Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

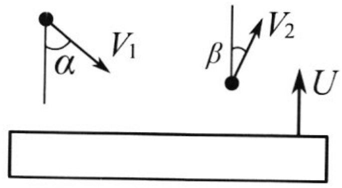
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 12$ м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \dfrac{1}{2}\right)$ 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.



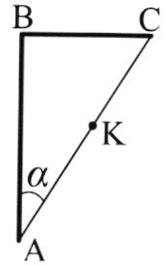
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ К, а азота $T_2 = 550$ 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 водорода и азота.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

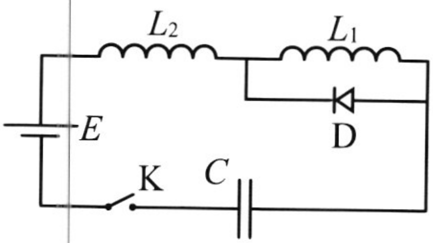
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

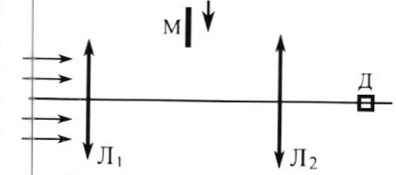
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

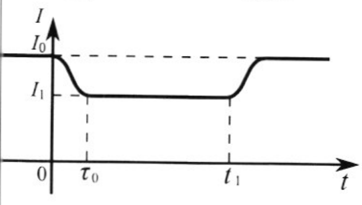
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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 фокусными расстояниями $3F_0$ 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). $I_1 = 5I_0/9$.





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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

Дано:

$v_1 = 12 \frac{м}{с}$

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

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

1) V_2 - ?

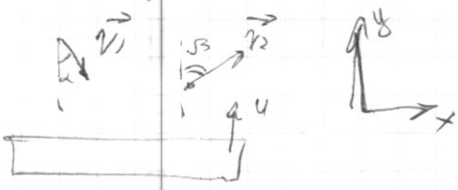
2) u - ?

Решение:

1) Т.к. плита гладкая, вдоль её поверхности выполнится ЗСИ:

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

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$



$$v_2 = 12 \frac{м}{с} \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = 18 \frac{м}{с}$$

2) Т.к. удар абсолютно упругий u лежит в диапазоне между u при абсолютно упругом — u_2 и u при абсолютно неупругом ударе — u_1

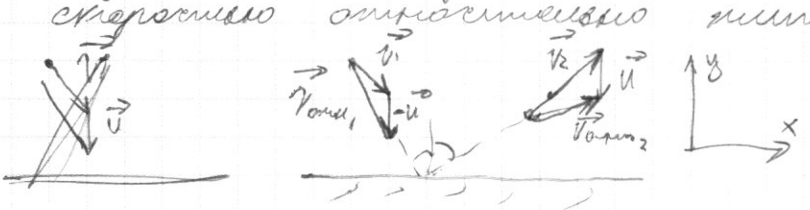
Для u_1, шар полностью прилипнет к пластине, которая в силу массивности не поменяет скорость, т.е.

$$V_{2y} = u_1$$

$$V_2 \cos\beta = u_1$$

$$u_1 = V_2 \cos\beta = 18 \frac{м}{с} \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = 12\sqrt{2} \frac{м}{с}$$

В случае u_2, шар отразится с той же скоростью относительно плиты:



$$\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{u}$$

$$\vec{V}_{отн_1} = \vec{V_1} - \vec{u}$$

$$\vec{V}_{отн_2} = \vec{V_2} - \vec{u}$$

$|\vec{V}_{отн_1}| = |\vec{V}_{отн_2}|$ т.к. удар упругий

Си-ма $\begin{cases} |V_{отн_1 y}| = V_{отн_2 y}| \\ |V_{отн_1 x}| = |V_{отн_2 x}| \end{cases}$ $\longrightarrow$ $v_1 \cos\alpha + u_2 = v_2 \cos\beta - u_2$

$$u_2 = \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2}$$

$$U_2 = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$$

$$U_2 = \frac{\cancel{18}\ 12\sqrt{2}\,\frac{м}{с} - 12\,\frac{м}{с}\cdot\sqrt{1-\frac{1}{4}}}{2}$$

$$U_2 = \cancel{6(\sqrt{2}}\ \frac{12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}}{2}\ \left(\frac{м}{с}\right)$$

$$U_2 = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}\ \left(\frac{м}{с}\right)$$

Т.е.

$\cancel{U_1 \le U \le U_2}$ $\qquad$ $U_2 < U \le U_1$

$\cancel{U_2 \le U \le U_1}$ $\qquad$ $\sqrt{72} - \sqrt{27} < U \le \sqrt{288}$

$\cancel{\sqrt{72} - \sqrt{27} \le U \le \sqrt{288}\ \left(\frac{м}{с}\right)}$

Ответ: 1) $18\,\frac{м}{с}$; 2) $(\sqrt{72} - \sqrt{27};\ \sqrt{288}]\ \frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.

Дано:

$\nu = \frac{6}{7}$ моль

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

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$T_{10} = 350$ K

$T_{20} = 550$ K

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

2) T_k - ?

3) Q - ?

Решение:

1) Т.к. поршень двигался медленно, процесс квазистационарный и тогда для начального момента

$$\begin{cases} p_1 = p_2 \\ p_1 V_{10} = \nu R T_{10} \\ p_2 V_{20} = \nu R T_{20} \end{cases} \rightarrow \frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_{10}}{T_{20}} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$$

2) Т.к. сосуд изолирован:

$$0 = A_{сис} + \Delta U_{сис} \quad т.к. \ ~~сист. вну~~ \ A_1 = -A_2 \quad A_{сис} = 0$$

$$0 = \Delta U_{сис}$$

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$$

$$C_V \nu (T_{20} - T_k) = C_V \nu (T_k - T_{10})$$

$$T_k = \frac{T_{10} + T_{20}}{2} = 450 \text{ K}$$

3) В ~~лю~~ любой момент времени:

$$\begin{cases} \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad и \quad V_1 + V_2 = V_0 = const. \\ \quad и \quad T_{10} + T_{20} = 2T_k \\ T_1 - T_{10} = T_{20} - T_2 \quad т.к. \ \Delta U_1 = -\Delta U_2 \end{cases}$$

Сл-но:

$$\frac{V_1}{V_0 - V_1} = \frac{T_1}{2T_k - T_1}$$

$$\left(2\frac{T_k}{T_1} - 1\right) V_1 = V_0 - V_1$$

$$V_1 = \frac{V_0}{2T_k} \cdot T_1$$

Т.к. $\frac{V}{T} = const.$ следовательно ~~сл-но~~ процесс изобарный

Тогда $Q_1 = P_1 \Delta V_1 + \Delta U_1$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

в начале

$$\begin{cases} p_{10} V_{10} = \nu R T_{10} \\ \text{в конце} \\ p_{10} V_{1k} = \nu R T_{k} \end{cases}$$

$\Delta U_1 = C_V \cancel{R} \nu (T_k - T_1)$

$A_1 = p_{10} \Delta V = \cancel{\nu R (T_k} \; p_{10} V_{k} - p_{10} V_{10} =$

$= \nu R (T_k - T_{10})$

$Q_1 = \Delta U_1 + A_1 = (C_V + R) \nu (T_k - T_{10})$

$Q_1 = \frac{\nu}{2} (C_V + R)(T_{20} - T_{10})$

$\cancel{Q_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{6}{7} + 1\right)}$ $Q_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{7} \cancel{\text{моль}} \cancel{\frac{9}{2} R} \; \frac{7}{2} R \cdot (550 K - 350 K)$ Дж

$\cancel{Q_1 = \frac{3}{2} \cdot 200 (\text{Дж}) = 300 \text{ Дж}}$ $Q_1 = 300 \cdot 8{,}31$ Дж $= 2493$ Дж

Ответ: 1) $\frac{7}{11}$; 2) $450\, K^\circ$; 3) ~~300 Дж~~ 2493 Дж

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.

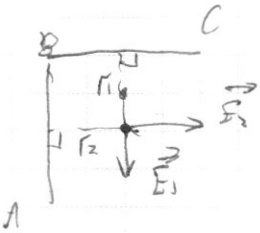
Дано: α, l

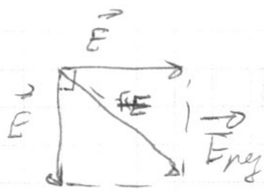
1) η – ?

2) E – ?

Решение:

1) Т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$, $AB = BC$, т.е. обе пластины, если заряжены одинаково, создают одинаковое поле, которое в силу симметрии перпендикулярно пластинам (*)

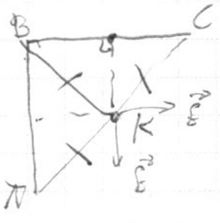




$r_1 = r_2 \Rightarrow E_1 = E_2$

$E_{рез} = E\sqrt{2}$

Т.к. *



Т.к. K – середина гипотенузы, $BK = KC = AK$, сл-но K – ~~симметрична оси~~ расположена на оси симметрии пластин, т.е. поле в точке K от любой пластины перпендикулярно этой пластине.

$$\eta = \frac{E_2}{E_1} = \frac{E_{рез}}{E} = \sqrt{2}$$

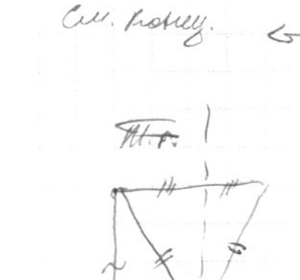
2) Для поля, создаваемого заряженной поверхностью в некоторой точке пространства верно, что:

см. конец. ← $E_\perp = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \Omega$ где σ — пов. плотность заряда поверхности

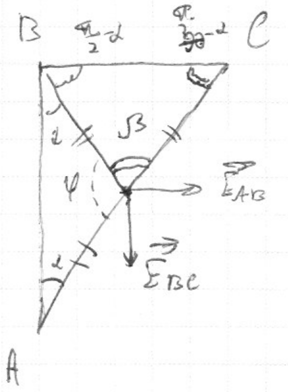
Ω — телесный угол под которым видна эта поверхность из ~~данной~~ точки данной

$E_\perp$ — составляющая поля, перпендикулярная поверхности, создающей поле

Т.к.



Т.к. и в этом случае K находится на оси симметрии, всё поле в этой точке будет представлено перпендикулярной составляющей



~~Для E_{BC}:~~

$$E_{BC}=\frac{3b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\Theta_{BKC}\qquad \frac{\Theta_{BKC}}{\Theta_{полн.}}=\frac{\sqrt{3}}{2\pi}$$

$$E_{BC}=\frac{3b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{4}{5}\pi=\frac{3b}{5\varepsilon_0}\qquad \frac{\Theta_{BKC}}{4\pi}=\frac{\sqrt{3}}{2\pi}$$

$$\Theta_{BKC}=2\sqrt{3}=$$

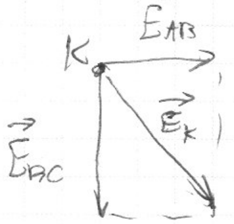
$$E_{AB}=\frac{b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\Theta_{AKB}$$

$$=2\left(\pi-2\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\right)$$

$$\frac{\Theta_{AKB}}{4\pi}=\frac{\varphi}{2\pi}\qquad =\cancel{2}\,4\alpha=\frac{4}{5}\pi$$

$$\Theta_{AKB}=2\varphi=2(\pi-2\alpha)=2\pi-4\alpha=\frac{10\pi}{5}-\frac{4\pi}{5}=\frac{6\pi}{5}$$

$$E_{AB}=\frac{b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{6\pi}{5}=\frac{3b}{10\varepsilon_0}=\frac{E_{BC}}{2}$$

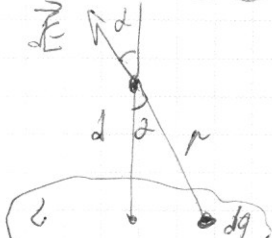


$$\vec{E}_K=\sqrt{E_{AB}^2+E_{BC}^2}=\frac{b}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{9}{25}+\frac{9}{100}}=\frac{b}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{45}{100}}$$

$$E_K=\frac{3b}{10\varepsilon_0}\sqrt{5}$$

~~Ответ: 1) $\sqrt{2}$; 2) $\frac{3\sqrt{5}}{10}\cdot\frac{b}{\varepsilon_0}$~~

Д-во: $E_\perp=\frac{b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\Theta$:



$$E_\perp=\Sigma\, dE\cdot\cos\alpha=\int\frac{b\,dS}{4\pi\varepsilon_0\cdot r^2}\cdot\frac{d}{r}$$

$$=\frac{b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\int\frac{d}{r^3}\cdot dS=\frac{b}{4\pi\varepsilon_0}\int d\Theta=\frac{b}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\Theta$$

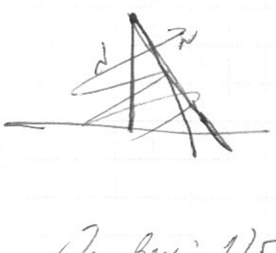
т.к.

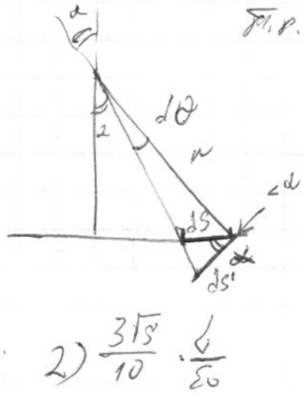
$$d\Theta\cdot r^2=dS'$$

$$dS'\cdot\cos\alpha=dS$$

$$d\Theta\cdot r^2\cdot\frac{r}{d}=dS$$

$$\frac{d\cdot dS}{r^3}=d\Theta$$





Ответ: 1) $\sqrt{2}$; 2) $\frac{3\sqrt{5}}{10}\cdot\frac{b}{\varepsilon_0}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:

F_0

I_0

D

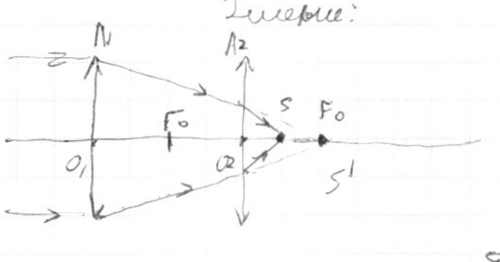
τ_0

1) d_2 - ?

2) V - ?

3) t_1 - ?

Решение:



1) Если бы не ~~линза~~ Л$_2$, лучи бы попали в ~~$3F_0$ от Л1~~ S' т.е.

S' — мнимое изображение S

Тогда

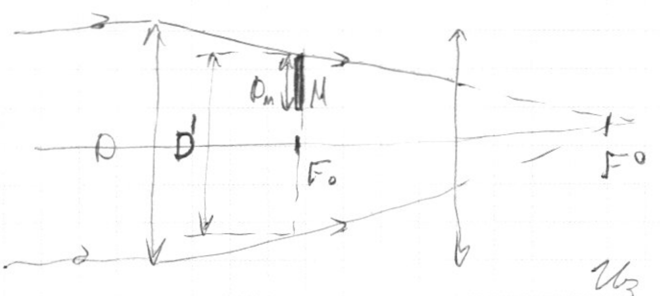
$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{O_2S'} = \frac{1}{F_0}$$

$$\frac{1}{d_2} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_0}$$

$$d_2 = \frac{F_0}{2}$$

2) Т.к. интенсивность пучка равномерна, в любом месте пучка M будет перекрывать одинаковую долю лучей, т.е. после полного входа в пучок ток не будет меняться, сл-но τ_0 — время входа мишени

Если сила тока пропорциональна мощности света, то



$$* \quad \cancel{\frac{D_M}{D'}} = \frac{(D')^2-(D_M)^2}{(D')^2} = \frac{I}{I_0}$$

где D_M — диаметр мишени, D' — пучка в месте входа мишени

$$(D')^2-(D_M)^2 = \frac{5}{9}(D')^2. \qquad D_M^2 = \frac{4}{9}(D')^2$$

Из подобия: $\frac{D'}{D} = \frac{2F_0}{3F_0}$ $\quad D' = \frac{2}{3}D$

$$D_M = \sqrt{\frac{4}{9}}\cdot D' = \sqrt{\frac{4}{9}}\cdot\frac{2}{3}D = \cancel{\frac{8}{27}D} \; \frac{4}{9}D$$

Тогда время входа: τ_0:

$$\cancel{\tau_0 = \frac{\frac{8}{27}D}{V}} \qquad \tau_0 = \frac{\frac{4}{9}D}{V}$$

$$\cancel{V = \frac{8D}{27\tau_0}} \qquad V = \frac{4D}{9\tau_0}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

3) Если τ_0 — время входа, то $(t_1 - \tau_0)$ — время ~~то~~ пребывания целой мишени в пучке, т.е.

$$t_1 - \tau_0 = \frac{D' - D_м}{V}$$

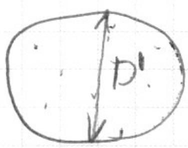
$$t_1 - \tau_0 = \frac{\frac{2}{3}D - \frac{2}{3}\cdot\frac{2}{3}D}{V}$$

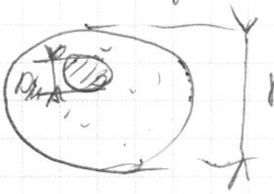
$$t_1 = \frac{2D}{9V} + \tau_0 = \frac{2D}{9\cdot\frac{4D}{9\tau_0}} + \tau_0 = \frac{3}{2}\tau_0$$

~~Ответ: 1)~~ $\cancel{\frac{F_0}{2}}$ ~~; 2)~~

*

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{(D')^2 - (D_м)^2}{(D')^2}$$ т.к. $I \sim N$ $N \sim S_{пучка}$





Т.к. $\cancel{\frac{I_1}{I_0}} \sim$ $I \sim S$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1}{S_0} = \frac{\frac{\pi(D')^2}{4} - \frac{\pi(D_м^2)}{4}}{\frac{\pi(D')^2}{4}} = \frac{(D')^2 - D_м^2}{(D')^2}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

Дано:

L

$\mathcal{E}$

C

1) T - ?

2) I_{M1} - ?

3) I_{M2} - ?

Решение:

1) Во зарядки конденсатора

$$\mathcal{E} = U_{L2} + U_{L1} + U_C$$

$$\mathcal{E} = 3L\ddot{q} + 4L\ddot{q} + \frac{q}{C}$$

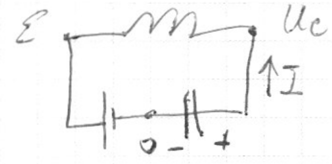
$$\ddot{q} + \frac{1}{7LC}q = \mathcal{E}$$

~~Это ур~~ Это ур-е гармонических колебаний, сл-но

$T_1 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{7LC}$ Время зарядки — четверть периода: $t_1 = \frac{T_1}{4}$

2) Во время разрядки:

Диод идеален, сл-но $U_{L1} = 0$ сл-но $I_1 = const.$



$$\mathcal{E} = U_{L2} + U_C$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + 4L\ddot{q}$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{4LC}q = \mathcal{E}$$

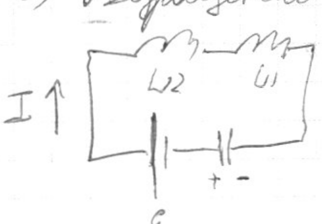
Сл-но $T_2 = 2\pi\sqrt{4LC}$

Время перезарядки (смены полюсов) конденсатора — пол периода ~~и время разрядки~~

~~$t_2 = \frac{T_2}{2}$~~

$t_2 = \frac{T_2}{2}$

3) Возвращение к исходному состоянию:

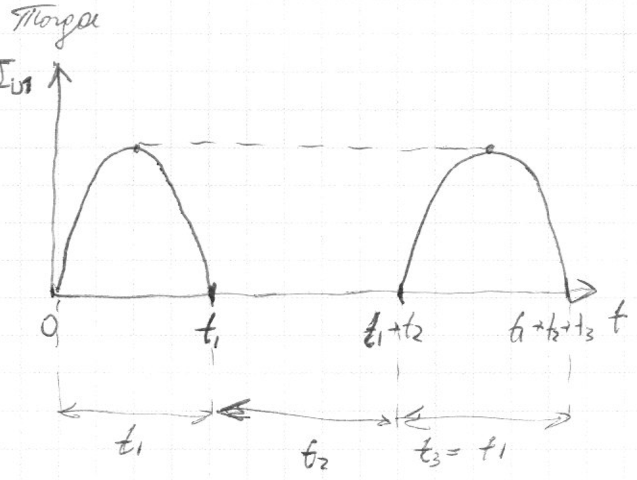


Аналогично (1) время разрядки — четверть периода T_1, $t_3 = \frac{T_1}{4}$

Тогда $T = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{\pi}{2}\sqrt{7LC} + \pi\sqrt{4LC} + \frac{\pi}{2}\sqrt{7LC}$

$T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7} + 2)$

Ответ: 1) $\pi\sqrt{LC}(2+\sqrt{7})$



$T = \frac{t_1}{2} + \cancel{x}\, t_2 + \frac{t_1}{2}$

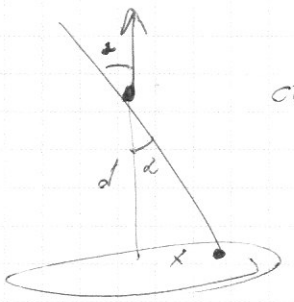
$= t_1 + t_2$

$100 \cdot \frac{6}{\cancel{\pi}} \cdot \frac{\cancel{\pi}}{2} = 300$

$E_\perp = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \theta$

$d\theta \cdot d^2 = dS$

$\int \frac{\sigma\, dS}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r^2}$



$\cos\alpha = \frac{d}{r}$

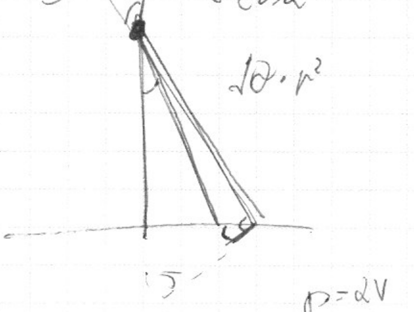
$\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{dS}{r^3} \cdot d \int \frac{d\theta}{r^3}$

$\int \frac{\sigma\, dS}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r^2} \cdot \frac{d}{r}$

$\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \theta$

$\int \frac{\cancel{\sigma\, dS}}{4\pi\varepsilon_0 \cdot \left(\frac{d}{\cos\alpha}\right)^2}$

$dE \cos\alpha = dE \cdot \frac{d}{r} = \frac{\sigma\, dS}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r^2} \cdot \frac{d}{r} = \frac{d \cdot dS}{r^3}$



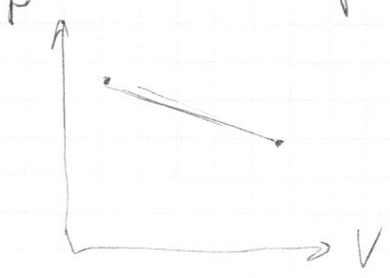
$\frac{d}{r} \cdot \frac{1}{r^2} = \cancel{\frac{r^2}{\cos\alpha}}$

$\cancel{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_{20}-T_2}{}}$

$d\theta \cdot r^2\, \cancel{\cos\alpha}\, r$

$p\,dV + V\,dp = R\nu\, dT$

$p = \alpha V \quad T = \gamma V^2$



$dQ = p\,dV + C_V\, \nu\, dT$

$dQ = p\,dV + \frac{C_V}{R}\, p\,dV + \frac{C_V}{R}\, V\,dP$

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

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

$T_1 - T_{10} = T_{20} - T_2$

$T_1 + T_2 = T_{10} + T_{20}$

$T_1 + T_2 = 2T_K$

$\frac{V_a}{V_b} = \frac{T_a}{T_b}$

$T_1 - T_a = \cancel{T_b}\; T_b - T_2$

$\cancel{V_1 T_2 = T_1 V_2}$

$d\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = \frac{dV_1 V_2 - V_1 dV_2}{V_2^2} = \cancel{dV_1 T_2}\; dV_1 - \frac{V_1}{V_2}\, dV_2 = dT_1 - \frac{T_1}{T_2}\, dT_2$

☑ 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

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

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18\ \frac{м}{с}$

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

$u = v_2 \cos\beta$

$pV = \nu RT$ $\quad$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

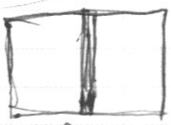
$p_{40} V_{40} = \nu R T_1$

$p_{20} V_{20} = \nu R T_2$

$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + W$

$A_{сис} = 0 \Rightarrow U_{сис} = 0$

$\cancel{C_V \nu R \Delta T}$ $\quad$ $C_V \nu \Delta T_1 = C_V \nu \Delta T_2$



$dQ = p\,dV + C_V \nu\, dT$

$p\,dV + V\,dp = \nu\, dT$

$\cancel{p = \frac{\nu RT}{V}}$

$Q_1 = A_1 + \Delta U_1$ $\quad$ $-Q_1 = -A_1 - \Delta U_1$

$dQ = p\,dV + C_V \nu\, dT$

$p\,dV + V\,dp = \nu R\,dT$

$dQ =$

4.

$l\ \frac{Кл}{м^2}$

$dE = \frac{k\,dq}{r^2 + x^2} = \cancel{\frac{q}{\nu \pi \varepsilon_0}}$

$U_{L_2} = L_2 \ddot{q}$

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

$\cancel{U_{L_1} = L_1 \ddot{q}}$

4.

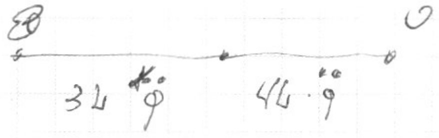
$\uparrow U_C = \mathcal{E} \to$ $\quad$ $dU_C = \mathcal{E} - \dots$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

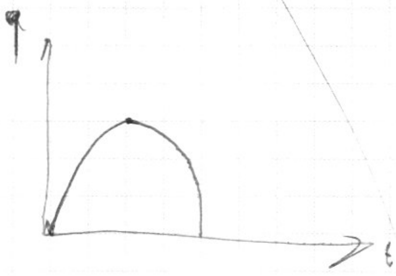
Страница №__

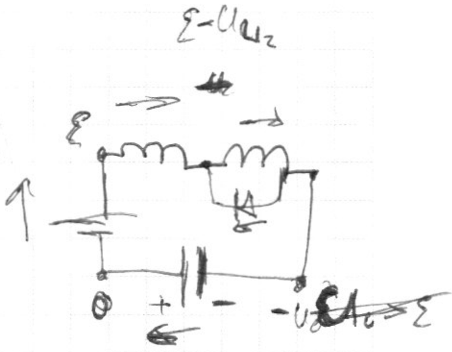
(Нумеровать только чистовики)

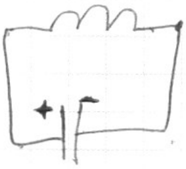


$7L\cdot\ddot{q} = \mathcal{E}$

$I = \dot{q}$



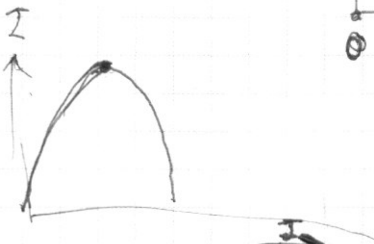




$u_c = -u_L$

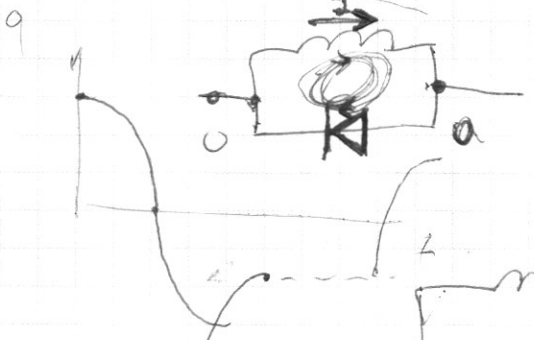
$\frac{q}{c} + L\ddot{q} = 0$

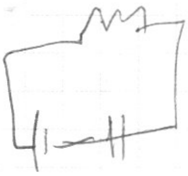
$\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$

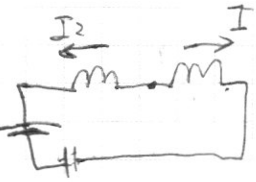


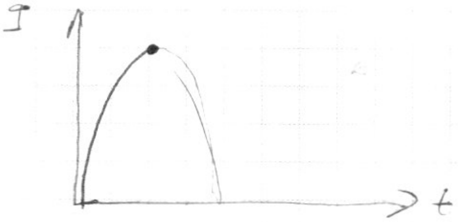
$T = 2\pi\sqrt{LC}$

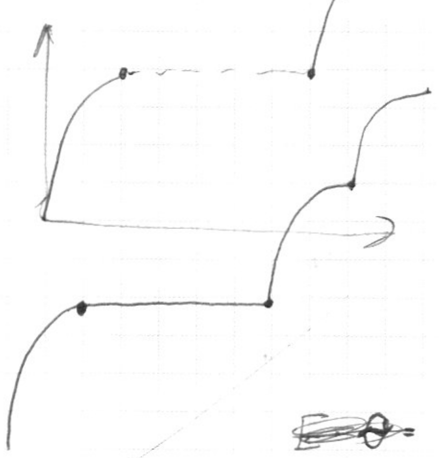
$I_2 - I_1$

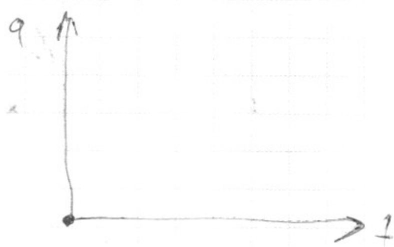






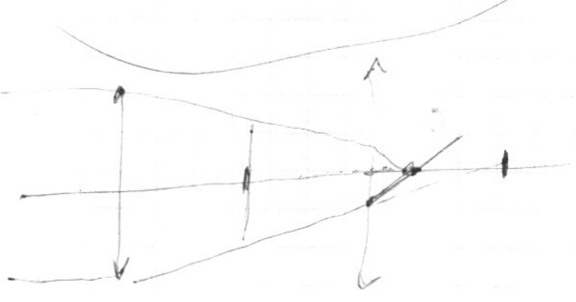




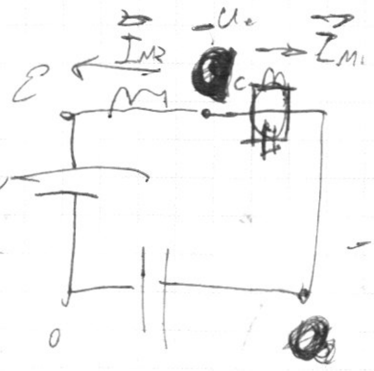


$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\theta = 2\pi$



$E_1 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}$



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{V_1}{V_2} = \cancel{\frac{T_1 - T_{10}}{T_{20} - T_2}} \frac{T_1}{T_2}$

$\cancel{V_1 + V_2 =}$

$dV_1 = -dV_2$

$dT_1 = -dT_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{2T_k - T_1}$

$V_1 = \frac{T_1}{2T_k - T_1} \cdot (V_0 - V_1)$

$\left(\frac{2T_k}{T_1} - 1\right) V_1 = V_0 - V_1$

$V_1 = \frac{T_1}{2T_k} V_0$

$V_1 T_2 = V_2 T_1$

$\cancel{dV_1 T_2 + dT_2 \cdot V}$

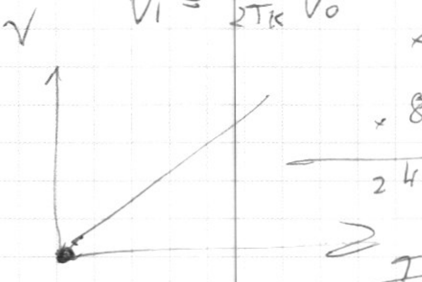
$V_1 dT_2 + T_2 dV_1 = T_1 dV_2 + V_2 dT_1$

$-V_1 dT_1 + T_2 dV_1 = -T_1 dV_1 + V_2 dT_1$

$8{,}31 \times 300$

$\times 831 \cdot 3$

2493



$V = \alpha T$

$pV = \nu R T$

$p = \text{const.}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{2T_k - T_1}$

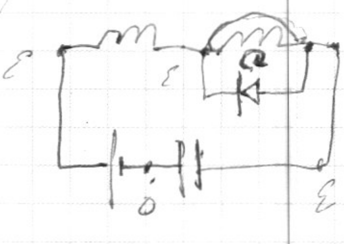
$V_1 + V_2 = C$

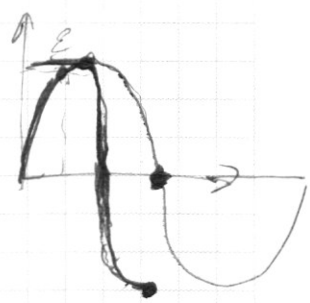
$V_1 \Leftarrow T_1$

$\frac{2T_k - T_1}{T_1} V_1 = C - V_1$

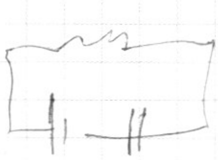
$\left(2\frac{T_k}{T_1} - 1\right) V_1 = C - V_1$

1) $0 < U_c < \mathcal{E}$



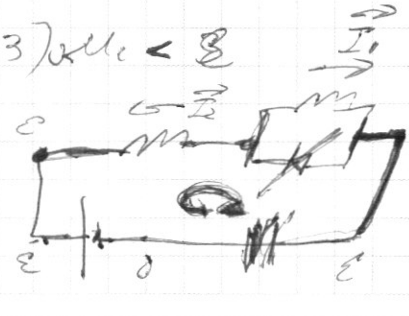


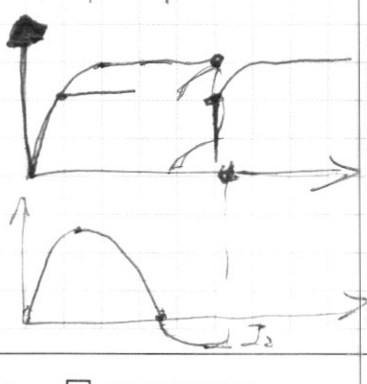
2) $\mathcal{E} < U_c < U_{max}$



$U_L = \mathcal{E} - U_c$

3) $0 < U_c < \mathcal{E}$





☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)