Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

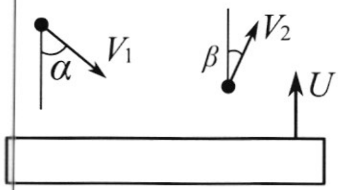
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{1}{2}\right)$ с вертикалью.



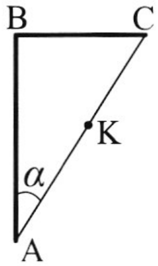
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$.
R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

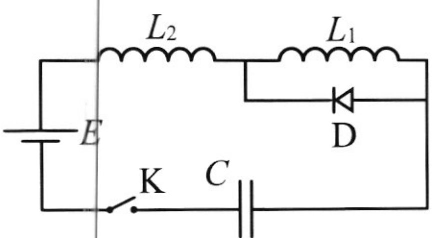
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

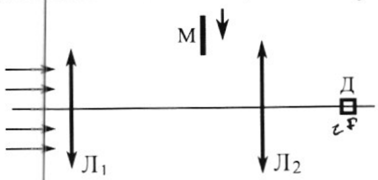
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

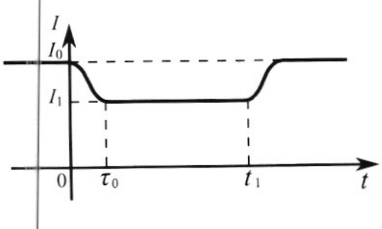
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





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

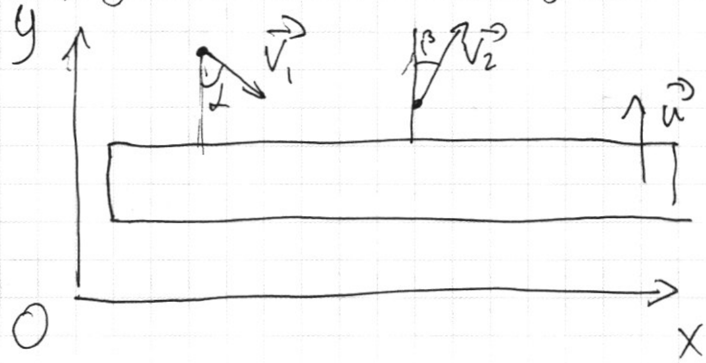
№1

Дано:
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$
$V_1 = 8$ м/с
$\sin\beta = \frac{1}{2}$

1) V_2 - ?
2) u - ?

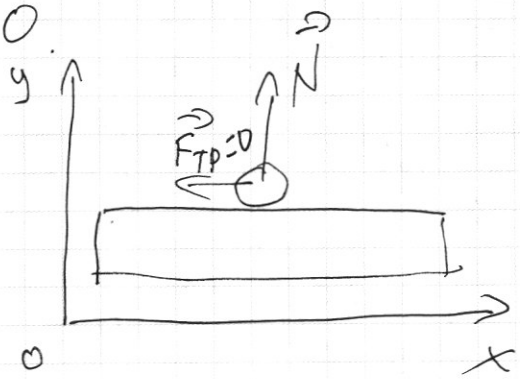
1) ~~Р~~ Введём оси Ox и Oy. ~~Распишем все силы~~

Заметим, что на шарик не действует горизонтальных сил вдоль Ox.



Сил вдоль ~~горизонта~~ Ox нет, т.к.

$\mu = 0$ (ГЛАДКАЯ горизонтальная пов-ть, написано в условии)
$\Rightarrow F_{тр} = 0$.



Значит горизонтальная составляющая скорости осталась такой же, что и в начале. V_{1x} - горизонтальная сост. скорости перед ударом

V_{2x} - горизонтальная сост. скорости после удара.

$V_{1x} = |\vec{V_1}| \sin\alpha$

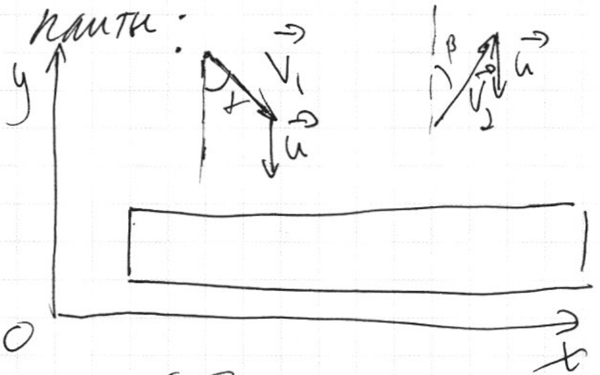
$V_{2x} = |\vec{V_2}| \sin\beta$

$$|\vec{V_2}| = \frac{|\vec{V_1}|\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{8 м/с \cdot \frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12 м/с$$

2) Заметим, что в условии сказано, что удар был неупругий. ~~Запишем что случилось~~

⇒ Что-то между абсолютно упругим и абсолютно неупругим ударом.

Т.к. ~~ст~~ плита по условию массивная, её масса >> масса шарика. ~~А это~~ А это значит, что её можно считать стеной. Перейдём в СО плиты:



Теперь рассмотрим что случилось бы при абсолютно упругом ударе: ~~Энергия~~ ~~[illegible]~~

~~бы случ~~

Кинетические энергии шарика до и после столкновения в СО ~~стены~~ плиты были бы равны:

$$\frac{m|\vec V_1+\vec u|^2}{2}=\frac{m|\vec V_2+\vec u|^2}{2}$$

$|\vec V_1+\vec u|^2 = V_{1x}^2+(V_{1y}+u)^2$ $\quad |\vec V_2+\vec u|^2 = V_{2x}^2+(V_{2y}-u)^2$

Как мы помним $V_{1x}=V_{2x}$

~~V_{1y}^2+2V~~ $V_{2y}=V_{1y}+2u$ $\quad u=\frac{V_{2y}-V_{1y}}{2}$

В случае абсолютно неупругого удара ~~[illegible]~~ плита и шарик двигались бы как одно целое ~~вд~~ вдоль оси Oy. ⇒ $V_{2y}=u$

Как мы видим $u>\frac{V_{2y}-V_{1y}}{2}$, т.к. удар не может быть абсолютно упругим по условию

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

И $U \le V_{2y}$ т.к. иначе плита будет двигаться вдоль O_y быстрее шара, что невозможно.

$V_{2y} = V_2 \cos\beta = V_2\sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{\frac{3}{4}}\,V_2 = \frac{V_2}{2}\sqrt{3} = 6\sqrt{3}$ м/с

$V_{1y} = V_1\cos\alpha = V_1\sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{\frac{7}{16}}\,V_1 = \frac{V_1}{4}\sqrt{7} = \frac{8\,м/с}{4}\sqrt{7} =$

$= 2\sqrt{7}$ м/с

$\frac{6\sqrt{3}-2\sqrt{7}}{2} < U \le V_{2y} = 6\sqrt{3}$ м/с

$3\sqrt{3}-2\sqrt{7} < U \le 6\sqrt{3}$

Ответ: 1) $V_2 = 12$ м/с

2) $3\sqrt{3}-2\sqrt{7} < U \le 6\sqrt{3}$

№2

Дано:

$\nu = 3/7$ моль

$T_1 = 300$ K

$T_2 = 500$ K

$C_V = \frac{5R}{2}$

$R = 8{,}31\ \frac{Дж}{К\cdot моль}$

1) $\frac{V_N}{V_O}$ - ?

2) $T_{уст}$ - ? 3) ΔQ - ?

V_N - объём азота в начале

V_O - объём кислорода в начале

$T_{уст}$ - установившаяся температура

ΔQ - переданная теплота от кислорода к азоту

1) $PV_N = \nu R T_1 \qquad PV_O = \nu R T_2$

P равн, т.к. поршень находится в состоянии равновесия.

$$p = \frac{\nu R T_1}{V_N} \quad p = \frac{\nu R T_2}{V_0} \quad \frac{\nu R T_1}{V_N} = \frac{\nu R T_2}{V_0}$$

$$\frac{V_N}{V_0} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300\,K}{500\,K} = \frac{3}{5} = 0{,}6$$

2) Заметим, что система ~~в целом~~ замкнута, а поршень движется без ~~тр~~ трения $\Rightarrow E = const$
E – энергия системы. Тогда посчитаем E в начале и в конце.

Рассчитаем энергию азота отдельно в нач. момент времени. E_{N1} – энергия азота в начальный момент времени. Переместим (мысленно) азот ~~…~~ в отдельный ~~резервуар~~ резервуар с постоянным объёмом, и ~~…~~ охладим до абсолютного нуля. Найдём сколько энергии он отдал.

$E_{N_1} = \nu C_V (T_1 - 0) = \nu C_V T_1$

То же самое сделаем для кислорода.
E_{O1} – энергия кислорода в начале
$E_{O_1} = \nu C_V (T_2 - 0) = \nu C_V T_2$
То же самое сделаем для кислорода и азота после установления тепл. равновесия:
E_{O2} – энергия кислорода в конце
E_{N2} – энергия азота в конце
$E_{O_2} = \nu C_V (T_{уст} - 0) \quad E_{N_2} = \nu C_V (T_{уст} - 0)$

$E_{O_2} + E_{N_2} = E_{O_1} + E_{N_1} \quad \nu C_V (T_1 + T_2) = \nu C_V \, 2 T_{уст}$
$T_{уст} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{300\,K + 500\,K}{2} = 800\,K$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Заметим, ~~что~~ что $\Delta Q = E_{N2} - E_{N1} + A$
A – работа газа, совершённая азотом. (движение поршня)

Докажем, что давление постоянно.

$T_к$, $T_п$ – пара температур, которые имеют у кислорода и азота.
$V_к$, $V_п$ – соответствующие объёмы этим ~~в~~ температурам.

$$V_к P = \nu R T_к \qquad P = \frac{\nu R T_к}{V_к} = \frac{\nu R T_п}{V_п} \qquad \frac{T_к}{V_к} = \frac{T_п}{V_п}$$

~~Также~~ Также поймём, что рассуждения приводимые в 2) справедливы не только для T_1 и T_2. $T_{уст} = \frac{T_п + T_к}{2}$

~~З~~ Запишем для уст. режима: $V_{уст} P' = \nu R T_{уст}$

$$P' = \nu R \frac{T_к + T_п}{2} / V_{уст}$$

$V_{уст}$ – V установившееся. $V_{уст} = \frac{V_п + V_к}{2}$

$P' = \nu R \frac{T_к + T_п}{V_к + V_п}$, очевидно, что т.к. $\frac{T_к}{V_к} = \frac{T_п}{V_п}$,

то $P' = P \Rightarrow P = const$

Значит $A = P \Delta V$ $\quad \Delta V$ – изменение объёма азота.

$\Delta V = V_{уст} - V_N \qquad V_{уст} = \frac{V_0 + V_N}{2}$

$$\Delta V = \frac{V_0 + V_N}{2} - V_N = \frac{V_0 - V_N}{2} \qquad V_0 = \frac{V_N}{0,6}$$

$$\Delta V = \frac{1}{3} V_N \qquad PV_N = \nu R T_1$$

$$A = P\Delta V = P \cdot \frac{1}{3} V_N = \frac{1}{3} \nu R T_1$$

$$\Delta Q = \frac{1}{3}\nu R T_1 + \nu C_V T_{уст} - \nu C_V T_1 =$$

$$= \nu R\left(\frac{1}{3}T_1 + \frac{5}{2}T_{уст} - \frac{5}{2}T_1\right) = \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 300K + \right.$$

$$\left. + \frac{5}{2} \cdot 400K - \frac{5}{2} \cdot 300K\right) = \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot (100 + 1000 - 750) =$$

$$= 350 \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 = 150 \cdot 8{,}31 = 1246{,}5 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} \times\, 8{,}31 \\ 150 \\ \hline +\,4155 \\ 8310 \\ \hline 1246{,}50 \end{array}$$

Ответ: 1) $0{,}6 = \frac{V_N}{V_0}$

2) $T_{уст} = 400\,K$

3) $\Delta Q = 1246{,}5$ Дж

N3

Дано:

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

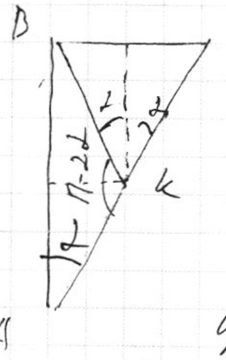
$\frac{E_2}{E_1}$ – ?

2) $\alpha = \frac{\pi}{7}$

$\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

$E_{полное}$ – ?



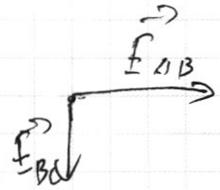
1) Заметим, что точка K лежит на середине BC и середине AB в проекции на эти отрезки (пл-ти). ⇒ ~~отдельное~~ отдельное поле каждой из этих пл-тей будет направлено ⊥ им ⇒ можно воспользоваться тем, что перпендикулярные составляющая электрического поля прямо пропорциональна углу обзора ⇒

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

=> Поле можно представить в виде суммы векторов

1 AB и BC соотв. E_{AB} – поле от AB

E_{BC} – поле от BC



$|\vec{E}_{BC}| = E\cdot 2\alpha$ $|\vec{E}_{AB}| = E\cdot(\pi - 2\alpha)$

$\alpha = \frac{\pi}{4}$ $|\vec{E}_{BC}| = \frac{E}{2}\pi$ $|\vec{E}_{AB}| = E\cdot(\pi - \frac{\pi}{2})$

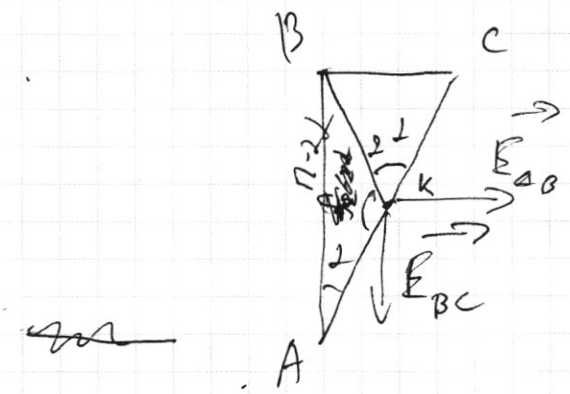
$|\vec{E}_{AB}| = \frac{E}{2}\pi$

$E_1 = |\vec{E}_{BC}| = \frac{E}{2}\pi$ $E_2 = |\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}| = \frac{\sqrt{2}E}{2}\pi$

$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$

2) ~~Кроме как угла поля~~ Как известно

$E_\perp = \Theta\sigma k$ $E_\perp$ – величина перп. поле от площади с ~~плотностью заряда~~ поверхностной плотностью заряда σ, которая видна из нашей точки под телесным углом Θ.



Телесный угол под которым видна бесконечная пл-ть

часть от полной пл-ти, которая видна.

$$|\vec{E}_{AB}| = \sigma_2 K \cdot 2\pi \cdot \frac{\pi - 2\alpha}{\pi}$$

$$|\vec{E}_{BC}| = \sigma_1 K \cdot 2\pi \cdot \frac{2\alpha}{\pi}$$

$E_{полное}$ — полная величина поля в точке K

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

$$= \sqrt{\left(\sigma \cdot k \cdot 2\pi \cdot \frac{\pi - 2\alpha}{\pi}\right)^2 + \left(2\sigma \cdot k \cdot 2\pi \cdot \frac{2\alpha}{\pi}\right)^2} =$$

$$= 2\sigma k \sqrt{(\pi - 2\alpha)^2 + (4\alpha)^2} =$$

$$\alpha = \frac{\pi}{7}$$

$$= 2\sigma k \sqrt{\left(\frac{5}{7}\pi\right)^2 + \left(\frac{4}{7}\pi\right)^2} = \frac{2\sigma k\pi}{7}\sqrt{41}$$

Ответ: 1) $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$ 2) $E_{полное} = \frac{2\sigma k\pi}{7}\sqrt{41}$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

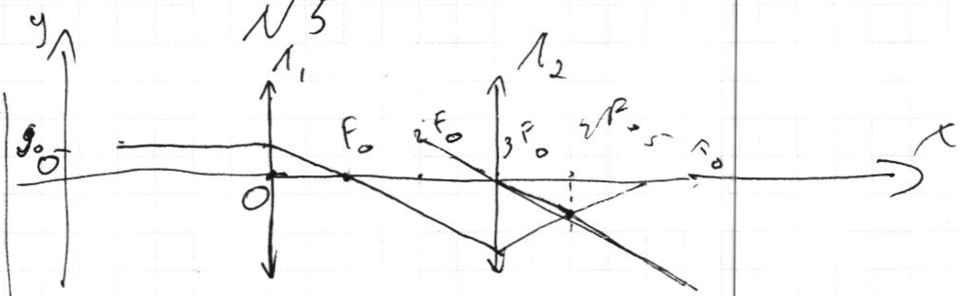
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:
Рисунок.
F_0, D, I_0
График
$I_1 = 3I_0/4$

Найти:
$Л_2$ D − ?
V − ?
t_1 − ?



Найдём точку, через которую будет проходить любой луч прошедший через обе линзы.

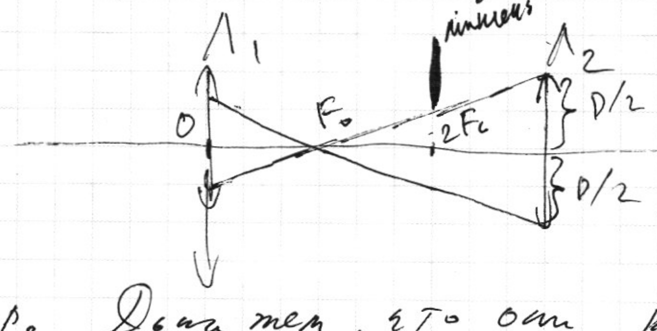
Пусть луч упал на $Л_1$ на высоте y_0 от оптической оси системы, тогда, т.к. луч || гл. опт. оси он пройдёт через фокус линзы $Л_1$ (точку F_0). На линзу $Л_2$ он упадёт на координате $-2y_0$ по оси Oy, т.к. расстояние от $Л_1$ до F в 2 раза меньше, чем от $Л_2$ до F_0. Чтобы найти куда попадёт луч дальше построим прямую проходящую через опт. центр $Л_2$ || преломлённому лучу и найти её координаты по оси Oy в точке $4F$ (точка фокуса для $Л_2$) это будет $-y_0$. Потому что она || нашему лучу, а у него ~~угол наклона~~ ~~$\mathrm{arctg}(-y_0$~~ тангенс наклона $\frac{-y_0}{F_0}$ т.к. стартует он из точки $(0, y_0)$, ~~???~~ а проходит фокус 1-ой линзы в точке $(F_0, 0)$ $\Rightarrow tg = \frac{0 - y_0}{F_0 - 0} = \frac{-y_0}{F_0}$.

Теперь строим прямую по точкам $(3F_0, -2y_0)$ и $(4F_0, -y_0)$ она пересечется с гл. ~~оп~~ оптической осью в точке $(5F_0, 0)$ $\Rightarrow$ расстояние от фокуса всех лучей прошедших сквозь обе линзы до $Л_2$ $= 5F_0 - 3F_0 = 2F_0$.

Если что-то непонятно смотреть рисунок на предыдущей странице.

2) Найдём диаметр ~~???~~ мишени.

~~Заметим, что все лучи~~



Здесь нарисованы граничные лучи, которые попадут на детектор. Доказ тем, что они распределены равномерно. Заметим, что они распределены равномерно в том, где они приходят. Также заметим, что то сечение, которое ~~???~~ пересекает мишень, уже лучей симметрично с ~~???~~ переворотом тому месту, где они приходят. А т.к. ни переворот ни симметрия не затрагивают интенсивность, то интенсивность будет распредел

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

равномерно. Значит световой поток и ток будут прямо пропорциональны не закрытой площади.

Полная площадь сечения светового потока в сечении мишени $=$ $= \pi\left(\frac{D}{4}\right)^2$, т.к. там диаметр в 2 раза меньше диаметра линзы (ср. линия $\triangle$-ка). $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ $k\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2 = I_0$ $\quad k$ – некий коэффициент

$k\left(\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2 - \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2\right) = I_1$

d – диаметр мишени.

$$\frac{k\left(\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2 - \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2\right)}{k\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2} = \frac{I_1}{I_0}$$

$$\frac{\frac{D^2 - 4d^2}{16}}{\frac{D^2}{16}} = \frac{3}{4}$$

$$1 - 4\left(\frac{d}{D}\right)^2 = \frac{3}{4}$$

$$\frac{d^2}{D^2} = \frac{1}{16} \qquad d = \frac{D}{4}.$$

Заметим, что мишень прошла расстояние равное своему диаметру за время τ_0. $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ $V\tau_0 = d = \frac{D}{4}$ $\qquad V = \frac{D}{4\tau_0}$

Заметим, что за время t_1 мишень (передний край мишени) ~~в~~ прошла диаметр сечения светового потока, в рассматриваемой им-ти, ~~где~~ ~~д~~ этот ~~д~~ диаметр равен половине диаметра линзы (было сказано ранее).

$$t_1 = \frac{D}{2} / V = \frac{D}{2} / \frac{D}{4\tau_0} = 2\tau_0$$

Ответ:

1) $2F_0$

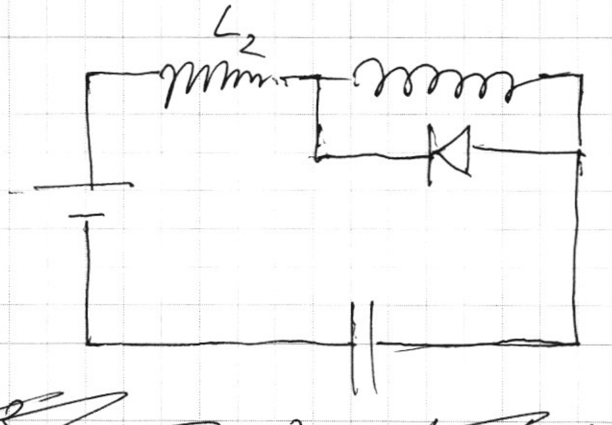
2) $\frac{D}{4\tau_0}$

3) $2\tau_0$

№4

Дано:
$L_1 = 2L$
$L_2 = L$
C
E

$T - ?$
$I_{m1} - ?$
$I_{m2} - ?$



~~Запишем ЗСЭ правило Кирхгофа~~

Рассмотрим эту схему по другому. ~~Пусть в начальный момент времени~~

Пусть у нас нет батарейки, но в начальный момент времени конденсатор заряжен ~~~~ до напряжения E (+ и - в ту же сторону, что и у батарейки). Поймём, почему это равносильная замена. Рассмотрим ~~напряжение~~ сумму напряжений на батарейке и конденсаторе в момент времени t.

Пусть за это время ~~прошёл~~ через катушки прошёл заряд q. Тогда $\Delta\varphi = E - \frac{q}{C}$

а в случае с заменой:

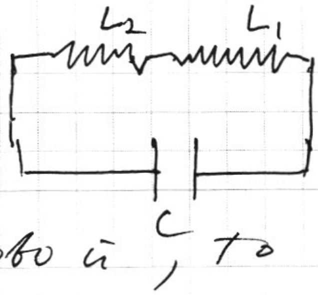
$\Delta\varphi = \frac{Q-q}{C}$, причём $\frac{Q}{C} = E$

$\Delta\varphi = E - \frac{q}{C}$ => замены равносильные

Q — начальный заряд конденсатора.

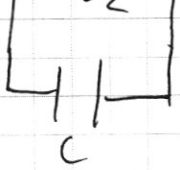
Т.к. элементы идеальные, то напряжение пробоя диода $= 0$. => когда ток течёт ~~в~~ по часовой стрелке, то схема такая:

(1)



, а когда против часовой, то такая:

(2)



. Тогда период колебаний в нашем контуре равен полусумме периодов колебаний в контурах (1) и (2).

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

T_1 — период в контуре (1)

T_2 — период в контуре (2)

~~Т.к.~~ Как известно:

$$T_1 = 2\Pi\sqrt{CL_1} \qquad T_2 = 2\Pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$$

$$T = \frac{2\Pi\sqrt{C}\cdot\left(\sqrt{L_1}+\sqrt{L_1+L_2}\right)}{2} = \Pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1}+\sqrt{L_1+L_2}\right)$$

2) ~~Заметим, что через L_1 ток не течёт в обратном направлении. $\Rightarrow$ так максимальный ток будет течь через неё, когда она в прямом напр~~

Заметим, что ~~через~~ на L_1 нет напряжения, когда ток ~~через~~ течёт против часовой стрелки $\Rightarrow$ $I=0$ в это время $\Rightarrow$ ток когда он течёт по часовой стрелке на L_1 $\geq$ чем когда против часовой.

~~Заметим, что $I_{M1} = \frac{q}{LC} = \frac{E}{L} = \frac{q}{(L_1+L_2)C} = \frac{EC}{(L_1+L_2)C} = \frac{E}{L_1+L_2}$~~

I_{max} в системе CL будет равно:

$$I_{max} = \omega q = \sqrt{\frac{1}{CL}}\, q$$

Приводя к нашему случаю:

$$I_{M1} = \sqrt{\frac{1}{C\cdot(L_1+L_2)}}\, q = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}, \text{ т.к. } q = CE$$

Для I_{m2} рассмотрим оба случая.

① $I_{m2} = q\sqrt{\frac{1}{C(L_2+L_1)}}$ ② $I_{m2} = q\sqrt{\frac{1}{CL_2}}$

Очевидно, что ② больше $\Rightarrow I_{m2} = q\sqrt{\frac{1}{CL_2}} = E\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

Ответ: 1) $\Pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1}+\sqrt{L_1+L_2}\right)$ 2) $E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$ 3) $E\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

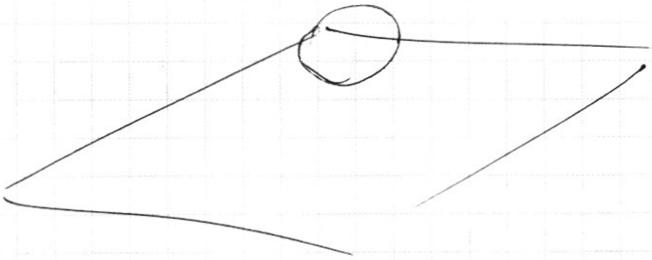
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

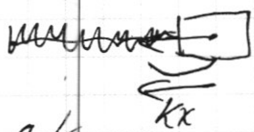
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



q

0

$\Phi = 2ES \qquad q = \sigma S$



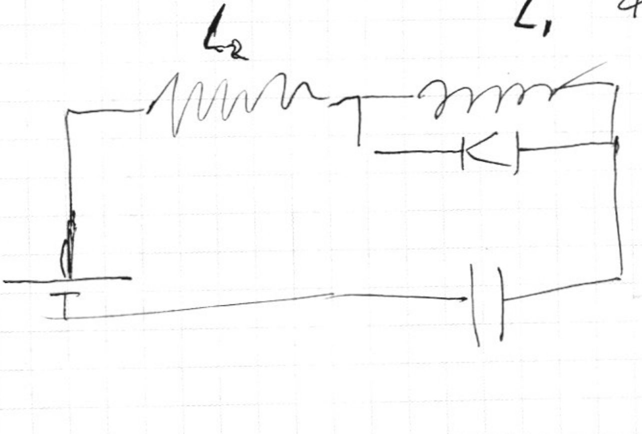
$\Phi(q) = \frac{kq}{R^2} \cdot 4\pi R^2 = 4\pi q k$

$\Phi = 4\pi\sigma \cancel{S} k = 2E\cancel{S}$

$2\pi\sigma k$

$E = 2L\dot{I} + L\dot{I} + \frac{q}{c}$

$q + 3CL\ddot{q} - EC = 0$

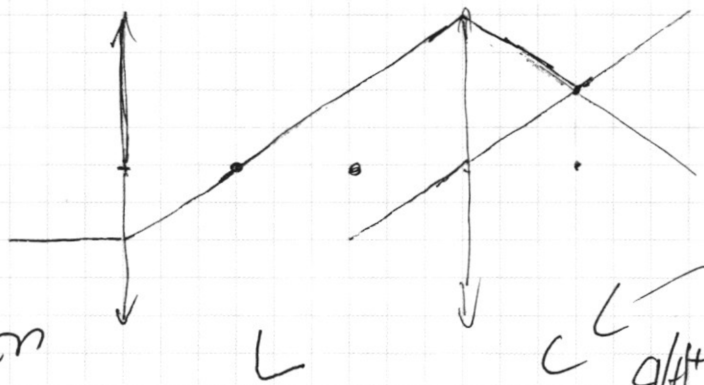


☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



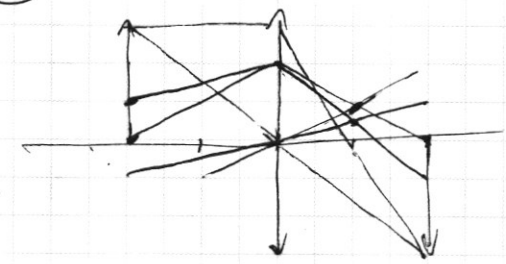
$CU = q$

$B \cdot \frac{A \cdot C}{B} = A \cdot C$

$\frac{q(t)}{C} + L\,\ddot{q}(t) = 0$

$B = \frac{A}{C} \cdot \frac{B \cdot C}{A}$

$q\cos(\omega t) - L\omega^2 q\cos(\omega t) = 0$



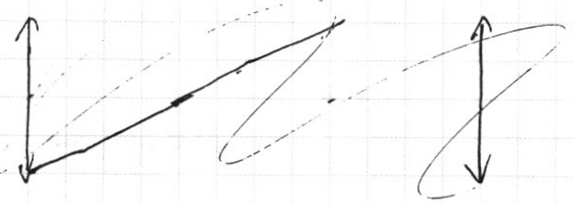
$\omega A \sin \omega t$

$A \cos \omega t$

$1 - \frac{L}{C}\omega^2 = 0$

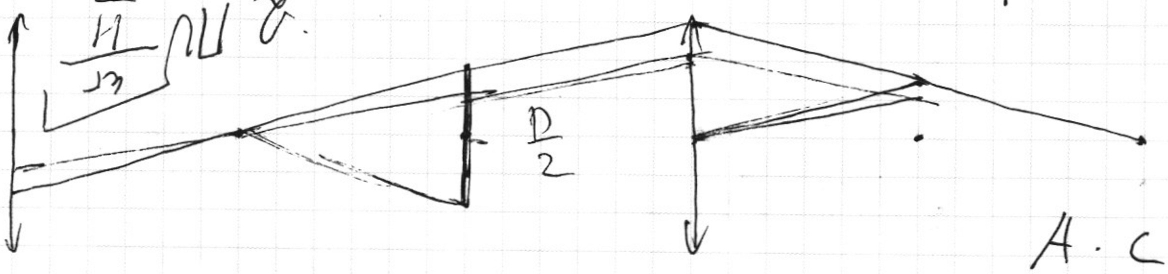
$C - L\omega^2 = 0$

$\omega = \sqrt{\frac{\cancel{?}}{CL}}$



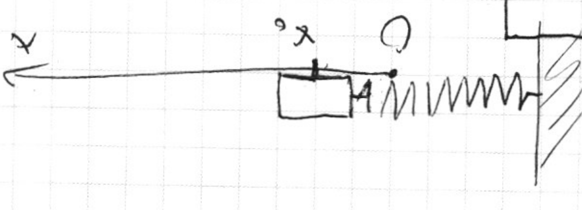
$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{H}}$



$\frac{A \cdot C}{B}$

$kx + m\ddot{x} = 0$



$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)