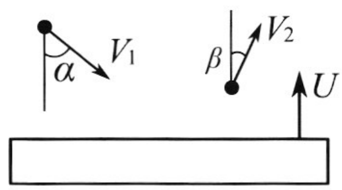
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



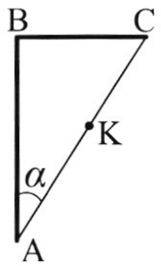
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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

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?

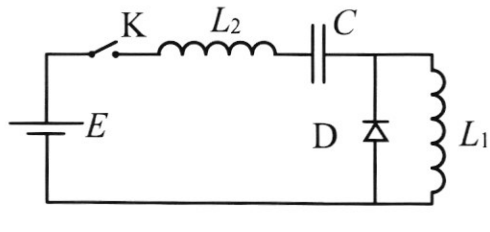
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

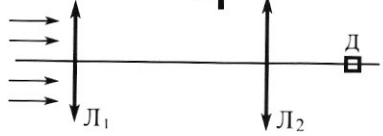
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

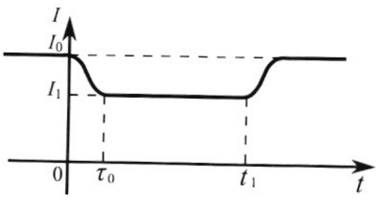
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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). $I_1 = 8I_0/9$.



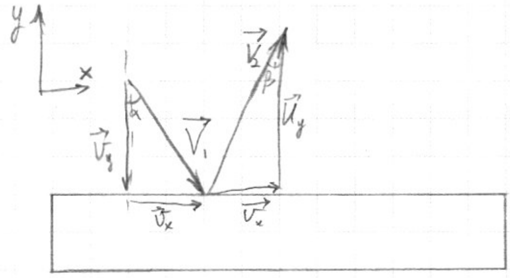


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N. 1.



плита массивная => ее скорость после ~~при~~ удара можно считать неизменной (U)

Перейдем в С.О. плиты.

Тогда $V_x = V_1 \sin\alpha = \frac{2V_1}{3}$ (см. рис.)

плита гладкая => V_x сохраняется => $V_x = V_2 \sin\beta$ => $V_2 = \frac{V_x}{\sin\beta} = 2V_1 = 12$ м/с

$V_y = V_1 \cos\alpha + U = \frac{\sqrt{5}}{3}V_1 + U$ (в С.О. плиты, см. рис.)

удар неупругий => шарик отскочил со скоростью $U_y < V_y$ (по оси y)

в С.О. земли скор. шарика по вертикали $U_y + U$; тогда $\frac{V_x}{U_y+U} = tg\beta = \frac{1}{2\sqrt{2}}$

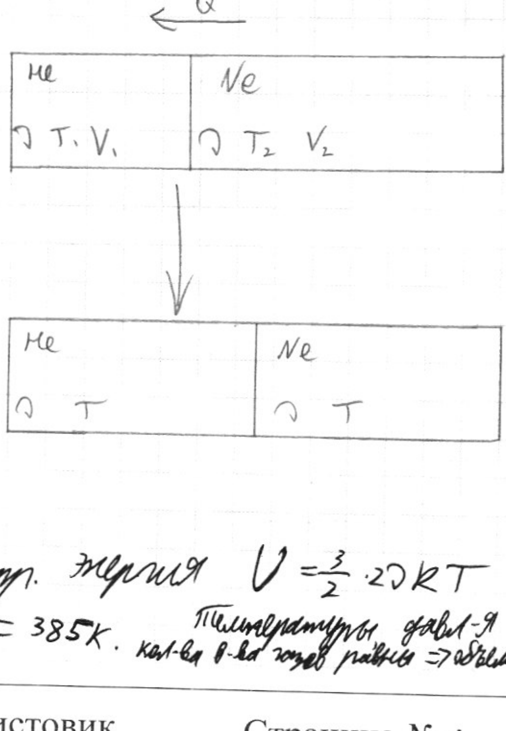
=> $U_y + U = 2\sqrt{2}V_x = \frac{4\sqrt{2}V_1}{3}$

$U_y > 0 => U < \frac{4\sqrt{2}V_1}{3} = 8\sqrt{2}$ м/с

$U_y < V_y = \frac{\sqrt{5}}{3}V_1 + U => \frac{\sqrt{5}}{3}V_1 + 2U > \frac{4\sqrt{2}V_1}{3} => U > \frac{4\sqrt{2}-\sqrt{5}}{6}V_1 = (4\sqrt{2}-\sqrt{5})$ м/с

Отв: $V_2 = 12$ м/с; $U \in (4\sqrt{2}-\sqrt{5}; 8\sqrt{2})$ м/с

N. 2.



пусть объемы (см. рис.) V_1 и V_2

давления газов равны (т.к. перегородка покоится)

тогда $PV_1 = \nu RT_1$

$PV_2 = \nu RT_2$ (:) => $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$

внутренняя энергия в начале

$U = \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2)$

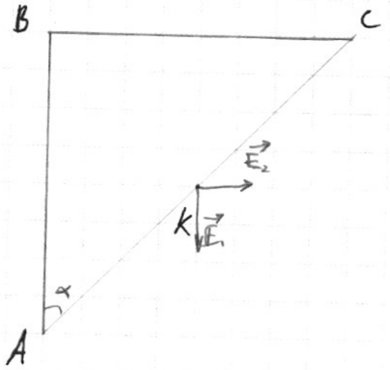
сосуд теплоизолирован => конечн. внутр. энергия $U = \frac{3}{2}\cdot 2\nu RT$

тогда $\frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2) = 3\nu RT => T = \frac{T_1+T_2}{2} = 385$К. температуры давл-я и кол-ва в-ва газов равны => объемы равны V теплота, получ. гелием, идет на увелич. внутр. энергии и работу газа. Поршень движ. медленно $\Rightarrow p = const \Rightarrow A = p\Delta V$

тогда $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) + p(V-V_1) = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) =$
$= \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}31\cdot 55$ Дж $= 274{,}23$ Дж.

Отв: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$; $T = 385K$; $Q = 274{,}23$ Дж.

№3.



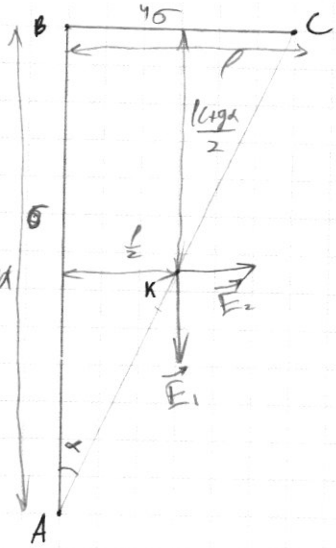
1) $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \Delta ABC$ − р/б. $\Rightarrow AB = BC$; расст. от K до AB и BC равны $\Rightarrow E_1 = E_2$ (в силу симметрии)
(E_1 − поле BC; E_2 − поле AB)

$E = \sqrt{E_1 + E_2} = \sqrt{2}\,E_1$ (т.к. суперпозиция)

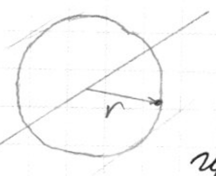
в начале поле было $E_1 \Rightarrow$ поле увелич. в $\sqrt{2}$ раз.

2) пусть $BC = l \Rightarrow AB = l\,ctg\,\alpha$.

тогда расст. см. рис.



Найдем поле заряж. пр-й на расст. r



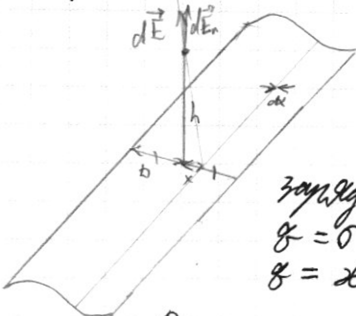
рассмотрим длинную цилиндрич. пов-ть рад. r, тогда $S_{бок} \gg S_{осн}$

По т. Гаусса $\frac{\varkappa L}{\varepsilon_0} = E\cdot S_{бок} = E\cdot 2\pi r L$

где $\varkappa$ − лин. пл-ть заряда, L − длина прямой (и образ. цилиндрич. пов-ти)

тогда $E = \frac{\varkappa}{2\pi r\varepsilon_0}$

Найдем поле заряж. пластины бесконечной длины в серед. на расст. h (см. рис.)



толщина пластины 2D. В силу сим-и $\vec{E} \perp$ пластине. Рассмотрим тонкую пр-ю на расст. x толщиной dx (см. рис.). Тогда $dE = \frac{\varkappa}{2\pi\varepsilon_0\sqrt{h^2+x^2}} = \frac{\sigma dx}{2\pi\varepsilon_0\sqrt{h^2+x^2}}$

заряд этой пр-й (L − длина пластины)
$q = \sigma L dx$
$q = \varkappa L$ $\Rightarrow \varkappa = \sigma dx$

сост. dE, ⊥-я пластине

$dE_n = dE\frac{h}{\sqrt{h^2+x^2}} = \frac{\sigma h\,dx}{2\pi\varepsilon_0(h^2+x^2)}$

$$E = \int_{-D}^{D}\frac{\sigma h\,dx}{2\pi\varepsilon_0(h^2+x^2)} = \frac{\sigma \cancel{h}}{2\pi\varepsilon_0 h^{\cancel{2}}}\int_{-D}^{D}\frac{dx}{\left(\frac{x}{h}\right)^2+1} = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\int_{-D}^{D}\frac{d\frac{x}{h}}{1+\left(\frac{x}{h}\right)^2} = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\left(arctg\frac{D}{h} - arctg\frac{-D}{h}\right) =$$
$= \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}arctg\frac{D}{h}$ (т.к. arctg − нечет. функц.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

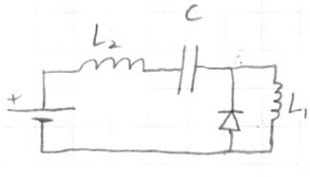
Тогда $E_1 = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0} \operatorname{arctg}\left(\frac{l}{2}\cdot\frac{2}{l\,ctg\alpha}\right) = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\operatorname{arctg}(tg\alpha) = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\cdot\alpha = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_2 = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\operatorname{arctg}\left(\frac{l\,ctg\alpha}{2}\cdot\frac{2}{l}\right) = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\operatorname{arctg}\left(tg\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\right) = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) = \frac{3\sigma}{8\varepsilon_0}$

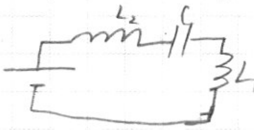
$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{3\sigma}{8\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}$

Отв: в $\sqrt{2}$ раз; $E = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}$

N.4.



в начале ток тек. по часов. стрелке и блокируется диодом, т.е. цепь им. вид



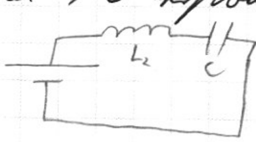
пусть заряд конд-ра q

тогда $\ddot{q}(L_1+L_2) + \frac{q}{C} = \varepsilon \Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{5CL}(q - C\varepsilon) = 0 \Rightarrow q - C\varepsilon = -Q\cos\left(\frac{t}{\sqrt{5CL}} + \varphi_0\right)$

$I = \frac{Q}{\sqrt{5CL}}\sin\left(\frac{t}{\sqrt{5CL}} + \varphi_0\right) \Rightarrow \varphi_0 = 0$ (т.к. при $t=0$ $I=0$)

тогда $q - C\varepsilon = -Q\cos\frac{t}{\sqrt{5CL}}$, при $t=0$ $q=0 \Rightarrow Q = C\varepsilon \Rightarrow q = C\varepsilon\left(1 - \cos\frac{t}{\sqrt{5CL}}\right)$

После ~~нгааат~~ половины колебания (фаза π) напр. тока меняется $\Rightarrow$ открыв. диод $\Rightarrow$ ток через L_1 не тек., цепь им. вид



тогда $q = C\varepsilon\left(1 - \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2CL}} + \varphi_1\right)\right)$ (амплитуд. знач. $C\varepsilon$ т.к. в момент открытия вся энергия в конденсаторе)

$I = \frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{2L}}\sin\left(\frac{t}{\sqrt{2CL}} + \varphi_1\right)$

до открытия диода период $T_1 = 2\pi\sqrt{5LC}$, после $T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$

через вр. $T = T_1 + T_2$ сист. возвращ. в нач. сост. $\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{2}+\sqrt{5}\right)$ — период.

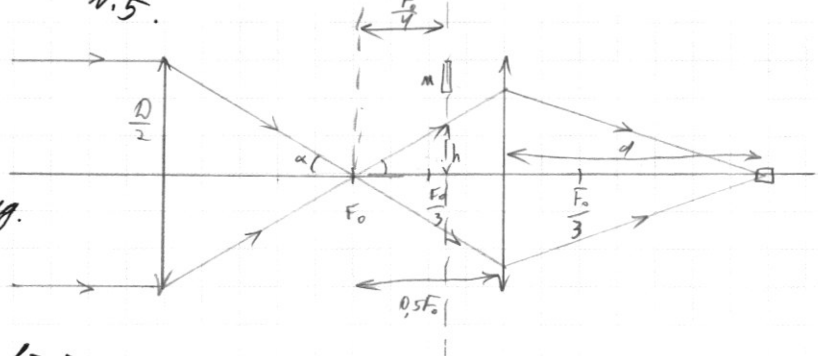
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

~~И~~ ток через L_1 идет только если диод закрыт $\Rightarrow I_{01}$ - амплитудн. знач. I в этом случае $\Rightarrow I_{01} = \frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{5L}}$

~~т~~ через L_2 ток течет всегда $\Rightarrow I_{02}$ - ~~амплит~~ наиб. ~~из~~ из амплитудн. знач. при откр. и закр. диоде. $\frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{2L}} > \frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{5L}} \Rightarrow I_{02} = \frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{2L}}$

Отв: ~~2π~~ $T = 2\pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{2}+\sqrt{5}\right)$; $I_{01} = \frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{5L}}$; $I_{02} = \frac{\sqrt{C}\,\varepsilon}{\sqrt{2L}}$

№5.



лучи фокус. в фокусе 1, и созд. там ист. света, его изображ. на расст. d попад. в детектор. Тогда

$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{d} = \frac{3}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow d = F_0$.

$\angle\alpha$ (см. рис.), $tg\,\alpha = \frac{D}{2F_0}$

в пл-ти мишени h ~~на~~ (см. рис.) $\Rightarrow h = \frac{F_0}{4}\,tg\,\alpha = \frac{D}{8}$

пл-дь пучка света в этой пл-ти $S = \pi h^2 = \frac{\pi D^2}{64}$

если пл-дь мишени $S_м$ то $\frac{S - S_м}{S} = \frac{I_1}{I_0}$ (т.к. $I \sim P_{изл} \sim S$)

$\Rightarrow 1 - \frac{S_м}{S} = \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \frac{S_м}{S} = 1 - \frac{I_1}{I_0} = \frac{1}{9} \Rightarrow S_м = \frac{S}{9} = \frac{\pi D^2}{64 \cdot 9} = \pi r^2$; r - рад. мишени. Тогда $r = \frac{D}{24}$

мишень полностью зашла в пучок за вр. $\tau_0 \Rightarrow V\tau_0 = 2r \Rightarrow$

$\Rightarrow V = \frac{D}{12\tau_0}$

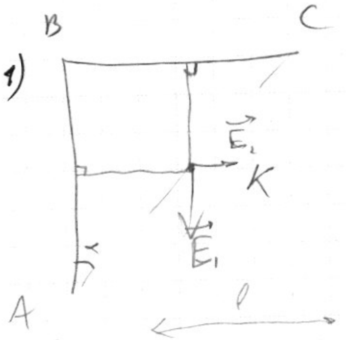
за вр. t_1 мишень ~~о~~ передвинулась до выхода ~~из~~ из пучка $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ она прошла ~~2h~~ путь $2h \Rightarrow Vt_1 = 2h \Rightarrow t_1 = 3\tau_0$

Отв: $d = F_0$; $V = \frac{D}{12\tau_0}$; $t_1 = 3\tau_0$.

№3.

1)



$\alpha = \frac{\pi}{4}$

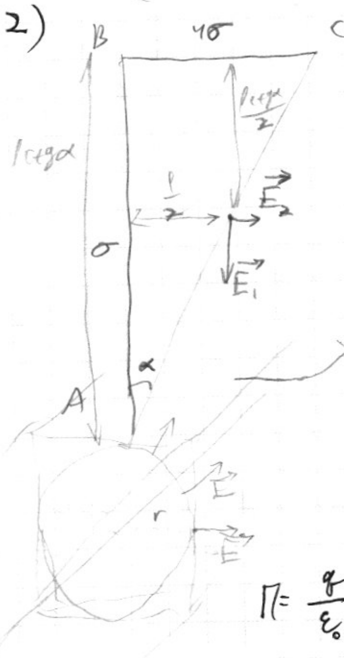
$$E_1 = E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\frac{E}{E_1} = \sqrt{2}$$

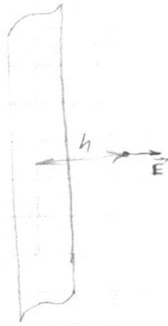
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E = \sqrt{2}E_1 = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}$$

2)



$$E_1 = \frac{2\sigma}{\varepsilon_0} \qquad E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$



$q = \sigma L dx$

$q = \varkappa L$

$\varkappa = \sigma dx$

$$dE = \frac{\varkappa}{2\pi\varepsilon_0\sqrt{x^2+h^2}}$$

$$dE_n = dE\frac{h}{\sqrt{x^2+h^2}} = \frac{\varkappa h}{2\pi\varepsilon_0(x^2+h^2)} = \frac{\sigma h dx}{2\pi\varepsilon_0(x^2+h^2)}$$

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

$$S = 2\pi r L$$

$$\varkappa = \frac{q}{L} \Rightarrow q = \varkappa L$$

$$E = \frac{\varkappa L}{\varepsilon_0 \cdot 2\pi r L} = \frac{\varkappa}{2\pi\varepsilon_0 r}$$

$$\int\frac{dx}{x^2+a} = \int\frac{dx}{a\left(\left(\frac{x}{\sqrt{a}}\right)^2+1\right)} = \frac{1}{\sqrt{a}}\int\frac{d\frac{x}{\sqrt{a}}}{\left(\frac{x}{\sqrt{a}}\right)^2+1} = \frac{arctg\frac{x}{\sqrt{a}}}{\sqrt{a}} + C$$

$$E = \int_{-D}^{D}\frac{\sigma h dx}{2\pi\varepsilon_0(x^2+h^2)} = \frac{\sigma h}{2\pi\varepsilon_0 h^2}\int_{-D}^{D}\frac{dx}{\left(\frac{x}{h}\right)^2+1} =$$

$arcsin'x = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$

$arctg'x = \frac{1}{1+x^2}$

$$= \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\int_{-D}^{D}\frac{d\frac{x}{h}}{\left(\frac{x}{h}\right)^2+1} = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\left(arctg\frac{D}{h} - arctg\frac{-D}{h}\right) = \boxed{\frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}arctg\frac{D}{h}}$$

$$E_1 = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}arctg\frac{l\cdot 2}{2\cdot l\,ctg\alpha} = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}arctg(tg\alpha) = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\alpha = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}arctg\frac{l\,ctg\alpha\cdot 2}{2\cdot l} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}arctg\left(tg\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\right) = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) = \frac{3\sigma}{8\varepsilon_0}$$

$$\cancel{E = \sqrt{E_1^2+E_2^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2+\left(\frac{7\sigma}{8\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sqrt{65}\sigma}{8\varepsilon_0}}$$

$\frac{1}{4}+\frac{49}{64} = \frac{16+49}{64} = \frac{65}{64}$

$\frac{1}{4}+\frac{9}{64} = \frac{25}{64}$

$$E = \sqrt{E_1^2+E_2^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2+\left(\frac{3\sigma}{8\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}.$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

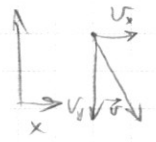
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

$\vec{U} = \cancel{\vec{V_1}-\vec{V}}$ $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\frac{\sin^2\beta}{\cos^2\beta} = tg^2\beta$

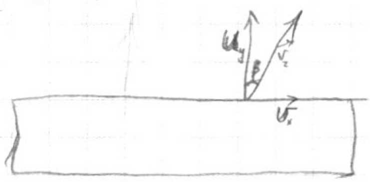


$U_y = V_1 \cos\alpha + U = \frac{\sqrt{5}}{3}V_1 + U$

$U_x = V_1 \sin\alpha = \frac{2}{3}V_1$

$\sin\beta = \frac{1}{3} \Rightarrow \cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$V_2^2 = (U_y+V)^2 + V_x^2$



$\frac{8}{9}$ $\frac{9}{8}-1=\frac{1}{8}$

$tg\,\beta = \frac{1}{2\sqrt{2}}$

$\frac{U_x}{U_y+V} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$

$U_y + U = 2\sqrt{2}\,U_x = 2\sqrt{2}\cdot\frac{2}{3}V_1 = \frac{4\sqrt{2}}{3}V_1$

$V_2^2 = \left(\frac{4\sqrt{2}}{3}V_1\right)^2 + \left(\frac{2}{3}V_1\right)^2 = \frac{32}{9}V_1^2 + \frac{4}{9}V_1^2 = \frac{36}{9}V_1^2 = 4V_1^2 \Rightarrow V_2 = 2V_1 = 12\ м/с$

$U_y < V_y = \frac{\sqrt{5}}{3}V_1 + U$

$U_y + U = \frac{4\sqrt{2}}{3}V_1$

$\frac{\sqrt{5}}{3}V_1 + 2U > \frac{4\sqrt{2}}{3}V_1 \Rightarrow 2U > \frac{4\sqrt{2}-\sqrt{5}}{3}V_1$

$U < \frac{4\sqrt{2}}{3}V_1$

$U \in \left(\frac{4\sqrt{2}-\sqrt{5}}{6}V_1;\ \frac{4\sqrt{2}}{3}V_1\right)$

$V_2 = 2V_1$ $U_y > 0$ $U_x > 0$

$\cos^2\alpha = \frac{5}{9}$ $tg^2\alpha = \frac{4}{5}$

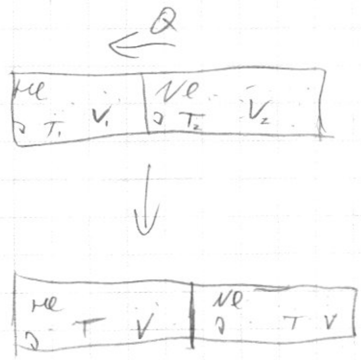
$\frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = tg^2\alpha$ $\frac{1-\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha} = tg^2\alpha$ $\frac{1}{\cos^2\alpha} - 1 = tg^2\alpha$

№ 2

$PV_1 = \nu R T_1$

$PV_2 = \nu R T_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$



медленно $\Rightarrow P = const$

$He:\ Q_+ = \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) + P(V-V_1) = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1)$

$Ne:\ Q_- = \frac{3}{2}\nu R(T_2-T) + P(V_2-V) = \frac{5}{2}\nu R(T_2-T)$

$Q - ?$ $T - ?$

$T - T_1 = T_2 - T$

$2T = T_1 + T_2$

$T = \frac{770}{2} = 385 K$

$U = \frac{3}{2}\cdot 2\nu\cdot RT = 3\nu RT$

$U = \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2)$

$Q = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = \cancel{\frac{5}{2}\cdot\frac{3}{25}\cdot 8{,}31\cdot 35\ Дж} = 3\cdot 8{,}31\cdot 7\ Дж = \cancel{174{,}5\ Дж}$

$= \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{25}\cdot 8{,}31\cdot 55\ Дж = 33\cdot 8{,}31\ Дж = 274{,}23\ Дж.$

8,31 · 21 = 166,2 + 8,31 = 174,51

8,31 · 33 = 24,93 + 249,3 = 274,23

☑ черновик ☐ чистовик

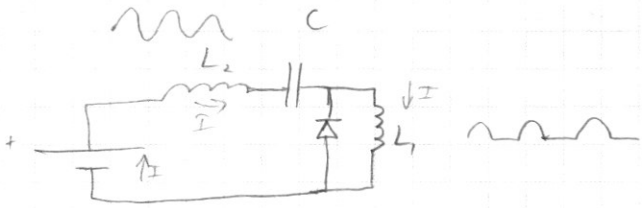
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

V.4.



$\omega t \in [0; \pi]$

$\Rightarrow L = L_1 + L_2$

$\Rightarrow L = L_2$

$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{(L_1+L_2)C}}$ $\quad \frac{q}{C} + (L_1+L_2)\ddot{q} = \mathcal{E}$ $\quad \ddot{q} + \frac{1}{C(L_1+L_2)}(q - C\mathcal{E}) = 0$

$\ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} - \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} = 0$ $\quad q - C\mathcal{E} = -Q\cos\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} + \varphi_0\right)$

$q = C\mathcal{E} - Q\cos\left(\frac{t}{\sqrt{CL}} + \varphi_0\right)$

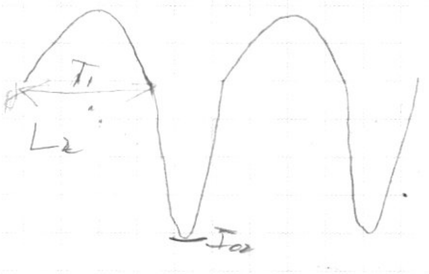
$I = \dot{q} = \frac{Q}{\sqrt{CL}}\sin\left(\frac{t}{\sqrt{CL}} + \varphi_0\right)$

$t=0 \Rightarrow I=0 \Rightarrow \varphi_0 = 0.$ $\quad q = C\mathcal{E} - Q\cos\frac{t}{\sqrt{CL}}$

$t=0 \Rightarrow q=0 \Rightarrow Q = C\mathcal{E}$

$q = C\mathcal{E}\left(1 - \cos\frac{t}{\sqrt{5CL}}\right)$

$I = \frac{\sqrt{C}\,\mathcal{E}}{\sqrt{5L}}\sin\frac{t}{\sqrt{5CL}}$, при $t = \pi\sqrt{5CL}$ $I=0$



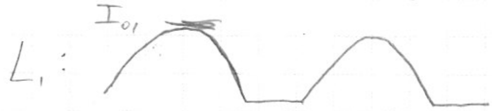
$\omega t \in [\pi; 2\pi]$ $\quad \ddot{q}L_2 + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

$I = \frac{\sqrt{C}\,\mathcal{E}}{\sqrt{2L}}\sin\left(\frac{t}{\sqrt{2CL}} + \varphi_1\right)$ $\quad q = C\mathcal{E}\left(1 - \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2CL}} + \varphi_1\right)\right)$

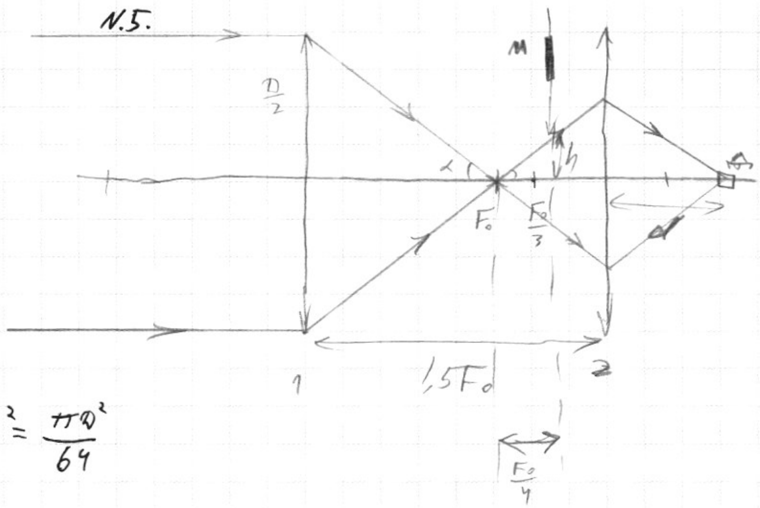
$\sin\left(\frac{\pi\sqrt{5CL}}{\sqrt{2CL}} + \varphi_1\right) = 0 \Rightarrow$ $\quad \varphi_1 = -\sqrt{\frac{5}{2}}\pi + \pi = \pi\left(1 - \sqrt{\frac{5}{2}}\right)$

$T = T_1 + T_2 = \frac{2\pi}{\omega_1} + \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi\sqrt{5LC} + 2\pi\sqrt{2LC} = 2\pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$

$I_{01} = \frac{\sqrt{C}\,\mathcal{E}}{\sqrt{5L}}$



$I_{02} = \frac{\sqrt{C}\,\mathcal{E}}{\sqrt{2L}}$



$$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{d} = \frac{3}{F_0}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow d = F_0$$

$$tg\alpha = \frac{D}{2F_0}$$

$$h = \frac{F_0}{4} tg\alpha = \frac{D}{8} \Rightarrow S = \pi h^2 = \frac{\pi D^2}{64}$$

$$S_M = \pi r^2$$

$$\frac{S - S_M}{S} = \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow 1 - \frac{S_M}{S} = \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \frac{S_M}{S} = 1 - \frac{I_1}{I_0} = 1 - \frac{8}{9} = \frac{1}{9}$$

$$S_M = \frac{1}{9} S = \frac{\pi D^2}{64 \cdot 9} = \pi r^2 \Rightarrow r = \frac{D}{24}$$

$$V\tau_0 = 2r \Rightarrow V = \frac{D}{12\tau_0}$$

$$Vt_1 = 2h \Rightarrow t_1 = \frac{D}{4V} = 3\tau_0$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА