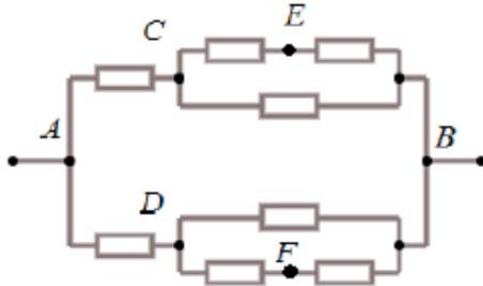


1.

Схема легко преобразуется в такую:



Где каждый из резисторов одинакового сопротивления $r = \rho \frac{4l}{\pi d^2}$.

Напряжение на резисторе BC (U_{BC}) находим из закона Ома для силы тока на участке цепи ACB

$$I_{ACB} = \frac{U_{AC}}{r} = \frac{U_{BC}}{r_{BC}}$$

Находим сопротивление участка BC :

$$r_{BC} = \frac{2}{3}r$$

Сумма падений напряжения на участках AC и BC равно напряжению в цепи:

$$U_{AC} + U_{BC} = U$$

Из всего выше перечисленного получим:

$$U_{BC} = \frac{2}{5}U$$

Из закона Джоуля-Ленца:

$$Q_{BC} = U_{BC} I_{BC} t = \frac{U_{BC}^2}{r} t = \frac{4}{25} \frac{U^2}{r} t = \frac{\pi}{25} \frac{U^2 d^2 t}{\rho l}$$

2. Так как вначале температура при подводе тепла не менялась то начальная температура $T_0 = 0^\circ\text{C}$.

Когда весь лед растаял:

$$c(m_{\text{л}} + m_{\text{в}})\Delta T = P\Delta t$$

Где $m_{\text{л}}$ – масса льда, $m_{\text{в}}$ – масса воды, T – температура, t – время.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta t = \tau$$

$$m_{\text{л}} + m_{\text{в}} = \frac{P\tau}{c(T_2 - T_1)}$$

$$c(m_{\text{л}} + m_{\text{в}})(T(t) - T_1) = P(t - 4\tau)$$

$$T(t) = \frac{P(t - 4\tau)}{c(m_{\text{л}} + m_{\text{в}})} + T_1$$

Найдем время, когда лед растаял:

$$\frac{P(t - 4\tau)}{c(m_{\text{л}} + m_{\text{в}})} + T_1 = T_0$$

$$t = 4\tau - \frac{T_1 - T_0}{T_2 - T_1} \tau$$

Когда лед таял:

$$\lambda m_{\text{л}} = Pt$$

$$m_{\text{л}} = \frac{P\tau}{\lambda} \left(4 - \frac{T_1 - T_0}{T_2 - T_1} \right)$$

$$m_{\text{в}} = \frac{P\tau}{c(T_2 - T_1)} - \frac{P\tau}{\lambda} \left(4 - \frac{T_1 - T_0}{T_2 - T_1} \right)$$

3. Условие равновесия цилиндра, плавающего в воде:

$$V\rho g = 0.7V\rho_{\text{в}}g$$

Где V – полный объём тела, ρ – плотность тела, $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды.

$$\rho = 0.7\rho_{\text{в}}$$

Сила гидростатического давления на низ цилиндра, когда уже долили жидкость:

$$F = \left(\frac{1}{2}h\rho_{\text{ж}} + \frac{1}{2}h\rho_{\text{в}} \right) S$$

Условие равновесия:

$$F = mg$$

$$\left(\frac{1}{2}h\rho_{\text{ж}} + \frac{1}{2}h\rho_{\text{в}} \right) S = \rho h S g$$

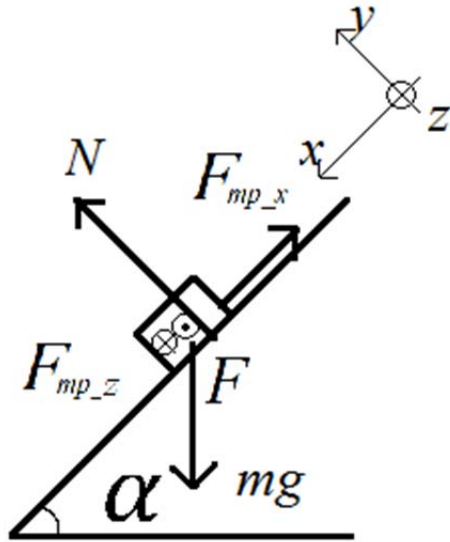
$$\frac{1}{2}\rho_{\text{ж}} + \frac{1}{2}\rho_{\text{в}} = \rho$$

$$\rho_{\text{ж}} = 2\rho - \rho_{\text{в}} = 0.4\rho_{\text{в}}$$

4. Какую горизонтальную силу, направленную параллельно наклонной плоскости нужно приложить к неподвижному телу чтобы сдвинуть его? Коэффициент трения между наклонной плоскостью и телом равен μ , масса тела равна m , угол плоскости к горизонту равен α .

Решение

Расставим силы:



Запишем условие равновесия:

$$OX: mg \cdot \sin(\alpha) - F_{\text{тр}x} = 0$$

$$OY: -mg \cdot \cos(\alpha) + N = 0$$

$$OZ: F - F_{\text{тр}z} = 0$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}z}^2 + F_{\text{тр}x}^2 = (\mu N)^2$$

$$F_{\text{тр}z}^2 + (mg \cdot \sin(\alpha))^2 = (\mu N)^2$$

$$F^2 + (mg \cdot \sin(\alpha))^2 = (\mu mg \cdot \cos(\alpha))^2$$

$$F = \sqrt{(\mu mg \cdot \cos(\alpha))^2 - (mg \cdot \sin(\alpha))^2}$$

5. Два одинаковых тела массами m зарядами q могут двигаться по двум взаимно перпендикулярным стержням. Расстояния от тел до точек пересечения стержней равны l .

а) найдите скорость тел, когда они будут на расстоянии $2l$ от точки пересечения стержней, считая, что стержни гладкие.

б) как измениться ответ, если коэффициент трения тел о стержни равен μ .

Решение

а) Закон сохранения энергии:

$$k \frac{q^2}{\sqrt{2}l^2} = k \frac{q^2}{2\sqrt{2}l^2} + mv^2$$

Где v – скорость тел.

$$v = \sqrt{k \frac{3q^2}{2\sqrt{2}l^2 m}}$$

б) Найдем силу трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu \frac{\sqrt{2}}{2} F_K$$

Где F_K – сила Кулона.

Если $\mu \frac{\sqrt{2}}{2} F_K \geq \frac{\sqrt{2}}{2} F_K$ тогда грузик не сдвинется с места. Это условие выполняется, если $\mu \geq 1$.

Разберём случай, когда $\mu < 1$.

$$\Delta A_{\text{тр}} = \mu \frac{\sqrt{2}}{2} F_K \Delta r = \mu \Delta U_K$$

$$\Delta A_{\text{тр}} = \Delta U_K + \Delta W_K$$

$$\mu \Delta U_K = \Delta U_K + mv^2$$

$$(\mu - 1) \left(k \frac{q^2}{2\sqrt{2}l^2} - k \frac{q^2}{\sqrt{2}l^2} \right) = mv^2$$

$$v = \sqrt{k \frac{(1 - \mu)3q^2}{2\sqrt{2}l^2 m}}$$