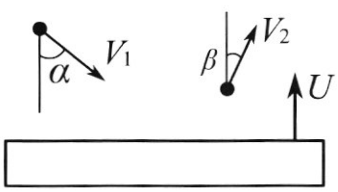
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02** Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \frac{2}{3} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta \left(\sin\beta = \frac{1}{3} \right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

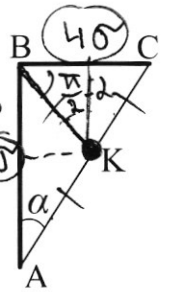
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

i=3
Ne
He

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.

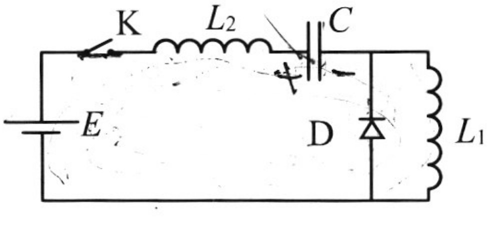


1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

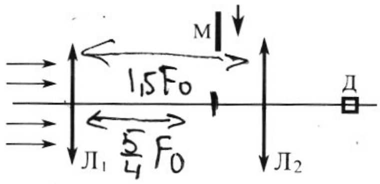
|| 22,5°

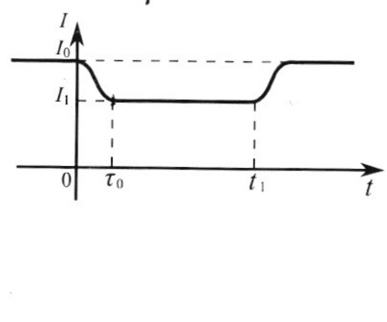
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.



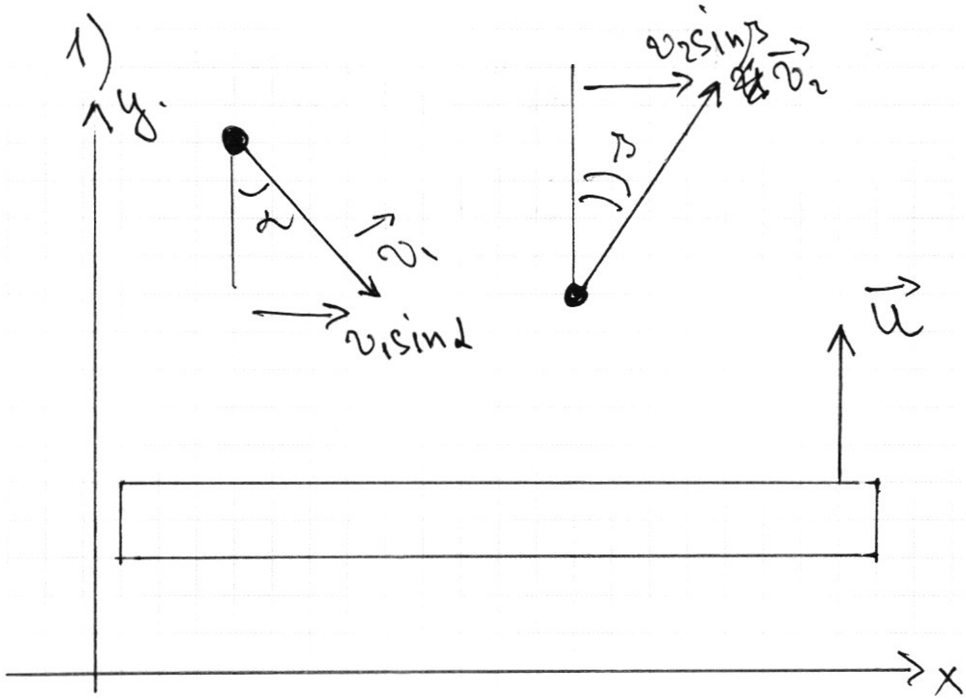


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины $\boxed{F_0, D, \tau_0}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



U – скорость плиты.

$v_1 = 6$ м/с

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

1) v_2 – ?

По ~~оси~~ оси x по ЗСИ скорость сохраняется, т.к. нет воздействия внешних сил:

$$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6 \cdot \frac{2 \cdot \cancel{3}}{\cancel{3} \cdot 1} = \underline{12 \text{ м/с}}$$

2) U – ?

~~По ЗСИ для y(оси)~~

~~$v_2\cos\alpha$~~ Из ЗСИ по y получаем, что скорость после (на y) равна скорости до (в обратном направлении) + U. Это происходит ~~из~~ из-за того, что плита массивная и ~~её~~ её $\Delta p \to 0$,

$v_2 \cos\beta = v_1 \cos\alpha + u \Rightarrow$

$\Rightarrow u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ $\quad$ $\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$u = \overset{4}{\cancel{12}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\underset{1}{\cancel{3}}} - \overset{2}{\cancel{6}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{\underset{1}{\cancel{3}}} = \boxed{8\sqrt{2} - 2\sqrt{5}}$ м/с $= 2(4\sqrt{2} - \sqrt{5})$ м/с.

Ответ: $v_2 = 12$ м/с ; $u = 8\sqrt{2} - 2\sqrt{5}$ м/с.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

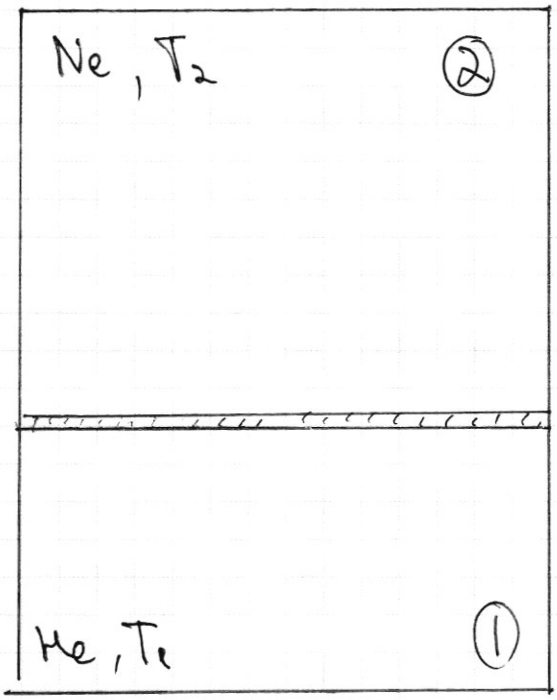
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) 1)



$T_1 = 330K$

$T_2 = 440K$

$R = 8{,}31$ Дж/моль·К.

$i = 3$.

$\nu = \frac{6}{25}$ моль.

1) $\frac{V_1}{V_2}$ – ?

Изначально давления неона и гелия одинаковы, но по мере изменения температуры будут немного изменяться, из-за чего будет двигаться поршень:

$P_1 = P_2$

По ур. Менделеева-Клайперона:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\cancel{P_1} V_1}{\cancel{P_2} V_2} = \frac{\cancel{\nu R} T_1}{\cancel{\nu R} T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\cancel{330}^{3}}{\cancel{440}_{4}} = \frac{3}{4}$$

2) $T_{кон}$ – ?

~~По закону~~

~~Гелий~~ ~~Будет~~ Гелий совершает ~~над неоном~~ работу A. И. ~~Ве~~ над неоном совершают работу $-A$. ($A>0$).

По 1-ому з. термодинамики.

$$\begin{cases} Q_{Ne} = -A + \Delta U_{Ne}, \text{ где } \Delta U_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_2). \\ Q_{He} = A + \Delta U_{He}, \text{ где } \Delta U_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1). \end{cases}$$

По ЗСЭ:

$Q_{He} + Q_{Ne} = 0.$ — изменения энергий скомпенсированы $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \cancel{A} + \Delta U_{He} \cancel{-A} + \Delta U_{Ne} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_2) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_к - T_1 + T_к - T_2 = 0 \Rightarrow T_к = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{330+440}{2} = \frac{770}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_к = 385\,K$$

$$\begin{array}{r|l} 770 & 2 \\ -6 & 385 \\ \hline 17 & \\ -16 & \\ \hline 10 & \end{array}$$

3) Q – ? Процесс ~~квазиизобарный~~ квазиизобарический

$P \approx const. \Rightarrow Q_{Ne} = \frac{5}{2}\nu R(T_к - T_н) \Rightarrow$

$$\Rightarrow |Q_{Ne}| = \frac{5}{2}\nu R\cdot(T_н - T_к) = \frac{5 \cdot 6 \cdot 8{,}31 \cdot 55}{2 \cdot 25} =$$

$$= 3 \cdot 8{,}31 \cdot 11 = \cancel{83} = 274{,}23 \text{ Дж}$$

$385 \times 2 = 770$

$440 - 385 = 55$

$24{,}93 \times 11 = 274{,}23$

$8{,}31 \times 3 = 24{,}93$

Ответ: 1) $T_к = 385\,K$. 2) $\Delta Q = 274{,}23$ Дж.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

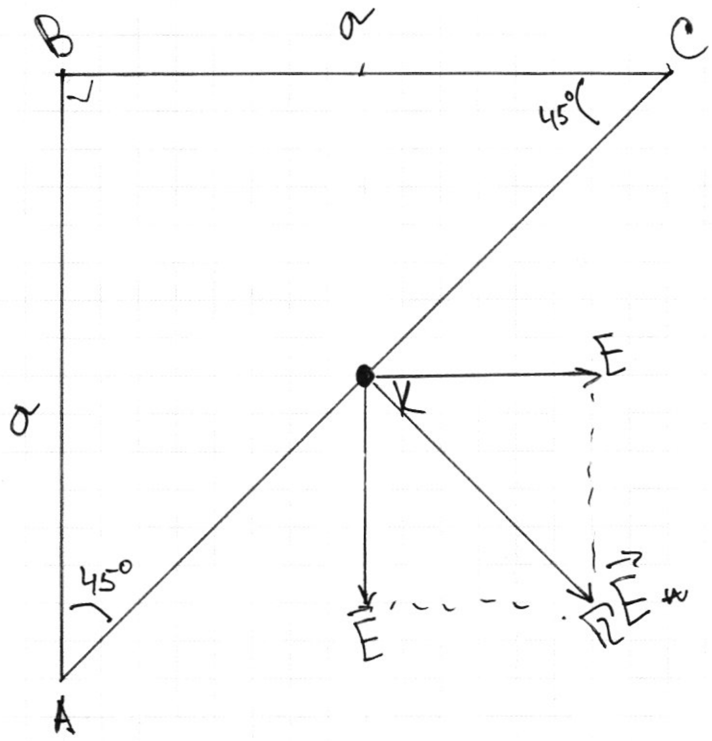
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)

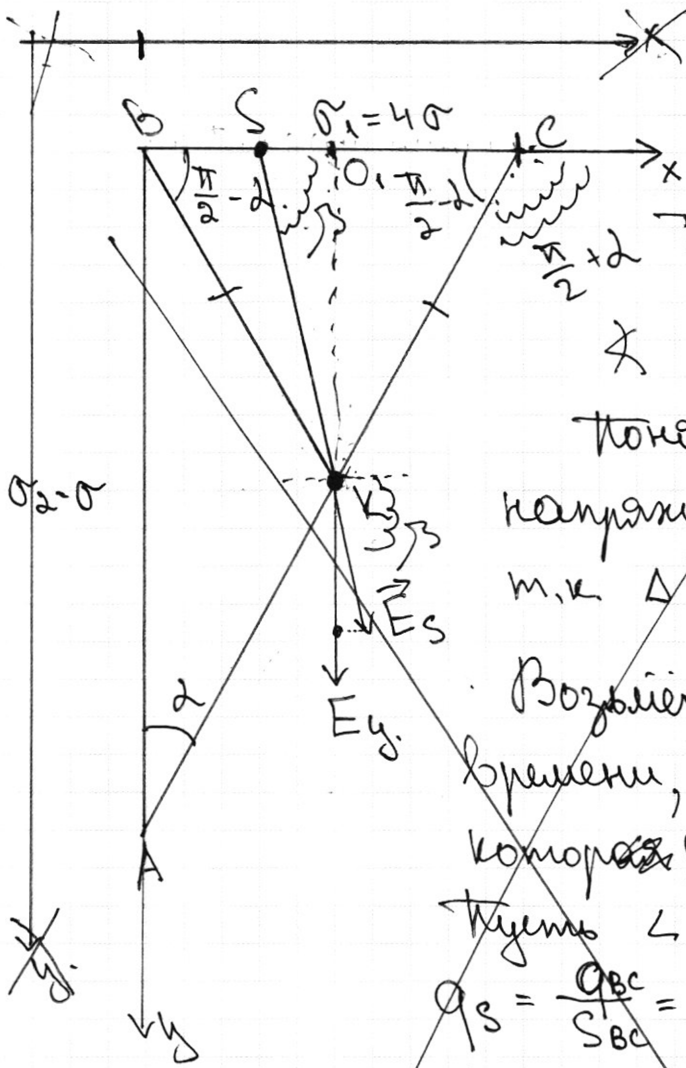


1) $\alpha = 45^\circ = \frac{\pi}{4}$

Изначально BC создаёт напряженность E в точке K. направленную вниз. Т.к. система симметрична отнительно BK., то напряженность поля, создаваемая пластиной AB ~~Е~~ тоже равна E. и направлена вправо.

Тогда $\vec{E_н} = \vec{E_ф} + \vec{E}$, $\Rightarrow E_н = \sqrt{2}E \Rightarrow \frac{E_н}{E} = \sqrt{2}$.

2)



$\alpha = \frac{\pi}{8}$.

Пусть $AC = L$.

$\measuredangle$ BC – пластину.

Понятно, что ~~за~~ по оси x напряженности скомпенсируются, т.к. $\triangle BKC$ – р/б. ($E_{x_{BC}} = 0$)

Возьмём произвольный момент времени, рассмотри напряженность, которую создаёт т.S в т.K.

Пусть $\angle K\cancel{E}SC = \beta$.

$$q_S = \frac{q_{BC}}{S_{BC}} = \sigma_1.$$

~~Тогда~~ q_S создает напряженность $E_S = k\frac{q_S}{SK^2} = k\frac{\sigma_1}{SK^2}$

По оси x E_S в итоге скомпенсируется, а на оси y:

$$E_y = \sin\beta E_S.$$

Тогда общее напряжение по $B\cancel{S}C$:

$$E = \int_{\frac{\pi}{2}-\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} E_y d\beta = \int_{\frac{\pi}{2}-\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} k\frac{\sigma_1}{SK^2}\cdot\sin\beta\cdot d\beta =$$

$$\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{8} = \frac{3\pi}{8}$$

$$\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{8} = \frac{5\pi}{8}.$$

$$SK = KO_1\cdot\frac{1}{\sin\beta} = \frac{L\cdot\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)}{2}\cdot\frac{1}{\sin\beta} = \frac{L\cos\alpha}{2\sin\beta}.$$

Получаем:

$$E = \int_{\frac{\pi}{2}-\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} k\frac{\sigma_1}{\frac{L^2\cos^2\alpha}{4\sin^2\beta}}\cdot\sin\beta\cdot d\beta = k\frac{\sigma_1\cdot 4}{L^2\cdot\cos^2\alpha}\cdot\int_{\frac{\pi}{2}-\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha}\sin^3\beta\cdot d\beta.$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

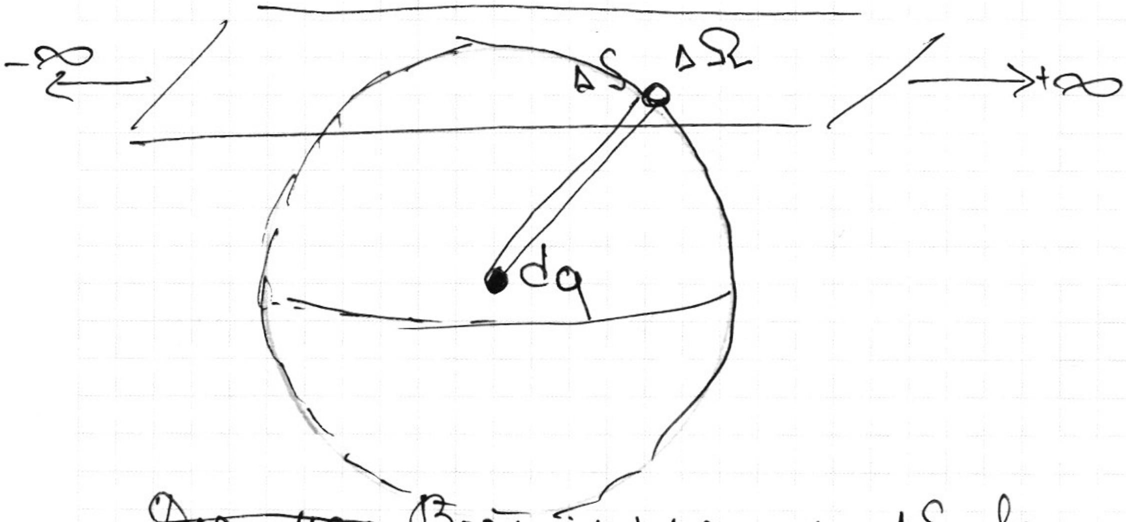
заряда).

2) $\alpha = \frac{\pi}{8}$ $\sigma_1 = 4\sigma$ $\sigma_2 = \sigma$. $E_K - ?$

По т. Гаусса:

$$E S = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

Пусть ~~в~~ мы поместим заряд ~~dq~~ dq в точку ~~O~~ K.



~~Для чо~~ Возьмём участок ΔS, видный под телесным углом $\Delta\Omega$
Тогда т. Гаусса примет вид:

$$\Delta E \cdot \Delta S = \frac{\Delta\Omega}{4\pi} \cdot \frac{dq}{\varepsilon_0}$$

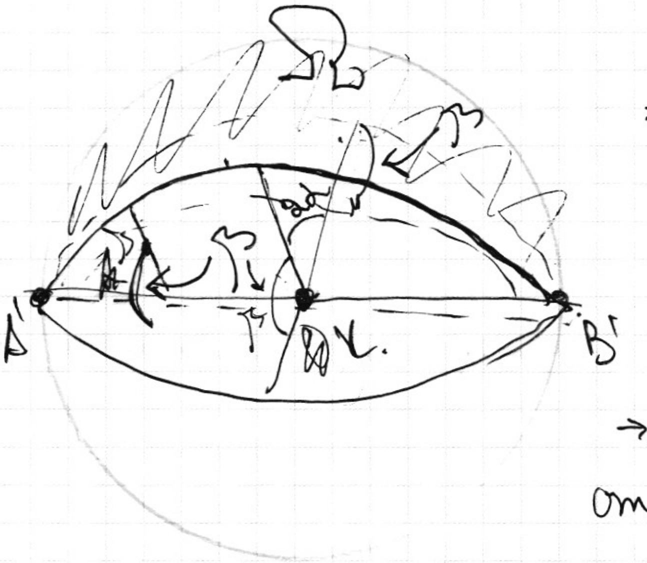
Просуммировав по всей поверхности получаем.

$$E S = \frac{\Omega}{4\pi} \cdot \frac{dq}{\varepsilon_0}$$

Найдём Ω.

Бесконечно ~~дл~~ длинная пластина образует сектор $A'B'$. Двугранный угол. $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\Omega}{4\pi} = \frac{\pi - 2\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}{2\pi} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \frac{\Omega}{2} = \frac{2\alpha}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Omega = 4\alpha.$$

(Отношение площадей $\rightarrow$ телесных углов равно отношению двугран. углов)

$$ES = \frac{4\alpha}{4\pi} \cdot \frac{dq}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\alpha \cdot dq}{\pi \varepsilon_0 S}$$ — это напр. создаваемое dq на пластину.

$$F_{эл} = E \cdot \cancel{dq}\, \sigma_1 \cdot S = \frac{\alpha}{\pi} \cdot \frac{dq}{\varepsilon_0 \cancel{S}} \cdot \sigma_1 \cdot \cancel{S} = \frac{\alpha \cdot dq \cdot \sigma_1}{\pi \varepsilon_0}$$

— Это сила, действующая на пластину.

По 3-му з. Ньютона: сила, действующая на пластину, равна силе, действующей на заряд. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow E_1 \cdot dq = F_{эл} \Rightarrow E_1 \cdot \cancel{dq} = \frac{\alpha \cdot \cancel{dq} \cdot \sigma_1}{\pi \varepsilon_0} \Rightarrow E_1 = \frac{\alpha \cdot \sigma_1}{\pi \varepsilon_0}$$

~~Она E~~ E_1 направлена вниз.

Сделаем также и со второй пластиной.

$$\Omega = 2(\pi - 2\alpha)$$

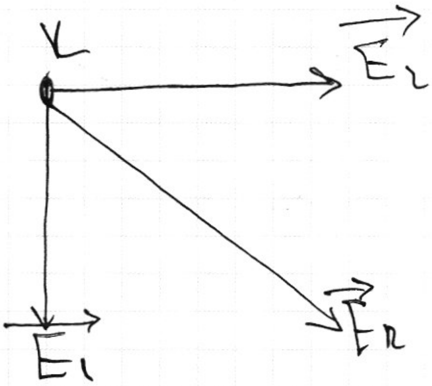
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3 провода)

$$E S = \frac{\cancel{2}(\pi-2\alpha)}{2\cancel{K}\pi}\cdot\frac{dq}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{(\pi-2\alpha)\cdot\sigma_2}{2\pi\varepsilon_0}$$

Она направлена вправо:



$$E_1 = \frac{\pi\cdot\sigma_1}{8\cdot\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma_1}{8\varepsilon_0} = \frac{4\sigma}{8\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\left(\pi-\frac{\pi}{8}\right)\sigma_2}{2\pi\varepsilon_0} = \frac{7\pi\sigma}{16\pi\varepsilon_0} = \frac{7\sigma}{16\varepsilon_0}$$

$$E_R^2 = E_1^2 + E_2^2 = \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}\left(\frac{1}{4}^{(16\cdot 4)} + \frac{49}{16\cdot 16}\right) = \frac{113}{16^2}\,\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2} \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 4 \\ \hline + 64 \\ 49 \\ \hline 113 \end{array} \qquad \begin{array}{r} +64 \\ 49 \\ \hline +63 \\ 50 \end{array}$$

$$\Rightarrow E_R = \frac{\sqrt{113}}{16}\,\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) $E_R = \frac{\sqrt{113}}{16}\,\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$.

$$E_2 = \frac{\left(\pi - \frac{\pi}{4}\right)\sigma_2}{2\pi \cdot \varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{8\varepsilon_0}$$

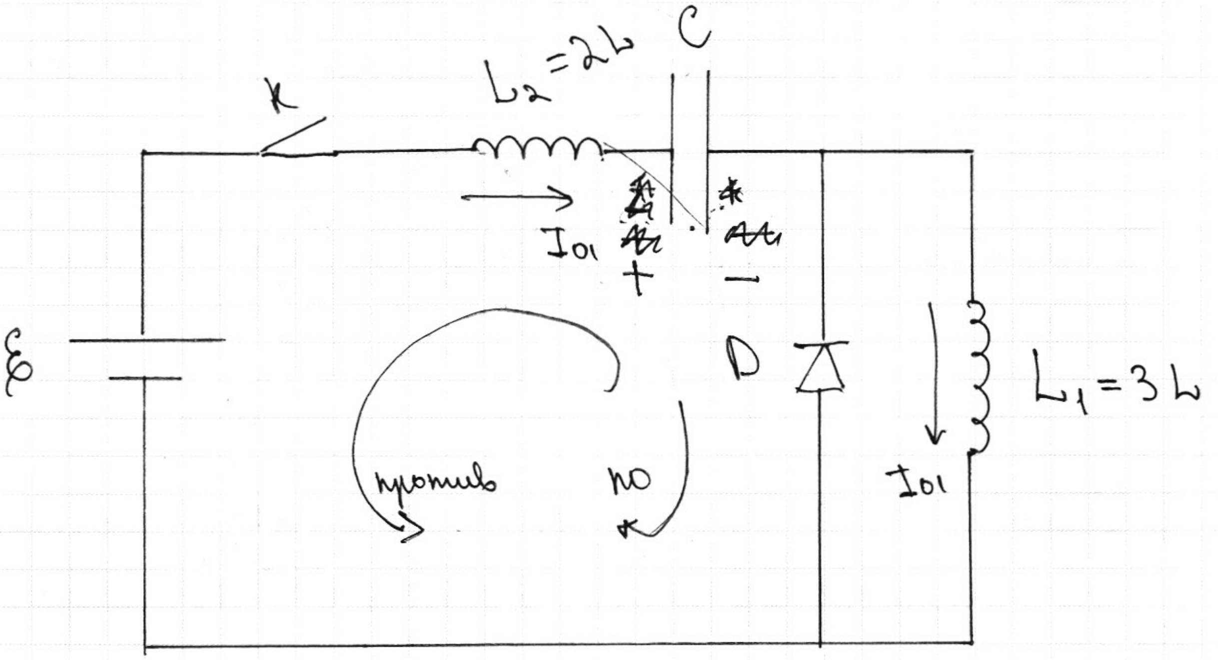
$$E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\left(\frac{3}{8}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \sqrt{\frac{9}{64} + \frac{1}{4}^{(16}} =$$

$$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \sqrt{\frac{25}{64}} = \frac{5}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ раза 2) $E_K = \frac{5}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4)



$L_1=3L$ $\quad$ $\mathcal{E}$, C,

$L_2=2L$

1) $T-?$ Эдс не влияет на период колебаний системы, ~~так что~~. Сначала зарядится C, а потом начнутся колебания.

(1) Рассмотрим, когда ток идёт против часовой стрелке. Тогда по L_1 ток не идёт:

$T_1=2\pi\sqrt{L_2C}$. ~~Такой~~ Но ~~пол-полов~~ после того, как ток изменит направление, то контур будет другой и $t_1=\frac{T_1}{2}=\pi\sqrt{L_2C}$

(2) Когда ток идёт по ~~против~~ часовой стрелке, то ~~так~~. Диод закроется и ток пойдет через L_1.

Кон.

$L_{общ} = L_1 + L_2 \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} \Rightarrow t_2 = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

~~После~~ ~~когда~~ того как пройдёт время t_2 ток пойдёт в другую сторону и начнётся все как снача, тогда:

$$T = t_1 + t_2 = \pi\sqrt{L_2 C} + \pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = \pi\cdot\sqrt{C}\cdot\left(\sqrt{2L}+\sqrt{5L}\right) =$$

$$= \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{2}+\sqrt{5}\right) = \left(\sqrt{2}+\sqrt{5}\right)\pi\sqrt{LC} \approx 4{,}84\pi\sqrt{LC}.$$

2) I_{01} - ? в том момент, когда ток сменит ~~на~~ направл. с против на по. ~~Max напряжение на С~~ ~~$U_{max} = 2\mathcal{E}_1 \cdot 0$~~.

~~Что то потом ток.~~

$U_C = 0.$ — напряж на $C = 0$.

~~Потому~~ Максимальный ток, ~~когда~~ когда напряжение в цепи $= 0. \Rightarrow -U_C + \mathcal{E} = 0 \Rightarrow U = +\mathcal{E}$.

При этом $\Delta q = C\mathcal{E}$.

По ЗСЭ:

$$\mathcal{E}\Delta q = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{L_1 I_{10}^2}{2} + \frac{L_2 I_{10}^2}{2} \Big| \cdot 2$$

$$2C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2 + L_1 I_{10}^2 + L_2 I_{10}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (L_1+L_2) I_{10}^2 = C\mathcal{E}^2 \Rightarrow I_{10} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{5L}}.$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) I_{02} – ?

В тот момент, когда ток сменит направление с по на против: $U_C = 2\mathcal{E}$.

Ток максимальный, когда напр на цепи $=0$, $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_C = \mathcal{E}$.

$\Delta q = 2C\mathcal{E} - C\mathcal{E} = C\mathcal{E}$.

Тогда по ЗСЭ:

$$-\mathcal{E}\Delta q = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{C(2\mathcal{E})^2}{2} + \frac{L_2 I_{02}^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$-2C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2 - 4C\mathcal{E}^2 + L_2 I_{02}^2$$

$$L_2 I_{02}^2 = C\mathcal{E}^2 \Rightarrow I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{12L}}$$

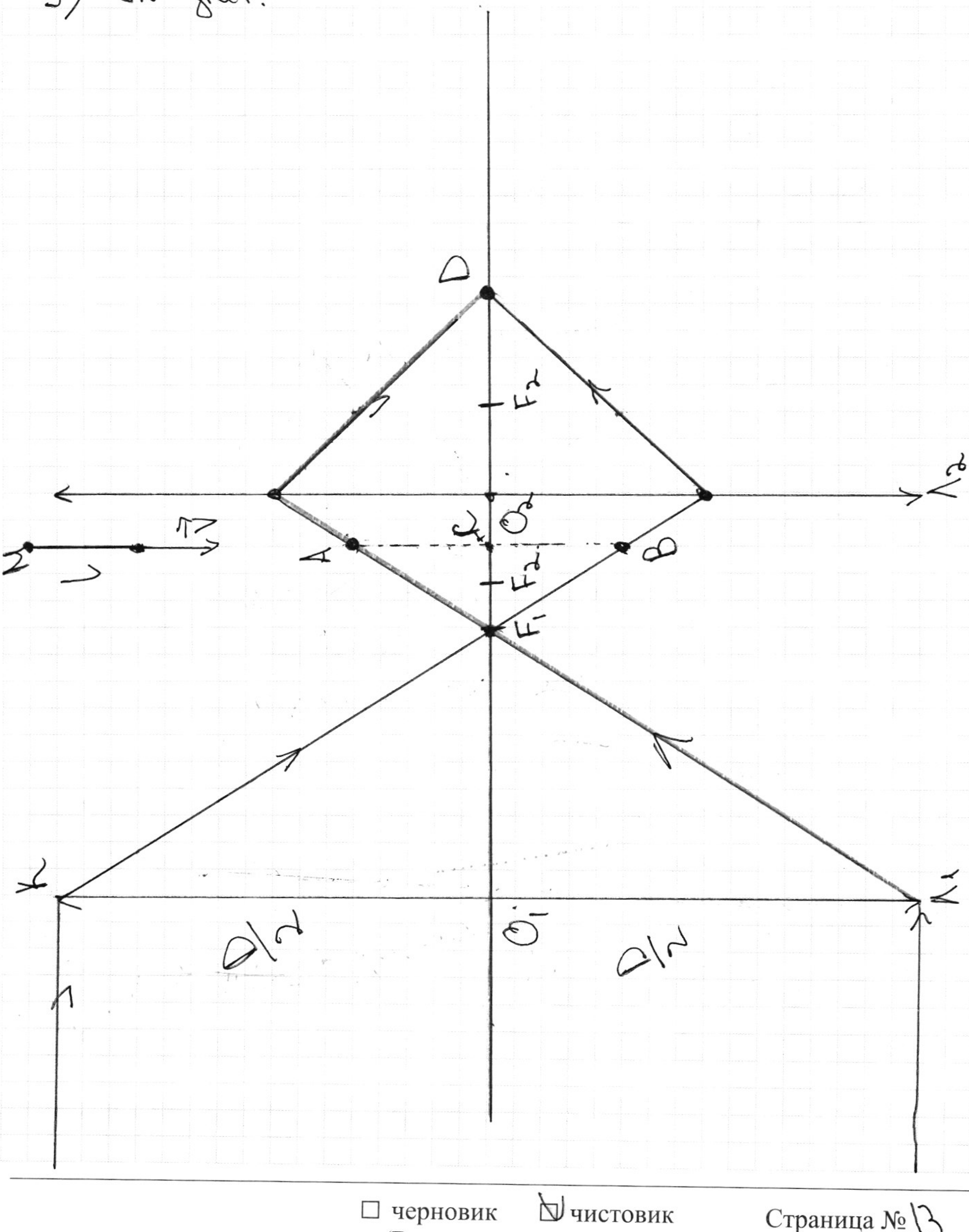
Ответ: $T = (\sqrt{2}+\sqrt{5})\pi\sqrt{LC}$; $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$; $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{12L}}$.

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Рисунок.



$F_1 = F_0 \quad F_2 = \frac{F_0}{3} \quad O_1O_2 = 1{,}5F_0 \quad$ $\underline{D}$-диаметр

$\underline{D \ll F}$

$I_1 = \frac{8}{9} I_0$

1) O_2D - ?

$D \ll F \Rightarrow$ все углы малы $\Rightarrow \alpha \approx \sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$.

~~Линзу~~ $Л_2$ „кажется" как будто в точке.

F_1 находится источник. $F_1O_2 = O_1O_2 - O_1F_1 =$
$= 1{,}5F_0 - F_0 = 0{,}5F_0$.

Тогда по формуле линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2}$$

$d = 0{,}5F_0 = F_1O_2$

$f = O_2D$.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow f = \frac{F_2 d}{d - F_2} = \frac{\frac{F_0}{3} \cdot \frac{1}{2}F_0}{\frac{1}{2}F_0 - \frac{1}{3}F_0} = F_0 \frac{1}{3 \cdot 2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right)} =$$

$$= F_0 \cdot \frac{1}{3-2} = F_0.$$

2) V - ? От времени $t=0$ до τ_0 М входила в поток света, после она в нём пребывала τ_1 и начала выходить в момент t_1.

Тогда $V = \frac{l}{\tau_0}$, где l - диаметр мишени.

Т.к. $\frac{I_0}{I_1} = \frac{9}{8} \Rightarrow \frac{S_{AB}}{S_{AB} - S_M} = \frac{9}{8}$, где S_{AB} - площадь светового пучка (если ~~не~~ туда поставить экран).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5 прода) ~~на расст~~ в плоскости ф мишени).

Т.е. если в плоскости мишени М поставить экран, то S световогого пятна $= S_{AB}$.

$$\frac{S_{AB}-S_M}{S_{AB}} = 1-\frac{S_M}{S_{AB}} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{S_M}{S_{AB}} = \frac{1}{9} = \frac{\pi L^2}{\pi AB^2} \Rightarrow \frac{L}{AB} = \frac{1}{3}$$

Из подобия ΔKO_1F_1 и $\Delta F_1BC \Rightarrow$

$$\frac{\frac{AB}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{F_1C}{F_1O_1} \Rightarrow \cancel{AB = D\cdot\frac{F_1}{CO_1-F_1} = D\cdot\frac{F_0}{\frac{5}{4}F_0-F_0}}$$

$$\Rightarrow AB = D\cdot\frac{CO_1-F_1}{F_1} = D\cdot\frac{\frac{5}{4}F_0-F_0}{F_0} = \frac{1}{4}D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{12}D \Rightarrow V = \frac{L}{\tau_0} = \frac{1}{12}\cdot\frac{D}{\tau_0}.$$

3) t_1 - ? расстояние, которое пройдёт мишень: $L = AB - L = \frac{1}{4}D - \frac{1}{12}D = \frac{3-1}{12}D = \frac{1}{6}D$

$$L = V\cdot(t_1-\tau_0) \Rightarrow t_1-\tau_0 = \frac{L}{V} = \frac{\frac{1}{6}D}{\frac{1}{12}\cdot\frac{D}{\tau_0}}+\tau_0 = \frac{12\tau_0}{6}+\tau_0 = 3\tau_0.$$

Ответ: $O_2D = F_0$; $V = \frac{D}{12\tau_0}$; $t_1 = 3\tau_0$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) По оси y: при не упругом ~~удар~~ взаимодействии.
~~а~~ часть энергии уходит в тепло:
Т.к. ~~ну~~ плита массивная, то по оси y:

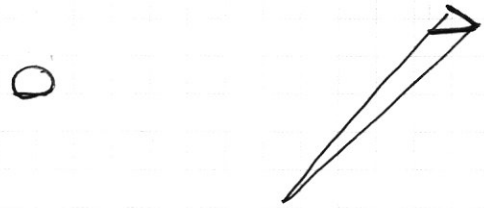
$9-4$

~~$v_2 \cos\beta = v_1 \sin$ ...~~

$\cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ ~~$\sin$~~ $\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}.$

$v_2 \cos\beta - v_1 \cancel{\sin} \cos\beta = u$

$u = 12.$



2) ~~Зая~~ Ne:

T↓ V↓.

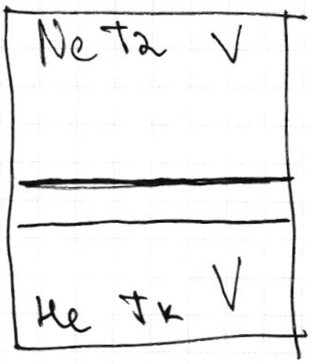
$Q_{12} = A + \Delta U$.

$A = \cancel{\ } dP.V$

Работа неона — $-A$. Работа гелия — $+A$.

$$\begin{cases} Q_{Ne} = -A + \Delta U_{Ne} \\ Q_{He} = A + \Delta U_{He} \end{cases}$$

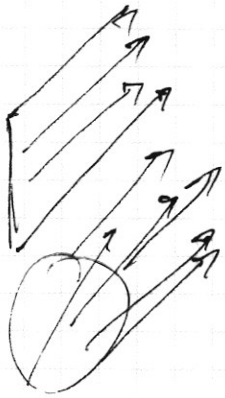
$V = V$



$$\frac{\sin^4\beta}{4\cdot\cos\beta} \Rightarrow \frac{4\sin^3\beta\cdot\cos\beta}{4\cdot}$$

$1 + \frac{1}{3} = 1{,}33$

$5/3 = 1{,}66$



$\frac{5}{4} = 1{,}25$

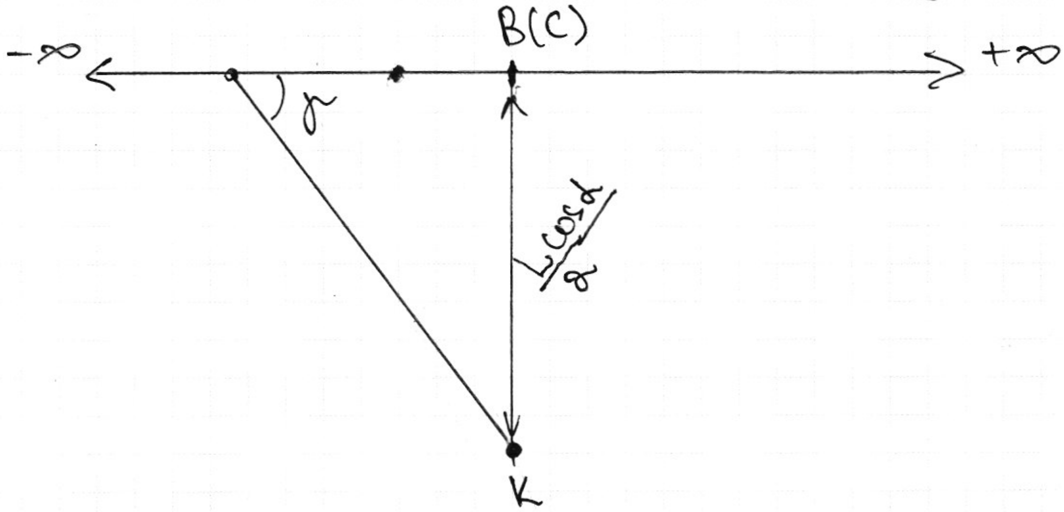
$O, F = 1{,}5 - \frac{1}{3} = 1{,}5 - 0{,}33 =$
$= 1{,}17$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3 угода) $E = \cancel{4}K \dfrac{\cancel{4}\,\sigma_1}{L^2\cdot\cos^2\alpha}\cdot\dfrac{\cancel{4}\cdot\sin^4\beta}{\cancel{4}\cdot\cos\beta}\Bigg|_{\frac{\pi}{2}-\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} =$

$= K\dfrac{\sigma_1}{L^2\cdot\cos^2\alpha}\cdot\dfrac{\sin^4\beta}{\cos\beta}\Bigg|_{\frac{\pi}{2}-\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha}$

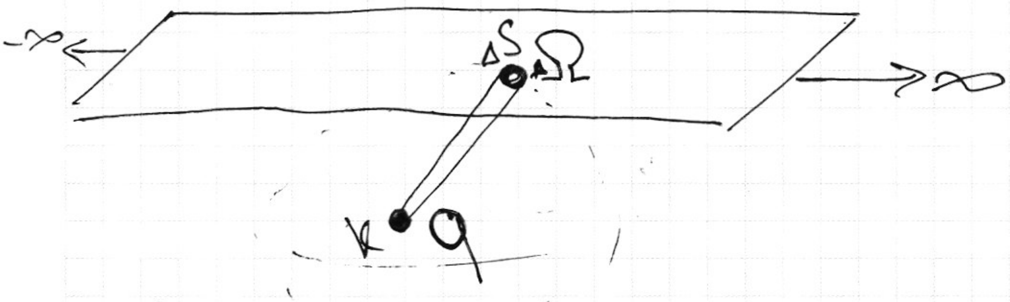
~~Шето~~ ~~Теперь~~ Теперь найдём общую ~~на~~ напряженность ~~по~~ по оси перпендикулярной сечению.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) E-?

1) пластина BC

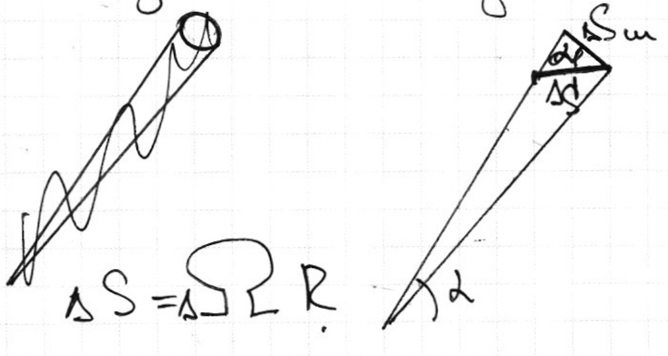


Пусть в точке K ~~ex~~ пробный заряд q.

По т. Гаусса:

$$ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

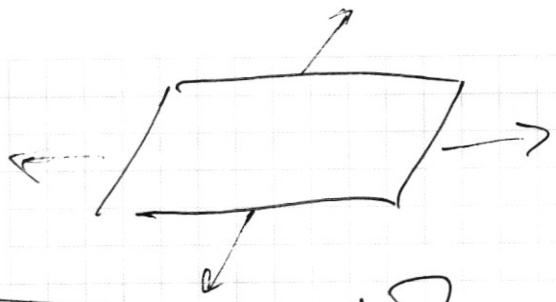
Рассмотрим маленький участок ΔS, рассматриваемый ~~на~~ под телесным углом $\Delta\Omega$.



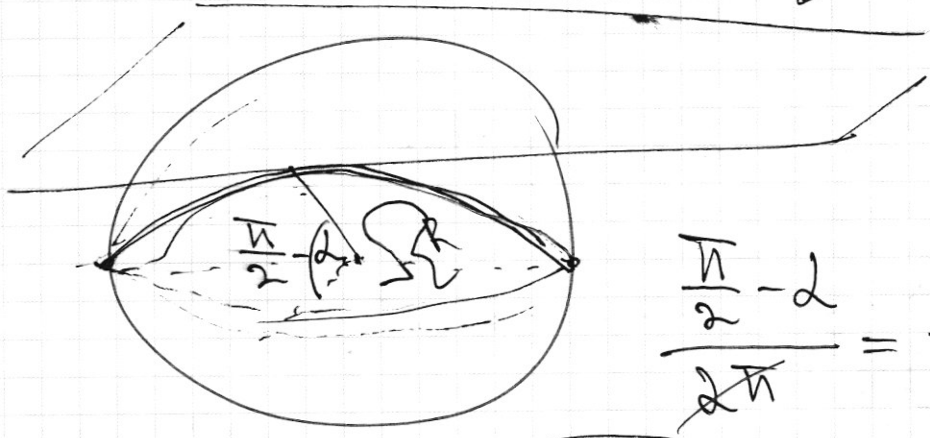
$\Delta S = \frac{\Delta S_m}{\cos\gamma}$ $\quad \Delta S = \Delta\Omega R$

Тогда т. Гаусса приобретает вид:

$$\frac{\Delta\Omega}{4\pi} \cdot E \cdot \frac{\Delta S}{\cos\gamma} = \frac{q}{\varepsilon_0} \Rightarrow ~~E=~~$$



$$\frac{d\Omega}{4\pi} \cdot dE \cdot dS = \frac{q}{\varepsilon_0}$$



dS

$$\frac{\frac{\pi}{2}-\alpha}{\cancel{2\pi}} = \cancel{4\pi} \quad \frac{\Omega}{\cancel{4\pi}} dS = \Sigma\, d\frac{\Omega}{4\pi}\cdot R$$

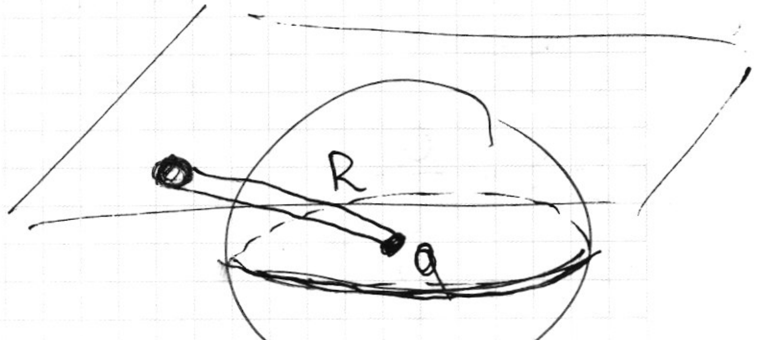
$$\Omega = \cancel{2}\pi - 2\alpha.$$

$$\Omega_0 = 2\pi - 2\Omega = \cancel{2\pi - 2\pi} + 4\alpha.$$

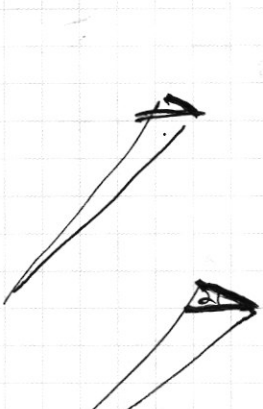
$$ES = \frac{q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E \cdot 4\alpha = q$$

$E =$

$$\frac{4\alpha}{4\pi} \cdot ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$$



$$E = \frac{\pi \cdot \sigma_1}{\alpha \cdot \varepsilon_0}.$$



$$\frac{q \cdot \Omega}{4\pi \varepsilon_0} = EdS \quad \Omega \quad \frac{q}{\varepsilon_0} = ES$$

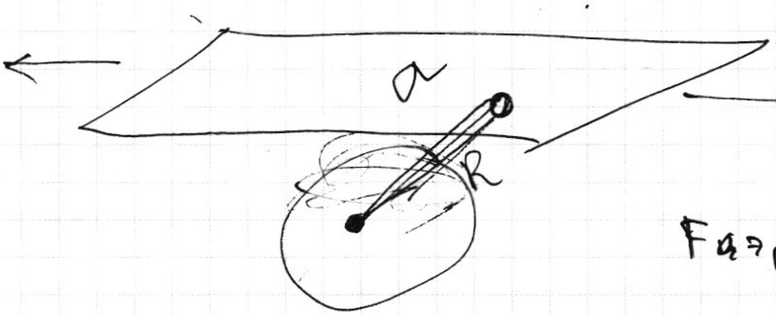
Ω

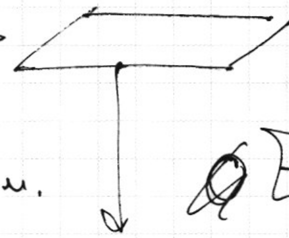
$$E = \frac{q}{\varepsilon_0} \cdot K.$$

$F =$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$E \frac{q}{\varepsilon}$ Δ $\Delta S = \Omega \cdot R$.

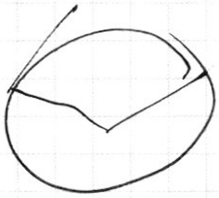




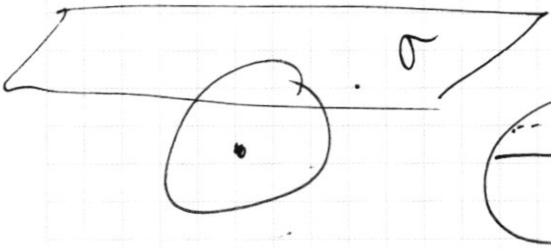
$F_{эл} = F_{тл}$.

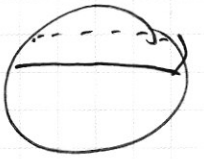
$E = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$

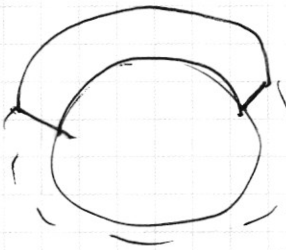
$ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$.



$E \cdot S = \frac{q}{\varepsilon_0}$



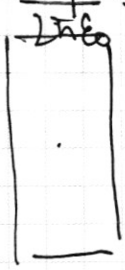


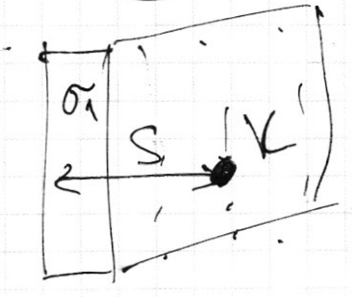


$ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$E\, 2\pi r = \frac{q}{\varepsilon_0}$

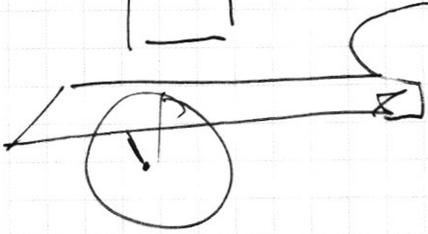
$E = \frac{q}{2\pi \varepsilon_0} =$ $\frac{2\pi}{} =$



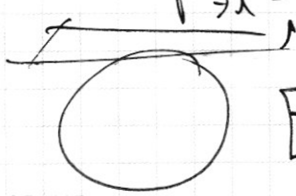


$E \Delta S =$

$F_{эл} = F_{тл}$.



$\Omega \cdot \sigma \neq$



$ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$ $E = \frac{}{}$

E

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Напр. поля ~~E~~

$$E = \frac{\Omega \cdot q}{4\pi \cdot \varepsilon_0 S}$$

$$E \Delta S = \frac{\Delta \Omega}{4\pi} \cdot \frac{q}{\varepsilon_0 S}$$

~~E~~ $\cancel{E \cdot S \cdot q} = \cancel{\Phi}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

1,4 +

$$\begin{array}{r} \times\ 2,3 \\ 2,3 \\ \hline 69 \\ +46 \\ \hline 9 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times\ 2,2 \\ 2,2 \\ \hline 44 \\ +44 \\ \hline 4,84 \end{array}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~На~~ По ЗСЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2}=\frac{mv_2^2}{2}+Q.$$

$\vec{v}_2$

v_2 $\cancel{v_1\cos\alpha}$

$u+v_1\cos\alpha=v_2\cos\beta.$

$\frac{mv_1^2}{2}$

v_2 u

OO

OO →

OO → v

u

$u=v_2\cos\beta-v_1\cos\alpha$

$\cos\beta=\frac{9-1}{9}=\frac{2\sqrt{2}}{9}.$

$u=\cancel{8}\,\cancel{12}^{4}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{\cancel{9}_{3}}-\cancel{6}^{2}\cdot\frac{\sqrt{5}}{\cancel{9}_{3}}=$

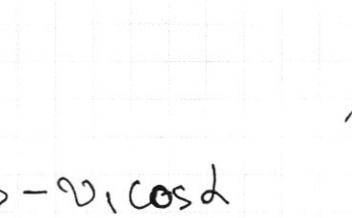
$=\frac{8\sqrt{2}}{3}-\frac{2\sqrt{5}}{3}$

$8\sqrt{2}\vee 2\sqrt{5}$

$64\cdot 2\vee 5\cdot 4.$

2R

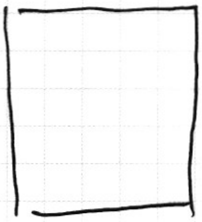
~~2R~~

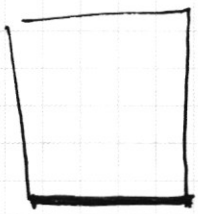


$Q=$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)





$\nu R\,dT = P\,dV.$

$P = \text{const}.$

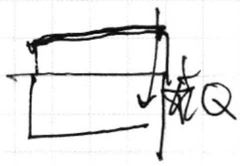
$A = 2\nu R \Delta T.$

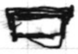
P - ?

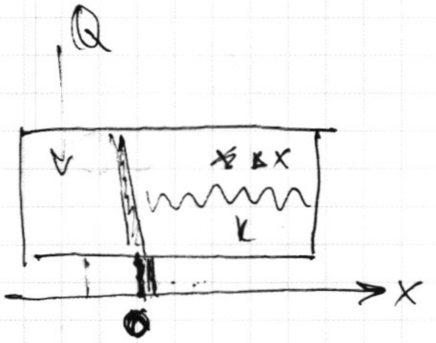
$(P+dP)V$

$(P+dP)V$

$P\,dV.$







$\frac{5}{4} V 1,5 - \frac{1}{3}$

$\frac{1}{3} V \frac{6}{4} - \frac{5}{4}$

$P_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$

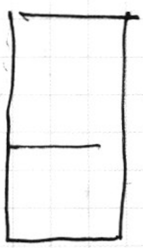
$P_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

P

$K\Delta x = PS$

$K \frac{\Delta V}{S} = PS$

$\frac{PS^2}{k} = \Delta V.$



$\frac{T_2}{l_1} = \frac{T_2}{l_2}$

$\cancel{\frac{T_1}{l_0}}$

$\frac{T_1}{l_1} = \frac{T_2}{l_2}.$ $Q =$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_2} = \frac{d}{F_2}$