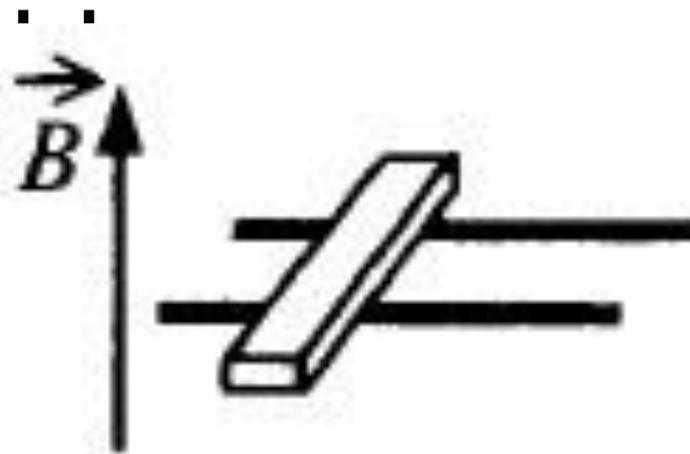


ГИА.
Задачи

В вертикальном однородном магнитном поле на горизонтальных проводящих рельсах перпендикулярно им расположен горизонтальный стальной брусок (см. рис.). Модуль вектора магнитной индукции равен 0,1 Тл. Какова минимальная сила тока, который необходимо пропустить через брусок, чтобы сдвинуть его с места?

Расстояние между рельсами 15 см, масса бруска 300 г, коэффициент трения между бруском

0,2



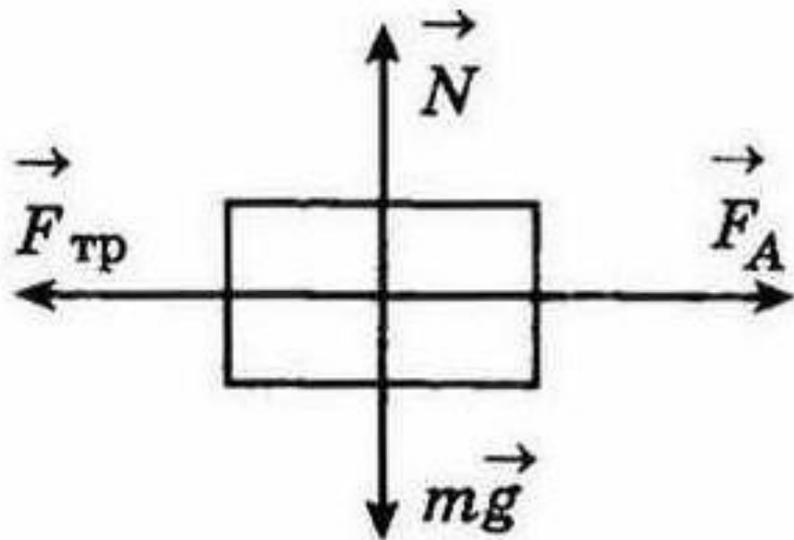
$$F_A = F_{\text{тр}}$$

$$F_A = BIl$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$I = \frac{\mu mg}{Bl}$$

Ответ: $I = 40 \text{ A}$



В вертикальном однородном магнитном поле на горизонтальных рельсах перпендикулярно им расположен горизонтальный стальной брусок (см. рис.). Модуль вектора магнитной индукции равен $0,1$ Тл. Чтобы брусок сдвинуть с места, сила тока, который по нему необходимо пропустить, 40 А. Расстояние между рельсами 15 см, масса бруска 300 г.

Чему равен коэффициент трения скольжения между бруском и рельсами?

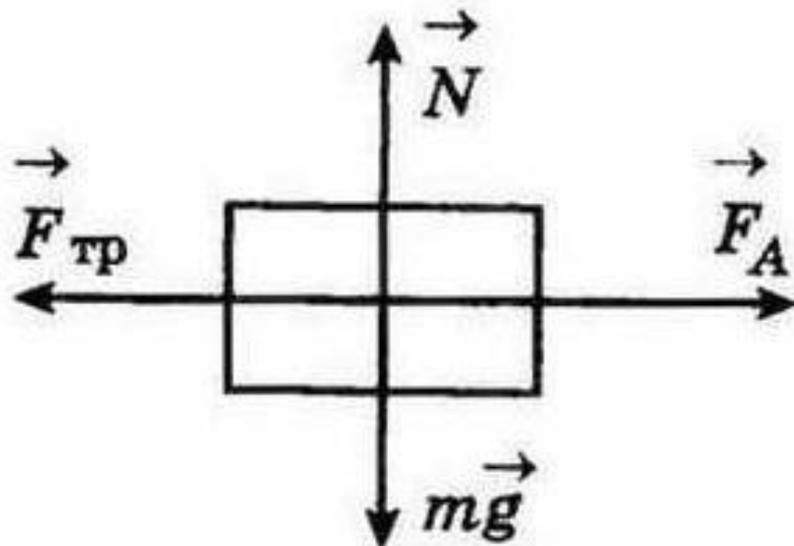
$$F_A = F_{\text{тр}}$$

$$F_A = BIl$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$\mu = \frac{BIl}{mg}$$

Ответ: $\mu = 0,2$



Нагреватель включён последовательно с реостатом сопротивлением 7,5 Ом в сеть напряжением 220 В. Каково сопротивление нагревателя, если мощность электрического тока в реостате составляет 480 Вт?

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1$$

$$I_1 = I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ.}}}$$

$$R_{\text{общ.}} = R_1 + R_2; R_{\text{общ.}} = 27,5 \text{ Ом}$$

$$I_1 = I_{\text{общ}} = 8 \text{ А}$$

$$P_1 = 1280 \text{ Вт}$$

Ответ: $P_1 = 1280 \text{ Вт}$

Нагреватель сопротивлением 20 Ом включён последовательно с реостатом сопротивлением 7,5 Ом в сеть напряжением 220 В. Какова мощность тока, потребляемая нагревателем?

Два свинцовых шара массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 200$ г движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 4$ м/с и $v_2 = 5$ м/с. Какую кинетическую энергию будут иметь шары после их абсолютно неупругого соударения?

$$E_K = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}$$

$$m_2v_2 - m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$$

$$v = \frac{m_2v_2 - m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

$$E_K = \frac{(m_2v_2 - m_1v_1)^2}{2(m_1 + m_2)}$$

Ответ: $E_K = 0,45$ Дж.

КПД двигателя автомобиля равен 36%. Какова механическая мощность двигателя, если при средней скорости 100 км/ч он потребляет 10 кг бензина на 100 км пути?

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$A = N \cdot t$$

$$Q = q \cdot m$$

$$t = \frac{S}{v} = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

$$N = \frac{q \cdot m \cdot \eta}{t}$$

Ответ: $N = 46000 \text{ Вт}$

Какое количество бензина, который израсходовал двигатель автомобиля, прошедшего путь 300 км со средней скоростью 100 км/ч, если механическая мощность двигателя равна 46 кВт? КПД двигателя равен 36%.

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$A = N \cdot t$$

$$Q = q \cdot m$$

$$t = \frac{S}{v} = 3 \text{ ч} = 10800 \text{ с}$$

$$m = \frac{N \cdot t}{q \cdot \eta}$$

Ответ: $m = 30$ кг

Ударная часть молота массой 10 т свободно падает на стальную деталь массой 200 кг. С какой высоты падает ударная часть молота, если после 32 ударов деталь нагрелась на 20 °С? На нагревание расходуется 25% энергии молота.

$$\eta = \frac{Q}{E}$$

$$E = M \cdot g \cdot h \cdot n$$

$$Q = c \cdot m(t_2 - t_1)$$

$$(t_2 - t_1) = \frac{M \cdot g \cdot h \cdot n \cdot \eta}{c \cdot m}$$

Ответ: $(t_2 - t_1) = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

**Сколько времени потребуется электрическому нагревателю, чтобы довести до кипения 2,2 кг воды, начальная температура которой 10 °С?
Сила тока в нагревателе 7 А, напряжение в сети 220 В, КПД нагревателя равен 45%.**

$$\eta = \frac{Q}{A}$$

$$A = I \cdot U \cdot \tau$$

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$\tau = \frac{cm(t_2 - t_1)}{IU\eta}$$

Ответ: $\tau = 1200 \text{ с} = 20 \text{ мин.}$

Металлический шар массой $m_1 = 2$ кг упал на свинцовую пластину массой $m_2 = 1$ кг и остановился. При этом пластина нагрелась на $3,2$ °С. С какой высоты упал шар, если на нагревание пластины пошло 80% выделившегося при ударе количества теплоты? (Удельная теплоёмкость свинца — 130 Дж/(кг · °С).)

Решение.

Причиной остановки шара является расход всей кинетической энергии на выделение теплоты. По закону сохранения механической энергии, кинетическая энергия перед ударом равна потенциальной перед падением, имеем:

$$\begin{aligned}Q &= E_{\text{к}}; \quad Q_2 = 0,8Q = 0,8E_{\text{к}}, \\E_{\text{к}} &= m_1gh; \quad Q_2 = cm_2\Delta t, \\0,8m_1gh &= cm_2\Delta t.\end{aligned}$$

$$\text{Откуда } h = \frac{cm_2\Delta t}{0,8m_1g} = \frac{130 \cdot 1 \cdot 3,2}{0,8 \cdot 2 \cdot 10} = 26 \text{ м.}$$

Шары массами 6 и 4 кг, движущиеся навстречу друг другу со скоростью 2 м/с каждый относительно Земли, соударяются, после чего движутся вместе. Определите, какое количество теплоты выделится в результате соударения.

Решение.

Согласно закону сохранения импульса

$$m_1v - m_2v = u(m_1 + m_2).$$

Отсюда скорость шаров после удара: $u = \frac{v(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}$.

Согласно закону сохранения энергии можно найти выделявшееся количество теплоты как изменение кинетической энергии системы тел до и после взаимодействия:

$$\begin{aligned} Q &= \left(\frac{m_1v^2}{2} + \frac{m_2v^2}{2} \right) - \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2} = \left(\frac{m_1v^2}{2} + \frac{m_2v^2}{2} \right) - \frac{(m_1 + m_2)}{2} \cdot v^2 \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)^2 = \\ &= v^2 \left(\frac{m_1}{2} + \frac{m_2}{2} - \frac{m_1^2 - 2m_1m_2 + m_2^2}{2(m_1 + m_2)} \right) = v^2 \frac{m_1(m_1 + m_2) + m_2(m_1 + m_2) - m_1^2 + 2m_1m_2 - m_2^2}{2(m_1 + m_2)} = \\ &= v^2 \frac{(m_1 + m_2)^2 - (m_1 - m_2)^2}{2(m_1 + m_2)} = v^2 \frac{4m_1m_2}{2(m_1 + m_2)} = v^2 \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}. \end{aligned}$$

Тележка с песком общей массой 10 кг движется без трения по горизонтальной поверхности со скоростью 2 м/с. Вслед за тележкой летит шар массой 2 кг с горизонтальной скоростью 8 м/с. После попадания в песок шар застревает в нем. Какую скорость при этом приобретает тележка?

Решение.

Направим ось Ox по направлению движения тележки. Закон сохранения импульса для тележки и шара в проекциях на ось Ox запишется:

$$Mv_1 + mv_2 = (M + m)v_{\text{общ}};$$

$$v_{\text{общ}} = \frac{Mv_1 + mv_2}{M + m};$$

$$v_{\text{общ}} = \frac{10 \cdot 2 + 2 \cdot 8}{10 + 2} = 3 \text{ (м/с)}.$$

Стальной осколок, падая с высоты 470 м, нагрелся на 0,5 °С в результате совершения работы сил сопротивления воздуха. Чему равна скорость осколка у поверхности земли? (Удельная теплоёмкость стали — 460 Дж/(кг·°С).)

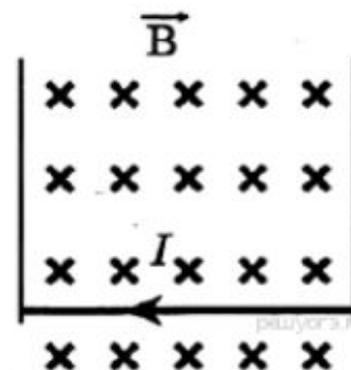
Решение.

Так как действуют силы сопротивления воздуха, потенциальная энергия осколка не переходит целиком в кинетическую: часть энергии тратится на нагревание. Значит,

$$\begin{aligned}Q &= E_{\text{п}} - E_{\text{к}}, \\Q = mc\Delta t, E_{\text{п}} &= mgh, E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}, \\mc\Delta t &= mgh - \frac{mv^2}{2},\end{aligned}$$

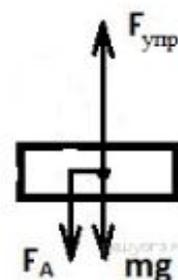
откуда $v = \sqrt{2(gh - c\Delta t)} = \sqrt{2 \cdot (10 \cdot 470 - 460 \cdot 0,5)} \approx 95$ м/с.

Прямолинейный проводник, имеющий длину 50 см и массу 5 г, подвешен горизонтально на двух проводниках в горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл (см. рисунок). При пропускании через проводник электрического тока натяжение вертикальных проводников увеличилось в 2 раза. Чему равна сила тока?



Решение.

При пропускании тока через проводник на него начинает действовать сила Ампера, которая направлена вниз, тем самым увеличивая натяжение вертикальных проводников. В связи с этим увеличивается сила упругости для того, чтобы уравновесить силу тяжести и силу Ампера.



$$F_{\text{упр}} = F_A + mg,$$

$$F_A = BIl.$$

По условию натяжение увеличилось в 2 раза:

$$F_{\text{упр}} = 2mg.$$

Получаем:

$$2mg = BIl + mg \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{mg}{Bl} = 2 \text{ A.}$$

Две спирали электроплитки сопротивлением по 10 Ом каждая соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 220 В. Через какое время на этой плитке закипит вода массой 1 кг, налитая в алюминиевую кастрюлю массой 300 г, если их начальная температура составляла 20 °С? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Решение.

Чтобы закипела вода на плитке, необходимо нагреть и кастрюлю и воду до температуры кипения воды.

$$A = Q_1 + Q_2.$$

$$Q_1 = m_1 c_1 (t_2 - t_1); \quad Q_2 = m_2 c_2 (t_2 - t_1);$$

где Q_1 — количество теплоты на нагревание воды, Q_2 — количество теплоты на нагревание кастрюли.

Энергию на нагревание даёт электроплитка, и вычислить эту энергию можно по закону Джоуля — Ленца:

$$A = \frac{U^2}{R} t = \frac{U^2}{2r} t.$$

Имеем:

$$\frac{U^2}{2r} t = m_1 c_1 (t_2 - t_1) + m_2 c_2 (t_2 - t_1) \Leftrightarrow t = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(t_2 - t_1) 2r}{U^2} \approx 148 \text{ с.}$$

Троллейбус массой 11 т движется равномерно прямолинейно со скоростью 36 км/ч. Сила тока в обмотке электродвигателя равна 40 А, напряжение равно 550 В. Чему равен коэффициент трения? (Потерями энергии в электродвигателе пренебречь.)

Решение.

Чтобы движение было равномерное, мощность силы трения P_1 должна быть равна мощности двигателя P_2 .

$$F_{\text{тяги}} = F_{\text{трения}} = mg\mu;$$

$$P_1 = \frac{F_{\text{тяги}} \cdot S}{t} = Fv = mg\mu v;$$

$$P_2 = UI.$$

Имеем:

$$\mu = \frac{UI}{mgv} = \frac{550 \text{ В} \cdot 40 \text{ А}}{11000 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м/с}} = 0,02.$$