_2 = 2a_1 = 0,40 \text{ м/с}^2$.

Критерии оценивания

- явно указано, что ускорения тел отличаются в два раза вследствие нерастяжимости нити 2 балла
- записаны уравнения второго закона Ньютона для тел (по 1 баллу) 4 балла
- найдена связь ускорений 3 балла
- получено численное значение искомого ускорения 1 балл

10.2

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



Возможное решение

Изменение импульса тела пропорционально площади под графиком приведенной зависимости, которую можно найти суммированием площадей прямоугольников и трапеций (или треугольников): $\Delta p = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ Н}\cdot\text{с}$. Конечную скорость найдем через

изменение импульса: $v = v_0 + \frac{\Delta p}{m} = 4,2 \text{ м/с}$. По теореме об изменении кинетической энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} + A = \frac{mv^2}{2}, \text{ откуда } A = 136,4 \text{ мДж}.$$

Критерии оценивания

- идея определения изменения импульса тела через площадь под графиком 2 балла
- численное значение изменения импульса 2 балла
- найдена конечная скорость 2 балла
- записана теорема об изменении кинетической энергии 2 балла

- найдена работа силы и ее численное значение

2 балла

10.3

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

Возможное решение

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

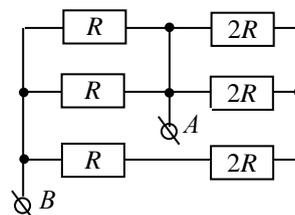
льда и остывающей воды: $mc_{\text{в}}(t_0 - t_x) = Q_1 + 4m_{\text{л}}c_{\text{в}}t_x$. Отсюда $t_x = \frac{mc_{\text{в}}t_0 - Q_1}{(4m_{\text{л}} + m)c_{\text{в}}} = 51,5$ °С.

Критерии оценивания

- поэтапный расчет количеств теплоты, или уравнение теплового баланса 5 баллов
- выражение для конечной температуры 2 балла
- численное значение конечной температуры 1 балл
- проверка того, что результат не противоречит конечному состоянию системы (либо поэтапное сравнение количеств полученной и отданной теплоты) 2 балла

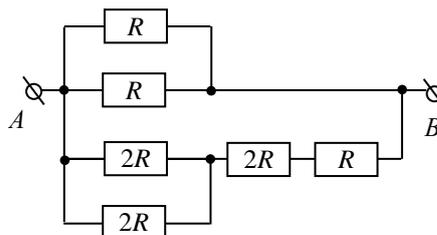
10.4

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



Возможное решение

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



Критерии оценивания

- нарисована эквивалентная схема, или расставлены токи на исходной 6 баллов
- определено эквивалентное сопротивление 3 балла
- получено численное значение сопротивления 1 балл