Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

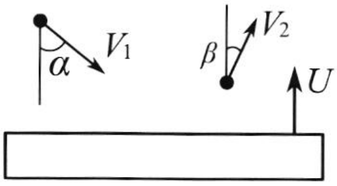
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ 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.

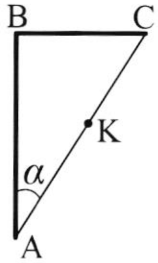
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 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 аргона и криптона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

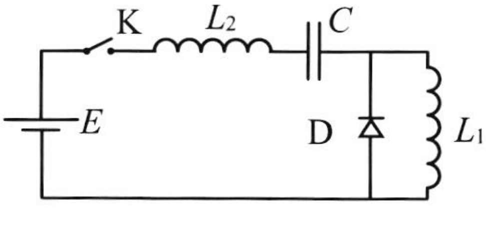
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, 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.

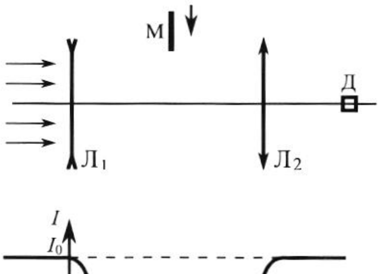


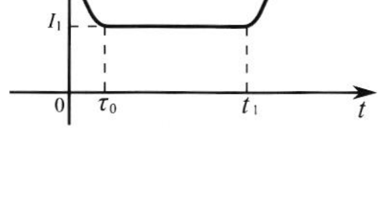
1) Найти период T этих колебаний.

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 -2F_0 и F_0, соответственно. Расстояние между линзами 2F_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 F_0 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$





.

1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

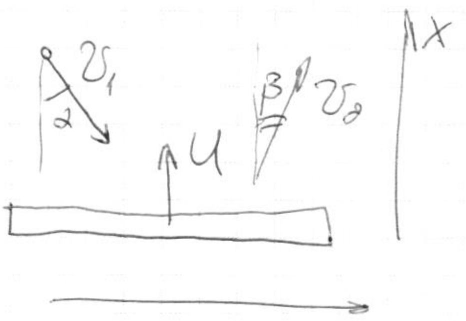
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$v_1 = 18$ м/с
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$
$\sin\beta = \frac{3}{5}$
$v_2 - ?$
$U - ?$

Из условия на то, что поверхность гладкая: из ЗСИ:

y: $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$



$$\boxed{v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = 18 \cdot \frac{10}{9} = 20 \text{ м/с}}$$

Т.к. удар неупругий, то часть энергии ~~в проекции на ось x~~ теряется.

Рассмотрим такой же, но упругий удар:

В СО плиты: (скорости со штрихами в СО плиты, остальные в лаб. СО)

$v'_{1x} = -(v_1 \cos\alpha + U)$
$v'_{2x} = +v_1 \cos\alpha + U$
$v_{2x} = v_1 \cos\alpha + 2U$

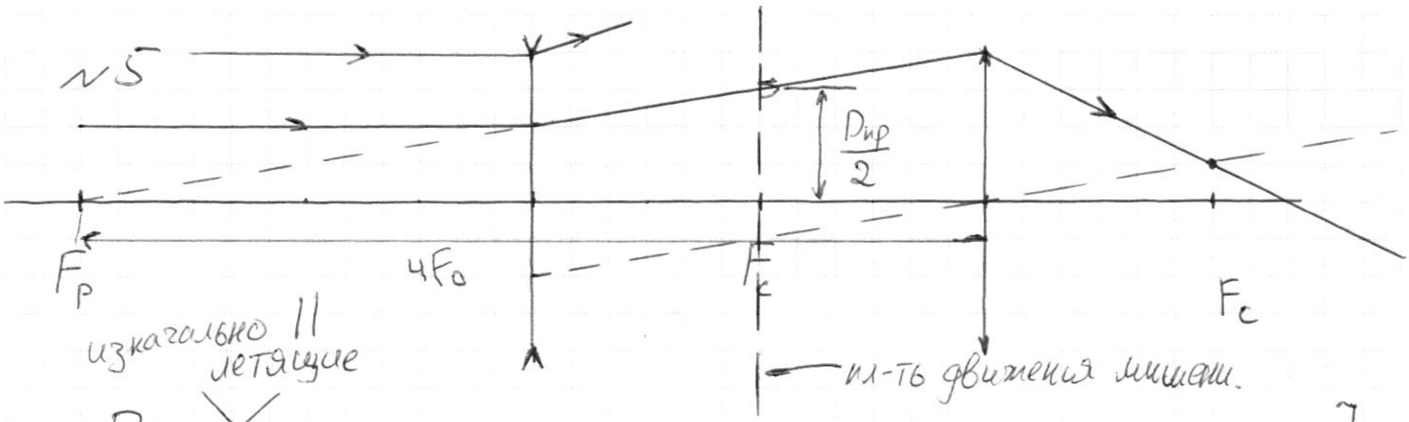
При этом, из-за потери части энергии:

$$v_{2x\,ист} \le v_1 \cos\alpha + 2U$$

$$v_{2x\,ист} = v_2 \cdot \cos\beta = 20 \cdot \sqrt{1 - \sin^2\beta} = 20\sqrt{\frac{25}{25} - \frac{9}{25}} =$$

$$= 20 \cdot \frac{4}{5} = 16 \text{ м/с} \qquad U \ge \frac{v_{2x\,ист} - v_1 \cos\alpha}{2}$$

№5



Пусть изначально || летящие лучи имеют мощность на единицу площади J_0

Тогда из построений и подобия:

$$\frac{\frac{D}{2}}{\frac{D_э}{2}} = \frac{4F_0}{2F_0} \Rightarrow D_э = \frac{D}{2}$$

$D_э$ - диаметр ~~собирающей линзы~~ рассеивающей линзы, лучи с которой попадут на собирающую $\Rightarrow$ на фотодетектор.

$D_{нр}$ - диаметр пучка лучей, попадающих на соб. линзу в пл-ти движения мишени

J_1 - в пл-ти двим. мишени.

из подобия $D_{нр} = \frac{3}{4} D$

$$\cancel{J_1 = J_0 \cdot \frac{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}{4}}$$

$$\cancel{I_1 = \alpha \cdot J_0 \cdot S_э}$$

$$I_0 = J_1 \cdot S_{нр} \cdot \alpha$$

$$I_0 = J_0 \cdot \frac{\frac{\pi \cdot \left(\frac{3}{4}D\right)^2}{4}}{\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \pi}{4}} \cdot \frac{\pi \left(\frac{3}{4}D\right)^2}{4} \cdot \alpha = \alpha J_0 \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{9}{16} \cdot \frac{1}{4} \cdot D^2 \cdot \pi$$

$$I_1 = \frac{7}{16} \cdot I_0 = \alpha \cdot J_0 \cdot \frac{9}{4} \cdot \left(\frac{9}{64} \pi D^2 - S_м\right)$$

Заметим, что я считаю, что лучи равномерно распределены в пл-ти, т.к. $F_0 \gg D$ по усл.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$U \geq \frac{16 - 18\cdot\frac{\sqrt{5}}{3}}{2} \Rightarrow U \geq 8-3\sqrt{5}$ м/с

Ответ: $v_2 = 20$ м/с $\quad U \geq (8-3\sqrt{5})$ м/с

№2

Дано: $\mu = 0$, $\nu = \frac{3}{5}$ моль, $T_1 = 320K$, $T_2 = 400K$

$\frac{V_1}{V_2}$ - ? T_0 - ? ΔQ - ?

Поршень перемещ. без трения $\Rightarrow$ в любой момент $p_1 = p_2 = p$

$p\cdot V_1 = \nu R T_1$
$p\cdot V_2 = \nu R T_2$ $\Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = 0{,}8}$

Сосуд теплоизолирован $\Rightarrow$ тепло ~~в~~ из сосуда не уходит, происходит лишь теплообмен между газами. Газы одноатомн $\Rightarrow i=3$

$U_1 + U_2 = \frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2$

~~Т.к.~~ ~~Процесс~~ Давления равны, следовательно суммарная работа газов равна 0 : $A_1 = -A_2 \Rightarrow A_1 + A_2 = 0$

$U_1 + U_2 = U_0 \Rightarrow \frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2) = \frac{3}{2}\cdot 2\nu\cdot R T_0 \Rightarrow$

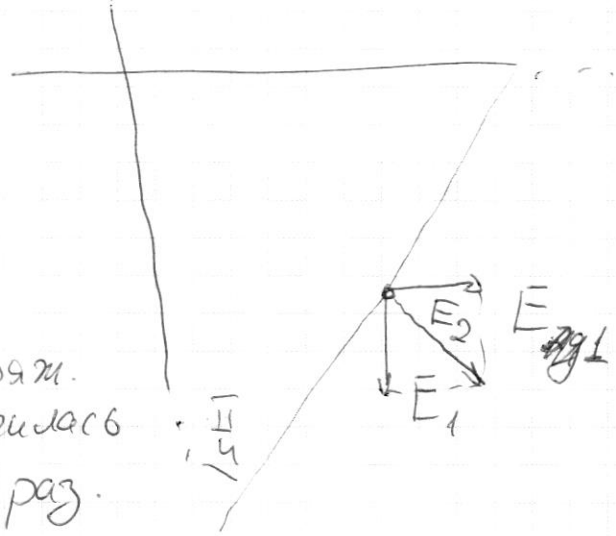
$\Rightarrow \boxed{T_0 = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{400+320}{2} = 360K}$

№ 3

Т.к. на вопрос долго не отвечают решу задачу 2 возможными (видимыми мне) вариантами.

I вариант: Пластины на самом деле бесконечны и не ограничиваются рёбрами B, A и C.

Тогда.



1) $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_2 = \sqrt{E_1^2 + E_1^2} = \frac{\sqrt{2}\,\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ напряж. увеличилась в $\sqrt{2}$ раз.

2) $E_3 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_4 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$ $\quad E_k = \sqrt{E_3^2 + E_4^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{49}} =$

$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\frac{\sqrt{49+4}}{2\cdot 7} = \boxed{\frac{\sqrt{53}\,\sigma}{14\varepsilon_0} = E_k}$

~~P.S.: поправка: мне ответили на вопрос I вариант не действителен~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Переданное тепло пошло на совершение работы и изменение внутр. энергии.

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

$$A = \int_{V_н}^{V_к} p\,dV$$

$$V = V_1 + V_2 = 1{,}8\,V_2$$

$$V_{1к} = V_{2к} = \frac{1}{2}V = 0{,}9\,V_2$$

$$p \cdot V_2 = \nu R T_2$$
$$p_к \cdot 0{,}9V_2 = \nu R T_0$$
$$\Rightarrow \frac{p}{p_к} = \frac{T_2 \cdot 0{,}9}{T_0} = 1$$

Значит давление было постоянным $\Rightarrow A = p \cdot \Delta V = p \cdot 0{,}1\,V_2 = 0{,}1\nu R T_2$

$$\boxed{\Delta Q = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_1) + 0{,}1\nu R T_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 40 + 0{,}1 \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 400 = 498{,}6\text{ Дж}}$$

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8$; $T_0 = 360K$; $\Delta Q = 498{,}6$ Дж

№5

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{7}{16} = \frac{\cancel{\alpha \cdot J_0 \cdot \frac{9}{4}} \cdot \left(\frac{9}{64} \cdot \pi \cdot D^2 - S_м\right)}{\cancel{\alpha \cdot J_0 \cdot \frac{9}{4}} \cdot \frac{9}{64} \cdot \pi D^2}$$

$$\begin{array}{r} \overset{5}{16} \\ \times\ 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{7}{16} = \frac{\frac{9}{64}\cancel{\pi} \cdot D^2 - \frac{1}{4} \cdot \cancel{\pi} \cdot D_м^2}{\frac{9}{64}\cancel{\pi} D^2}$$

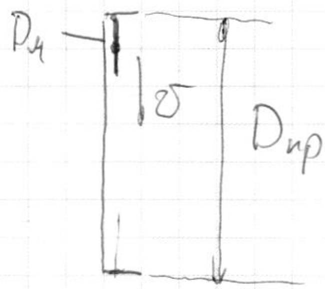
$$7 = \frac{9D^2 - 16 D_м^2}{\frac{9D^2}{16}}$$

$$\frac{63}{16} D^2 - 9D^2 = -16 D_м^2$$

$$D_м = \frac{\sqrt{9 - \frac{63}{16}} \cdot D}{4}$$

$$D_м = \frac{\sqrt{144-63}\, D}{16} = \frac{\sqrt{81}\, D}{16} = \frac{9}{16} D$$

$$\boxed{v = \frac{D_м}{\tau_0} = \frac{9D}{16\tau_0}}$$



$$t_1 = \frac{D_{пр} - D_м}{v} = \frac{\frac{3}{4}D - \frac{9}{16}D}{\frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}}$$

$$\boxed{t_1 = \frac{1}{3}\tau_0}$$

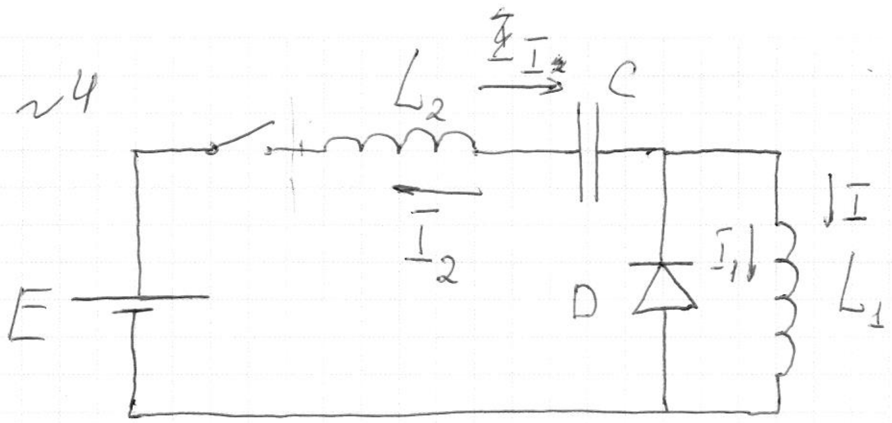
Лучи, попад на собир. линзу образуют изобрат ~~н~~ в фокусе F_p

Тогда:

$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{l_2} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow l_2 = \frac{4}{3} F_0$$

Ответ: $l_2 = \frac{4}{3} F_0$, $v = \frac{9D}{16\tau_0}$; $t_1 = \frac{1}{3}\tau_0$

№4



$L_1 = 5L$

$L_2 = 4L$

C

$T-?$ $I_{01}-?$ $I_{02}-?$

I сл. ток через батарейку течёт в полож. напр.
В этом случае диод закрыт.

$$E - 4L\frac{dI}{dt} - \frac{q}{C} - 5L\frac{dI}{dt} = 0$$

$$E = 9L\dot{I} + \frac{q}{C} = 9L\cdot\ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{9LC}\cdot q = \frac{E}{9L} \Rightarrow \omega_1 = \frac{1}{3\sqrt{LC}}$$

$$q(t) = q_0\cdot\cos(\omega_1 t+\varphi)+EC \Rightarrow I(t) = \frac{-q_0}{3\sqrt{LC}}\cdot\sin(\omega_1 t+\varphi)+EC$$

Из начальных условий:

$$I(t) = \frac{q_0}{3\sqrt{LC}}\cdot\sin(\omega_1 t) \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 6\pi\sqrt{LC}$$

Однако, диод будет открыт до момента пока
$I(t) \geq 0$, т.е. половину периода.

В момент открытия диода заряд на конденсаторе максимален и равен $q_0 = E\cdot C$

Значит. $\boxed{I_{01} = \frac{E\cdot C}{3\sqrt{LC}}}$

☐ 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

№1

$$\begin{array}{r} \times\; 1{,}4 \\ 1{,}7 \\ \hline 98 \\ 142 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times\; 2{,}38 \\ 3 \\ \hline 7{,}14 \end{array}$$

$\cos^2\varphi =$

$2\cos^2\varphi - 1 = \cos 2\varphi$

$\cos^2\varphi = \frac{1+\cos 2\varphi}{2}$

$p\,0{,}9V_2 = \nu RT_0$

$p \cdot \Delta V$

$V_1 + V_2 = V$

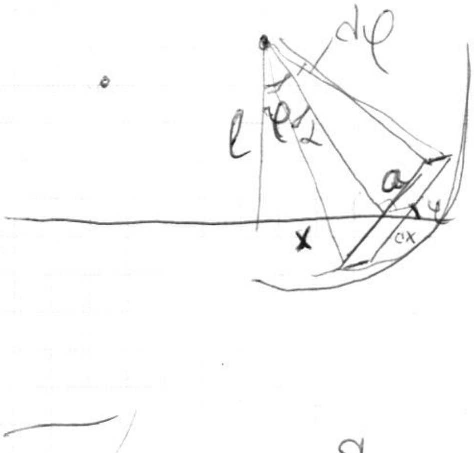
$1{,}8V_2 = V$

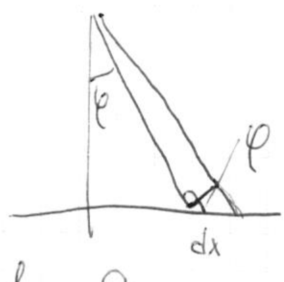
$\frac{10}{9} = \frac{400}{360}$?

$V_1 = 1{,}8\,V_2$

$p\,0{,}\cancel{1}V_2 = A = \nu RT_2 \cdot 0{,}1$

$d\Omega = \frac{a \cdot dx \cdot \sin\varphi}{4\pi\left(\frac{x}{\sin\varphi}\right)^2}$





dS q

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{\ell^2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

№4

После открытия диода в контуре с L_1: ток очень быстро падает до 0.

$$-E + 4L\frac{dI_2}{dt} + \frac{q_2}{C} = 0$$

$$E = 4L\cdot\ddot{q}_2 + \frac{q_2}{C} \Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{2\sqrt{LC}} \Rightarrow T_2 = 4\pi\sqrt{LC}$$

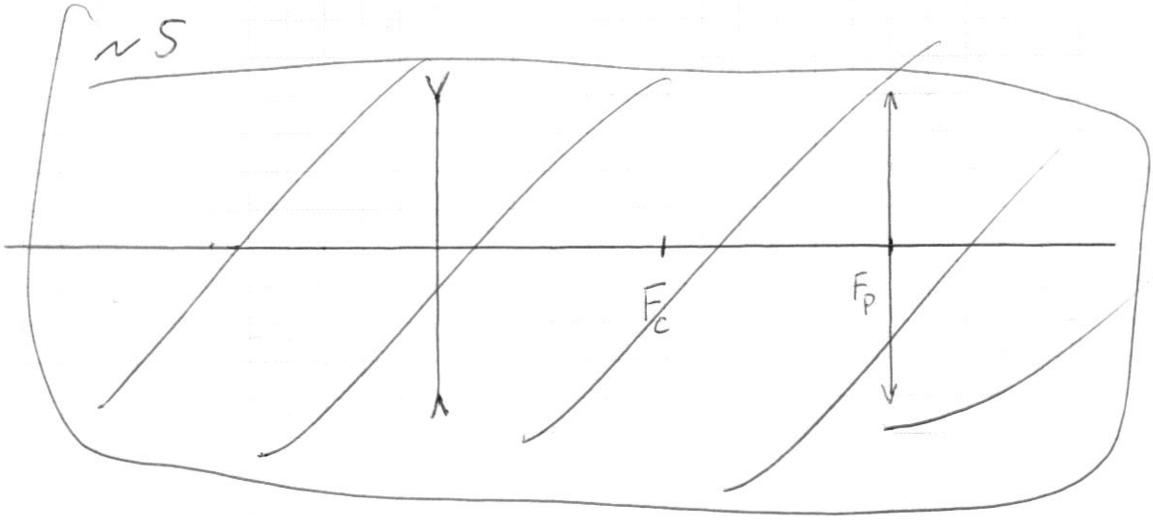
После половины периода диод снова закр.

$$\boxed{T = \frac{T_1+T_2}{2} = 5\pi\sqrt{LC}}$$

$$I_2(t) = \frac{q_0}{2\sqrt{LC}}\cdot\sin(\omega_2 t) \Rightarrow \boxed{I_{02} = \frac{E\cdot C}{2\sqrt{LC}}}$$

Ответ: $T = 5\pi\sqrt{LC}$; $I_{01} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$; $I_{02} = \frac{E}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№5



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$0,9 \cdot 40 = 3,6$

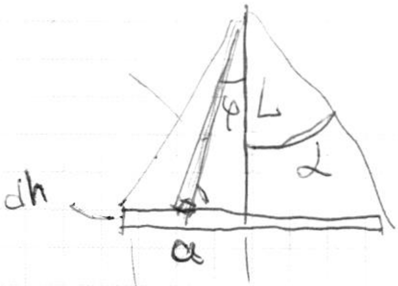
$\frac{3}{50} \cdot 400 = 24$

$8,31 \times 36$: 4986, 2493, 299,16

$8,31 \times 24$: 3324, 1662, 199,44

$299,16 + 199,44 = 498,60$

$$da = \frac{L}{\cos\varphi} \cdot d\varphi$$



$$d(d\Omega) = \frac{da \cdot dh \cdot \cos\varphi}{\frac{4\pi L^2}{\cos^2\varphi}}$$

$$d(d\Omega) = \frac{dh \cdot d\varphi \cdot L}{4\pi L^2} = \frac{dh}{4\pi L} \cdot d\varphi \cdot \cos^2\varphi$$

$$d\Omega = \frac{dh}{4\pi L} \int_{-\alpha}^{\alpha} \cos^2\varphi \, d\varphi = \frac{dh}{4\pi L} \cdot \frac{1}{2} \int_{-\alpha}^{\alpha} d\varphi + \frac{dh}{4\pi L} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \int_{-\alpha}^{\alpha} (\cos 2\varphi \cdot d2\varphi)$$

$$d\Omega = \frac{dh}{4\pi L} \cdot \alpha + \frac{dh}{4\pi L} \cdot \frac{1}{4} (\sin 2\alpha - \sin(-2\alpha)) =$$

$$= \frac{dh}{4\pi L} \cdot \alpha + \frac{dh}{4\pi L} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin 2\alpha$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

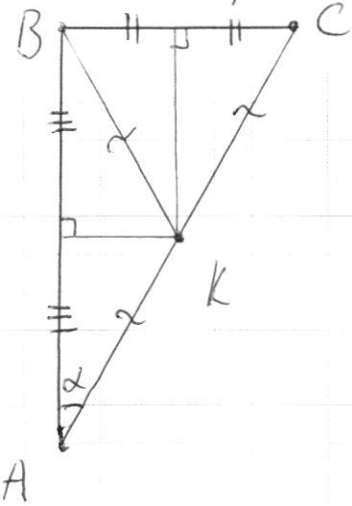
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

II вариант: пластины идут бесконечно вверх и вниз (если смотреть в пл-ти рисунка), но они ограничены рёбрами В и, А и С.



Точка K - середина AC, тогда при опускании ⊥ на стороны BC и AB основания будут серединами сторон.

Также по св-ву прям. △: BK=KC=AK

Т.к. K равноудалена от концов пластин || составляющие E скомпенсируются, и останется только $E_\perp$.

А как известно $E_\perp = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\Omega}{4\pi}$, где Ω - телесный угол под которым видно п-ть.

При $\alpha = \frac{\pi}{4}$ треугольник ABC равнобедренный, а значит ~~...~~ Ω у обоих пл-тей равны.

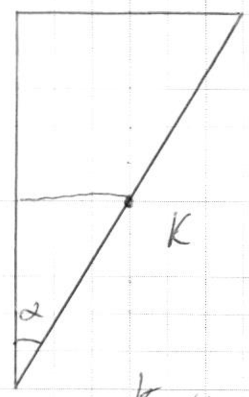
$$E_1 = \frac{\sigma \Omega}{4\pi\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \sqrt{E_1^2 + E_1^2} = \sqrt{2} E_1 \Rightarrow \boxed{\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№3

2)



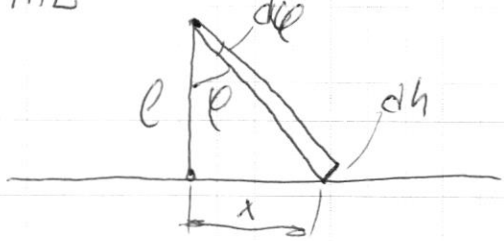
$$d^2\Omega = \frac{da\cdot dh\cdot \cos\varphi}{\frac{4\pi L^2}{\cos^2\varphi}}$$

$$d^2\Omega = \frac{dh}{4\pi L}\cdot \cos^2\varphi\cdot d\varphi$$

$$\cancel{= \frac{dh}{4\pi L}\int}$$

$$d\Omega = \frac{dh}{4\pi L}\cdot\alpha_0 + \frac{dh}{4\pi L}\cdot\frac{1}{2}\sin 2\alpha_0 = \frac{dh}{4\pi L}\left(\alpha + \sin\alpha\cos\alpha\right)$$

$$\sin\alpha_0 = \frac{a}{\sqrt{a^2+L^2}} \qquad \cos\alpha_0 = \frac{L}{\sqrt{a^2+L^2}}$$



$$d\Omega = \frac{dh}{4\pi L}\cdot\left(\arcsin\left(\frac{a}{\sqrt{a^2+L^2}}\right) + \frac{a\cdot L}{a^2+L^2}\right)$$

$$L = \frac{l}{\cos\varphi} \qquad dh = d\varphi\cdot\frac{l}{\cos\varphi}$$

$$\Omega = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{4\pi}\cdot\left(\arcsin\left(\frac{a\cdot\cos\varphi}{\sqrt{a^2\cos^2\varphi + l^2}}\right) + \frac{a\cdot\frac{l}{\cos\varphi}}{a^2 + \frac{l^2}{\cos^2\varphi}}\right)$$

$$\Omega = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{4\pi}\cdot\arcsin\left(\frac{a\cos\varphi}{\sqrt{a^2\cos^2\varphi + l^2}}\right) + \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{4\pi}\cdot\frac{a\cdot l\cdot\cos\varphi}{a^2\cos^2\varphi + l^2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

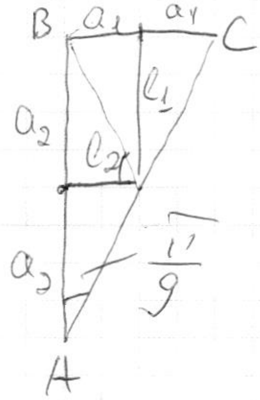
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Связь a и l у обоих пластин

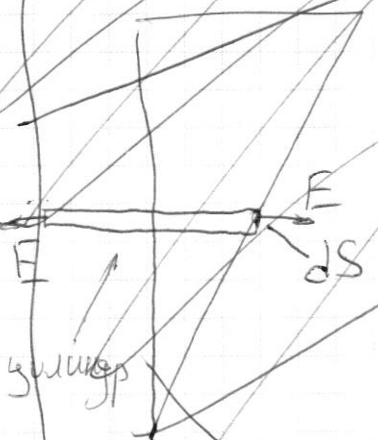


$l_2 = tg\frac{\pi}{9}\cdot a_2$

$l_1 = a_1 \cdot ctg\frac{\pi}{9}$

$$\Omega_1 = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{4\pi}\cdot\left(\arcsin\left(\frac{a_1\cos\varphi}{\sqrt{a_1^2\cos^2\varphi + a_1^2 ctg^2\frac{\pi}{9}}}\right) + \frac{a_1 a_1 ctg\frac{\pi}{9}\cos\varphi}{a_1^2(\cos^2\varphi + ctg^2\frac{\pi}{9})}\right)$$

Сложно, так что пойду через Т. Гаусса:



$$2E_2\, dS = \frac{\sigma_2\, dS}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}$$

т.к. К - симметрична относ. пл-ти, тут не будет потока через боковые п-ти цилиндра

Аналогично: $E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}$

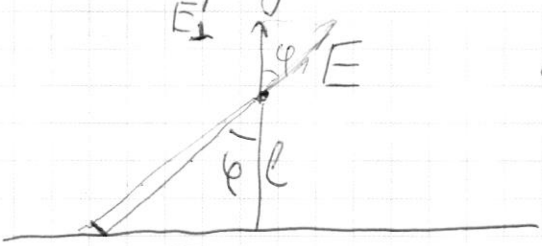
$$E_к = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1+\frac{4}{49}} = \boxed{\frac{\sqrt{53}\,\sigma}{14\varepsilon_0}}$$

~~Сложно!~~

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№3

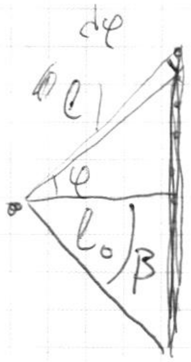
Найдём dE от тонкого шнура с лин. ~~нл~~ пл. заряда λ



$$dE = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda \cdot \frac{l}{\cos\varphi} \cdot d\varphi \cdot \cos\varphi}{\frac{l^2}{\cos^2\varphi}}$$

$$dE = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{l} \cdot \cos^2\varphi \, d\varphi = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 l} \cdot \frac{\pi}{2} + 0 = \frac{\lambda}{8 l \varepsilon_0}$$

~~$\lambda =$~~



$$\lambda = \frac{l_0}{\cos\varphi} \cdot d\varphi \cdot \sigma$$

$$l = \frac{l_0}{\cos\varphi}$$

$$E = \int_{-\beta}^{\beta} \frac{\frac{l_0}{\cos\varphi} \cdot d\varphi \cdot \sigma}{8 \cdot \frac{l_0}{\cos\varphi} \cdot \varepsilon_0} = \frac{\sigma \cdot \beta}{4\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma \cdot \beta}{4\varepsilon_0}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

$$\beta_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{9} \qquad \beta_1 = \frac{\pi}{9} \Rightarrow$$

$$E_1 = \frac{\sigma_1 \cdot \frac{\pi}{9}}{4\varepsilon_0} = \frac{\pi\sigma}{36\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma_2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{9}\right)\pi}{4\varepsilon_0} = \frac{\cancel{7}\pi \cdot \cancel{2}\sigma}{\cancel{2}\cdot 18 \cdot \varepsilon_0 \cdot \cancel{7}}$$

$$E_1 = \frac{\pi\sigma}{36\varepsilon_0} \qquad E_2 = \frac{\pi\sigma}{36\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{E_k = \frac{\sqrt{2}\,\pi\sigma}{36\varepsilon_0}}$$

Ответ: $\cancel{\frac{E_1}{E_2}}$ $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$; $E_k = \frac{\sqrt{2}\,\pi\sigma}{36\varepsilon_0}$