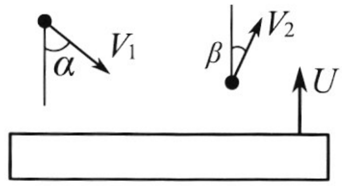
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

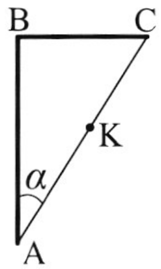
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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.

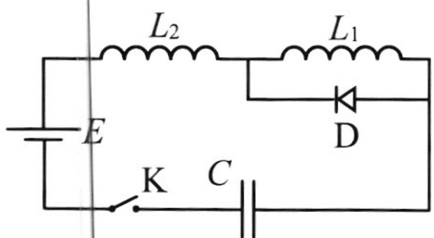
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



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.



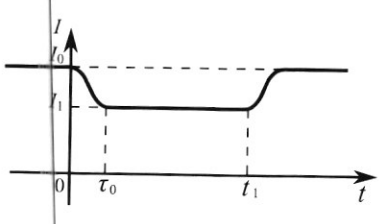
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

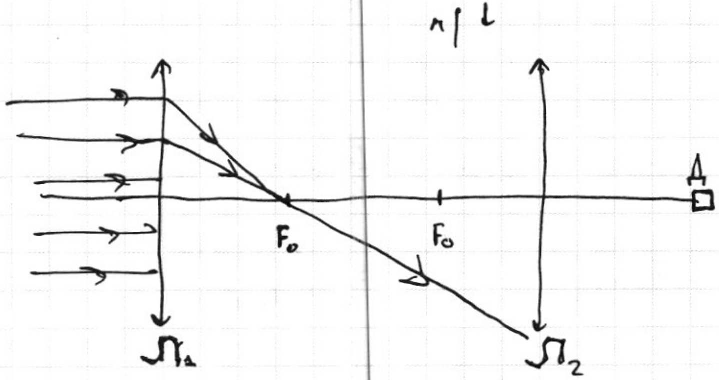
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5.

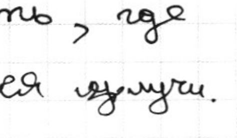


Рассмотрим ход лучей, заметим, что параллельные лучи у нас дальше идут через фокус $Л_1$, а далее взаимодействуют с $Л_2$, соответственно для второй линзы ~~вода~~ выглядит как будто на расстоянии $2F_0$ от неё стоит источник на ГО. А значит, по формуле тонкой линзы можно рассчитать, где стоит детектор, поскольку в нём собираются лучи.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{2F_0^2}{F_0} = 2F_0$, эту же формулу мы и вначале употребили, сказав, что $d \to \infty$, тогда $f = F_0$.

Теперь посмотрим, какие лучи попадают в Д.

Заметим, что те лучи, которые в $Л_1$ попадают на расстояние $x > \frac{D}{2}$ от ГО, в $Л_2$ не попадают, как и в Д, т.к. у нас 2 подобных Δ с коэф. 2. А катет $CD \leq D$, значит $AB \leq D/2$, значит нас интересуют только лучи, идущие не более, чем в $D/2$ от ГО.



У нас $N \sim I$, при этом $N \sim P \cdot S$, где P - интенсивность. Тогда $\frac{I_0}{I_1} = \frac{P \cdot S_0}{S_1}$, S_0 - площадь участка на расстоянии F_0 от $Л_2$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

А S_1 - ~~пл~~ площадь этого же участка, но минус площадь мишени, которая на протяжении времени $t_1 - \tau_0$ ~~полностью перек.~~ перекрывает всеми своими частями некоторые лучи, попадающие в Д.

~~Тогда~~ ~~Sо~~ На расстоянии F_0 от $Л_2$ лучи ~~Sо~~ не далее, чем в $\frac{D}{2}$ от SO попадают в $Л_2$.

Тогда $\frac{S_0}{S_1} = \frac{\cancel{\pi} D^2 \cdot 4}{4 \cancel{\pi} (D^2 - d^2)}$, где d - диаметр мишени.

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{D^2}{D^2 - d^2} \Rightarrow (I_0 - I_1) D^2 = I_0 d^2$$

$$\frac{1}{4} \cancel{I_0} D^2 = \cancel{I_0} d^2$$

$$\Downarrow$$

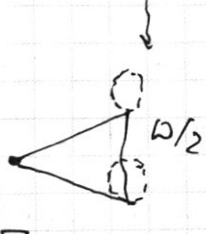
$$d = \frac{D}{2}$$

~~Тогд~~ Тогда получается, что за время τ_0 мишень прошла путь, равный своему диаметру $\Rightarrow$

$v\tau_0 = \frac{D}{2} \Rightarrow$ ~~$\tau_0 = D$~~ $v = \frac{D}{2\tau_0}$

Найдём время t_1 - это ~~этот~~ то время, за которое ~~м~~ мишень прошла путь от момента вступания в зону, где он перекрывает какие-то лучи, идущие в Д, до момента, когда только краешком вышла из этой зоны, то есть путь, равный ~~2D~~ $2 \cdot \frac{D}{2} = D$

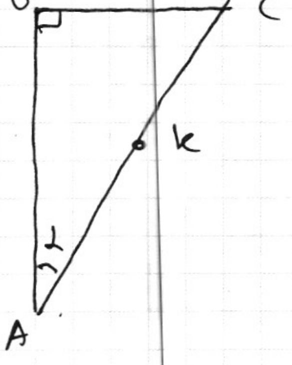
$t_1 = \cancel{\frac{D \cdot 2\tau_0}{D}}\ \frac{D}{v} = \frac{D \cdot 2\tau_0}{D} = 2\tau_0$



Ответ: ~~Sм~~ S между $Л_2$ и детектором $= 2F_0$;
$v = \frac{D}{2\tau_0}$; $t_1 = 2\tau_0$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

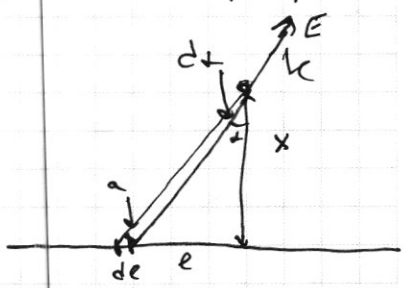


Задача №3.

Итак, ~~по~~ заметим, что раз K- середина AC, то напряжённость поля от BC и от AB направлена перпенд. BC и AB соответственно.

~~Найдём в I случае~~ Выведем, как считать поле от пластины шириной d, ~~видной~~ видимой из точки на ~~серпер~~ серпер. плоскости на расстоянии ~~x~~.

Для этого проинтегрируем по углу тонкие ~~про~~ провода.



Рассмотрим тонкий провод dl,

E от проводе на ~~8~~ расстоянии r

по т. Гаусса $E\cdot 2\pi r\cancel{dx} = \frac{\rho\cancel{dx}}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\rho 4\pi k}{2\pi r} = \frac{2\rho k}{r}$, где $\rho = \sigma dl$ для нас.

Тогда выразим $a = dl\cdot\cos\alpha$ через $d\alpha$, тогда

$\sqrt{x^2+l^2}\cdot d\alpha = dl\cdot\cos\alpha \Rightarrow dl = \frac{\sqrt{x^2+l^2}\,d\alpha}{\cos\alpha}$, тогда

dE от этого провода $= \frac{2\sigma k}{\sqrt{x^2+l^2}}\cdot\frac{\sqrt{x^2+l^2}\,d\alpha}{\cos\alpha}$, но нас интересует $E\perp$ пластины, т.к. у нас K на сер.пер. плоскости.

$dE = 2\sigma k\,d\alpha \Rightarrow E = \int_{-\beta}^{\beta} 2\sigma k\,d\alpha = 4\beta\sigma k$.

Заметим, что в 1 пункте у нас $\angle BAC = \angle BCA = 45^\circ$, а значит из K и BC и AB равна под углом $\measuredangle 90^\circ$. Тогда вначале

$E = 2\cdot\frac{\pi}{2}\sigma k$, а затем $\sqrt{E^2+E^2} = \sqrt{2}\cdot E$, т.к. у нас ~~такой~~ той же поверхностной плотностью заряда пластина AB.

Тогда E увеличилось в $\frac{1}{\sqrt{2}}$ раз

Во втором пункте

$E_{BC} = 4\alpha \cdot 2\sigma_1 k = 8\alpha\sigma k = \frac{8\pi\sigma k}{7}$

$E_{AB} = 4\cdot\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\sigma_2 k = 4\cdot\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{7}\right)\sigma k = 4\cdot\left(\frac{5\pi}{14}\right)\sigma k =$

$= \frac{10\pi\sigma k}{7}$

Тогда $E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\pi\sigma k}{7}\sqrt{10^2+8^2} =$

$= \frac{\sigma k\pi}{7}\sqrt{164} = \frac{\sigma k\pi\cdot 2}{7}\sqrt{41}$.

Ответ: увеличится в $\frac{1}{\sqrt{2}}$ раз $\approx 0,7$; $E_K = \sigma k\pi\cdot\frac{2\sqrt{41}}{7} \approx$
$\approx 1,8\cdot\sigma k\pi$.

Задача №1.

$V_1 = 8$ м/с

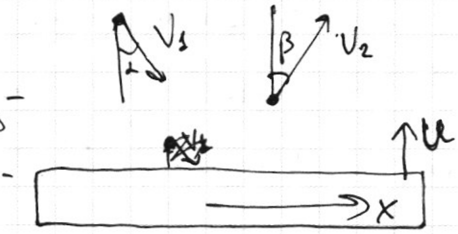
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$\sin\beta = \frac{1}{2}$

V_2 - ?

$U_{пр.}$ - ?

Заметим, что раз пластинка ~~как~~ гладкая, то в момент удара действовала только сила N, направленная $\parallel \vec{U}$, а значит по Ox у нас скорость шарика осталась той же.



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

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

Теперь найдём возможные значения U плиты:

У нас удар был неупругий => часть энергии перешла в тепло,

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение задача №1.

но поскольку плита массивная, можно считать, что U - const до и после.

Во-первых у нас $U \leq V_2 \cdot \cos\beta \approx \frac{2\sqrt{3}}{2} \cdot 12 = 6\sqrt{3}$ м/с

Закон Ньютона в диф. форме:

$\vec{F}dT = m d\vec{U}$

~~Ndt~~ $\vec{N}dt = m d\vec{U}$

То есть $\vec{dp_x}$ нашего шарика $= m \cdot (V_2 \cos\beta + V_1 \cdot \cos\alpha)$

При этом ~~$V_2\cos$~~ $V_1\cos\alpha + U \leq V_2 \cos\beta$ можно пересесть в СО плиты, и тогда

Ответ: $V_2 = 12$ м/с; $U \leq 6\sqrt{3}$ м/с.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача №2.

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$R = 8{,}31$ Дж/моль·К

$C_V = 5R/2$

$\frac{V_1}{V_2}$ - ?

T_K - ?

Q - ?

В начальный момент времени у нас

$\nu R T_1 = P V_1$

$\nu R T_2 = P \cdot V_2$, поскольку равновесие

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$$

Что у нас происходит: начинается уравнивание температур. В конце у нас объёмы становятся равными, т.к. P одинаковые, как и T.

$\nu R T_K = P_K \frac{V_1+V_2}{2}$ для обоих

$\cancel{\nu R T_K = P_K V}$ пусть $P_K = \alpha P$, тогда

Для 2. PV изменилось в $\alpha \cdot \frac{4}{5}$, значит $T_K = \alpha \cdot \frac{4}{5} T_2$, а для 1. в $\alpha \cdot \frac{4}{3}$, значит $T_K = \alpha \cdot \frac{4}{3} T_1$. У нас система изолирована и энергия ~~вся у нас~~ у нас const вначале и в конце. Т.к. А поршень скользит без трения, то есть $A_{кислорода} = A_{азотом}$. => $U_1 + U_2 = 2U_K$ газа

$\nu R T_1 + \nu R T_2 = 2 \nu R T_K$ => $T_K = \frac{T_1+T_2}{2} = 400K$.

Найдём Q, ~~раз~~ ~~у нас~~ У нас $dQ = dU + dA$, где $dU = \frac{5}{2}\nu R dT$, т.к. $i=5$. Найдём dA, у нас поскольку процесс медленный $P \sim const$ весь процесс.

$dQ = C_p dT = (C_V + R) \cdot dT = \frac{7}{2} R \cdot \nu \cdot (T_2 - T_K) = 100 \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8{,}31 =$

$= 831 \cdot 1{,}5 \approx 1246{,}5$ Дж

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$ (объём азота к об. O_2); $T_K = 400K$; $Q \approx 1246{,}5$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

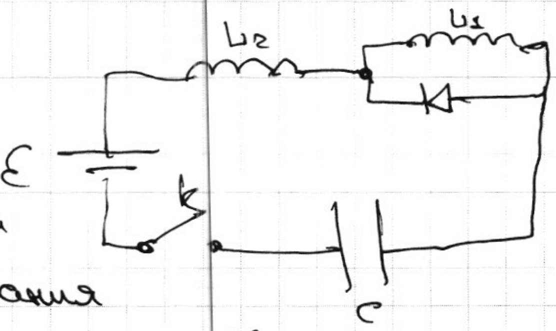
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4.

$L_1 = 2L$

$L_2 = L$



Когда замкнули ключ, у нас до момента, когда $U_C = \mathcal{E}$ идут колебания

$\mathcal{E} = (L_2 + L_1) \cdot \dot{I} + \frac{q}{C} = (L_2 + L_1)\ddot{q} + \frac{q}{C}$, тогда

$T_1 = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{3LC}}} = 2\pi\sqrt{3LC}$, то есть прошло

время $t = \frac{T_1}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{3LC}$.

Затем у нас U на $L_1 = 0$ и начинает работать диод, то есть ток на $L_2 \downarrow$, а на L_1 оставаться I, т.к. будет течь через L_1 I на L_1, и недостающий до I_{max} будет течь через диод. Тогда здесь будут колебания вида

$\mathcal{E} = L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C}$, то есть $\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$, тогда у нас здесь дальше ~~будут~~ будет ток:

Дойдёт до амплитудного U на C, затем по-прежнему будет работать диод, и ток на L_1 равный I_{max}, до момента, когда I на L_2 не будет 0 опять, то есть пройдёт $\frac{3T_2}{4} = \frac{3}{4} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{LC} = \frac{3}{2}\pi\sqrt{LC}$, а затем опять будет контур из L_2 и L_1 и $\frac{1}{4}T_1$. То есть

$T = \frac{1}{4}T_1 + \frac{3}{4}T_2 = \frac{3}{2}\pi\sqrt{LC} + \frac{\pi}{2}\sqrt{3LC} = \frac{\pi\sqrt{LC}}{2}(3+\sqrt{3})$

Тогда у нас I_{m2} будет равен I_{max} в первый момент, т.к. затем энергия на катушке L_1 ~~будет~~ будет быстрее увелич.

т.к. $E_L \sim I^2$.

Тогда ~~Δ~~ найдём I_{m2}

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{3L I_{max}^2}{2} \Rightarrow C\mathcal{E}^2 = 3L I_{max}^2$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{I_{max} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{3L}}}$$ также и на L_1.

Ответ: $T = \frac{\pi\sqrt{LC}}{2}(\sqrt{3}+3)$; $I_{m1} = I_{m2} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{3L}}$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{3}(\sqrt{3}-1)^2 + \mathcal{E}\cdot C\cdot\left(\mathcal{E}\left(1-\sqrt{3}+1\right)\right) = \frac{LI^2}{2} + L(I_m+I)^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{3}(\sqrt{3}-1)^2 + C\mathcal{E}^2\cdot(2-\sqrt{3}) = \frac{LI^2}{2} + L\frac{C\mathcal{E}^2}{3L} + \cancel{2L}\, LI^2 + 2LI\cdot\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}} +$$

$$C\mathcal{E}^2 - \cancel{C\mathcal{E}^2}\frac{C\mathcal{E}^2}{3} - \frac{C\mathcal{E}^2\, 2\sqrt{3}}{3} + C\mathcal{E}^2 2 - C\mathcal{E}^2\sqrt{3} = \qquad + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$= 1{,}5LI^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{3} + 2I\cdot\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2 L}{3}}$$

$$3C\mathcal{E}^2 - \frac{2C\mathcal{E}^2}{3} - \frac{C\mathcal{E}^2}{3}(8\sqrt{3}) = \cancel{3}L(\cancel{1{,}8}$$

$$\frac{7-5\sqrt{3}}{3}C\mathcal{E}^2 \qquad 1{,}5LI^2 + 2I\cdot\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2 L}{3}} + \frac{5\sqrt{3}-\cancel{12}\,7}{3}C\mathcal{E}^2$$

$$dP = \frac{\nu R dT}{V_1} \qquad \Delta = \frac{4}{9}C\mathcal{E}^2 L - \frac{6L(5\sqrt{3}-7)}{3}C\mathcal{E}^2 =$$

dT

$$= C\mathcal{E}^2 L\left(\frac{4}{9} - 10\sqrt{3} + 14\right)$$

dQ

νR

$415{,}5\cdot 3 = 1245$

$1246{,}5$

↓ ↑

$$8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7} \qquad 6\sqrt{3}$$

$\sqrt{7}$ $3\sqrt{3}$

☑ 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

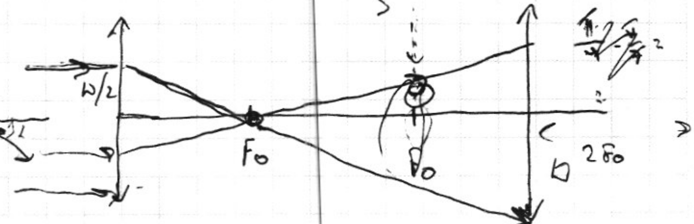
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I_1 = \frac{3I_0}{4}$

$\frac{\pi D^2}{4} = S$

$4 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot k\sigma = \pi k\sigma = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$



$\frac{\sigma}{4\varepsilon_0} \quad 4 \cdot \frac{\pi}{7} k\sigma$

$\frac{\pi D^2}{4} = S$

$N = \frac{\pi D^2}{4} \cdot k$

$N = k \cdot \left(S - \frac{\pi D^2}{4}\right)$

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

$\frac{I_0}{I_1} = \frac{D^2}{D^2 - d^2}$

$I_0 D^2 - I_1 D^2 = I_0 d^2$

$\frac{1}{4} I_0 D^2 = I_0 d^2$

$\frac{D}{2} = d$

$v\tau_0 = \frac{D}{2}$

$v = \frac{D}{2\tau_0}$

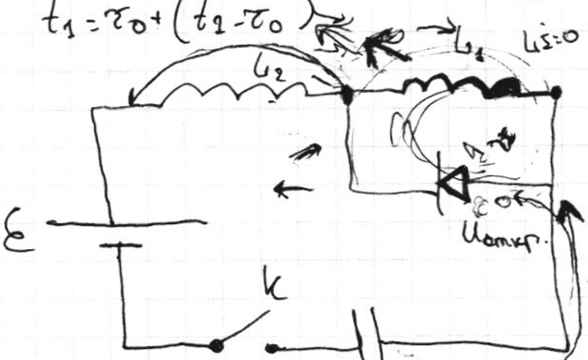
$I \sim N$

$dE = \frac{2k \cdot \sigma \cdot \sqrt{r^2 + x^2} \cdot d\alpha}{\cos\alpha \cdot \sqrt{r^2+x^2}} \cdot \cos\alpha$

$\int_{-\beta}^{\beta} = 2\beta \cdot 2k\sigma = 4\beta k\sigma$

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

$t_1 = \tau_0 + (t_2 - \tau_0)$



$L_1 = 2L$

$L_2 = L$

$C, \mathcal{E}$

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

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

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

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

$E = \frac{\rho}{\varepsilon_0 \cdot 2\pi r}$, $\varepsilon_0 = 4\pi k$

$= \frac{2k\rho}{r}$

$k \cdot \frac{\sigma\, dl \cdot \cos\alpha}{r^2 + l^2} \cdot \cos\alpha = k \frac{\sigma\, dl}{r^2 + l^2}$

$\frac{k\sigma\, dl \cdot \cos^2\alpha}{r^2 + l^2}$

$dE = \frac{2k \cdot \sigma dx}{\sqrt{r^2+x^2}} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{2k\sigma\, dx\, r}{r^2 + x^2}$

$dE = \frac{k \cdot \rho \sqrt{r^2+l^2} \cdot d\alpha}{\cos\alpha \cdot (r^2+l^2)} \cdot \cos\alpha = \frac{k\rho \cdot d\alpha \cdot \cos\alpha}{r} = \int \frac{2k\rho}{r} \qquad \frac{2k\rho}{r} = E$

$\sqrt{r^2+x^2} \cdot d\alpha = dx \cdot \cos\alpha$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\nu = \frac{3}{7}$

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

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

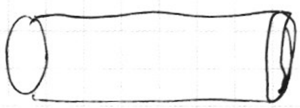
$R = 8{,}31$ Дж/моль·К

$\frac{V_1}{V_2}$ - ?

T_k - ?

ΔQ - ?

P P



$-dT$ $+dP$

$\nu RT_1 = P \cdot V_1$

$\nu RT_2 = P \cdot V_2$

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

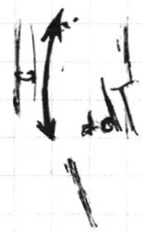
$\frac{\nu RT_1 + \nu RT_2}{P} = const.$

$\nu RT_k = P \cdot V_k$ $\frac{V_1+V_2}{2}$

$\nu RT_k = P \cdot \frac{V_1+V_2}{2}$

$2\nu RT_k =$

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

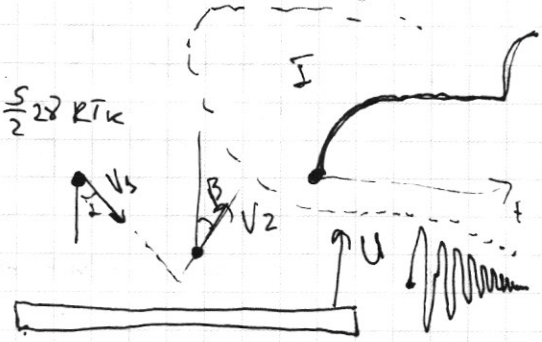


$dA = PdV$

$U = \frac{i}{2}\nu RT$

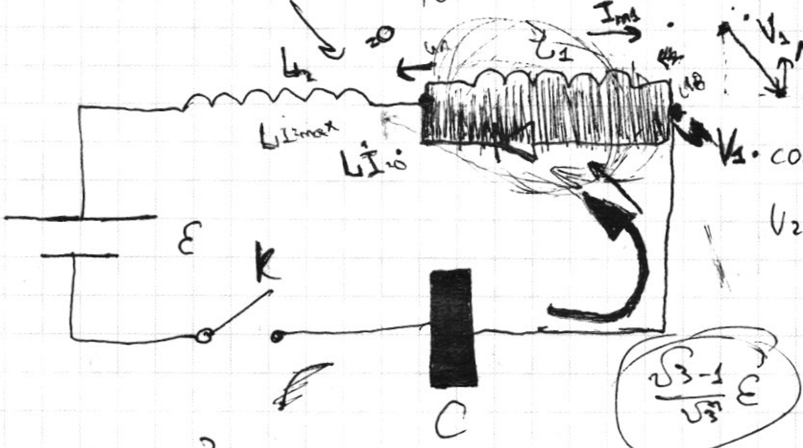
$U_1 + U_2$ - const $\frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2} 2\nu RT_k$

$dQ = dU = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_k)$ $T_k = 400K$



$(L_2 + L_1)\dot{I} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$ $U_0 = L\dot{I}$

$L_1\dot{I} = 0$



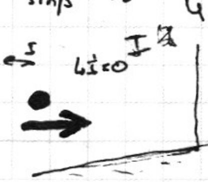
$U < V_1 \cdot \cos\alpha + V_2 \cdot \cos\beta =$

$= V_1 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} + V_1 \frac{\sqrt{7}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$,

$= V_1 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4}(\sqrt{3}+1)$

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

$V_2 = V_1 \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin\beta} = V_1 \cdot \frac{\sqrt{7} \cdot 2}{4 \cdot 1} = V_1 \cdot \frac{\sqrt{7}}{2}$



$\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}}\mathcal{E}$

$\frac{C\mathcal{E}^2}{3}(\sqrt{3}-1)^2 =$

$\frac{3LI^2}{2} + \frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{2} = C\mathcal{E}^2$ $\frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{3} \cdot (\sqrt{3}-1)^2 = \frac{LI^2}{2} + 2L\frac{(I_m + I)^2}{2}$ $\frac{\sqrt{6}}{6} \cdot \sqrt{2}$ $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{6}}$

$3LI^2 = C\mathcal{E}^2 \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}$

$\frac{CU_{max}^2}{2} + \frac{2LI^2}{2} = \frac{\mathcal{E} \cdot CU_{max}}{}$

$\frac{U_{max}^2}{2} + \frac{2\mathcal{E}^2 L}{2 \cdot 3L} = \mathcal{E} U_{max}$.

$U_{max} = \frac{6\mathcal{E} \pm \sqrt{6 \cdot 2\mathcal{E}^2}}{6}$

$= \mathcal{E} \pm \frac{\sqrt{3}}{3}\mathcal{E}$

$\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}\mathcal{E}$

$3U_{max}^2 - 6\mathcal{E}U_{max} + 2\mathcal{E}^2 = 0$

U_{max}.

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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