Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

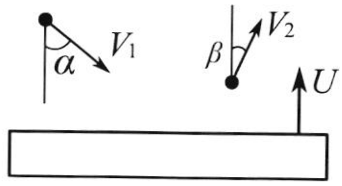
Класс 11

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.



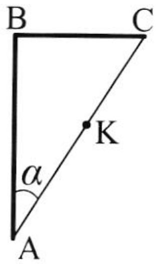
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

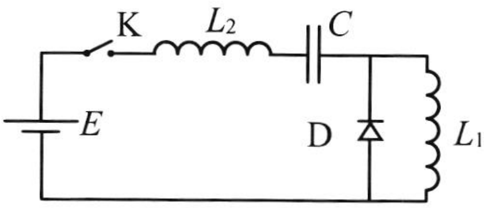
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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

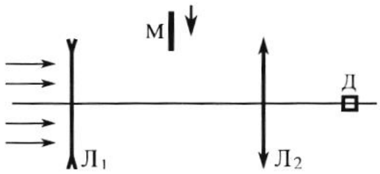
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

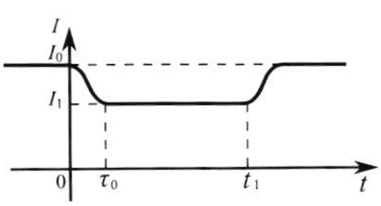
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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). $I_1 = 7I_0/16$





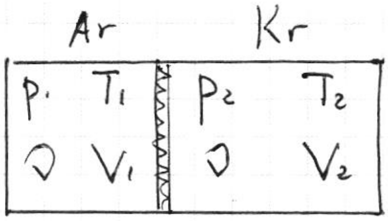
.

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

№2



$T_1 = 320\,K$

$T_2 = 400\,K$

$\nu = \frac{3}{5}$ моль

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$i = 3$

1) $\frac{V_1}{V_2}$

2) T устан.

3) Q $Kr \to Ar$

1) Начальный момент времени: т.к. поршень находится в равновесии, то $p_1 S = p_2 S$ (S-площадь поршня) $\Rightarrow p_1 = p_2 = p$

2) Ур-е Клапейрона-Менделеева для Ar

$$pV_1 = \nu R T_1$$

Для Kr:

$$pV_2 = \nu R T_2$$

:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{320\,K}{400\,K} = \frac{32}{40} = 0{,}8$$

3) Т.к. сосуд теплоизолирован, то Q, полученное аргоном (Q_1) = Q, отданному криптоном ($-Q_2$)

$$Q_1 = A_1 + \Delta U_1$$

$$Q_2 = A_2 + \Delta U_2$$

$$Q_1 = -Q_2$$

3 4) Температуры газов выравниваются медленно => процесс можно считать квазистатическим. В каждый момент времени $p_{Ar} = p_{Kr}$; $\Delta V_{Ar} = -\Delta V_{Kr}$

$$\Downarrow$$

$$A_{Ar} = -A_{Kr}$$

$$A_1 = -A_2$$

5) $Q_1 + Q_2 = 0$

$$\cancel{A_1} + \Delta U_1 + \cancel{A_2} + \Delta U_2 = 0$$

$$\Delta U_1 = -\Delta U_2$$

$$\frac{3}{2}\nu R(T-T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T)$$

T - установившаяся температура

$$T - T_1 = T_2 - T$$

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$T = \frac{320K + 400K}{2} = 360\ K$$

6) $p_K V_{Ar} = \nu R T$

$$p_K V_{Kr} = \nu R T$$

$$\Downarrow$$

$V_{Ar} = V_{Kr}$ в уст. сост

Пусть вначале аргон занимает объем $V_1 = 4V$, а Kr $V_2 = 5V$

Объем сосуда $= 9V$, тогда вконце оба газа занимают объем $4{,}5V$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{p_н \, 4V}{p_к \, 4{,}5V} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T} \qquad p_н = p_к \quad \text{. Процесс изобарный}$$

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R (T - T_1) + p(4{,}5V - 4V)$$

$$\nu R T_1 = 4Vp \qquad pV = \frac{\nu R T_1}{4}$$

$$Q = \frac{3}{2}\nu R (T - T_1) + \frac{1}{8}\nu R T_1 = \nu R\left(\frac{3}{2}T - \frac{3}{2}T_1 + \frac{1}{8}T_1\right) =$$

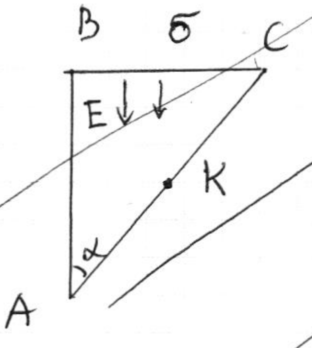
$$= \nu R\left(\frac{3}{2}T - \frac{11}{8}T_1\right) = \nu R\left(\frac{T_2}{2} - \frac{3}{8}T_1\right)$$

$$Q = \frac{3 \cdot 8{,}31}{5}(200 - 120) = \frac{80 \cdot 3 \cdot 8{,}31}{5} = 324{,}09 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = 0{,}8$ 2) $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360 \text{ K}$

3) $Q = \nu R\left(\frac{T_2}{2} - \frac{3}{8}T_1\right) = 324{,}09$ Дж

№ 3

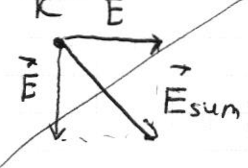


$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ ($\perp$ пластине)

(не зависит от расстояния до пл.)

1) K

2) Зарядили вторую пласт.

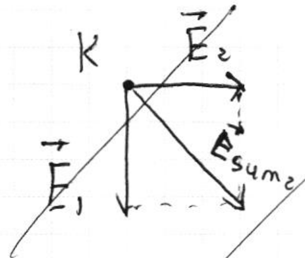


$E_{sum} = \sqrt{2}\,E$

$\frac{E_{sum}}{E} = \sqrt{2}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

2)



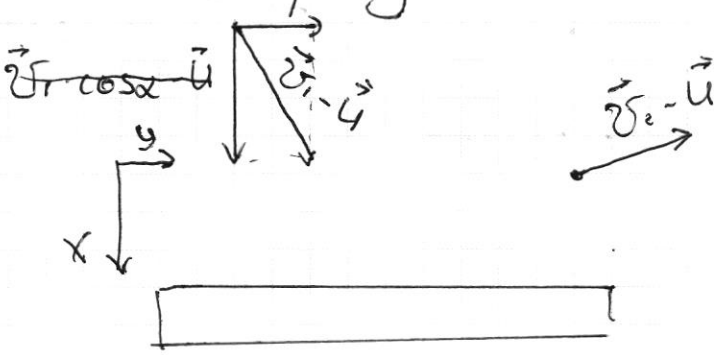
$$E_{sum2} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma}{2\cdot 7\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$$

Ответ:

№1

1) Т.к. плита массивная, её скорость при ударе меняется мало и её с/о ≈ можно считать инерциальной.	$v_1 = 18$ м/с
Перейдём в СО плиты	$\sin\alpha = \frac{2}{3}$
	$\sin\beta = \frac{3}{5}$
	$\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$
	$\cos\beta = \frac{4}{5}$
	$ctg\beta = \frac{4}{3}$
	1) v_2
	2) Возм. зн. u



Тогда запишем ЗСИ на ОY:

$$v_1 \cdot \sin\alpha = v_2 \cdot \sin\beta$$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{10}{9} v_1$$

$$v_2 = \frac{10}{9} v_1 = 20 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $-E_к + E_н = Q > 0$

Q – тепло, выделившееся во время удара (неупругий)

$$\frac{m v_н^2}{2} - \frac{m v_к^2}{2} > 0$$

$$v_{нx}^2 + \cancel{v_{нy}^2} - v_{кx}^2 - \cancel{v_{кy}^2} > 0$$

$$v_{нx}^2 - v_{кx}^2 > 0$$

$$(v_1 \cdot \cos\alpha + u)^2 - (\underbrace{v_2 \cdot \cos\beta}_{= v_1 \cdot \sin\alpha \cdot ctg\beta} - u)^2 > 0$$

$$v_1^2 \cdot \cos^2\alpha + 2 u v_1 \cdot \cos\alpha - v_1^2 \cdot \sin^2\alpha \cdot ctg^2\beta + 2 u v_1 \cdot$$
$$\cdot \sin\alpha \cdot ctg\beta > 0$$

$$v_1^2 \cdot \frac{5}{9} + 2 u v_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} - v_1^2 \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{16}{9} + 2 u v_1 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{3} > 0$$

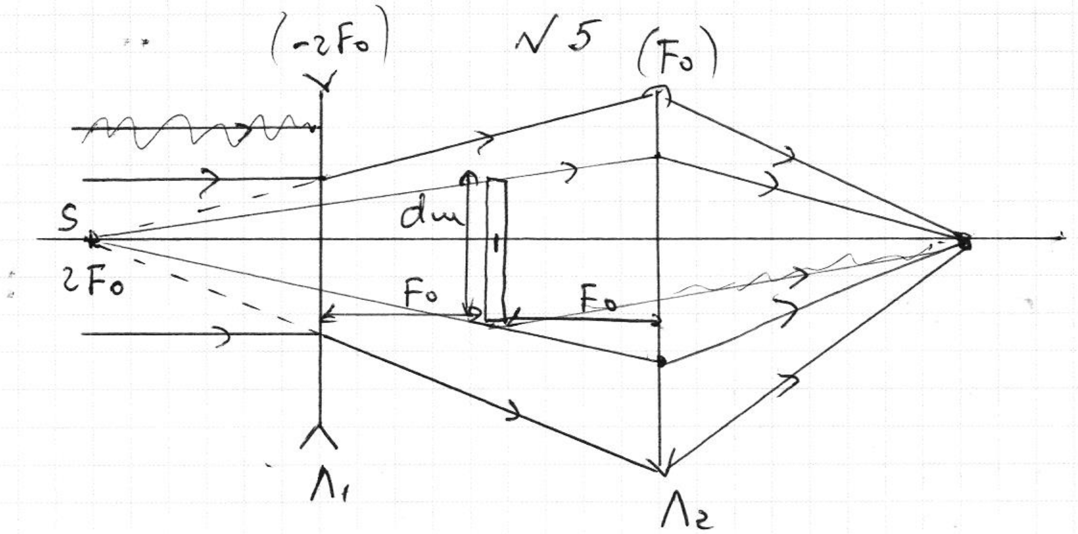
$$v_1 \left(\frac{5}{9} - \frac{4 \cdot 16}{9 \cdot 9} \right) + 2u \left(\frac{\sqrt{5}}{3} + \frac{12}{15} \right) > 0$$

$$u < \frac{\frac{19}{9} v_1}{6\sqrt{5} + 16} = \frac{38}{6\sqrt{5} + 16} \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 20$ м/с

2) $u < \frac{\frac{19}{9} v_1}{6\sqrt{5} + 16} = \frac{19}{3\sqrt{5} + 8}$ м/с

№ 5



в) Параллельный пучок света преломляется в рассеивающей линзе, продолжения лучей на $2F_0$ за линзой. (мнимое изобр.)

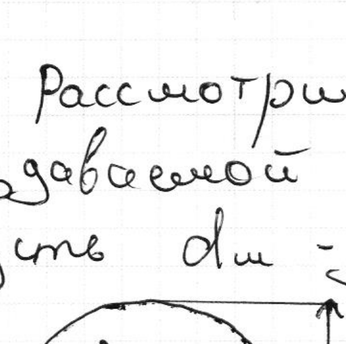
$d_1 = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0$ (расстояние от S до ↕)

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0} \qquad f = \frac{4F_0}{3}$$

г) Рассмотрим область „тени", создаваемой мишенью на линзе $Л_2$ (пусть $d_м$ - диаметр мишени)



Из подобия Δ найдем $D_{тени} = \frac{4}{3} d_м$

$I \sim S$.

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{S}{S_2} = \frac{S}{S - S_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Delta I = I_0 - \frac{7}{16} I_0 = \frac{9}{16} I_0$$

$$\frac{9}{16} = \frac{S_1}{S} = \left(S \sim d^2\right) = \frac{\left(\frac{4}{3} d_m\right)^2}{D^2}$$

$$\frac{4 d_m}{3D} = \frac{3}{4} \qquad d_m = \frac{9}{16} D$$

$$\tau_0 \cdot V = d_m$$

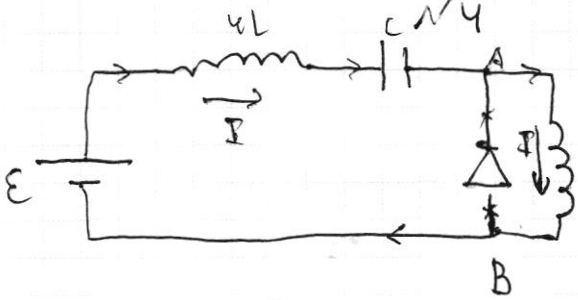
$$V = \frac{d_m}{\tau_0} = \frac{9D}{16\tau_0}$$

3) $(t_1 - \tau_0) V = D - d_m = \frac{7}{16} D$

$$t_1 = \tau_0 + \frac{7}{16}\frac{D}{V} = \tau_0 + \frac{7}{9}\tau_0 = \frac{16}{9}\tau_0$$

Ответ: 1) $f = \frac{4}{3} F_0$

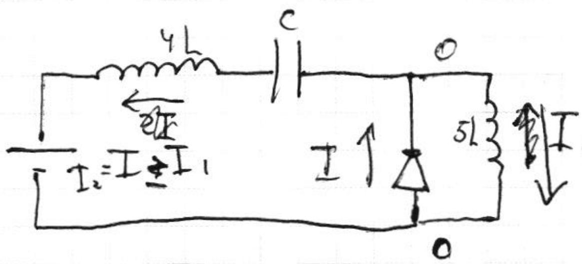
2) $V = \frac{9D}{16\tau_0}$ 3) $t_1 = \frac{16}{9}\tau_0$



(←1) Сначала так ток через диод не течёт,

т.к. $\varphi_A > \varphi_B$ (т.к. ток течет вниз по катушке 5L.) Далее ток достигнет максимального значения, откроется диод. $U_{5L} = 0$ (U диода)

В такой цепи начнутся колебания:



$$\frac{q}{C} + L_2 \dot{I}_2 = \mathcal{E}$$

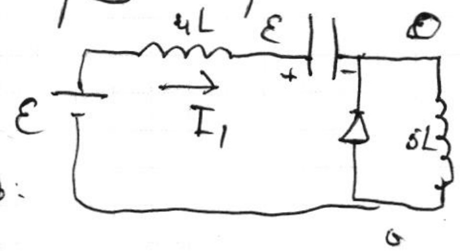
$$\ddot{q} + \frac{q}{CL_2} = \frac{\mathcal{E}}{L_2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L_2 C}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{L_2 C} =$$

$$= 4\pi\sqrt{LC}$$

г) Рассмотрим момент достижения максимального тока (I_1) ~~сраз~~ перед открытием диода $U_{L1} = U_{L2} = 0$.

используем метод потенциалов:



$$U_C = \mathcal{E}$$

$$q_C = U_C C = \mathcal{E} C$$

ЗСЭ: $A_б = W_к - \overset{0}{W_н} + \overset{0}{Q}$

$$\mathcal{E}^2 C = W_к = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4LI_1^2}{2} + \frac{5LI_1^2}{2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

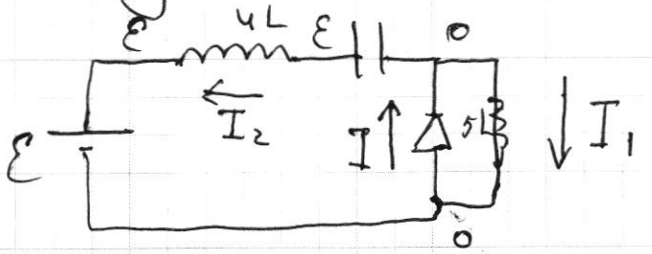
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$c\mathcal{E}^2 = 9LI_1^2 \quad I_{01} = I_1 = \sqrt{\frac{c\mathcal{E}^2}{9L}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{c}{L}}$

Этот ток останется на 1 катушке, $(U_{L1}=0)$ начнутся колебания на второй.

3) Когда максимальный ток на L_2



$I_{01} = I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{c}{L}}$ (по ЗСЭ)

Ответ: 1) $T = 2\pi\sqrt{LC}$; 2) $I_{01} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{c}{L}}$

3) $I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{c}{L}}$

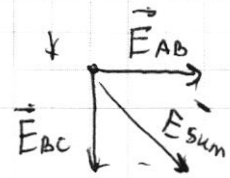
№3

1) Точка К расположена на середине AC => на серединных перпендикуляров к BA и BC. Из соображений симметрии ~~горизон~~ состовляющие E ∥ пластине для этой точки убиваются => $\vec{E}_{BC} \perp BC$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$\vec{E}_{AB} \perp AB$

2) В п. №1 $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow BC = AB$; $r(K, BC) = r(K; AB) \Rightarrow E_{AB} = E_{BC}$



$E_{sum} = \sqrt{2}\, E_{BC}$

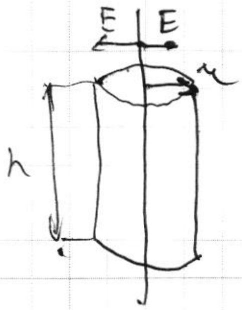
$\Downarrow$

$n = \frac{E_{sum}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

3) При $\alpha = \frac{\pi}{9}$:

$\cancel{\frac{q_{BC}}{q_{AB}} = \frac{\sigma_1 \cdot BC}{\sigma_2 \cdot AB} = tg\alpha \cdot \frac{7}{2}}$

Посчитаем E заряженной прямой



По т. Гаусса.

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

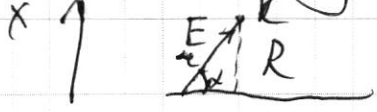
$E \cdot 2\pi r \cdot h = \frac{\rho \cdot h}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\rho}{2\pi r \varepsilon_0}$

ρ - линейная плотность заряда.

Пластина состоит из n заряженных прямых.

E на серединном перпендикуляре $\perp$ пласт.



$E_x = E \cdot \sin\alpha = \frac{\rho \cdot \sin\alpha}{2\pi\varepsilon \cdot r} = \frac{\rho}{2\pi\varepsilon_0 R}$

Суммируем для всей пластины:

$E = \frac{\sigma l}{2\pi\varepsilon_0 R}$ l - длина пластины

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_{sum} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{1}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\left(\frac{\sigma_1 \cdot BC}{2 \cdot h_{BC}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_2 \cdot AB}{2 \cdot h_{AB}}\right)^2}$$

$h_{AB} = \frac{1}{2} BC$, $h_{BC} = \frac{1}{2} AB$ (средние линии)

$$\frac{BC}{AB} = tg\,\alpha$$

$$E_{sum} = \frac{1}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\left(\frac{\sigma_1 \cdot BC}{AB}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_2 \cdot AB}{BC}\right)^2} =$$

$$= \frac{1}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{(\sigma_1 \cdot tg\alpha)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{tg\alpha}\right)^2} =$$

$$= \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\cancel{\sigma} tg^2\alpha + \frac{4}{49\, tg^2\alpha}} = \sqrt{49 tg^4\alpha + 4} \cdot \frac{\sigma}{7 tg\alpha\, \pi\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$

2) $\frac{\sigma}{7 tg\alpha \cdot \pi\varepsilon_0}\sqrt{49 tg^4\alpha + 4}$

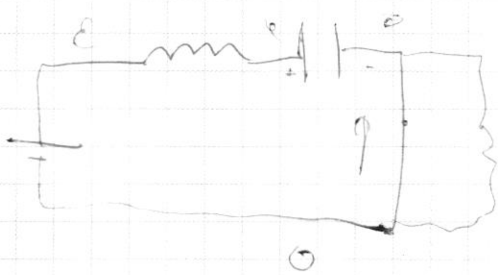
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\mathcal{E} =$

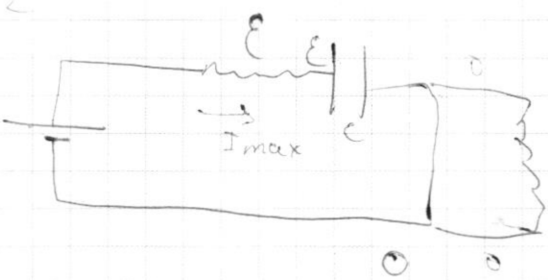
$\frac{q}{C} - L\dot{I} = \mathcal{E}$

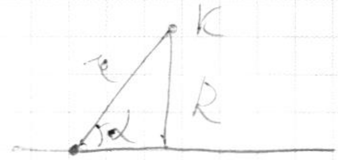
$\omega = \frac{1}{\sqrt{4LC}}$

$\varphi - \mathcal{E} = L\dot{I}$

$\varphi = \frac{q}{C}$

$T = 2\pi\sqrt{4LC}$



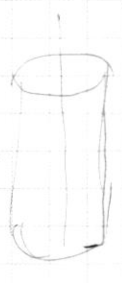


$r = \frac{R}{\sin\alpha}$

$E = \frac{kq \cdot \sin^3\alpha}{R^2}$

$E \cdot \sin\alpha$

$\frac{\rho \cdot \sin\alpha}{2\pi r \varepsilon_0} = \frac{\rho}{2\pi R \varepsilon_0}$



$\oint E dS = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$S = 2\pi r \cdot h$

$\frac{\sigma}{2\pi R \varepsilon_0}$

$E \cdot 2\pi r \cdot h = \frac{k \cdot \rho}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{R_1^2} + \frac{\sigma_2^2}{R_2^2}}$

$E = \frac{\rho}{2\pi r \varepsilon_0}$

$\frac{\sigma \cdot x}{2\pi R \varepsilon_0}$

$\rho = \frac{\sigma}{\ell}$

$\frac{\sigma_1 \cdot BC}{2\pi\varepsilon_0 \cdot h_{BC}} = \frac{\sigma_1 \cdot BC}{\pi\varepsilon_0 \cdot BA} = \frac{tg\alpha\, \sigma_1}{\pi\varepsilon_0}$

$\frac{\sigma_2}{\pi\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\left(v_1 \cdot \frac{\sqrt5}{3} + u\right)^2 - \left(\frac{10}{9} v_1 \cdot \frac{4}{5} - u\right)^2 \qquad \frac{D}{V} \qquad \frac{9}{16\tau_0} \quad \frac{7\,\cancel{16}\,\tau_0}{\cancel{10}\,9}$$

$$\left(\frac{8}{9} v_1 - u\right)^2$$

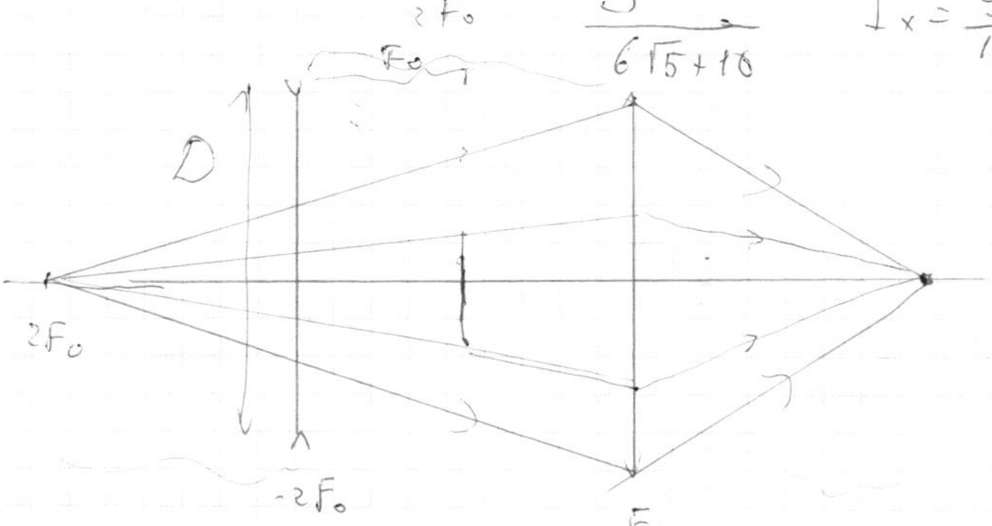
$$v_1^2 \cdot \frac{5}{9} + \frac{2\sqrt5}{3} v_1 u - \frac{64}{81} v_1^2 + \frac{16}{9} v_1 u < 0$$

$$\frac{64-45}{9\ \cancel{81}} v_1 > \frac{6\sqrt5 + 16}{\cancel{9}} u$$

$\tau_0 \cdot v = d_м$

$$u = \frac{q}{C}$$

$$\frac{\frac{19}{9} v_1}{6\sqrt5 + 16} \qquad I_x = \frac{9}{16} \qquad \cancel{\varepsilon}\, u - \varepsilon = L\dot I_2$$



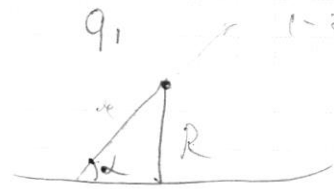
$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{D^2}{d_м^2} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{D}{d_м} = \frac{4}{3}$$

$d = 4F_0$ $\qquad d_м = \frac{3}{4} D$

LI $\qquad \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{1}{\cancel{d}} = \frac{3}{4F_0} \qquad S = \frac{4F_0}{3}$

$$\frac{d_м}{v}$$



$1 - 2\sin^2\alpha = \cos 2\alpha$

$1 - \cos 2\alpha$

$$\frac{L_2 I^2}{2} + \frac{C(\varepsilon - u)^2}{2} = \varepsilon(u - \varepsilon) \qquad E = \frac{q}{r^2} = \frac{q}{R^2} \cdot \sin^2\alpha =$$

$$= \frac{q}{R^2}$$

☑ 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

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

$\frac{32}{40} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$

$\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T) = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$

$\frac{1}{8} - \frac{3}{2} \quad \frac{1-12}{8} = -\frac{11}{8}$

$T = \frac{T_2 + T_1}{2}$

$\frac{320+400}{2} \quad 720$

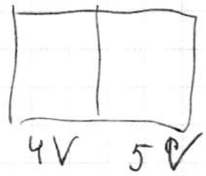
$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$

$\nu R T_1 = V_1 p$

$\frac{\nu R T}{V_2} =$

$160 + 200$

360



$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \nu R$

$\frac{\cancel{3} \cdot \cancel{320}^{40}}{\cancel{8}} = 120$

$4{,}5V$

$\frac{p_1 \cancel{4}\, 2}{p_2\, 4{,}5\, \cancel{9}} = \frac{\cancel{320}^{8\,4}}{\cancel{360}_{4}}$

$p\Delta V$

$\nu R \Delta T$

$\frac{T_1 + T_2}{2} - T_1 = \frac{T_2 - T_1}{2} + \frac{T_1}{8} = \frac{T_2}{2} - \frac{4T_1}{8} + \frac{T_1}{8}$

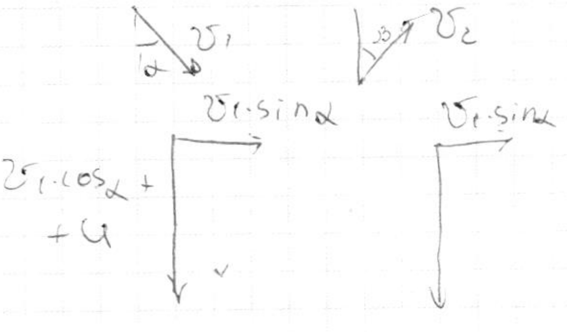
$I \sim P$

$13 \cdot 3 \cdot 8{,}31$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times\ 39 \\ \hline 7479 \\ 2493\ \ \\ \hline 32409 \end{array}$$

$324{,}09$

$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1 + \frac{4}{49}} = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$



$v_1 \cdot \sin\alpha = v_2 \cdot \sin\beta$

$v_2 = \frac{v_1 \cdot \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{2 \cdot v_1 \cdot 5}{3 \cdot 3}$

$K_н - K_к > 0$

$v_{yн}^2 - v_{yк}^2 > 0$

$(v_1 \cdot \cos\alpha + u)^2 > (v_2 \cdot \cos\beta - u)^2$

$v_1^2 \cdot \cos^2\alpha + 2u \cdot v_1 \cdot \cos\alpha >$

$v_1^2 \cdot \sin^2\alpha \cdot ctg^2\beta - 2u v_1 \sin\alpha \cdot ctg\beta$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)