

Задача 3.

Реш-е.

C-11

Дано:
 $Q = -15 \text{ мкКл}$
 $M = 50 \text{ мкг}$
 $v = 100 \text{ м/с}$
 $m = 20 \text{ мкг}$
 $q = 10 \text{ нКл}$

Найдём массу второй частицы по закону сохранения массы: $M = m + m_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow m_2 = M - m = 50 \text{ мкг} - 20 \text{ мкг} = 30 \text{ мкг}$

Аналогично найдём заряд второй частицы по закону сохранения заряда:

$$Q = q_1 + q_2 \Rightarrow q_2 = Q - q = -15 \text{ мкКл} - 10 \text{ нКл} = -15 \text{ мкКл}$$

По условию $v_1 = v_2 = v = 100 \text{ м/с}$.

Очевидно, что на каждую из частиц действует только сила Лоренца, направлена перпендикулярно скорости. Это значит, что траектории движения каждой из частиц — окружности и имеют они только центростремительные составляющие ускорения. Стоит отметить, что частицы движутся по окружностям в разные стороны, т.е. если одна движется по часовой, то другая — против и т.д. из-за разного знака, т.е. направления силы Лоренца.

Запишем 2ЗН для каждой из частиц:

$$F_{L1} = m_1 a_{L1}; F_{L1} = |q_1| v B \sin 90^\circ; a_{L1} = \frac{v^2}{R_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_1 v B = \frac{m_1 v^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{m_1 v}{q_1 B}$$

Аналогично для 2

$$F_{L2} = m_2 a_{L2}; F_{L2} = |q_2| v B; a_{L2} = \frac{v^2}{R_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |q_2| v B = \frac{m_2 v^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{m_2 v}{|q_2| B}$$

Тогда:

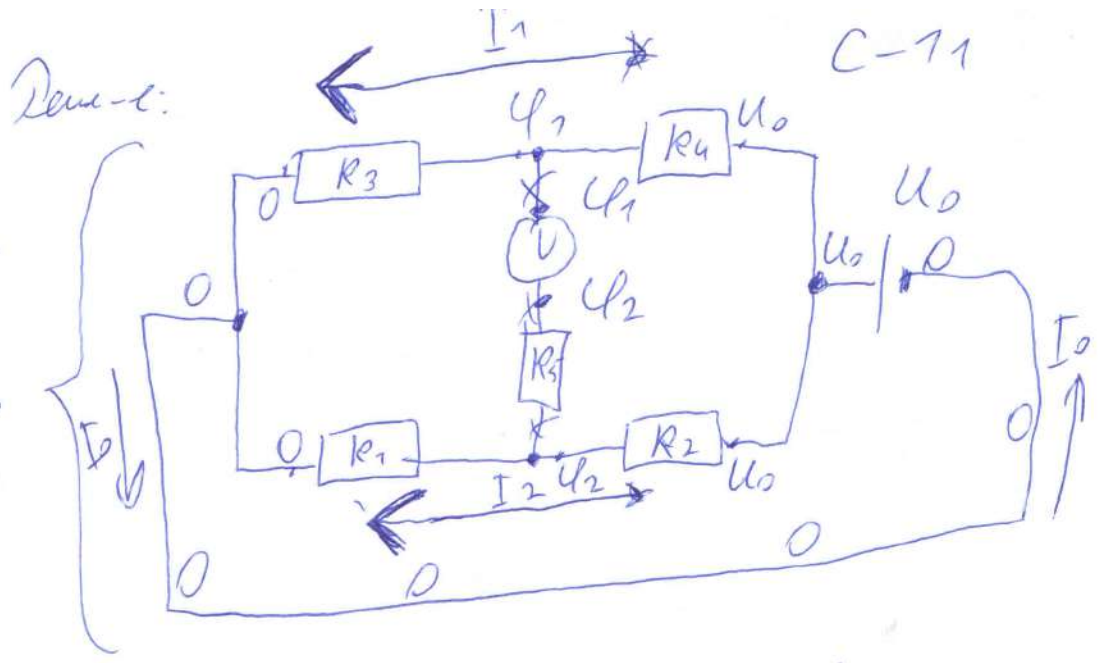
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v}{q_1 B} \cdot \frac{|q_2| B}{m_2 v} = \frac{|q_2| \cdot m_1}{q_1 \cdot m_2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{|q_2| m_1}{q_1 m_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{25 \cdot 20 \text{ мкг}}{10 \cdot 30 \text{ мкг}} = \frac{5}{3}$$

Ответ: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{5}{3}$

Задача 5.
 Дано:
 $U_0 = 4,5 \text{ В}$
 $R_1 = 1 \text{ Ом}$
 $R_2 = 2 \text{ Ом}$
 $R_3 = 4 \text{ Ом}$
 $R_4 = 2 \text{ Ом}$
 $R_5 = 5 \text{ Ом}$
 $U = ?$

Ванька устал и помог
решить задачу.



П.к. вольтметр - идеальный, но тока через
 перемычку нет. В I_0 з-ку изменения заряда
 (I з-к Кирхгофа) $I_0 = I_1 = I_2$. Также п.к. верх-
 ний и нижний участки цепи с последовательно соеди-
 нёнными резисторами, но в каждой точке вер-
 хнего и в каждой точке нижнего участков перем
 свой равный ток, равный I_1 и I_2 соответственно.

П.к. $\frac{U_0 - U_1}{R_4} = \frac{U_1}{R_3} \Rightarrow U_0 R_3 - U_1 R_3 = U_1 R_4$

$U_1 (R_4 + R_3) = U_0 R_3 \Rightarrow U_1 = \frac{U_0 R_3}{R_4 + R_3}; U_1 = \frac{4,5 \text{ В} \cdot 4 \text{ Ом}}{2 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 3 \text{ В}$

Аналогично $\frac{U_0 - U_2}{R_2} = \frac{U_2}{R_1} \Rightarrow U_0 R_1 - U_2 R_1 = U_2 R_2$

$U_2 (R_2 + R_1) = U_0 R_1 \Rightarrow U_2 = \frac{U_0 R_1}{R_2 + R_1}; U_2 = \frac{4,5 \text{ В} \cdot 1 \text{ Ом}}{2 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 1,5 \text{ В}$

Искомое напряжение $U = U_1 - U_2 = 3 \text{ В} - 1,5 \text{ В} = 1,5 \text{ В}$

Ответ: $U = 1,5 \text{ В}$

Задача 1.

C-11

Дано:

$$h = 15,25 \text{ м}$$

$$L = 274 \text{ м}$$

$$H = 76 \text{ м}$$

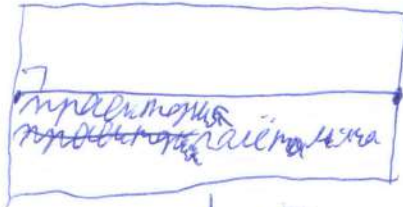
$$b = 152,5 \text{ м}$$

$$c = 15,25 \text{ м}$$

$t = ?$

Реш-е:

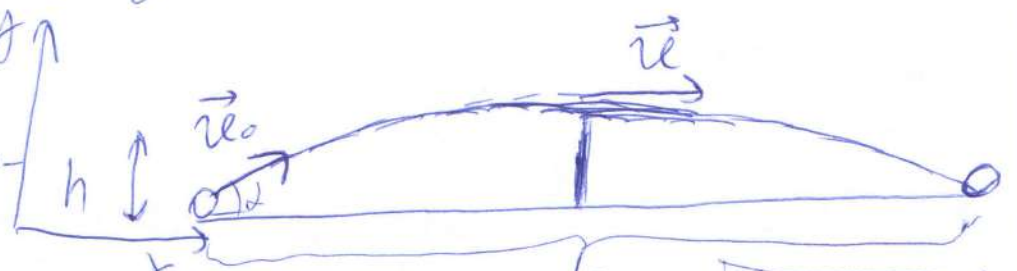
Для того чтобы найти минимальное расстояние от одного края до другого, ему нужно лететь не по диагонали, а "прямо", как на рисунке (вдоль сверху). Минимум от краев не зависит от минимального расстояния по вертикали, ему нужно в



середине своего падения быть на высоте минимума равной высоте сетки h . Это и есть условие при котором время падения t будет минимальным. Изобразим вид со стороны сетки и панели траекторию падения мяча.

Зарисуем упр-е:

Скорости мяча $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ в проекции на ось y и в наибольшей точке: $0 = v_0 \sin t - g t_{\text{воз}}$



$$\Rightarrow g t_{\text{воз}} = v_0 \sin t \Rightarrow t_{\text{воз}} = \frac{v_0 \sin t}{g}$$

Т.е., чтобы найти минимальное время t нам нужно найти v_0 .

Для этого воспользуемся ЗСЭ от момента первого удара мяча о сетку до момента достижения наибольшей точки: $\frac{m v_0^2}{2} = m g h + \frac{m v^2}{2}$, формула скорости в проекции на ось x : $v = v_0 \cos t$. Тогда добавим v в ЗСЭ:

$$\frac{v_0^2}{2} = g h + v_0^2 \cos^2 t$$

Δ-ка скоростей:



$$\sin t = \frac{g t_{\text{воз}}}{v_0}$$

$$\cos t = \sqrt{1 - \sin^2 t} = \sqrt{1 - \frac{g^2 t_{\text{воз}}^2}{v_0^2}}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = g h + \frac{v_0^2}{2} \left(1 - \frac{g^2 t_{\text{воз}}^2}{v_0^2} \right) \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = g h + \frac{v_0^2}{2} - \frac{g^2 t_{\text{воз}}^2}{2}$$

Кинематика: $\frac{g^2 t_{\text{воз}}^2}{2} = gh \Rightarrow h = \frac{g t_{\text{воз}}^2}{2}$. Ответа C-11

~~Нам мы можем найти так~~

$$t_{\text{воз}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Проверим, что было бы, если бы мы прямо записали $\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$

Аполучим по оси y: $h = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$

Угадав наименьшее время всего падения мы найдем время падения от начала движения так:

$$t = 2 t_{\text{воз}} = 2 \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow t = 2 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = 2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7525 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 0,35 \text{ с}$$

106

Ответ: $t = 0,35 \text{ с}$

Задача 2.

Дано:

Решение:

$$P_1 = 30 \text{ нВт}$$

$$P_2 = 69 \text{ нВт}$$

$$V_k = 10 \text{ см}^3$$

$$t = 1 \text{ н}$$

$$t_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$\rho_k = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$c_k = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\lambda_k = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$$

Нагрев и в процессе Q происходит в-двумя, вода из λ воды превращается в лёд (по условию). То же самое от воды, отнимаем нагрев (из λ в λ).

$$Q = c m (t - t_1) + \lambda m$$

$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ Сумма, что вся вода, что была изначально, превращается в лёд, м.е. $m_b = m = m$

$$Q = \lambda m + c m (t_1 - 0) = m (\lambda + c t_1)$$

$$m = \rho_k V_k = 900 \cdot \text{кг} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 0,009 \text{ кг}$$

$$Q = 0,009 \text{ кг} (3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 20^\circ \text{C}) =$$

$$= 3876 \text{ Дж. Нагрев воды}$$

$$P_{\text{нагр}} = \frac{Q}{t} = \frac{3876 \text{ Дж}}{3600 \text{ с}} = 1,06 \text{ Вт}$$

Нагрев, можно считать

$$N = \frac{P_{\text{нагр}}}{P_{\text{потери}}} = \frac{1,06 \text{ Вт}}{389 \cdot 10^{-12} \text{ Вт}} = 2,7 \cdot 10^{10}$$

Нагрев меньше, чем $P_{\text{нагр}} = P_2 - P_1 = 39 \text{ нВт}$

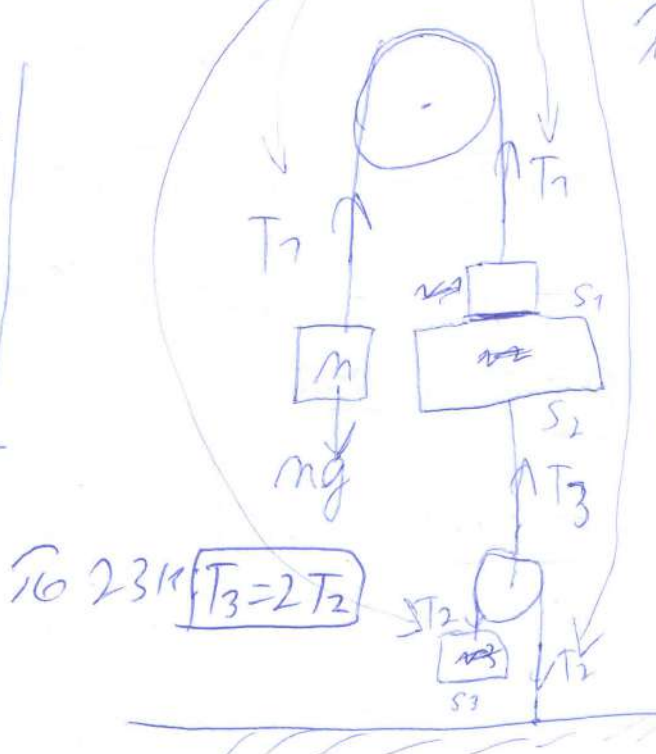
$$N = 2,7 \cdot 10^{10}$$

106

Задача 4.
Дано:

- $V = 1 \text{ мкм}$
- $t = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ К}$
- $m = 2,5 \text{ кг}$
- $S_1 = 15 \text{ см}^2$
- $S_2 = 50 \text{ см}^2$
- $S_3 = 25 \text{ см}^2$
- $V_3 = ?$

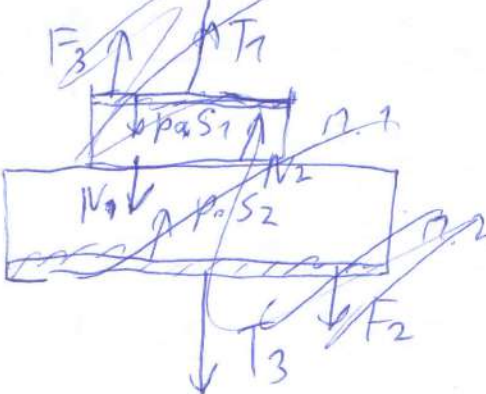
Решение: *нужно найти, давление в нижней части* С-77
неравновесия
 Задача



Т.е. давление в трубе, но
 $T_1 = mg$
 Задача упр-е
 углового рычага
 для рычага 3:
 $p_3 V_3 = \sqrt{p} T$
 $p_3 = \frac{\sqrt{p} T}{V_3}$
 Сила с которой газ
 давит на поршень
 равна $F_3 = p_3 S_3 =$
 $= \frac{\sqrt{p} T S_3}{V_3}$

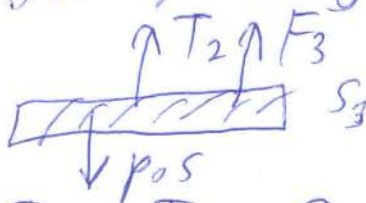
Аналогично задача упр-е уг. рычага для V_3 рычага:
 $p_1 V_1 = \sqrt{p} T$ *т.е. сила давления газа равна*
 $F_1 = p_1 S_1 = \frac{\sqrt{p} T S_1}{V_1}$
 Для второго: $p_2 V_2 = \sqrt{p} T \Rightarrow p_2 = \frac{\sqrt{p} T}{V_2}$, тогда сила равна
 $F_2 = p_2 S_2 = \frac{\sqrt{p} T S_2}{V_2}$ *Или можно из условия равновесия*
 получить силу от газа, равная $p_0 S$.

~~Умова: Дав-ле. давление поршня 1 + поршня 2.~~



~~то 23к: $F_3 + T_1 + N_2 = p_0 S_1$~~
~~для 2: $T_3 + F_2 + N_1 = p_0 S_2$~~
 Или можно решить рычага
 следующим: $F_1 \uparrow \quad T_1 \uparrow$
~~то 23к: $F_1 + T_1 = p_0 S_1$~~
 $\frac{\sqrt{p} T S_1}{V_1} \neq mg = p_0 S_1$. Или можно 2 следующим:
 $23к: F_2 + T_3 = p_0 S_2 \Rightarrow T_3 = p_0 S_2 - F_2$

Дад. На поверхности 3 газомыром: F_3^+ C-71



по 23H $T_2 = p_0 s_1$
 Также найдем из 23H: $T_3 = 2T_2$

н.е. $T_2 = \frac{T_3}{2}$. Тогда $F_3 + \frac{T_3}{2} = p_0 s_3$, тогда $T_3 = p_0 s_2 - F_2$

$\frac{p_0 s_2 - F_2}{2} + F_3 = p_0 s_3$. Из 23H газомыром 1:

$$p_0 = \frac{F_1 + T_1}{S_1} = \frac{\sqrt{RT} \frac{S_2}{V_2} + mg}{S_1}$$

Тогда p_0 : $\frac{(F_1 + T_1)/S_2 - F_2}{S_1} + F_3 = \frac{(F_1 + T_1)}{S_1} S_3$

$$\frac{F_1 S_2}{2S_1} + \frac{mg S_2}{2S_1} - \frac{F_2}{2} + F_3 = \frac{F_1 S_3}{S_1} + mg \frac{S_3}{S_1}$$

$$\frac{F_1 S_2}{2S_1} - \frac{F_1 S_3}{S_1} = mg \frac{S_3}{S_1} + \frac{F_2}{2} - \frac{mg S_2}{2S_1} - F_3$$

$$F_1 \left(\frac{S_2}{2S_1} - \frac{S_3}{S_1} \right) = mg \left(\frac{S_3}{S_1} - \frac{S_2}{S_1} \right) + \frac{F_2}{2} - F_3$$

Точнее $\frac{S_2}{2S_1} - \frac{S_3}{S_1} = \frac{50}{30} - \frac{25}{75} = 0$

$$\frac{S_3}{S_1} - \frac{S_2}{S_1} = \frac{25}{75} - \frac{50}{75} = -\frac{5}{3}$$

$$0 = -\frac{5}{3} mg + \frac{F_2}{2} - F_3 \Rightarrow \frac{F_2}{2} - F_3 = \frac{5}{3} mg \Rightarrow \frac{\sqrt{RT} \frac{S_2}{V_2 \cdot 2} - \sqrt{RT} \frac{S_3}{V_3}}{3} = \frac{5}{3} mg$$

$$\sqrt{RT} \left(\frac{S_2}{V_2 \cdot 2} - \frac{S_3}{V_3} \right) = \frac{5}{3} mg \Rightarrow \boxed{\frac{S_2}{V_2 \cdot 2} - \frac{S_3}{V_3} = \frac{5}{3} \frac{mg}{\sqrt{RT}}}$$

Тогда, $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ (нормальное атмосферное давление). Тогда: $T_3 = p_0 s_2 - F_2$

$$T_2 = p_0 s_1 - F_3 \Rightarrow \frac{T_3}{2} = p_0 s_1 - F_3 \Rightarrow T_3 = 2p_0 s_1 - 2F_3$$

$$p_0 s_2 - F_2 = 2p_0 s_1 - 2F_3 \Rightarrow p_0 (s_2 - 2s_1) = F_2 - 2F_3$$

$$10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} = F_2 - 2F_3 = 200 \text{ H}$$

$$\frac{\sqrt{RT} \frac{S_2}{V_2} - 2\sqrt{RT} \frac{S_3}{V_3}}{3} = 200 \text{ H} \Rightarrow \boxed{\frac{S_2}{V_2} - \frac{2S_3}{V_3} = \frac{200}{\sqrt{RT}}}$$

$$\frac{S_2}{2V_2} - \frac{S_3}{V_3} = \frac{200}{\sqrt{RT}} \Rightarrow \frac{200}{\sqrt{RT}} = \frac{5}{3} \frac{mg}{\sqrt{RT}} \Rightarrow mg = \frac{600}{5} = 120$$