



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Петрова Владимира Ильича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» 02 2026 года

Подпись участника  
[Signature]

Черновик

$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$   
 $x: mg \sin \alpha = ma$   
 $g \sin \alpha = a$

$\tau_1 = 20; \tau_2 = 10$   
 $b = \frac{v_0^2 - v_0^2}{2a}$   
 $b = \frac{a\tau_1^2}{2} + v_0\tau_1$   
 $b = \frac{a\tau_2^2}{2} + (v_0 + a\tau_1)\tau_2$   
 $x = \frac{a\tau^2}{2} + v_0\tau$

$x_2 - x_1 = x$   
 $x = \frac{a\tau^2}{2} + v_0\tau$

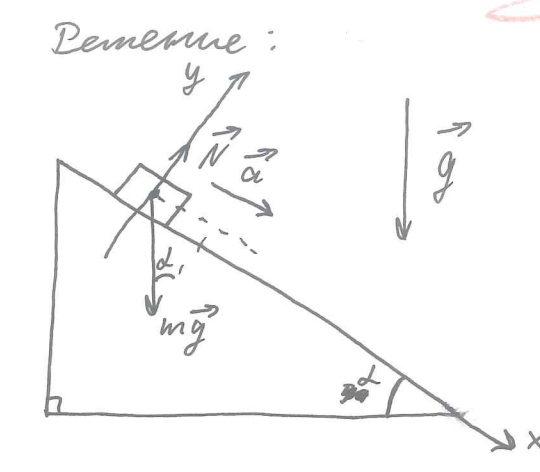
$b = v_0\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2}$   
 $x = v_0\tau + \frac{a\tau^2}{2}$   
 $b + x = v_0(\tau_1 + \tau_2) + \frac{a(\tau_1 + \tau_2)^2}{2}$   
 $b = v_0\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{2b - a\tau_1^2}{2\tau_1}$   
 $b + v_0\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = v_0\tau_1 + v_0\tau_2 + \frac{a(\tau_1 + \tau_2)^2}{2}$   
 $b = \frac{2b - a\tau_1^2}{2} \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) - \frac{a\tau_1^2}{2} + \frac{a(\tau_1 + \tau_2)^2}{2} \cdot \tau_1$   
 $2\tau_1 b = 2b\tau_2 - a\tau_1^2\tau_2 - a\tau_1^2\tau_1 + a\tau_1^2\tau_1 + 2a\tau_1\tau_2\tau_1 + a\tau_1^2\tau_1$   
 $2a\tau_1\tau_1\tau_2 = 2b(\tau_1 - \tau_2) + a(\tau_2^2\tau_1 - \tau_1^2\tau_2)$   
 $\tau = \frac{2b(\tau_1 - \tau_2) + g \sin \alpha \tau_1 \tau_2 (\tau_2^2\tau_1 - \tau_1^2\tau_2)}{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot (2-1) \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot (2-1) \cdot 2 \cdot 1}{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1}$   
 $= \frac{2}{20} = 0,1(c)$

Чистовик

66-90-45-79  
(1.4)

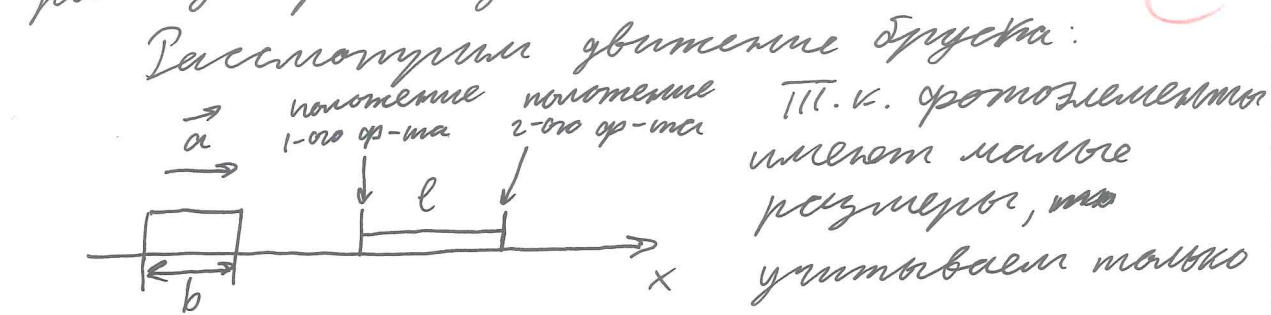
1.5.1 Задача

Дано:  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $b = 0,1 \text{ м}$   
 $\tau_1 = 20$   
 $\tau_2 = 10$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$



По II з.к-а:  
 $m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$   
 спроецируем на ось x:  
 $mg \sin \alpha = ma$   
 $a = g \sin \alpha$

Итого given. Брусок движется равноускоренно вдоль оси x.



Рассмотрим движение бруска:  
 Пусть скорость, с которой брусок заезжает на отрезок l равна  $v_0$  и решим задачу с помощью уравнений:  
 Пусть расстояние между ними. Пусть расстояние между центрами масс равно l.

Запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} b = v_0\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} \\ b + l = v_0(\tau_1 + \tau_2) + \frac{a(\tau_1 + \tau_2)^2}{2} \\ l = v_0\tau + \frac{a\tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 = \frac{2b - a\tau_1^2}{2\tau_1} \\ b + v_0\tau + \frac{a\tau^2}{2} = v_0\tau_1 + v_0\tau_2 + \frac{a(\tau_1 + \tau_2)^2}{2} \end{cases}$$

Умножим второе уравнение на  $2\tau_1$ , выразим  $\tau$ :

$$\tau = \frac{2b(\tau_1 - \tau_2) + a\tau_1\tau_2(\tau_1 - \tau_2)}{2a\tau_1\tau_2} = \frac{(2b + a\tau_1\tau_2)(\tau_1 - \tau_2)}{2a\tau_1\tau_2}$$

где  $a = g \sin \alpha$  и найдем  $\tau$

Кусевова Анна, Курбанов А.А. (всего баллов 84)

$$\tau = \frac{(2b + g \sin \alpha \tau_1 \tau_2)(\tau_1 - \tau_2)}{2g \sin \alpha \tau_1 \tau_2} = \frac{(2 \cdot 0,1 + 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1)(2-1)}{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1} = \frac{10,2}{20} = 0,51 \text{ (с)}$$

Ответ:  $0,51 \text{ с}$ ,  $\tau = 0,51 \text{ с}$ .

3.3.14 Задача

Дано:

$R = 0,4 \text{ Ом}$

$v = 10 \text{ км/с} = 0,1 \text{ м/с}$

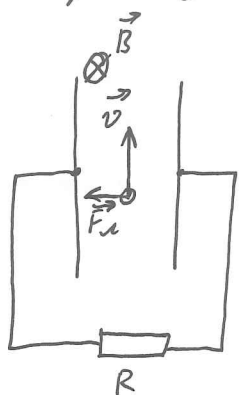
$B = 1 \text{ Тл}$

$P_m = 1 \text{ мВт} = 10^{-3} \text{ Вт}$

$d = ?$



Решение:  
В проводящей широкости есть заряженные частицы  $q$ , т.к. они движутся с скоростью  $v$  в однородном поле & магнитном поле с индукцией  $B$ , то на них действует сила Лоренца  $F_L = qvB$ . Заряды будут, также двигаться в сторону  $x$  одной из пластин, вследствие чего будет образовываться поле с напряжённостью  $E = \frac{F_L}{q} = vB$ .



также движутся в сторону  $x$  одной из пластин, вследствие чего будет образовываться поле с напряжённостью  $E = \frac{F_L}{q} = vB$ .

Напряжение Разность потенциалов между обкладками будет равна  $U = E \cdot d = vBd$ .

В цепи будет течь ток, по закону Ома он будет равен  $I = \frac{U}{R+r}$

и сопротивление  $x$  системы, состоящей из двух пластин и потока проводящей широкости будет внутреннее сопротивление  $r$ .

Черновик

3.)  $R = 0,4 \text{ Ом}$ ;  $d = ?$ ;  $v = 10 \text{ км/с} = 0,1 \text{ м/с}$ ;  $B = 1 \text{ Тл}$ ;  $P_m = 1 \text{ мВт} = 10^{-3} \text{ Вт}$

$F_L = qvB$  У конденсатора внутри соприкосновения  
 $E = \frac{F_L}{q} = vB$  пусть  $r$ , тогда по закону Ома, ток  
 $U = E \cdot d = vBd$  в цепи будет равен  $I = \frac{U}{R+r}$   
мощность выделяемая на резисторе  
будет равна:  $P = I^2 R$

$P_m = \frac{U^2}{(R+r)^2} \cdot R = \frac{U^2 R}{(R+r)^2}$ , т.к. мощность максимальная,  
то её изменение равно нулю:

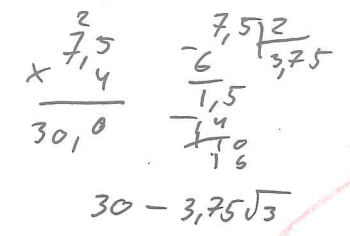
$\frac{dP(R)}{dR} = U^2 \cdot \frac{R(R+r) - 2(R+r) \cdot R}{(R+r)^4} = 0$

$(R+r)(R+r-2R) = 0$

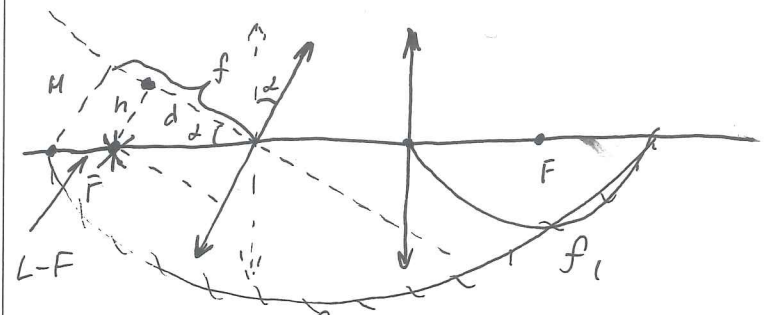
$r = R$   
 $R+r = -R$  - не имеем смысла

$P_m = \frac{(vBd)^2 \cdot R}{4(R+r)^2} = \frac{(vBd)^2 \cdot R}{4R^2} = \frac{(vBd)^2}{4R}$

$d = \frac{\sqrt{4R P_m}}{vB} = \frac{2\sqrt{R P_m}}{vB} = \frac{2 \cdot \sqrt{0,4 \cdot 10^{-3}}}{10 \cdot 1} = 2 \cdot 10 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ (м)} = 40 \text{ см}$



4.)  $F = 7,5 \text{ см} = 75 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ;  $\alpha = 30^\circ$



$d = F \cdot \cos \alpha$   
 $f = F \cdot \cos \alpha$   
 $h = F \cdot \sin \alpha$   
 $L = \frac{f}{1 - \cos \alpha} \Rightarrow L = F \cdot \frac{1}{1 - \cos \alpha}$

$f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{L + F}{L} = F \cdot \frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} = F(2 - \cos \alpha)$

$x = f_1 + 2F = F(4 - \cos \alpha) = 7,5 \cdot 10^{-2} \cdot (4 - \frac{\sqrt{3}}{2})$

Чистовик

5.2.1 Задача

Дано:

$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

$U_0 = 100 \text{ В}$

$d = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$

$x_0 = 0,1 \text{ мм} = 10^{-4} \text{ м}$

$m = 10 \text{ г} = 10^{-2} \text{ кг}$

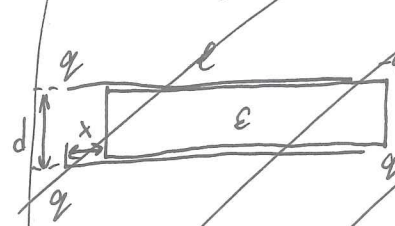
$\epsilon = 4$

$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$

$T = ?$

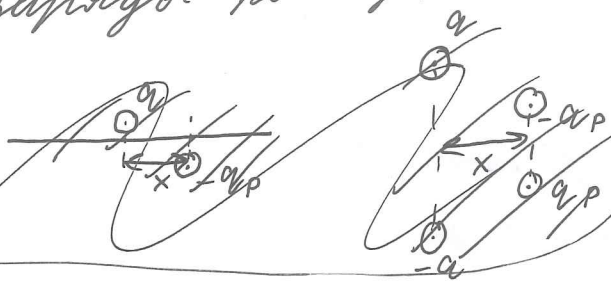
Решение:

Данную задачу можно представить так:



Представим заряды на пластинах точечными.

III. к.  $d \ll l$ , можем считать, что заряды на пластинах сосредоточены в центре.



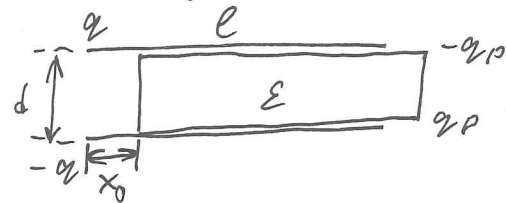
Решение:

Заряд на обкладках конденсатора в начальный момент будет равен  $q = U_0 C$ ,  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ ,  $S = l^2$

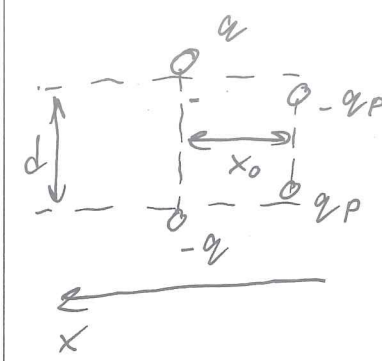
После отключения от источника и вставки массы заряд на обкладках не меняется

На краях диэлектрика индуцируется заряд равный  $q_p = q \left( \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)$

Зарядим систему Представим заряды точечными. Масса



Чистовик



III. к.  $d \ll l$ , то силы взаимодействия зарядов  $q_p$  и  $-q_p$  и  $q$  действуют вдоль оси x

Представим систему:

1. Заряды  $q$  и  $-q_p$  с массой  $m$ , пусть заряд  $q_p$  будет равен  $2q_p$  будет телом (подвешено)
2. Заряд  $q$  и  $-q$ , телом с зарядом  $2q$ , тело неподвижное.



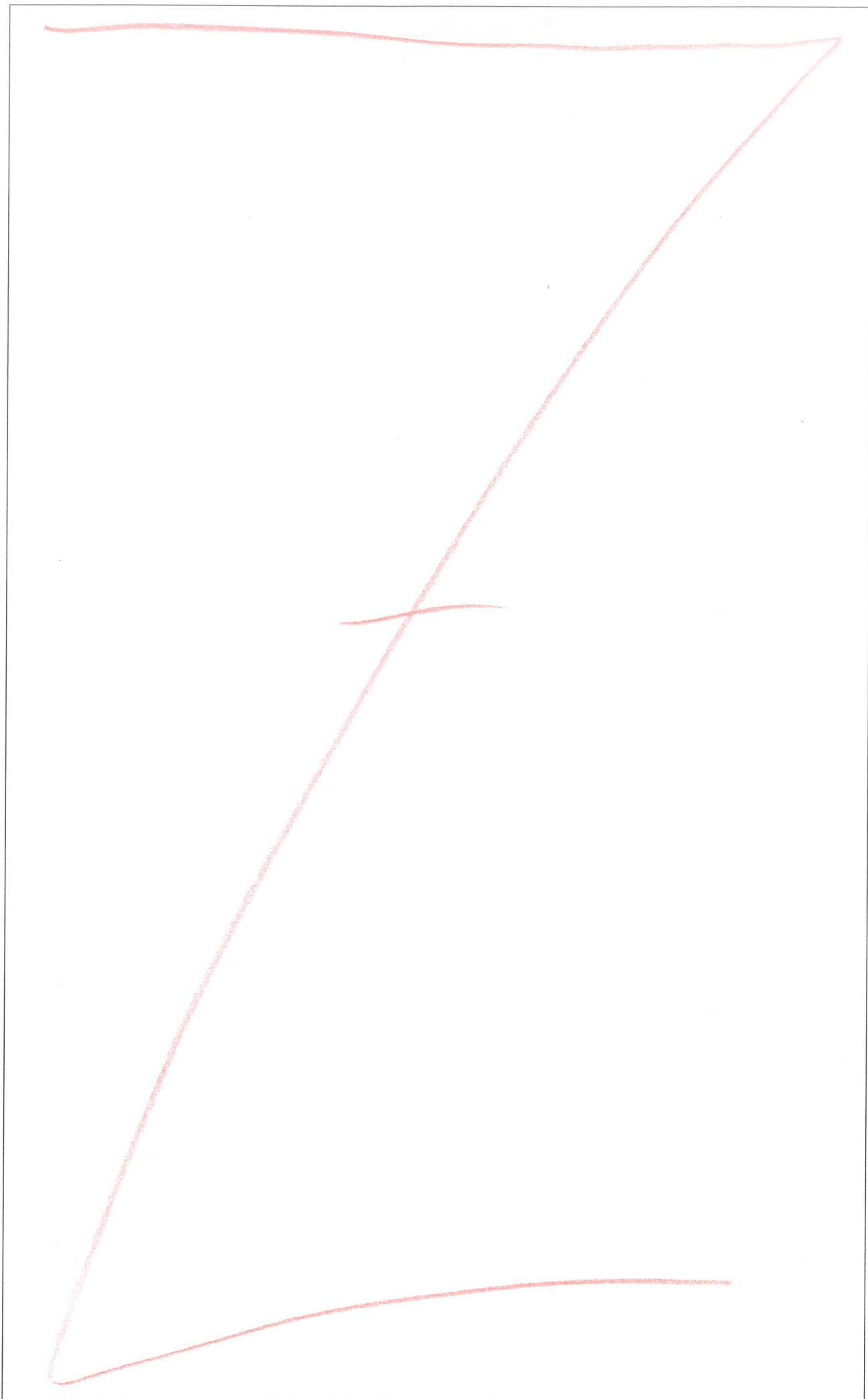
По закону Кулона:

$$F_k = \frac{k \cdot 2q \cdot 2q_p}{x_0^2} = \frac{4k q q_p}{x_0^2}$$

III. к. II з. Ур-а для тела массой  $m$ :

$$-\frac{4k q q_p}{x^2} = m \ddot{x}$$

$$\ddot{x} + \frac{4k q q_p}{m x^3} \cdot x$$



66-90-45-79  
(11)

Чистовик

2.3.1 Задача

Дано:  $V = 30 \text{ м}^3$   
 $T = 273 \text{ К}$   
 $P_{\text{н}} = 611 \text{ Па}$   
 $\lambda_{\text{к}} = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   
 $v_{\text{н}} = 2,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$   
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$   
 $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$\Delta m = ?$

Решение:

Мы хотим у нас было равновесие, поэтому должно быть динамическое равновесие у водяного пара  $\Rightarrow$  относительная влажность будет равна 1 и давление пара будет  $P$

Хотим у нас было установлено - было равновесие в сосуде, эту давление пар водяных паров в сосуде должно стать равным  $P_{\text{н}}$

то есть у нас будет относительная влажность должна стать равной 1. Для равновесия  $\Rightarrow$  испарится как вода массой  $m_{\text{в}}$ . На этот процесс будет затрачена энергия  $Q_{\text{п}} = m_{\text{в}} v_{\text{н}}$ , тогда часть энергии массой  $\Delta m$  кристаллизуется отсюда  $Q_{\text{к}} = \lambda_{\text{к}} \cdot \Delta m$ . Следовательно по 3СЗ:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{к}}$$

$$m_{\text{в}} v_{\text{н}} = \lambda_{\text{к}} \Delta m$$

$$\Delta m = m_{\text{в}} \frac{v_{\text{н}}}{\lambda_{\text{к}}} \quad (1)$$

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона:

$$P V = \frac{m}{\mu} R T$$

$$P_{\text{н}} V = \frac{m_{\text{в}}}{\mu} R T \Rightarrow m_{\text{в}} = \frac{P_{\text{н}} V \mu}{R T} \quad (2)$$

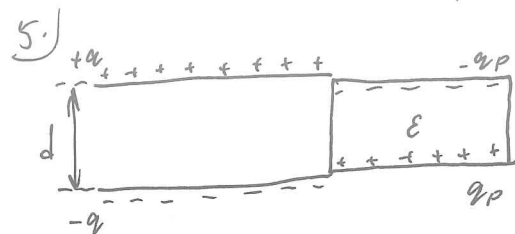
Подставим (2) в (1) и найдем значение  $\Delta m$ :

$$\Delta m = \frac{P_{\text{н}} V \mu \cdot v_{\text{н}}}{R T \lambda_{\text{к}}} = \frac{611 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 2,3 \cdot 10^{-6}}{8,3 \cdot 273 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = \frac{6486}{6391} \text{ (кг)}$$

Ответ:  $\Delta m = \frac{6486}{6391} \text{ кг}$

нет значения в.

Черновик



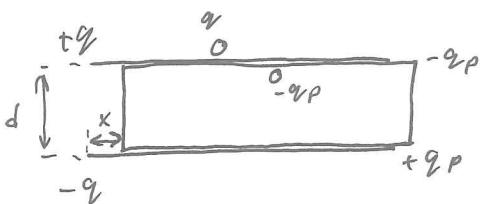
$$S = l^2$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \Rightarrow C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 l^2}{d}$$

$$q = CU$$

$$U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{q d}{\epsilon \epsilon_0 l^2}$$

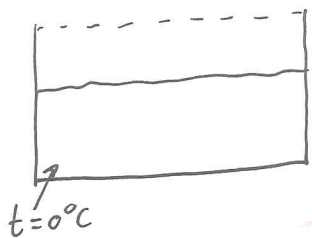
$$q_{\text{пр}} = q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$



$$\frac{611 \cdot 18 \cdot 23 \cdot 10^{-3}}{83 \cdot 273 \cdot 10^{-4}} = \frac{47 \cdot 6}{83 \cdot 273 \cdot 11}$$

$$= \frac{47 \cdot 6 \cdot 23}{83 \cdot 7 \cdot 11} = \frac{6486}{6391} \text{ (кВ)}$$

2.)



$P_0 = 10^5 \text{ Па}$

$E = \frac{3}{2} kT$

$\varphi = \frac{P_B}{P_n} = 1 \Rightarrow P_B = P_n = \frac{m_B RT}{\mu V}$

$Q_{\text{ис}} = v_n \cdot m_B$

$T = \frac{\mu V P_n}{m_B R}$

$m_B = \frac{P_n V \mu}{RT}$

$Q_n = Q_{\text{ис}}$

$\Delta m = v_n \cdot m_B$

$\Delta m = m_B \frac{v_n}{\lambda_k} = \frac{P_n V \cdot \mu}{RT} \cdot \frac{v_n}{\lambda_k} = \frac{611 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 273} \cdot \frac{2,3 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^8} = \frac{611 \cdot 18 \cdot 23 \cdot 10^{-1}}{8,3 \cdot 273 \cdot 91}$

$611 = 47 \cdot 13$

$91 = 13 \cdot 7$

$\times 83$

$\frac{2}{7}$

$\times 581$

$\frac{11}{7}$

$\times 581$

$\frac{11}{6391}$

$611 \mid 13$

$47$

$83 \mid$

Handwritten calculations and arithmetic problems:

$$\begin{array}{r} \times 611 \\ 18 \\ \hline 4888 \\ + 611 \\ \hline 0998 \\ \times 23 \\ \hline 32931 \\ + 21898 \\ \hline 2529510 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2529510 \\ - 249 \\ \hline 395 \\ - 372 \\ \hline 231 \\ - 196 \\ \hline 650 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 611 \mid 13 \\ 52 \mid 47 \\ \hline 91 \\ \hline 91 \\ \hline 0 \end{array}$$

66-90-45-79 (1.4)

Мощность выделяемая на резисторе будет равна:

$P = I^2 R = \frac{U^2}{(R+r)^2} R$

Т.к. мощность имеет максимальное значение, то её изменение будет равно 0

$\frac{dP(R)}{dR} = U^2 \cdot \frac{(R+r)^2 - 2(R+r)R}{(R+r)^4} = 0$

$(R+r)(R+r-2R) = 0$

поэтому по условию  $r = -R$  не имеет смысла. Тогда ставим все полученные значения в  $P_m$ :

$P_m = (vBd)^2 \cdot \frac{R}{(R+R)^2} = \frac{(vBd)^2}{4R^2} \cdot R = \frac{(vBd)^2}{4R}$

Выразим и найдем d:

$d = \frac{\sqrt{4P_m R}}{vB} = \frac{2\sqrt{P_m R}}{vB} = \frac{2 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,1 \cdot 1} = 2 \cdot 10 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ (м)} = 40 \text{ (см)}$

2.05

Ответ:  $d = 40 \text{ см}$

4.10.1 Задача

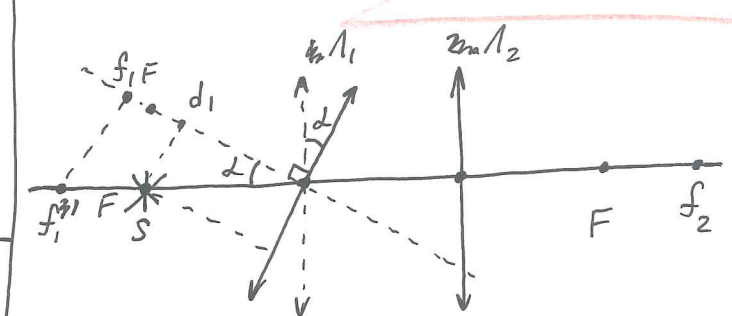
Дано:

$F = 7,5 \text{ см}$

$\alpha = 30^\circ$

x - ?

Решение:



Пусть точечный источник - S.

$L_1$  - 1-ая линза;  $L_2$  - 2-ая линза. Проекция источника S на фронтальную плоскость  $L_1$  равна  $d_1$ . Т.к.  $L_1$  развернула, то расстояние от S до  $L_1$  равно  $d_1 < F$

Следовательно изображение в системе  $\Lambda_1$  будет мнимым

Запишем  $q$ -ую линзу:

Чистовик

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}, \quad f - \text{расстояние от линзы до изображения}$$

Тогда расстояние от  $\Lambda_1$  до изображения  $\Lambda_1$  равно  $f_1$  на фронтальной плоскости  $\Lambda_1$

$$-\frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}$$

Из рисунка видно, что  $d_1 = F \cdot \cos \alpha$

$$f_1 = \frac{F \cdot d_1}{F - d_1} = \frac{F^2 \cdot \cos \alpha}{F(1 - \cos \alpha)} = F \cdot \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

Увеличение  $\Lambda_1$  равно  $\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{F}{1 - \cos \alpha}$

$f_1$  - расстояние от

Теперь  $f_1'$  - расстояние от изображения до линзы  $\Lambda_1$  в том же направлении.  $f_1' = \frac{f_1}{\cos \alpha} = \frac{F}{1 - \cos \alpha}$

Теперь  $d_2$  - расстояние от изображения  $S$  до  $\Lambda_2$ , тогда  $f_2$  - расстояние от действительного изображения до  $\Lambda_2$

Из  $q$ -ой линзы  $d_2 = f_1' + F = F \left( \frac{1}{1 - \cos \alpha} + 1 \right) = F \left( \frac{2 - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \right)$

Из  $q$ -ой линзы:

$$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{F^2 \left( \frac{2 - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \right)}{F \left( \frac{1}{1 - \cos \alpha} + 1 - 1 \right)} = F \cdot (2 - \cos \alpha)$$

$f_2$  - положение изображения  $S$  в данной системе линз

$$X = 2F + f_2 = F \cdot (4 - \cos \alpha) = 7,5 \cdot \left( 4 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \approx 30 - 3,75\sqrt{3} \text{ (см)}$$

Ответ:  ~~$X = 7,5 \cdot \left( 4 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \text{ см}$~~   $X = (30 - 3,75\sqrt{3}) \text{ (см)}$

