

Решения и критерии оценивания

Задача 1

Автомобиль, движущийся по прямому шоссе со скоростью $V_0 = 72$ км/ч, начиная обгон, разгоняется с постоянным ускорением. Найдите модуль скорости автомобиля через время $t = 10$ с разгона, если за последние две секунды движения он прошёл путь $s = 58$ м. Определите также модуль ускорения a автомобиля.

Возможное решение

Пусть $\tau = 2$ с, тогда

$$s = (V_0 + a(t - \tau))\tau + \frac{a\tau^2}{2} = V_0\tau + at\tau - \frac{a\tau^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2(s - V_0\tau)}{\tau(2t - \tau)} = 1 \text{ м/с}^2.$$

Скорость автомобиля через время $t = 10$ с разгона равна

$$V = V_0 + at = 30 \text{ м/с}.$$

Критерии оценивания

составлено кинематическое уравнение для перемещения s за время τ ... **4 балла**
выражено ускорение **2 балла**
найден численный значение модуля ускорения **1 балл**
записано выражение для мгновенной скорости автомобиля **2 балла**
найден численный значение модуля скорости автомобиля **1 балл**

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 2

Система из подвижного и неподвижного блоков и двух грузов, показанная на рис. 1, находится в равновесии. Масса левого груза $m_1 = 3$ кг, масса каждого из блоков равна $m = 1$ кг, массой нитей можно пренебречь. Найдите массу m_2 правого груза. Трения нет.

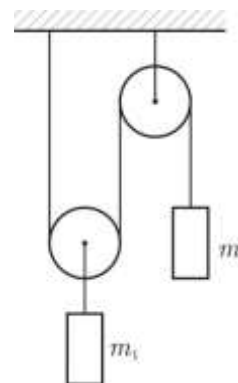


Рис.1

Возможное решение

Пусть T – сила натяжения нити, проходящей через блоки (поскольку нить невесома и система находится в равновесии, то в каждой точке нити сила натяжения постоянна). На правый груз действует сила тяжести m_2g , направленная вниз, и сила натяжения T , направленная вверх. Поскольку груз находится в равновесии, то $T = m_2g$.

На подвижный блок действуют две силы натяжения нити, направленные вверх, сила тяжести mg , направленная вниз, и сила натяжения нити, держащей левый груз, равная по величине силе тяжести груза m_1g и направленная вниз. Поскольку блок неподвижен, $2T = mg + m_1g$,

откуда $T = (m + m_1)g / 2$, а учитывая предыдущее уравнение для T ,

$$m_2 = (m + m_1)/2 = 2 \text{ кг.}$$

Критерии оценивания

записано условие равновесия правого груза.....**2 балла**
записано условие равновесия подвижного блока.....**5 баллов**
получен правильный ответ**3 балла**

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 3

Найдите глубину h погружения в воду плавающего в озере пустого внутри понтона (герметично закрытого ящика), ширина, длина и высота которого равны 4 м, 10 м и 2 м, соответственно. Понтон сделан из стального листа, имеющего толщину 5 мм. Плотность стали $\rho_{\text{стали}} = 7800 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Возможное решение

Площадь всей наружной поверхности понтона равна:

$$S = 2 \cdot (4 \cdot 10 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 10) = 136 \text{ м}^2.$$

Масса понтона равна: $m = \rho S d = 5304 \text{ кг}$,

где d – толщина стального листа.

Понтон должен вытеснить воду, имеющую такую же массу:

$$m = \rho_{\text{воды}} \cdot h \cdot (40 \text{ м}^2).$$

Отсюда следует, что $h = 13,26 \text{ см}$.

Критерии оценивания

определена площадь всей наружной поверхности понтона **4 балла**

найден численное значение площади **2 балла**

записана формула для связи плотности, массы и объёма **2 балла**

найден численное значение глубины погружения понтона в воду **2 балла**

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 4

В кружке находится смесь воды и льда. После того как содержимое кружки 2 минуты нагревали кипятильником, в ней оказалось 300 мл воды при температуре 30 °С. Кипятильник работает от сети напряжением 220 В, и его сопротивление равно 95 Ом. Найдите массу льда в кружке до начала нагревания. Плотность воды 1,0 г/см³, её удельная теплоёмкость 4,2 кДж/(кг·°С), удельная теплота кристаллизации 0,33 МДж/кг. Потерями теплоты в окружающую среду и на нагревание кружки можно пренебречь.

Возможное решение

Найдём количество теплоты, переданное смеси кипятильником:

$$Q = (220 \text{ В})^2 \cdot 120 \text{ с} / 95 \text{ Ом} = 61,1 \text{ кДж}.$$

Пусть m – искомая масса льда в кружке, а $m_0 = 1,0 \text{ г/см}^3 \cdot 300 \text{ см}^3 = 300 \text{ г}$ – конечная масса смеси. Запишем уравнение теплового баланса:

$$0,33 \text{ МДж/кг} \cdot m + 4,2 \text{ кДж/кг} \cdot 30 \text{ °С} \cdot m_0 = Q,$$

откуда $m = 70,6 \text{ г}$.

Критерии оценивания

записано выражение для мощности кипятильника **2 балла**

записано выражение для работы кипятильника (количества выделившейся теплоты) **2 балла**
записано уравнение теплового баланса..... **2 балла**
получен ответ..... **4 балла**
Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 5

Найдите показания идеальных амперметров A_1 и A_2 в электрической цепи, схема которой приведена на рис. 2. Напряжение идеального источника $U=11\text{ В}$, сопротивление $R=1\text{ кОм}$.

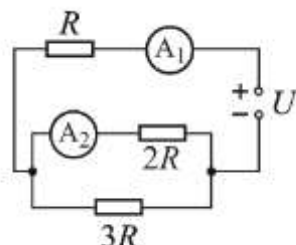


Рис.2

Возможное решение

(первый способ). Найдем, как связаны токи I_1 и I_2 через амперметры A_1 и A_2 . Учтём, что через сопротивление $2R$ течет ток I_2 , а через сопротивление $3R$ — ток $I_1 - I_2$, а напряжения на этих сопротивлениях, равные $I_2 \cdot 2R$ и $(I_1 - I_2) \cdot 3R$, должны быть одинаковыми: $I_2 \cdot 2R = (I_1 - I_2) \cdot 3R$. Отсюда $I_2 = 0,6I_1$.

Напряжение на источнике U равно сумме напряжения $I_1 \cdot R$ на резисторе R и напряжения $I_2 \cdot 2R = 1,2I_1 \cdot R$ на резисторе $2R$, то есть $U = I_1 \cdot R + 1,2I_1 \cdot R$.

Отсюда $U = 2,2I_1 \cdot R$ и $I_1 = U / 2,2R = 5U / 11R = 5\text{ мА}$, $I_2 = 3U / 11R = 3\text{ мА}$.

(второй способ). По законам последовательного и параллельного соединения сопротивление цепи составляет $R + 2R \cdot 3R / (2R + 3R) = 2,2R$. Следовательно, ток через источник, совпадающий с током через амперметр A_1 , составляет $I_1 = U / 2,2R = 5U / 11R = 5\text{ мА}$.

Поскольку напряжение на источнике равно U , а на сопротивлении R напряжение составляет $I_1 \cdot R = 5U / 11$, напряжение на сопротивлениях $2R$ и $3R$ равно $U - (5U / 11) = 6U / 11$. Следовательно, сила тока через сопротивление $2R$ (и амперметр A_2) равна $I_2 = 6U / 11 : 2R = 3 U / 11R = 3 \text{ мА}$.

Ответ. Амперметр A_1 показывает 5 мА, амперметр A_2 показывает 3 мА.

Критерии оценивания

хотя бы один раз правильно использована формула для последовательного или параллельного соединения сопротивлений **2 балла**
хотя бы один раз правильно использован закон Ома **2 балла**
указано, что напряжения на сопротивлениях $2R$ и $3R$ одинаковые **2 балла**
указано, что напряжение источника равно сумме напряжений на сопротивлении R и на сопротивлении $2R$ или $3R$ **2 балла**
правильно найдено отношение токов через амперметры **2 балла**

Максимум за задачу – 10 баллов.

В случае, если решение какой-либо задачи отличается от авторского, эксперт (учитель) сам составляет критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.

При правильном решении, содержащем арифметическую ошибку, оценка снижается на 1 балл.

Всего за работу – 50 баллов.