

Задача 1

1. Условие равновесия шара

$$F_A \geq M_w g + m_o g$$

$M_w$  - масса оболочки шара

$m_o$  - масса легкого воздуха шара

$F_A$  - сила Архимеда вытесняемого шара

$$\rho_o g V_w = M_w g + m_o g$$

$$\rho_o V_w = M_w + m_o$$

2. По газ. Менделееву - Клапейру  $PV = \nu RT$

Объем газа легкого воздуха и легкого шара

$$P_o V_o = \frac{m}{\mu} P T_o \Rightarrow \rho_o = \frac{m_o}{V_o} = \frac{P_o \mu}{R T_o}$$

$$P_u V_u = \frac{m_u}{\mu} P T_u \Rightarrow m_o = \frac{P_u V_u \mu}{R T_u}$$

3. П.к. шар газом вытесняет на своем объеме в воздухе равная масса шара (п. 1)

быдет произведением давления (и массы,  
когда шаг газа на месте)

$$\frac{P_0 \mu V_0}{RT_0} = M_{ш} + \frac{P_{ш} V_{ш} \mu}{RT_{ш}}$$

$P_{ш} = P_0$  - условие отсутствия перемещения

$$M_{ш} = \frac{P_0 V_0 \mu}{RT_0} - \frac{P_{ш} V_{ш} \mu}{RT_{ш}}$$

$$T_{ш0} = T_0 + \Delta T_0$$

5. На высоте  $H$  от земли масса газа  
не изменяется, но давление связано со

$$P_{шH} = 3P_0 \quad \text{т.к. } P_{шH} = P_{ш0} \sim \Delta T$$

Условием, на высоте  $H$ ,  $\Delta T = T_{шH} - T_H = 3\Delta T_0$

6. На высоте  $H$  условие равенства масс:

$$M_{ш1} = \frac{P_{ш} V_{шH}}{RT_H} = \frac{P_{шH} V_{шH}}{R(T_H + 3\Delta T_0)}$$

7. Шаг будет наибольше до тех пор,  
когда масса  $M_{ш} \leq M_{ш1}$

$$\frac{P_0 V_{II}}{R T_0} - \frac{P_{II} V_{II}}{R (T_0 + \Delta T_0)} \leq \frac{P_H V_{II}}{R T_H} - \frac{P_{II} V_{II}}{R (T_H + \Delta T_H)}$$

$V_{II} = V_{III}$  м.к. объема газа не меняется

$$P_0 = P_{II}$$

$P_H = P_{II}$  - давление на уровне II  
 $T_H$  - температура на уровне II

$$P_0 \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_0 + \Delta T_0} \right) = P_H \left( \frac{1}{T_H} - \frac{1}{T_H + \Delta T_H} \right)$$

$$\frac{P_0 \Delta T_0}{T_0 (T_0 + \Delta T_0)} \leq \frac{P_H \Delta T_H}{T_H (T_H + \Delta T_H)}$$

$H$	$M_{II}$	$M_{III}$
11	43,19	37,24
10	43,19	39,22
9	43,19	46,21

Ответ:  $9m < H < 10m$

3) Согласно закону Гауза

Задача 3

$$\epsilon_n = \frac{T_0}{R^2} T^R$$

$\epsilon_n$  - относительное изменение сопротивления

$T_0$  - температура

$R$  - диаметр проволоки

$T$  - коэффициент расширения

(в формуле под  $T=1$ )

1. В случае  $T=1$

$$\epsilon_n = \frac{I_{oc}}{R_{oc}^2} = \frac{I_{op}}{R_{op}^2}$$

$$\frac{I_{oc}}{I_{op}} = \frac{R_{oc}^2}{R_{op}^2} = 144$$

$$\frac{\epsilon_n}{I_{op}} = \frac{1}{R_{op}^2} = \frac{1}{100} = 10^{-4}$$

2. В случае  $T \neq 1$

$$\epsilon_n = \frac{I_{oc}}{R_{oc}^2} T^{R_{oc}} = \frac{144 I_{op}}{R_{oc}^2} T^{R_{oc}}$$

$$\frac{\epsilon_n}{I_{op}} = \frac{144}{R_{oc}^2} T^{R_{oc}} = \frac{1}{R_{op}^2}$$

$$10^{-4} = \frac{144}{150^2} T^{150}$$

$$\lg 10^{-4} = \lg \frac{144}{150^2} + \lg T^{150}$$



$$-4 = -2,1938 + 150 \lg T$$

$$\lg T = -0,012041$$

$$T = 10^{-0,012041} = 0,972655$$

Dua gambar

$$E_n = \frac{I_{op}}{R_{TP}^2} T^{R_{TP}}$$

$$\frac{E_n}{I_{op}} = \frac{T^{R_{TP}}}{R_{TP}^2}$$

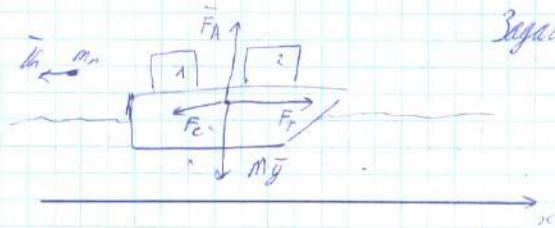
$$10^{-4} = \frac{0,972655^{R_{TP}}}{R_{TP}^2} = f(R_{TP})$$

$$R_{TP} = 10 \mu \quad f = 10^{-2,12041} < 10^{-4}$$

$$R_{TP} = 50 \mu \quad f = 10^{-4}$$

Jadi  $R_{TP} = 50 \mu$

4.



Soal 4

$$1. \quad M\bar{g} + \bar{F}_N + \bar{F}_m + \bar{F}_c = M\bar{a}$$

$$m\bar{g} + \bar{F}_N = 0 \quad m \times \text{sejajar} \text{ naik} \text{ turun}$$

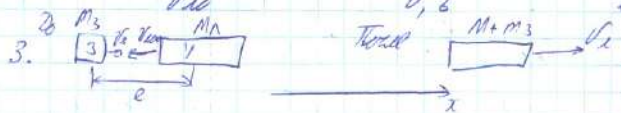
$$\bar{a} = 0 \quad \bar{F}_m = -\bar{F}_c$$

$$2. \quad F_c = k \Delta l_{10}$$

$$F_m = \sigma p l \sigma t$$

$$2 M_n \Delta l_{10} \sigma t = k \Delta l_{10}$$

$$k = \frac{2 M_n \Delta l_{10} \sigma t}{\Delta l_{10}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 600}{0,6} = 10 \frac{Mc}{\mu}$$



$$l = (v_3 + v_{10}) t_{op}$$

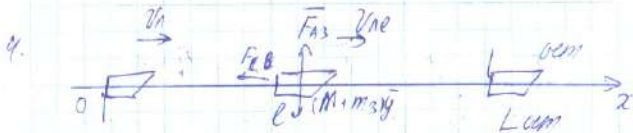
$$v_3 = \frac{l}{t} \quad v_{10} = 5 \frac{Mc}{\mu}$$

$$m_3 v_3 - m v_{10} = (M + m_3) v_1$$

$$m_3 v_3 - M v_{10} = M v_1 + m_3 v_1$$

$$m v_1 + M v_{10} = m_3 v_3 - m_3 v_1$$

$$M = \frac{m_3 (v_3 - v_1)}{v_1 + v_{10}} = \frac{80 \cdot (15 - 0)}{0,6 + 0,1} = 240 \text{ кг}$$



Найти импульс пули после  
разрыва пули в момент времени  $t_3$   
на расстоянии  $L$

По 2-му закону Ньютона

$$\vec{F}_{AB} + \vec{F}_{BA} + (M + m_3) \vec{g} = (M + m_3) \vec{a}_e$$

$$\text{м.к. пули равно } \vec{F}_{AB} + (M + m_3) \vec{g} = 0$$

$$\vec{F}_{AB} = (M + m_3) \vec{a}_e$$

Разрыв происходит на  $0,2$  за  
время  $\Delta t \rightarrow 0$  пуля прошла  $s$  за  
коротким промежуток времени. Это  
можно считать пренебрежительно

$$-k v_{10} = (M + m_3) a = -(M + m_3) \frac{\Delta v_{10}}{\Delta t} k +$$

$$k v_{10} \Delta t = (M + m_3) \Delta v_{10}$$

$$k L_{cm} = (M + m_3) \Delta v_{10}$$

Еще проанализируем все с  $i$  и  $o$   
начало импульса до разрыва осмислен

$$\Sigma R_{oi} = \Sigma (M + m_3) \Delta v_{10}$$

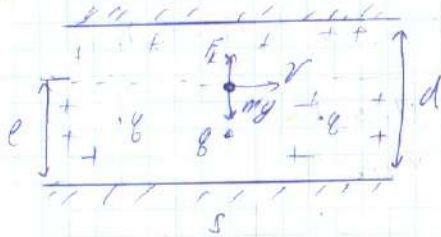
$$k L_{cm} = (M + m_3) (v_1 - v_{10}^0)$$

$$L_{cm} = \frac{(M + m_3) v_1}{k} = \frac{(240 + 80) \cdot 0,8}{10} = 25,6 \text{ м}$$

Ответ:  $25,6 \text{ м}$ .

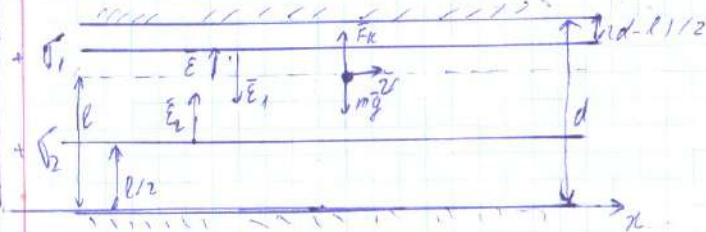
5)

Задача 5



1. На какую сторону шарик ускорится на расстоянии  $l$  от нижней пластины.

П.к. длина пластин  $\gg$  радиус шарика и заряды распределены равномерно. Поле можно считать - на шарике.



Между газодиелектриком пластинками шариком поле пластинки зарядов и взаимодействием с полем пластинки зарядов

$$\sigma_2 = \frac{\rho l s}{s} = \rho l$$

$$\sigma_1 = \rho(d-l)$$

Потенциал  $\sigma_2$  равен  $l/2$  от нижней пластины

Потенциал  $\sigma_1$  равен  $\frac{(d-l)}{2}$  от верхней пластины

Запас энергии элемента между этими пластинами

Напряженность поля от  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}$$

$$\bar{E} = \bar{E}_2 - \bar{E}_1$$

$$y: E = E_2 - E_1 = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{\rho l - \rho(d-l)}{2\epsilon_0}$$

$$= \frac{\rho(2l-d)}{2\epsilon_0}$$

По 3-ей закону Ньютона

$$\bar{F}_{k1} + m\bar{g} = 0$$

$$y: F_{k1} = mg$$

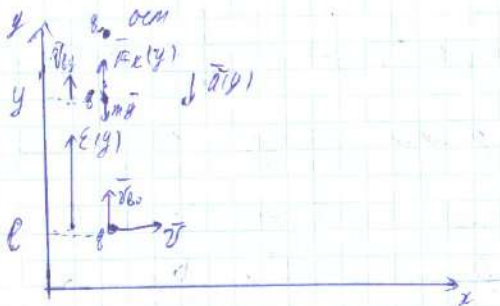
$$F_{k1} = Eq = \frac{\rho(2l-d)q}{\epsilon_0} = mg$$



$$\rho(2l-d)g = 2 \epsilon_0 m g$$

$$2 \rho l g = 2 \epsilon_0 m g + \rho d g$$

$$d) \quad l = \frac{2 \epsilon_0 m g + \rho d g}{2 \rho g}$$



на эту же длину

$$\vec{F}_E(y) + m\vec{g} = m\vec{a}(y)$$

$$y) \quad \frac{\rho(2g-d)y}{2 \epsilon_0} - mg = m a(y)$$

$$\frac{\rho(2g-d) - 2mg \epsilon_0}{2 \epsilon_0} = m a(y)$$

$$\frac{\rho(2g-d) - 2mg \epsilon_0}{2 \epsilon_0 m} = a(y)$$

$$\frac{\rho(2g-d) - 2mg \epsilon_0}{2 \epsilon_0 m} = a(y)$$

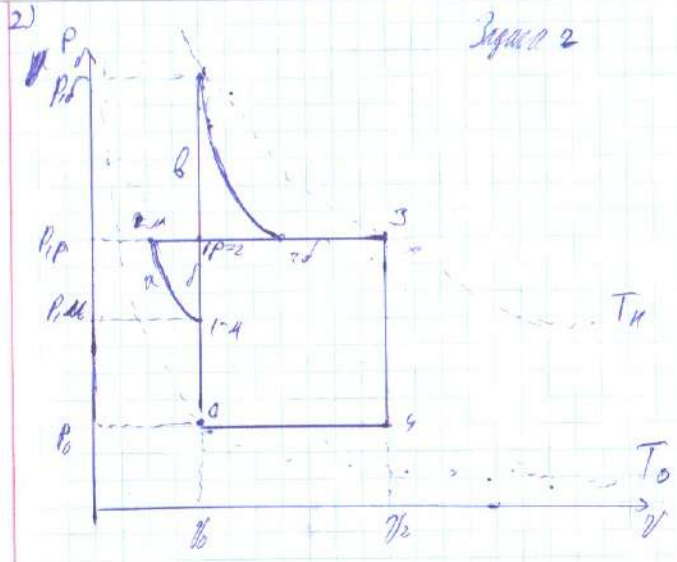
Мы найдем частоту упругих колебаний

$$\omega^2(x-x_0) = a(x)$$

$$\omega^2 = \frac{\rho}{\epsilon_0 m}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{\epsilon_0 m}{\rho}}$$

$$b) \quad \lambda_g = v \cdot T = 2\pi \sqrt{\frac{\epsilon_0 m}{\rho}}$$



б.  $P_2 > P_0 F1S + P_0$  после отсуживания поршня газ автоматически расширяется до  $P_0$  и затем изобарно сжимается до  $T_n$  (неизменяемая температура).

1. Картина процесса при  $P_2 > P_0 F1S + P_0$ 
  - а)  $P_2 < P_0 F1S + P_0$  - после отсуживания поршня автоматически сжимается
  - б)  $P_2 = P_0 F1S + P_0$  - после отсуживания поршня, он становится неизобарным и процесс изобарно расширяется до  $T_n$