Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

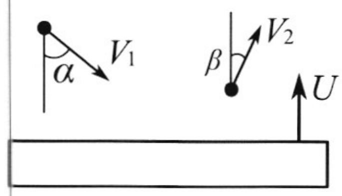
Класс 11

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.

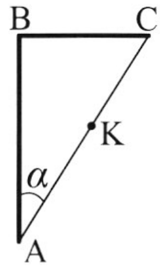
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1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

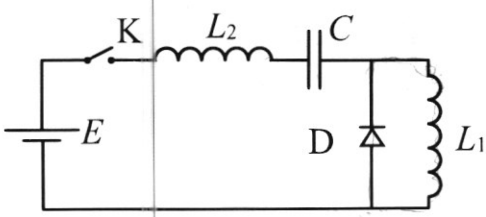
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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.

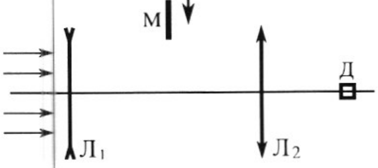


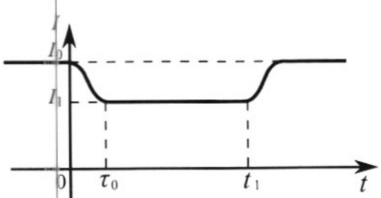
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

1) Т.к. плита гладкая, то при ударе проекция скорости на плоскость плиты не должна измениться, тогда:

$$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$$

$$V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = 20\,\frac{м}{с}$$

2) При неупругом ударе ~~шар~~ модуль проекции скорости шарика на ось перпендикулярную плоскости плиты в С.О. плиты должен быть больше, чем после удара, тогда:

$$V_1 \cos\alpha + u > V_2 \cos\beta - u$$

$$u > \frac{V_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2} = (8 - 3\sqrt{5})\frac{м}{с}$$

С другой стороны:

$u < V_2 \cos\beta = 16\,\frac{м}{с}$, т.к. иначе шарик не сможет отскочить после удара.

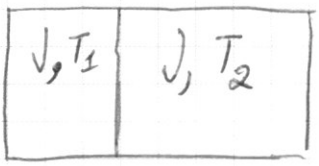
Ответ: 1) $V_2 = 20\,\frac{м}{с}$; 2) $(8-3\sqrt{5})\frac{м}{с} < u < 16\,\frac{м}{с}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№2.

1)



т.к. давление в ~~обоих~~ первом сосуде равно давлению во втором, то ~~Ур~~ уравнение Клапейрона-Менделеева:

(1) $p_0 V_1 = \nu R T_1$

(2) $p_0 V_2 = \nu R T_2$ (где p_0 – начальное давление в первом и во втором сосуде)

$\frac{(1)}{(2)}$: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \cancel{V_2} = \frac{320}{400} = 0{,}8$

2) Рассмотрим систему из аргона и криптона:

ЗСЭ: $\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$; $\frac{3}{2}\nu R \Delta T_1 - \frac{3}{2}\nu R \Delta T_2 = 0$ $(\Delta T_1 = -\Delta T_2)$ (*)

$\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_2) = 0$ (T_0 – установив. температура)

$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360\,K$

3) (1)+(2): $p_0(V_1 + V_2) = \nu R(T_1 + T_2)$

т.к. $V_1 + V_2 = V_0$ (V_0 – общий объем сосуда)

$p_0 V_0 = \nu R(T_1 + T_2)$ (3)

Уравнения Клапейрона-Менделеева в произвольный момент:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$p V_I = \nu R(T_1 + \Delta T_1)$ (p - давление в произвольный момент)

$p V_{II} = \nu R(T_2 + \Delta T_2)$

$p(V_I + V_{II}) = \nu R(T_1 + \Delta T_1 + T_2 + \Delta T_2)$ из (*):

$p V_0 = \nu R(T_1 + T_2)$ (4)

из (3) и (4) $\Rightarrow$ $p = p_0$

По II закону термодинамики для криптона

$Q_k = A_k + \Delta U_k = \left(\frac{V_0}{2} - V_2\right) p_0 + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_2$ (т.к. в установившемся ~~реж~~ режиме у криптона и аргона одинаковые температуры, давления и кол-во вещества, то и объемы будут равны $\frac{V_0}{2}$)

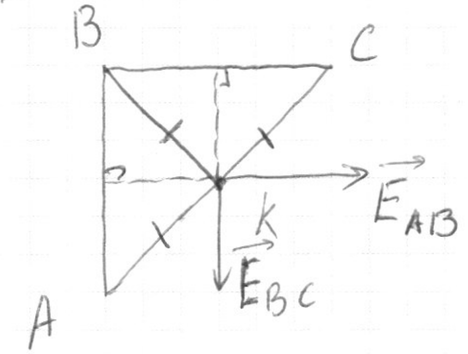
$V_2 + 0{,}8 V_2 = V_0$; $V_2 = \frac{5V_0}{9}$; $V_0 = \frac{9}{5} V_2$

$Q_k = \cancel{-\frac{p_0 V_0}{18}} - \frac{p_0 V_2}{10} - \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0) =$

$= -\left(\frac{\nu R T_2}{10} + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0)\right) \approx -500$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8$ 2) $T_0 = 360$ K; 3) $|Q_k| \approx 500$ Дж.

№3.



т.к. BK – медиана в прямоугольном треугольнике, то $BK = KC = AK$, ~~т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то $AB = BC$~~,

т.к. $\triangle ABK$ и $\triangle BKC$ – равнобедренные, то $\vec{E}_{BC}$ и $\vec{E}_{AB}$ лежат в плоскости ABC ~~и~~ ~~E_{AB}~~ на осях симметрии $\triangle BCK$ и $\triangle BKA$ через точку K и $\vec{E}_{AB} \perp \vec{E}_{BC}$

1) тогда $|\vec{E}_{BC}| = |\vec{E}_{AB}|$ (т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$ и $AB = BC$)

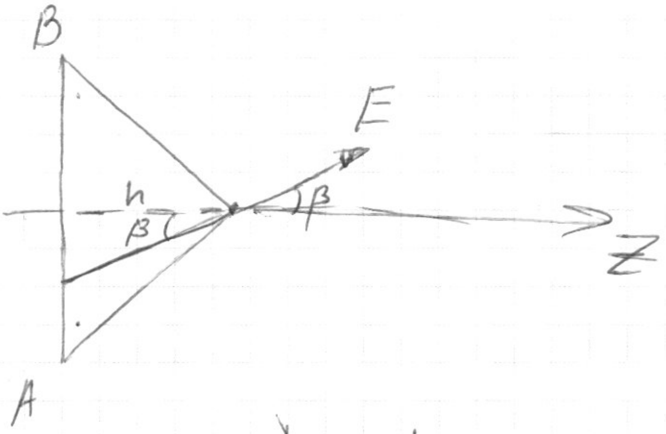
тогда $|\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}| = \sqrt{2}\,|\vec{E}_{BC}|$, т.е. увеличится в $\sqrt{2}$ раз.

2) Формула для напряженности на расстоянии x от равномерно заряженной нити с плотностью заряда на единицу длины λ:

$$E = \frac{\lambda}{\varepsilon_0 2\pi x}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Получить напряженность от одной плоскости можно разбив её на очень узкие полосочки (нитки)



$$dE_Z = \frac{\sigma_2 \cdot \frac{\cancel{h}}{\cancel{\cos\beta}}\, d\beta}{\varepsilon_0 2\pi \frac{\cancel{h}}{\cancel{\cos\beta}}} \cdot \cos\beta$$ (сумма таких проекций равна E_{AB} в силу симметрии).

$$dE_Z = \frac{\sigma_2 \cos\beta \cdot d\beta}{\varepsilon_0 2\pi}$$

$$E_{AB} = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_0 2\pi} \cdot 2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_0 \pi} \cdot \cos(\alpha)$$

Аналогично

$$E_{BC} = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0 2\pi} \cdot 2 \cdot \sin(\alpha) = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0 \pi} \cdot \sin\alpha$$

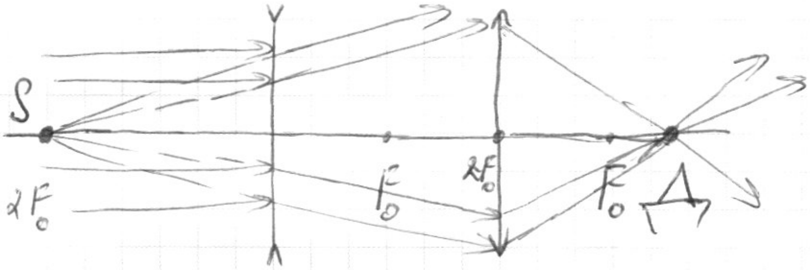
$$\left|\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}\right| = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2}$$

$$\left|\vec{E}_{BC}+\vec{E}_{AB}\right| = \frac{6}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49}\cos^2\alpha+\sin^2\alpha}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$; 2) $\frac{6}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49}\cos^2\alpha+\sin^2\alpha}$

№5.

1)



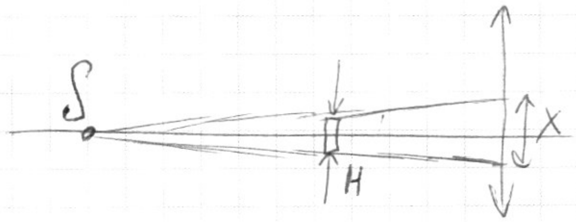
пучек лучей можно заменить на один точечный источник S на расстоянии 2F слева от рассеивающей линзы после преломления пучка лучей в этой рассеивающей линзе.
После преломления все лучи пересекутся на расстоянии f справа от собирающей линзы.
По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{F_0}=\frac{1}{4F_0}+\frac{1}{f}$; $f=\frac{4}{3}F_0$.

т.к. все лучи должны пересечься в Δ, то Δ находится на расстоянии f от $Л_2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) т.к. $I_1 \neq 0$, то мишень полностью не перекрывает $Л_2$, тогда:



$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{D}{D-x}$$

$$1 - \frac{x}{D} = \frac{I_1}{I_0}$$

$$x = \frac{9}{16} D$$

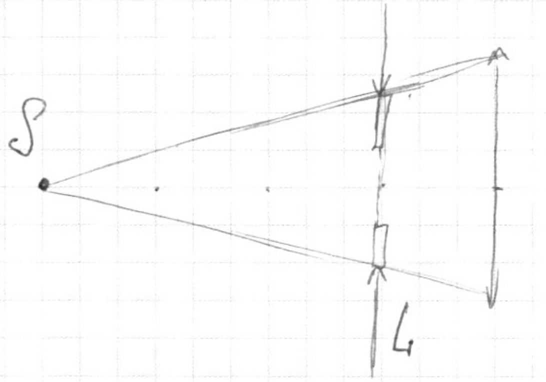
Из подобия: $\frac{H}{x} = \frac{3F_0}{4F_0} \Rightarrow H = \frac{27}{64} D$

Т.к. в момент 0 диск коснулся лучей, а в момент τ_0 полностью вошел в них, то

$$v = \frac{H}{\tau_0} = \frac{27}{64} \frac{D}{\tau_0}$$

~~3) $t_1 = \frac{D-x}{v} + \tau_0 = \frac{7 \cdot 4}{27} \tau_0 + \tau_0 = \frac{57}{27} \tau_0$~~

3)



Из подобия $L = \frac{3}{4}D$

$$t_1 = \frac{L - X}{v} + \tau_0 = \frac{\frac{3}{16}D}{\frac{27}{64}\frac{D}{\tau_0}} + \tau_0 = \frac{4}{9}\tau_0 + \tau_0 = \frac{13}{9}\tau_0$$

(т.к. I_1 достигается только, если диск полностью попадает в лучи).

Ответ: 1) $\frac{4}{3}F_0$; 2) $\frac{27}{64}\frac{D}{\tau_0}$; 3) $\frac{13}{9}\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

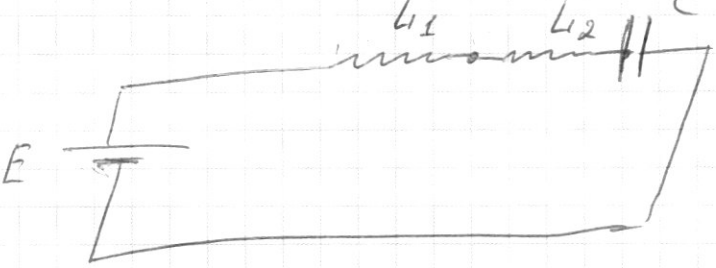
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4. через L_1 возрастает ток ~~течет от k к + на батарейке~~

1)а) Когда ~~конденсатор заряжается~~, то схему можно заменить на экв. ~~представляет собой~~ схему:

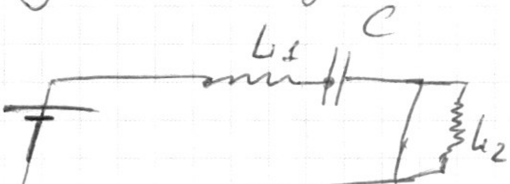


(т.к. диод будет закрыт)

С частотой колебаний ~~$\omega_1 = \sqrt{(L_1+L_2)C}$~~ $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{(L_1+L_2)C}}$

когда Это происходит $T_1 = \frac{2\pi}{2\omega_1} = \cancel{\frac{\pi}{\sqrt{(L_1+L_2)C}}}\ \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

б) ток через L_1 убывает ~~ток течет от − к + на батарейке~~ ~~когда конденсатор разряжается~~, то схему можно заменить на экв схему



(т.к. диод будет открыт; при этом, при открытом диоде ток через L_2 не будет меняться до его закрытия)

С частотой колебаний $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$ ~~$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$~~, это происходит $T_2 = \frac{2\pi}{2\omega_2} = \cancel{\frac{\pi}{\sqrt{L_1 C}}}\ \pi\sqrt{L_1 C}$

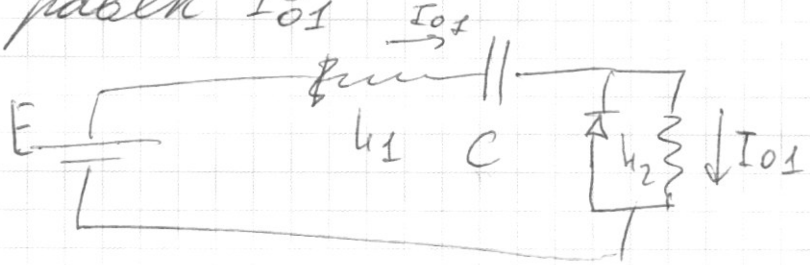
☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

~~$T_1 + T_2 = \pi\left(\frac{1}{\sqrt{(L_1+L_2)C}} + \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}\right)$~~

$$T = T_1 + T_2 = \pi\left(\sqrt{(L_1+L_2)C} + \sqrt{L_1 C}\right) =$$

2) Т.к. в одном колебании сначала ток в L_2 растет, а потом не меняется, то $I_{02} \to +\infty$

3) Т.к. ток через L_1 периодически становиться I_{01}, то рассмотрим первый раз когда ток через L_1 стал равен I_{01}



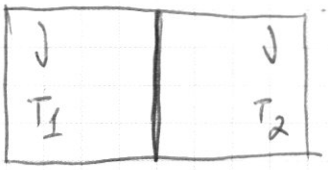
З(Э):

$$\Delta q E = \frac{CE^2}{2} + \frac{(L_1+L_2) I_{01}^2}{2} \Rightarrow I_{01} = E \cdot \sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$$

~~Ответ: 1)~~

Ответ: 1) $\pi\sqrt{LC}\,(3+\sqrt{5})$; 2) $I_{02} \to +\infty$

3) $I_{01} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$



$\frac{180}{4} = \frac{90}{2} = 45^\circ$

$\frac{\pi}{9} = \frac{180}{9} = 20^\circ$

$p_0 V_0 = \nu R (T_1 + T_2)$

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

$p_1 V_0 = \nu R \, 2 T_0$

$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2}$

$A + \Delta U = Q$

140°

$\frac{\frac{3}{\cancel{5}} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{400}^{8}}{\cancel{10}} + \frac{3}{\cancel{2}} \cdot \frac{3}{\cancel{5}} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{40}^{\cancel{8}\,4} =$

$= 8{,}31 \cdot (24 + 36) = 60 \cdot 8{,}31$ Дж ≈ 500 Дж

$8{,}31 \times 6 = 498{,}6$

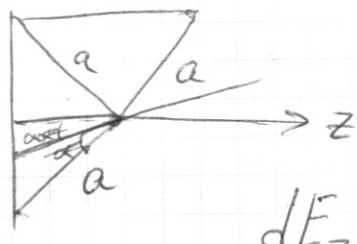
60

$8{,}31 \cdot \left(\overbrace{\frac{3}{\cancel{5}} \cdot \frac{1}{\cancel{10}} \cdot \cancel{400}^{8}}^{24} + \overbrace{\frac{3}{\cancel{2}} \cdot \frac{3}{\cancel{5}} \cdot \cancel{40}^{4}}^{36} \right)$

$8{,}31 \times 60 = \cancel{504{,}60}$ $498{,}60$

$2\pi x \cdot h \cdot E = \frac{\lambda h}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\lambda}{\varepsilon_0 2\pi x}$



$dE_z = \frac{\cancel{q} \cdot \cos^2\alpha \cdot \cancel{\cos\alpha}}{\varepsilon_0 2\pi \cdot \cancel{h}} d\alpha \cdot \frac{\cancel{h} \cdot \sigma}{\cancel{\cos\alpha}}$

$dE_z = \frac{\sigma \, d \cos\alpha}{2\pi \varepsilon_0} d\alpha$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

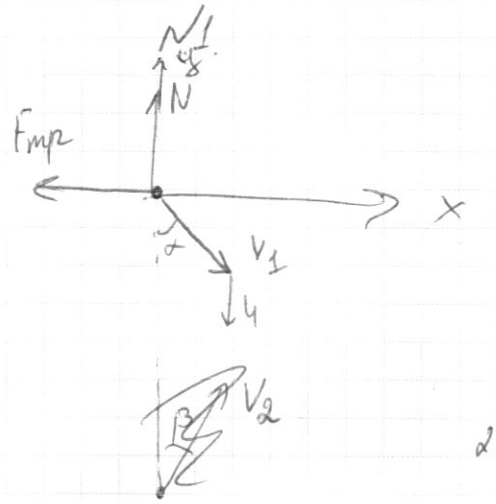
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$\frac{210}{180+30}$

$256 \quad \sqrt{36\cdot 5}$

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

$v_2 = \cancel{18}\cdot\frac{2}{\cancel{3}}\cdot\frac{5}{\cancel{3}} = 20\ \frac{м}{с}$

$\cancel{v_1 \sin\alpha - F_{тр}\Delta t}$

$v_{y1} = -(v_1\cos\alpha + u)$

$v_{x1} = v_1 \sin\alpha$

$20\cdot\frac{4}{5} = 16$

$\frac{16-6\sqrt{5}}{2}$

$v_{y2} = v_2\cos\beta - u$

$v_{x2} = v_2 \sin\beta$

$\cancel{v_{y2} = v_2\cos\beta - u = +v_1\cos\alpha + u}$

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

$v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha = 2u$

$v_{y2} = -v_{y1} = v_{y1} + \frac{p_N}{m}$

$\frac{p_N}{m} = v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta -$

$\frac{p_{тр}}{m} = v_1 \cancel{\cos} \sin\beta - v_2 \sin\alpha$

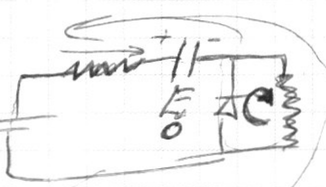
☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

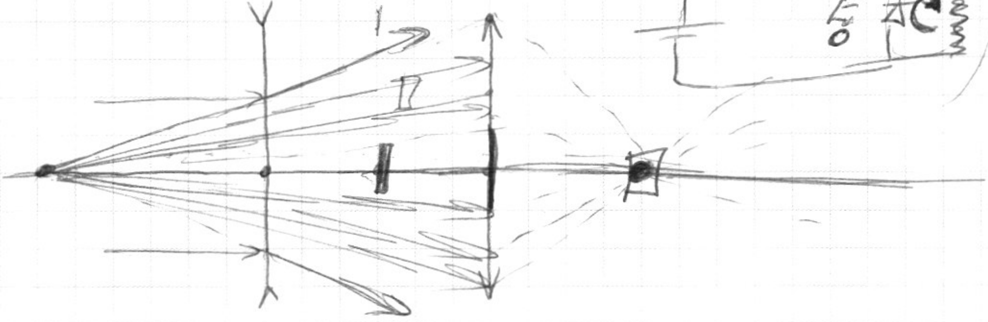
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{7}{16} I_0$

46



$\frac{3}{4}D - \frac{9}{16}D$

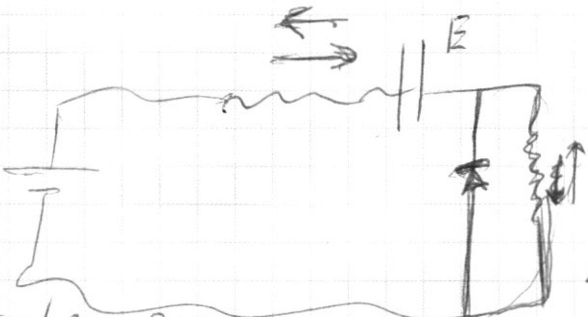
$\left(\frac{3}{4}D\right) - \frac{3}{4}\left(\frac{3}{4}D\right) =$

$= \frac{3}{16}D$

$\frac{4}{4F} = \frac{1}{4F} + \frac{1}{f}$ $\quad \frac{1}{f} = \frac{3}{4F};\ f = \frac{4F}{3}$

$\frac{7}{16} = 1 - \frac{x}{D} \Rightarrow \frac{x}{D} = \frac{9}{16};\ x = \frac{9D}{16}$

$H = \frac{9}{8} \cdot \frac{3}{4} x = \frac{27}{}$



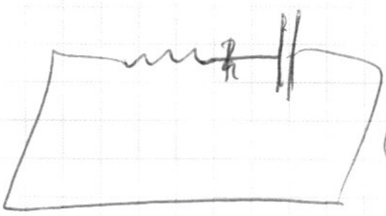
$\frac{q}{C} = -\dot{I}L$

$\ddot{q} = -\frac{q}{LC}$ $\quad \omega = \sqrt{LC}$

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

$\frac{CE^2}{2} = \frac{CE^2}{2} + \frac{I^2(L_1+L_2)}{2}$

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



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

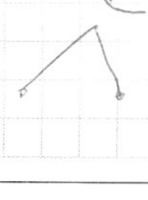
$I = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$

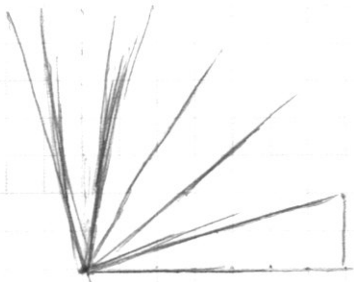
$C = \frac{q}{E}$

$q = CE$

$E - \ddot{q}(L_1+L_2) = \frac{q}{C}$

$\ddot{q} = -\frac{q}{C(L_1+L_2)} + \frac{E}{L_1+L_2}$

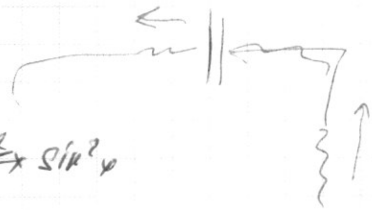




$$q^2 + \left(\frac{L_1+L_2}{\sqrt{2}}\right)^2 \dot{q}^2 = \ldots$$

$$\frac{2}{7} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$\sin x = \frac{2}{7}\cos x$



$2{,}8 \,|\, 7$, $0{,}4$

$\sin^2 x = \frac{4}{49} - \frac{4}{49}\,\cancel{\cos^2 x}\,\sin^2 x$

$\frac{4}{10} = \frac{2}{5} = 0{,}4$

5

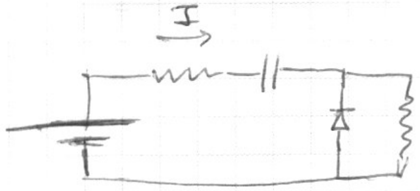
$53\sin^2 x = 4$

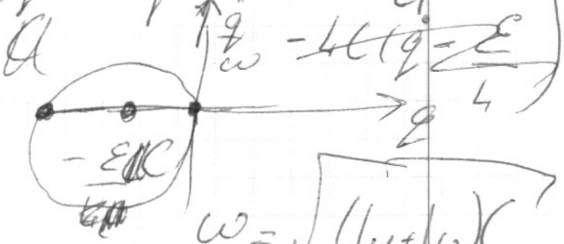
7

$\sin^2 x = \frac{2}{\sqrt{53}} \approx \frac{2}{7}$

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

$\frac{\dot{q}}{\omega}$ $\cancel{-4L(q = \frac{\mathcal{E}}{4})}$

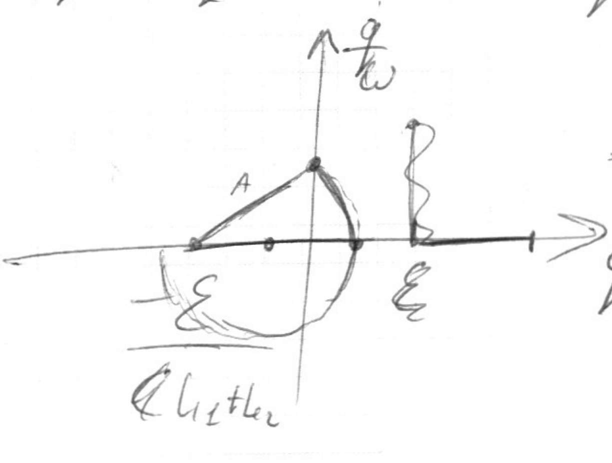


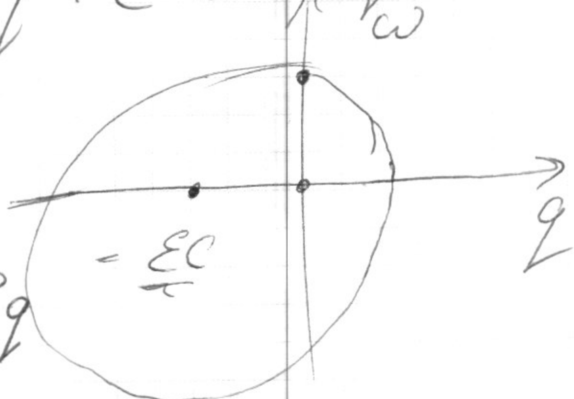


$\omega = \sqrt{(L_1+L_2)C}$

$$\mathcal{E} - \dot{I}L_1 - \dot{I}L_2 = \frac{q}{C}$$

$$q = q - ((L_1+L_2)\cdot\ddot{q} + \mathcal{E}C$$





☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{\pi - \frac{2\pi}{8} =}$ 7 $\quad tg\alpha = \frac{2}{7}$ $\quad \cancel{\sin(90-\alpha)}$

$\frac{26}{7\varepsilon_0\pi}$ $\cos\alpha$

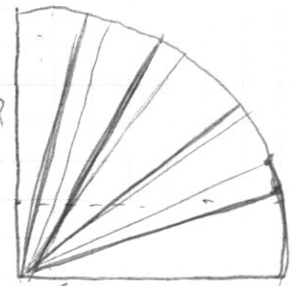
$180^\circ - 40^\circ = 140$ $\quad \frac{3}{15} = \frac{1}{\sqrt{5}}\ \frac{3}{3}\ \frac{2}{7}$

$\frac{49+18}{49:9} = \frac{6Q}{45Q}$

$\frac{1}{3}\quad\frac{2}{7}$

$\frac{6}{\varepsilon_0\pi}$ $\sin\alpha$

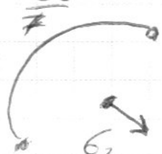
$\frac{\sigma_2}{\varepsilon_0 2\pi}\left(+\sin\beta\right)\Big|_{-70^\circ}^{-70^\circ}$



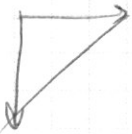
$\frac{56}{7}$

$\sin 20^\circ$

$\frac{26}{7}$



$\frac{\sigma_2}{\varepsilon_0 2\pi}\cdot 2\cdot \sin(70^\circ) =$

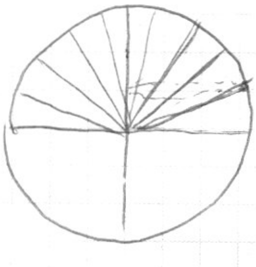


$\frac{6}{\varepsilon_0\pi}\sqrt{\frac{4\cos^2\alpha + 49\sin^2\alpha}{49}} =$

$= \frac{6}{\varepsilon_0\pi}\sqrt{\frac{4 + 45\sin^2\alpha}{49}}$

$2\sin x - 2\sin^3 x + \sin x - \sin^3 x -$

$- \sin^3 x = \frac{\sqrt{3}}{2}$



$\sin(2\cdot x)$

$\sin(3x) = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$3\sin x - 3\sin^3 x = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$-\sin^3 x + \sin x = \frac{\sqrt{3}}{6}$

$\cancel{\sin 1{,}5x}$

$\sin 2x\cos x + \cos 2x \sin x = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$2\sin x\cos^2 x + \cos^2 x\sin x -$

$- \sin^3 x = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$y^3 - y + \frac{\sqrt{3}}{6} = 0$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)