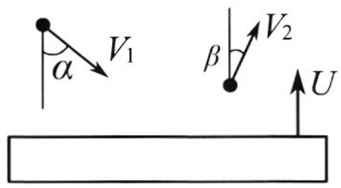
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02**

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

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

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

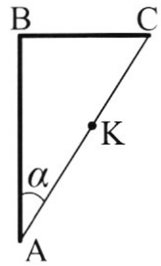
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

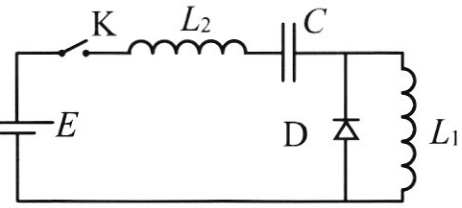
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. 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 $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, 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.

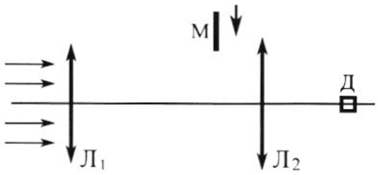


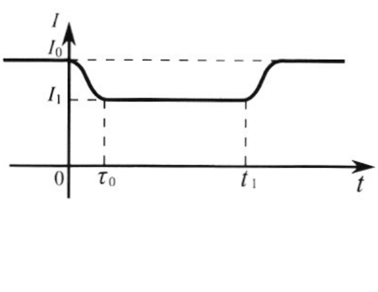
1) Найти период T этих колебаний.

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 F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.

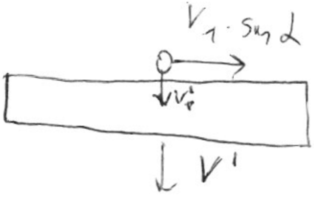




1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

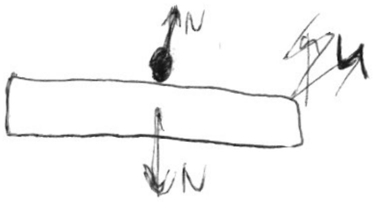
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.



$$\cancel{m\cdot(V_1\cdot\cos\alpha + u) = (m+M)\cdot V'}$$

$$\cancel{V' = \frac{m}{m+M}\left(V_1\cdot\cos\alpha + u\right)}$$



$$M a_M = N$$

$$a_M = \frac{N}{M}$$

$$V' \ll u$$

$$N + \frac{m}{M}\cdot N = \left(1+\frac{m}{M}\right)N = a.$$

$$V' = \frac{m}{m+M}\left(V_1\cos\alpha + u\right)$$

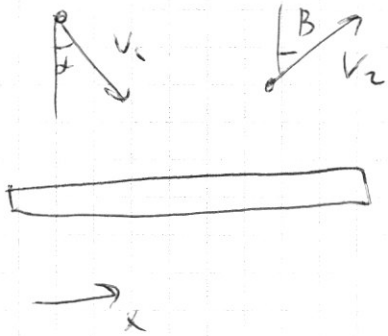
$$\cancel{(V_1\cdot\cos\alpha + u)} \qquad V_1\cdot\sin\alpha$$

$$m V_1\cos\alpha + \cancel{Mu} \ll \cancel{u\, m} + u\cdot M$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1) т.к. плита гладкая, то в ходе ~~соуд~~ соударения на шар действуют только вертикальные силы $\Rightarrow p_x = const$

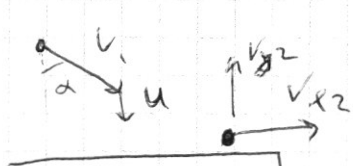


$$\cancel{m} \cdot V_1 \cdot \sin\alpha = \cancel{m} V_2 \cdot \sin\beta$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot \sin\alpha}{\sin\beta} =$$

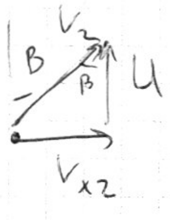
$$= 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12$$

2) В СО с ~~плит~~ плитой СО можно считать инерциальной, значит в ней можно рассматривать процесс как удар о неподвижную стенку. Соударение неупругое $\Rightarrow$



$V_{y2} = 0$, $V_{x2} = V_1 \cdot \sin\alpha$.

В л.С.О.: $V_2 \cdot \cos\beta = u =$



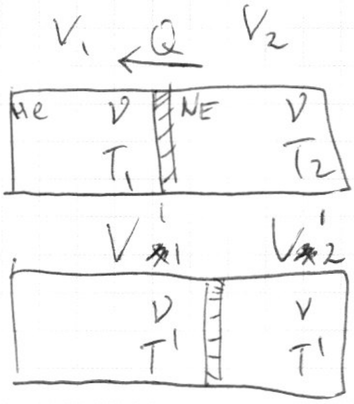
$$= \cancel{\frac{V_1 \cdot \sin\alpha}{tg\beta}} = 12 \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} = 8\sqrt{2}$$

(В л СО)

Ответ: 1) 12 м/с 2) $8\sqrt{2}$ м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



1) давления в нач. момент равны ⇒

$$\Rightarrow \begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_2 = \nu R T_2 \end{cases} \quad (1)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$$

2) по I началу термодин.:

$-Q = A_{NE} + \Delta U_2$; но $A_{He} = -A_{Ne}$, т.к.

$Q = A_{He} + \Delta U_1$; в произв. момент

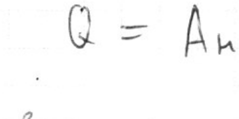
давления равны, а $dV_1 = -dV_2$. ⇒

$$\begin{cases} -Q = A + \Delta U_2 \\ Q = -A + \Delta U_1 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0}$$

$$\frac{3}{2}\nu R(T' - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2) = 0$$

$$2T' = T_1 + T_2 \ ; \quad T' = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{770}{2} = \boxed{385\ K}$$

3) В произв. момент:



$p_x \cdot V_x = \nu R T_x$;

$p_x \cdot V_y = \nu R T_y$;

$p_x \cdot (V_x + V_y) = \nu R (T_x + T_y)$. Аналог. п 2 : $T_x + T_y = T_1 + T_2$

$p_x(V_1+V_2) = \nu R(T_1+T_2)$

из системы ① $\rightarrow p_x = p$

т.е в процессе $p = const$.

$A_{Ne} = p \cdot \Delta V$, $\begin{cases} p \cdot V_1' = \nu R T' \\ p V_2' = \nu R T' \end{cases}$ $\boxed{V_1' = V_2'} = \frac{V_0}{2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$; $V_1 + V_2 = V_0$, $\frac{3}{4} \cdot V_2 = V_1$

$\frac{7}{4} V_2 = V_0$, $\boxed{V_2 = \frac{4}{7} V_0}$

$A_{Ne} = p \cdot (V_2' - V_2) = p\left(\frac{V_0}{2} - \frac{4}{7} V_0\right) = p\left(\frac{7V_0 - 8V_0}{14}\right) =$

$= -\frac{p_0 V_0}{14}$;

$-Q = A_{Ne} + \Delta U_2 = -\frac{p_0 V_0}{14} + \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2)$

$Q = \frac{p_0 V_0}{14} + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T')$,

$p \cdot \frac{V_0}{2} = \nu R T'$, $\frac{p_0 V_0}{14} = \frac{\nu R T'}{7}$

$Q = \frac{\nu R T'}{7} + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T') = \frac{\nu R \cdot \overset{110}{\cancel{770}}}{2 \cdot \cancel{7}} + \frac{3}{2}\nu R\left(440 - \frac{770}{2}\right) =$

$= \frac{\nu R \cdot 110}{2} + \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{110}{2} = \frac{5}{2}\nu R \cdot \frac{110}{2} =$

$= \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot \frac{110}{2} \cdot 8{,}31 =$ ~~...~~ 274 Дж.

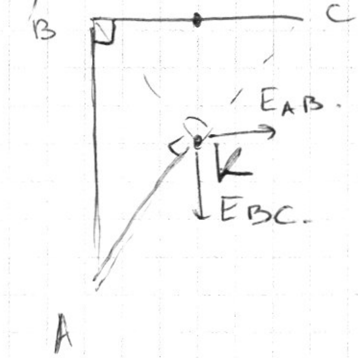
Ответ: 1) $\frac{3}{4}$ 2) 385 K 3) 274 Дж.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) BC



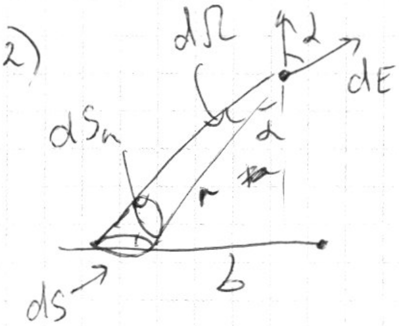
т.к. B и C симметричны относительно K, то $\vec{E}_{BC} \perp BC$

Аналогично в силу геометрии $\vec{E}_{AB} \perp AB$.

Но т.к. система BCK и система ABK одинаковы, то $|\vec{E}_{AB}| = |\vec{E}_{BC}|$.

$$E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2} \cdot E_{BC} \ ; \ \frac{E_K}{E_{BC}} = \boxed{\sqrt{2}}$$

2)



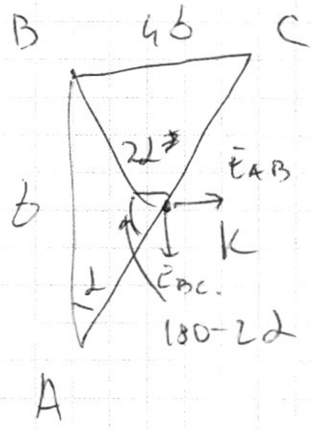
Пусть есть какая-то пластина, заряж. σ.

$$dE = \frac{k\,dq}{r^2} ; \ dE_n = \frac{k\,dq \cdot \cos\alpha}{r^2}$$

$$dq = \sigma \cdot dS, \ dS = \frac{dS_n}{\cos\alpha} ; \ dS_n = d\Omega \cdot r^2 \Rightarrow$$

$$dE_n = \frac{k}{r^2} \cdot \sigma \cdot \frac{d\Omega \cdot r^2}{\cos\alpha} \cdot \cos\alpha = k\,\sigma\,d\Omega \Rightarrow$$

$\boxed{E_n = k\,\sigma \cdot \Omega}$, где Ω - телесный угол, под которым видна пластина

2) 

Всилу симметрии ~~В~~ В и С относ. К, и А и В относит. К, АВ и ВС будут создавать только нормальные составл. в точке К.

~~доля от полного~~

$$E_{BCn} = \cancel{k} \cdot 4b \cdot \Omega \ ; \ \Omega_1 = 4\pi \cdot \frac{2\alpha}{2\pi}$$ – доля от полного телесного угла, занимаемая пластиной

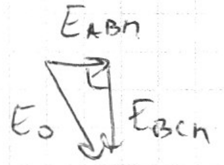
$$E_{BCn} = k \cdot 4b \cdot 4\pi \cdot \frac{2\alpha}{4\pi} = 16k \cdot b \cdot \frac{\pi}{8} = 2kb\pi$$

$$E_{ABn} = k \cdot b \cdot \Omega_2 = \cancel{k \cdot b \cdot 4\pi \cdot \frac{2\pi - 2\alpha}{4\pi}} =$$

$$= \cancel{4kb\left(\pi - \frac{\pi}{8}\right)} \ k \cdot b \cdot 4\pi \cdot \frac{\pi - 2\alpha}{2\pi} =$$

$$= 2kb\left(\pi - \frac{\pi}{4}\right) = 2kb \cdot \frac{3\pi}{4} = \frac{3}{2}kb\pi$$

по т. Пифагора:



$$E_0 = kb\pi \cdot \sqrt{2^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = kb\pi \cdot \sqrt{4 + \frac{9}{4}} = \frac{5}{2}kb\pi =$$

$$= \frac{5}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot b \cdot \pi = \frac{5b}{8\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз 2) $\frac{5b}{8\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

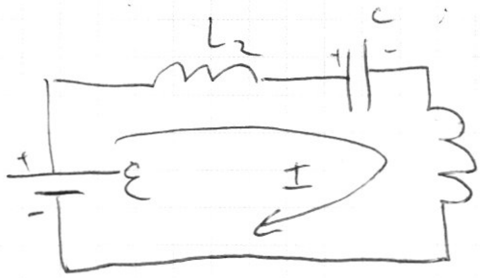
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.

1) Сначала после замык. тока через диод нет. (т. к. он подключ. противоп. источнику).



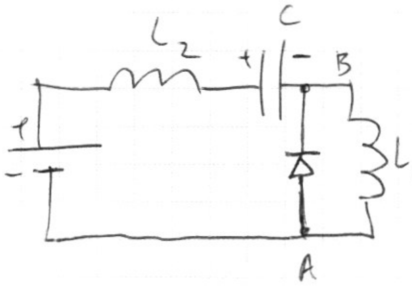
по 2 закону Кирхгофа:

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

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

- колебания с периодом $T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

2) рассмотрим момент когда $I=0$ (через $\frac{T_1}{2}$)



$U_C > \mathcal{E}$, т.к. ток в колеб. системе (1) должен был пойти в другую сторону =>

~~φ_{AB}~~ $\varphi_{AB} > 0$, т.е ток пойдет через диод. Но т.к. диод идеальный, то $U_D = 0$ =>

$L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} = 0$. $I_1 = const = 0$, Схема эквивалентна такой -

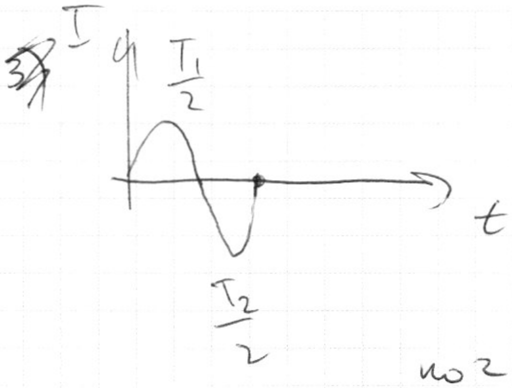
$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + L_2 \cdot \ddot{q}$; $T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$;

В нач. момент $I=0$ =>

Ток должен будет поменять направл. через $T_* = \frac{T_2}{2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

3)

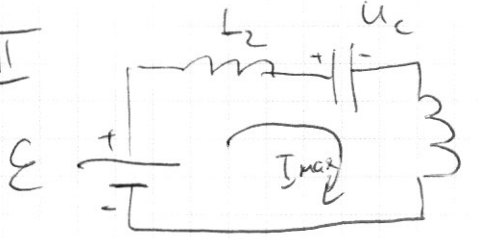


После $\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}$ колебания будут ~~чередоваться~~ начинаться по 1 схеме, а ~~будут даже~~ по 2

затем опять пол. периода $\Rightarrow$ $\boxed{T_0 = \frac{T_1+T_2}{2}} =$

$$= \pi\sqrt{C(L_1+L_2)} + \pi\sqrt{CL_2} = \pi\sqrt{5LC} + \pi\sqrt{2LC}$$

II



I_{max} – при $\frac{dI}{dt}=0 \Rightarrow U_{L_1}=U_{L_2}=0.$

$\mathcal{E}=U_C$; по З. СЭ:

$$A_{вн.сил} = \mathcal{E}\cdot\cancel{CU_C}\Delta q = \Delta W_C + \Delta W_L$$

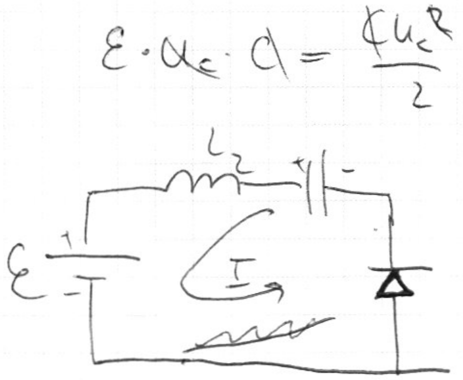
$$\mathcal{E}\cdot CU_C = \frac{CU_C^2}{2} - 0 + \frac{L_1 I_{01}^2}{2} - 0 + \frac{L_2 I_{01}^2}{2} - 0$$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{(L_1+L_2)I_{01}^2}{2}$$

$$(L_1+L_2)I_{01}^2 = C\mathcal{E}^2, \quad I_{01} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}};$$

III $I=0$, по ЗСЭ: $\cancel{\mathcal{E}\cdot U_C \cdot C}$

$$\mathcal{E}\cdot U_C\cdot C = \frac{CU_C^2}{2}, \quad U_C = 2\mathcal{E}$$



I_{max} – при $\mathcal{E}=U_C$

$A_{вн.сил} = \Delta W_C + \Delta W_L =$

$$= \mathcal{E}\cdot(\mathcal{E}C - 2\mathcal{E}C) = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{C\cdot 4\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L_2 I_{02}^2}{2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.

$$-\mathcal{E}^2 C = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - 2C\mathcal{E}^2 + \frac{L_2 I_{02}'^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{02}'^2}{2}, \quad I_{02}' = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{L_2}}$$

$$I_0' = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}; \quad I_{01} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

$$I_0' > I_{01} \Rightarrow I_{2max} = I_{02} = I_0' = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{5LC} + \pi\sqrt{2LC}$; 2) $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$; 3) $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

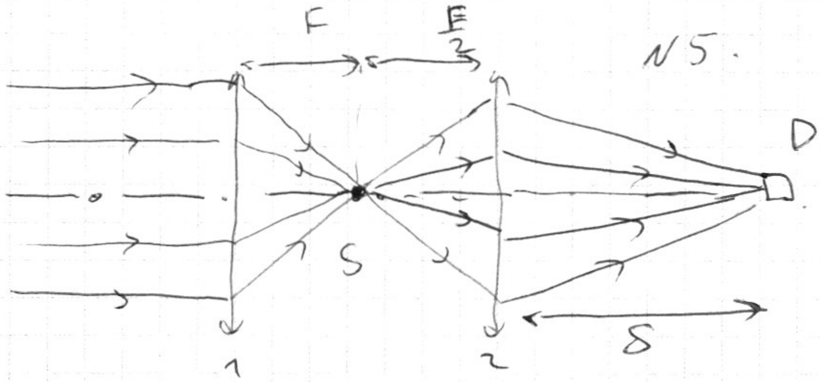
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

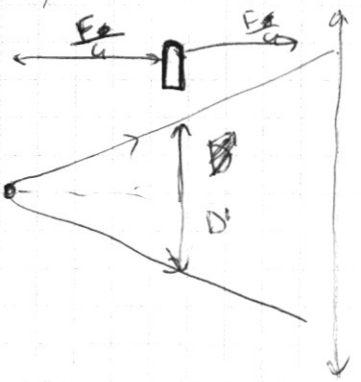
№5.



1) лучи после 1 пройдут через S (фокус). Тогда можно считать, что S излучает и её изображ. в точке D.

$$\frac{1\cdot 2}{F}+\frac{1}{\delta}=\frac{1}{F_2}=\frac{1\cdot 3}{F}\,;\quad \frac{1}{\delta}=\frac{1}{F}\Rightarrow \boxed{\delta=F}$$

2) Заметим, что весь свет из S попадает на $Л_2$, т.к. $F>\frac{F}{2}$;



$$I\sim P\,,\quad P\sim S_{пучка}.$$

$$I=\alpha\cdot S_{\text{попер. пучка}}.$$

Из подобия: $\frac{D}{F}=\frac{D'}{\frac{F}{4}}$, $\boxed{D'=\frac{D}{4}}$,

Пока мишень заходит в пучок, ток уменьш., т.к. она покрывает всё большую площадь от $S_{пучка}$; когда $I=const$, в сл мишень в пучке.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\cancel{I_0 \cdot S_0 = I_1 \cdot (S_0 - S_m)}$$

~~S_0~~ $I_0 = \alpha \cdot S_0$; $\frac{I_0}{I_1} = \frac{S_0}{S_0 - S_m}$

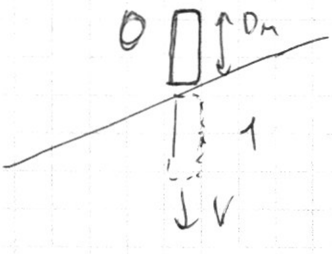
$I_1 = \alpha \cdot (S_0 - S_m)$;

$$S_0 = \pi \cdot \left(\frac{D'}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{64};$$

$$I_0 \cdot \left(\frac{\pi D^2}{64} - \frac{\pi D_m^2}{4}\right) = I_1 \cdot \frac{\pi D^2}{64}$$

$$\frac{D^2}{64} - \frac{D_m^2}{4} = \frac{8}{9} \cdot \frac{D^2}{64}; \quad \frac{D_m^2}{4} = \frac{1}{9} \cdot \frac{D^2}{64}$$

$$D_m = D \cdot \sqrt{\frac{4}{9 \cdot 64}} = D \cdot \frac{2}{3 \cdot 8} = \frac{D}{12}$$

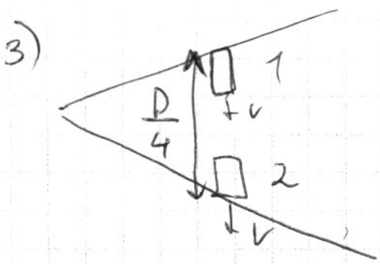


Между полож. 0 и 1 – прошло τ_0 (пока I падает), т.к. в 1 – вся мишень в пучке.

$$V \cdot \tau_0 = D_m, \quad \boxed{V = \frac{D_m}{\tau_0} = \frac{D}{12\tau_0}}$$

(Эффектами, связанными с непаралл. пучка оси линз пренебрежём, т.к. $D \ll F$).

3)



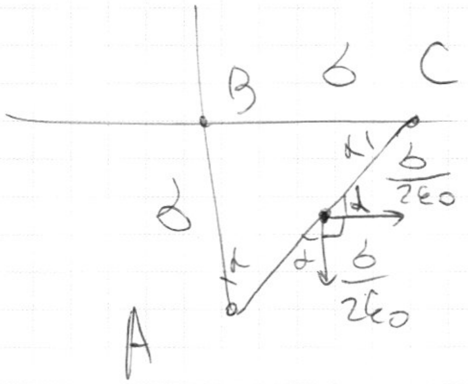
$$(D' - D_m) = V \cdot t_1 \qquad \| 12\tau_0$$

$$t_1 = \frac{D' - D_m}{V} = \frac{\frac{D}{4} - \frac{D}{12}}{\frac{D}{12\tau_0}} =$$

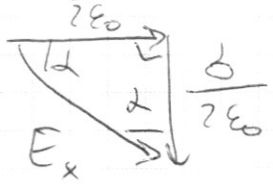
$$= 3\tau_0 - \tau_0 = 2\tau_0$$

Ответ: 1) $S = F$ 2) $V = \frac{D}{12\tau_0}$ 3) $t_1 = 2\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



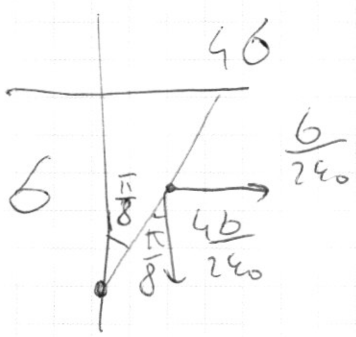
№3.

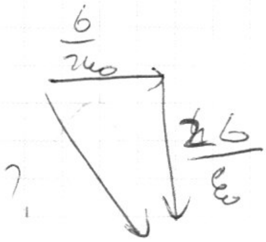


$\sigma\sqrt{2}$ раз.

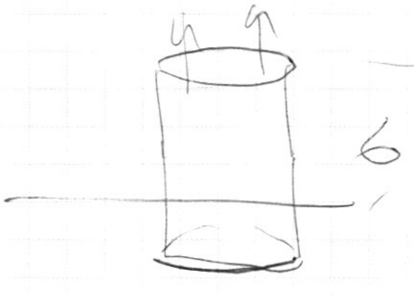
$$E_x = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 \cos\alpha} = \frac{\sigma \cdot 2}{2\varepsilon_0 \cdot \sqrt{2}} = \boxed{\frac{\sqrt{2}\,\sigma}{2\varepsilon_0}}$$

2)



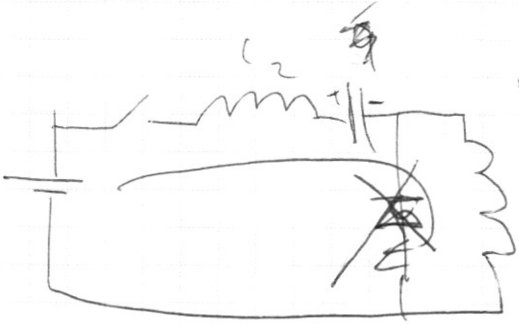


$$2E \cdot S = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0}; \quad \boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$$



№4.

1)

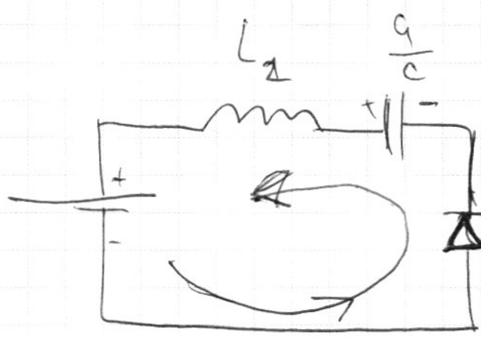


$$\mathcal{E} = L_2 \cdot \ddot q + \frac{q}{C} + L_1 \cdot \ddot q$$

$$\ddot q + \frac{1}{C(L_1+L_2)} q$$

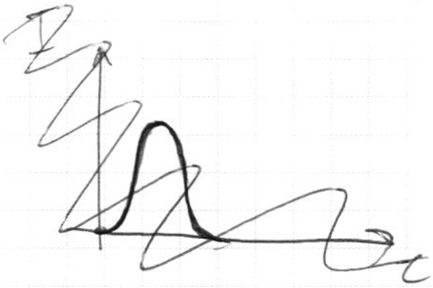
$$T = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$$

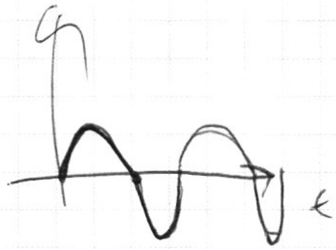
N 3. 4.

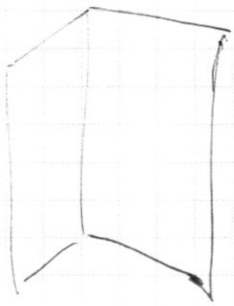


$$\mathcal{E} = L_1 \cdot \ddot{q} + \frac{q}{C}$$

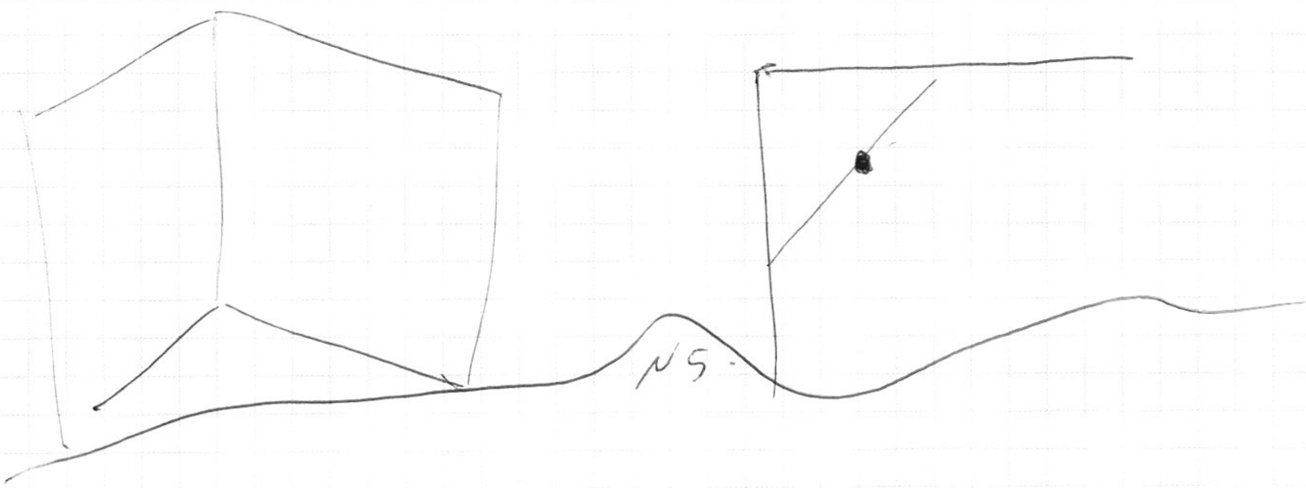
$$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C};$$







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

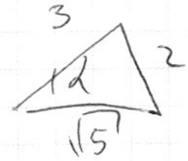


N5.

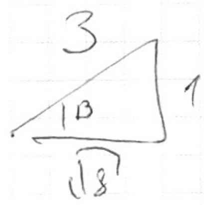
№1.

ВСО с u.

$\cancel{v_1 \cos\alpha + u = v_{отскока}}$



$p_x = const$, $v_1 \cdot \sin\alpha = v_2 \cdot \sin\beta$.



$$\boxed{v_2 = \frac{6 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \text{ м/с}}$$

2) $\cancel{v_1 \cos\alpha + u = v_2 \cdot \cos\beta + u}$

$\cancel{v_1 \cdot \cos\alpha + u) + u = v_2 \cdot \cos\beta.}$

$\cancel{2u = v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cdot \cos\alpha}$

$$\cancel{u = \frac{12 \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} - 6 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = 2\sqrt{8} - \sqrt{5} = \boxed{4\sqrt{2} - \sqrt{5}}}$$

$\cancel{v_1 \cos\alpha + 2u}$ $\uparrow u$

$v_2 \cdot \cos\beta = u$; $12 \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} = u = 8\sqrt{2}$???

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

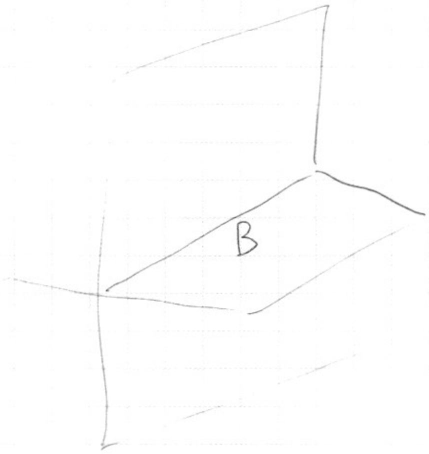
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

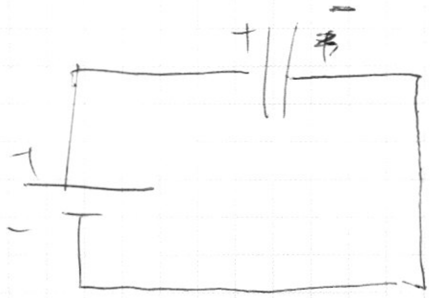
ШИФР

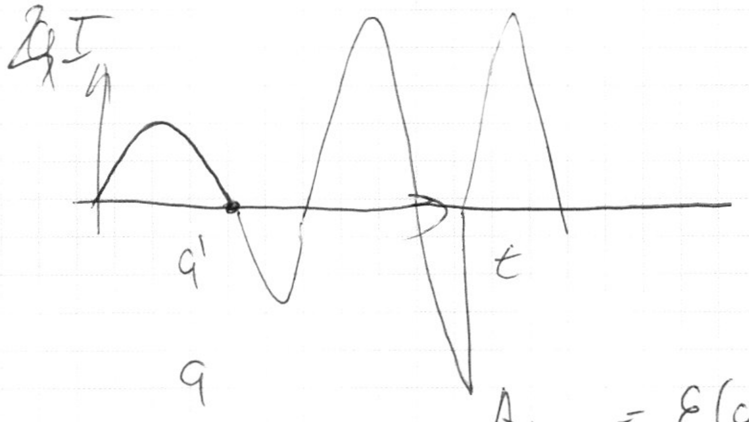
(заполняется секретарём)

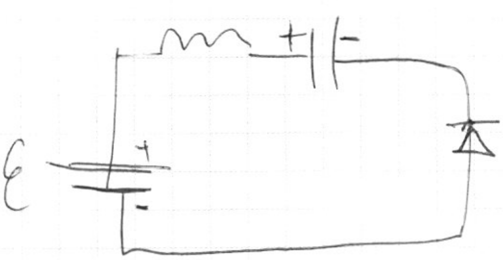
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.









$$A_{ист.} = \varepsilon(q - q') =$$

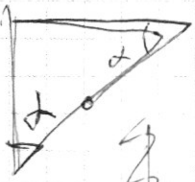
$$= \frac{q^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C}$$

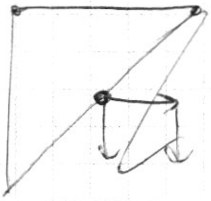
$$\varepsilon = \frac{q + q_1}{2C}$$

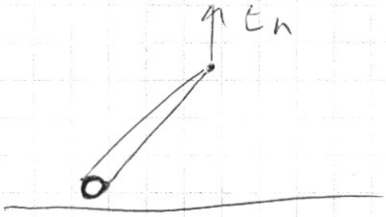
☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

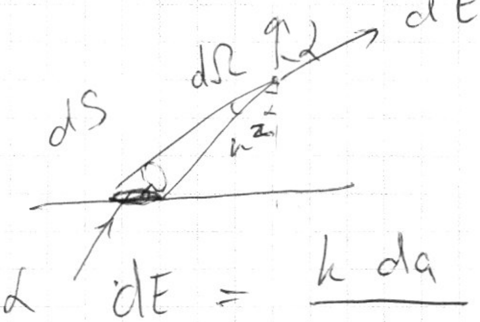
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

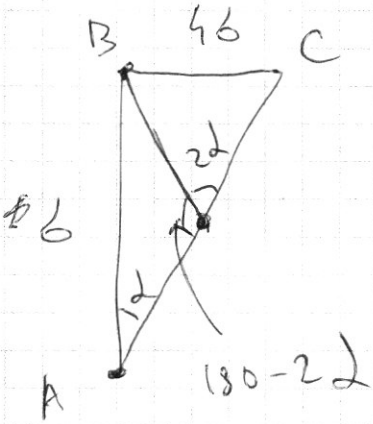
$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\sigma\cdot 4\pi\cdot\frac{\pi}{2\pi} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$











$$dE = \frac{k\,dq}{r^2}$$

$$dE_n = \frac{k\,dq\cdot\cos\alpha}{r^2}$$

$$dq = \sigma\cdot dS$$

$$dS = \frac{dS_n}{\cos\alpha} = \frac{d\Omega\cdot r^2}{\cos\alpha}\,;\quad dE_n = \frac{k\cdot\sigma\cdot d\Omega\cdot \cancel{r^2}\cdot\cancel{\cos\alpha}}{\cancel{\cos\alpha}\cdot\cancel{r^2}}$$

$$dE_n = k\,\sigma\cdot d\Omega\,;\quad \boxed{E_n = k\cdot\sigma\cdot\Omega}$$

$$E_{BC} = k\cdot 4\sigma\cdot 4\pi\cdot\frac{2\alpha}{2\pi} = 16\,k\,\sigma\,\alpha = 2k\cdot\sigma\cdot\pi$$

$$E_{AB} = k\cdot\sigma\cdot 4\pi\cdot\frac{\pi-2\alpha}{2\pi} = k\cdot\sigma\cdot 4\cdot\frac{\pi-\frac{\pi}{4}}{2} = k\sigma\cdot\frac{3\pi}{2}$$

$\frac{3}{2}k\sigma\pi$

$$\sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2+2^2} = \sqrt{\frac{9}{4}+4} = \sqrt{\frac{25}{4}} = \frac{5}{2}$$

$2k\sigma\pi$

$$\frac{5}{2}k\,\sigma\,\pi\,;\quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

$$\frac{5}{2}\sigma\pi\cdot\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{5\cdot\sigma}{8\cdot\varepsilon_0}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

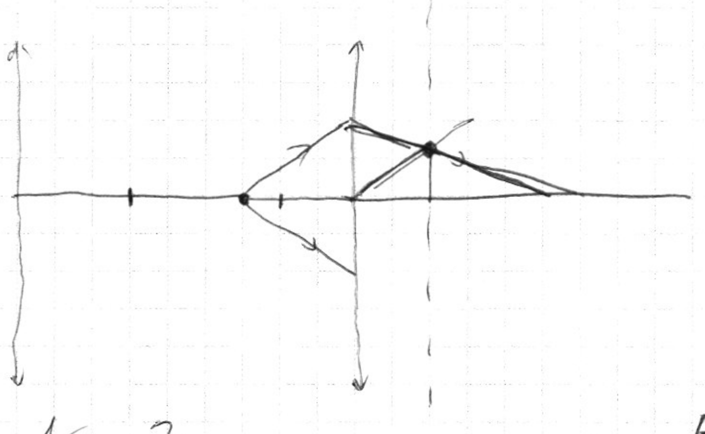
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

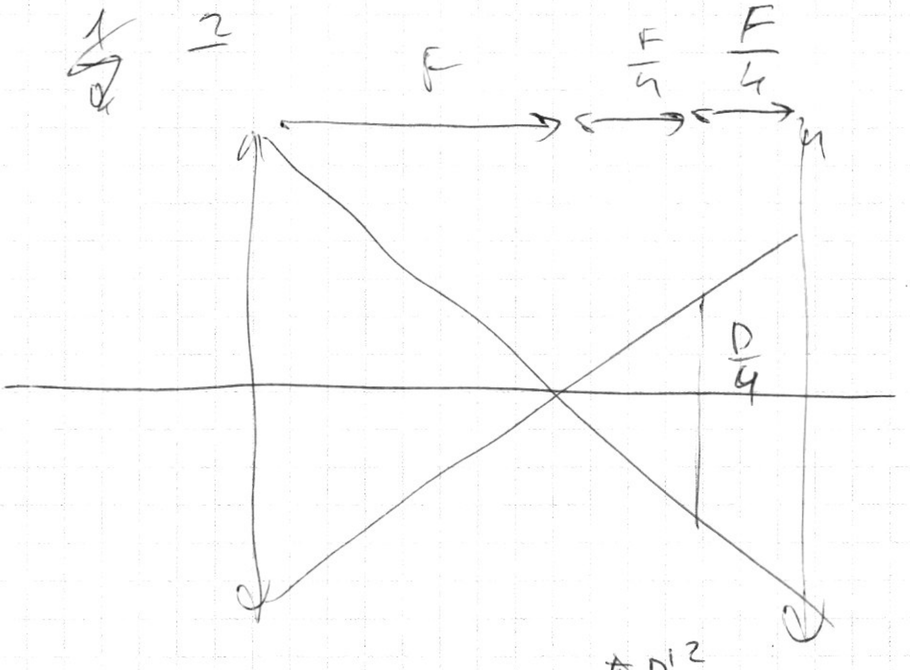
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



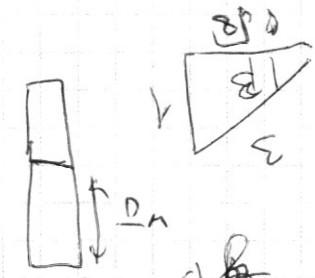
$$\left(\frac{D}{4}-\frac{D}{12}\right)=V\cdot t_1'$$

$$\frac{D}{6}=\frac{D'}{12t_0}\cdot t_1$$

$$\boxed{t_1=2t_0}$$



$$\frac{D}{F}=\frac{D'}{\frac{F}{4}}$$

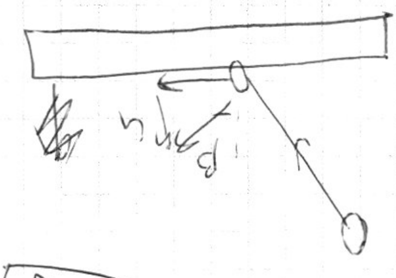


$$n=\frac{d\,\cancel{\beta}}{T\omega s\cdot 1}$$

$$\frac{9}{8}=\frac{\frac{\pi D'^2}{4}}{\frac{\pi D'^2}{4}-\frac{\pi D_n^2}{4}}$$

$$\frac{9}{8}(D')^2-\frac{9}{8}(D_n^2)=D'^2$$

$$\frac{9}{8}(D_n)^2=\frac{1}{8}(D')^2;\quad D_n=\frac{D'}{3}=\boxed{\frac{D}{12}}$$



$$\varepsilon d\omega s\cdot 2_1=\rho\omega s\cdot 1$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

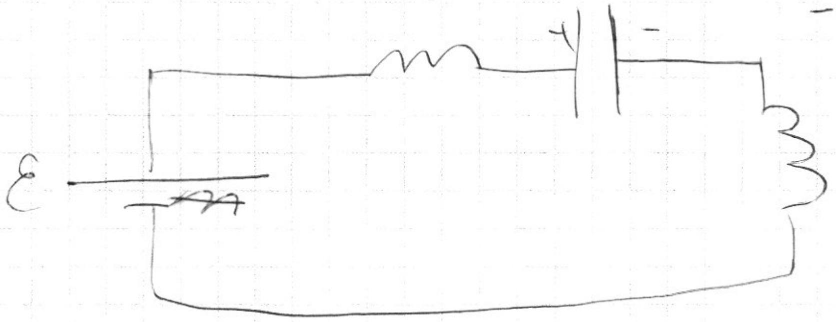
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{\cancel{5}\cdot 2\cdot 3\cdot \cancel{5}\cdot 2\cdot 11}{\cancel{2\cdot 5\cdot 5\cdot 2}} \cdot 8{,}31$$

$$\begin{array}{r} 8{,}31 \\ \times\ 33 \\ \hline 2493 \\ 2493 \\ \hline 274{,}23 \end{array}$$

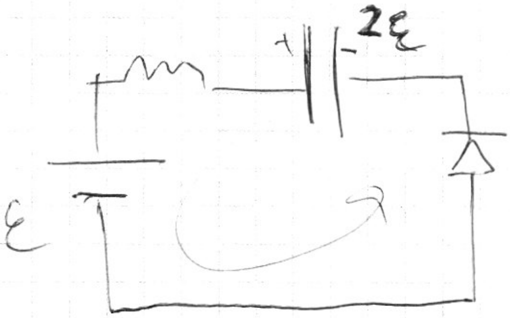
$$\frac{440-330}{2} = \frac{110}{2}$$

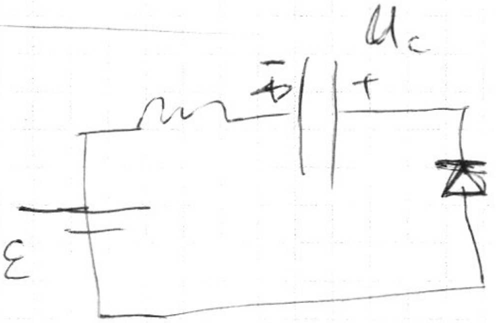


$-2 = 1-4$

$1 =$

$I = 0$; $\quad \mathcal{E}\cdot U_c \cdot C = \frac{C U_c^2}{2}$, $U_c = 2\mathcal{E}$.





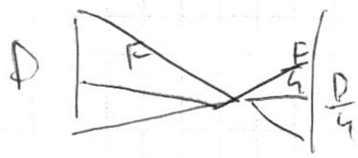
$2\frac{R}{+2} = \frac{R}{R+t_0}\cdot t_1$

$t_1 = 2t_0$

$$-\mathcal{E}\cdot(2\mathcal{E}C + U_c\cdot C) = \frac{C U_c^2}{2} - \frac{C\cdot 4\mathcal{E}^2}{2}$$

$$\cancel{-2\mathcal{E}^2 - \mathcal{E}U_c = \frac{U_c^2}{2}} \quad |\cdot 2$$

$$\cancel{U_c^2 + 2\mathcal{E}U_c + 2\mathcal{E}^2}$$



$$\cancel{-2\mathcal{E}^2} - \mathcal{E}U_c = \frac{U_c^2}{2} - \cancel{2\mathcal{E}^2} \quad |\cdot 2$$

$$U_c(U_c + 2\mathcal{E}) = 0$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi}{4}\cdot\frac{D^2}{16} = \frac{\pi D^2}{64}$$

$$D^2 - D_M^2 = \frac{8}{9}D_0^2$$

$$D_M^2 = \frac{1}{9}D^2 \mp \boxed{\frac{D}{3}}$$

☑ 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

$\frac{3}{2}\cancel{\nu R}(T'-T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T'-T_2)=0$

$2T' = T_1+T_2$

$p\cdot(V_1+V_2) = \nu R(T_1+T_2)$

$\cancel{770}$

$8{,}31 \times 1{,}33 = 2493 + 2493 = 274{,}23$

$440+330 = 770$

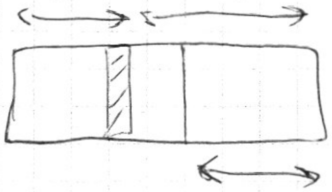
$770 : 2 = 385$

$\boxed{p\cdot V_0 = \nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)}$

$440 - \frac{440+330}{2} = \frac{440-330}{2}$

$T_x - T_1 + T_y - T_2 = 0$

$\frac{3}{7}V_0$ $\frac{4}{7}V_0$



$\frac{3{,}5}{7}V_0$

$A = -p\cdot\frac{0{,}5}{7}V_0 = \boxed{-\frac{p_0V_0}{14}}$

$\Delta U_2 = \frac{3}{2}\nu R(T'-T_2) =$

$=\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2}-T_2\right) = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1-T_2}{2}\right) =$

$= \frac{3}{4}\nu R(T_1-T_2)$

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

$-Q = -\frac{\nu R(T_1+T_2)}{14} + \frac{3}{4}\nu R(T_1-T_2) =$

$= Q = \frac{\nu R\cdot 770}{14} + \frac{3}{4}\nu R\cdot 110 = \nu R\cdot\frac{110}{2} + \frac{3}{4}\nu R\cdot 110 =$

$= \nu R\cdot\frac{550}{\cancel{84}} = \frac{6}{\cancel{25}}\cdot 8{,}31\cdot\frac{5\cdot 5\cdot 22}{4} = \frac{3\cdot 2\cdot 11\cdot 2\cdot 8{,}31}{4}$

$550 : 25 = 22$

$8{,}31 \times 1{,}33$

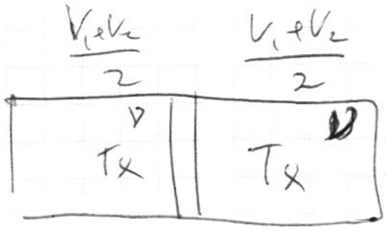
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

3)



$\cancel{p'(V_1+V_2) = 2\nu RT_x}$

$\cancel{p(V_1+V_2) = 2\nu R(T_1+T_2) = 2\nu RT_x}$

$p'(V_1+V_2) = 2\nu RT_x$

$p(V_1+V_2) = \nu R(T_1+T_2) = 2\nu RT_x$

$\cancel{\Rightarrow p' = p}$

$A = p\cdot\Delta V_1$

$p\cdot\left(\frac{V_1+V_2}{2} - \frac{V_2}{2}\right) + \Delta U = Q;$

$110 : 5 = \boxed{22}$

$$\frac{\cancel{5}\cdot\cancel{2}\cdot 3\cdot \cancel{22}^{11}\cdot\cancel{5}\cdot 8{,}31}{\cancel{2}\cdot 2\cancel{5}\cdot\cancel{2}}$$

$\cancel{33}$

$8{,}31 \times 11 = 91{,}41$

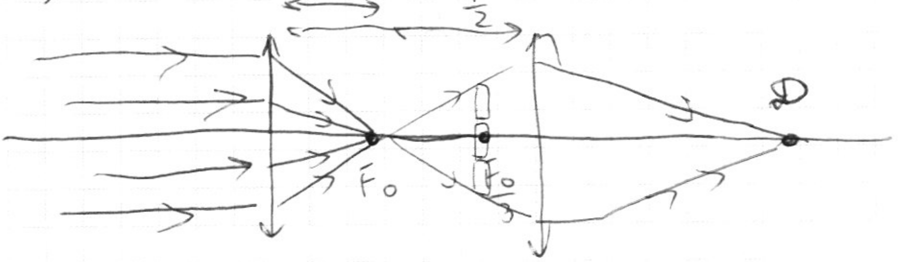
$q = A\cos\omega t$

$A = \varepsilon C$

$q = \varepsilon C(1+\cos\omega t)$

$L_2 C\ddot{q} + q - \varepsilon C = 0$

F



1) $\frac{2}{F} + \frac{1}{x} = \frac{3}{F}$; $\frac{1}{x} = \frac{1}{F}$; $\boxed{x = F_0}$

2)

$q = \varepsilon C(1-\cos\omega t)$

$q = A\cdot\cos\omega t$

$A = -\varepsilon C$

$q - \varepsilon C = y$

$C(q + \ddot{q}) = \varepsilon C$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

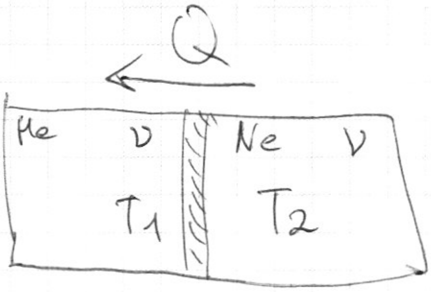
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



1) $p \cdot V_1 = \nu R T_1$

$p \cdot V_2 = \nu R T_2$

$p(V_1+V_2) = 2\nu R(T_1+T_2)$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \boxed{\frac{3}{4}}$

2) ~~$A_{вн.сил} = \Delta Q_{сист.} = \Delta U_{газов}$~~

$E_{сист.} = const \Rightarrow$

$\frac{3}{2}\nu R(T_x - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_x)$; $2T_x = T_1 + T_2$; $T_x = \frac{770}{2} = \boxed{\cancel{385}}$ $\boxed{385}$

3) $-Q = A_{Ne} + \Delta U_{Ne}$

$+$

$Q = A_{He} + \Delta U_{He}$

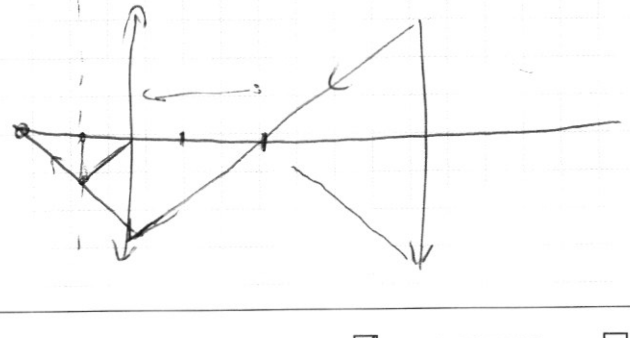
$A_{Ne} = -A_{He}$

~~$0 = \Delta U_{He} + \Delta U_{Ne}$~~

$-Q = A + \Delta U_1$

$Q = -A + \Delta U_2$

~~$A = \Delta U_2 - Q$~~



$\frac{1}{v} = \frac{1}{5} - \frac{1}{9}$

☒ черновик ☐ чистовик

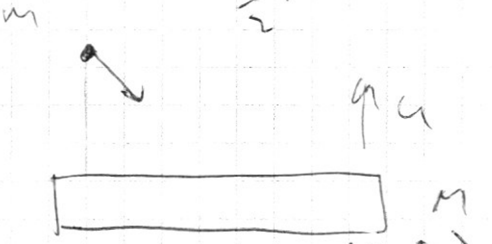
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

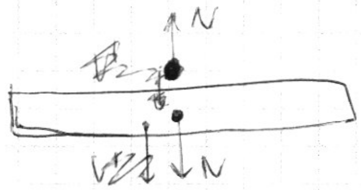
$\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{110}{2} = \frac{330}{4}\nu R$ $\quad \frac{330}{6}\nu R$



$Ma = N \cdot \quad \frac{110\cdot 15}{2\cdot 12}\cdot\frac{6}{25} =$

$a = \frac{N}{M}$ $\quad 8{,}31 \times 33 = 274{,}23$

$\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T') = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_2-T_1}{2}\right)$



$= N + \frac{m}{M}N = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$m(V\cos\alpha + u - V') = 274{,}23$

$= N\Delta t\left(1+\frac{m}{M}\right)$

$\cancel{N\Delta t =}$ $\quad ma = N + \frac{m}{M}N = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$\Delta t \cdot N\left(1+\frac{m}{M}\right) = m(V\cos\alpha + u)$

$N\cdot\Delta t = m(V\cos\alpha+u) \ll Mu$

$\Rightarrow \frac{3}{2}\nu R$

$\delta Q = \delta A + dU_1$

$-\delta Q = \delta A + dU_2$

$\boxed{dU_1 + dU_2 = 0}$

$dT_1 + dT_2 = 0$

$p\,dV + V_1\,dp = \nu R\,dT_1$

$-p\,dV + V_2\,dp = \nu R\,dT_2$

$(V_1+V_2)\,dp = 0$ $\quad \boxed{dp = 0}$

$p\cdot\left(\frac{4}{7} - \frac{1}{2}\right)V_0 = p\cdot\left(\frac{8-7}{14}\right) = \frac{p_0V_0}{14}$