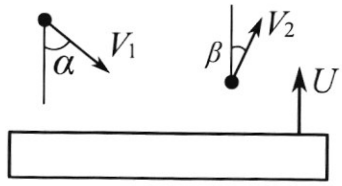
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

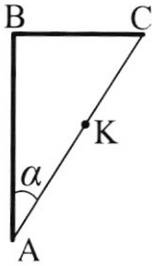
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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.

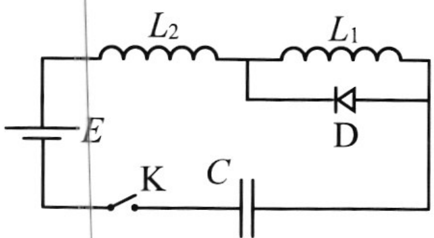
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



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.



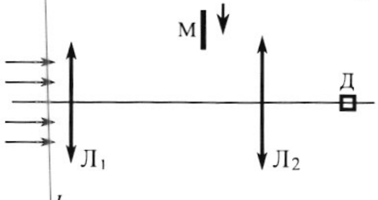
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

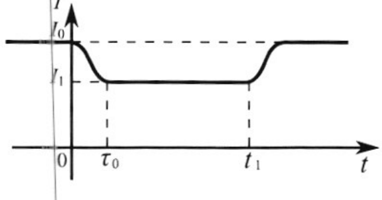
1) Найти период T этих колебаний.

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

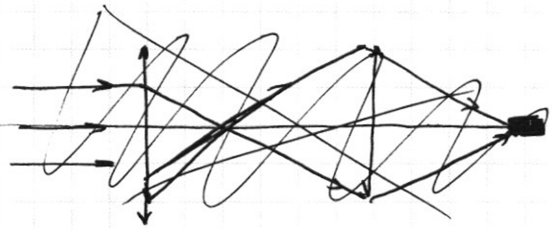
N5

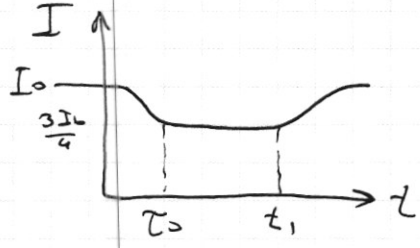
F_0, D, τ_0

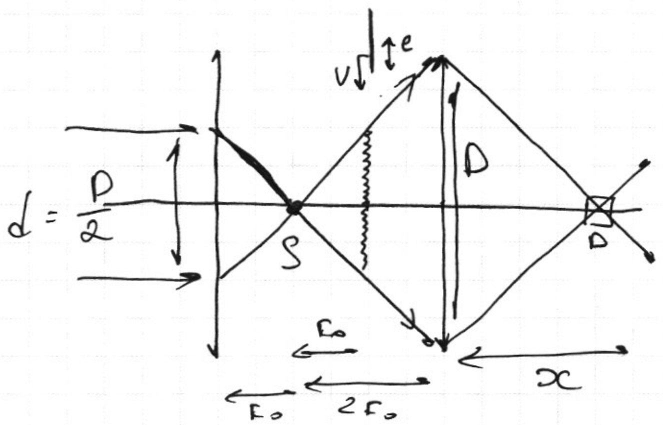
x - ?

V - ?

t_1 - ?







1) Парал. пучки падающ. на линзу ~~пойдут через~~ соберутся в фокусе, представим эту точку (S) как источник для 2 линзы, располож. на $d = 2F_0$

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{x} \Rightarrow x = 2F_0$$

2) ~~из~~ заметим, что лишь часть лучей, падающ. на Л1 преломит-ся в Л2, ~~из~~ из подобия треуг. (см. рис.):

$$\frac{d}{D} = \frac{F_0}{2F_0} \Rightarrow d = \frac{D}{2}$$ ← такой ширины пучек пройдет через 2 линзы

Тем самым мы определили на нашем рисунке границы пространства, где есть лучи

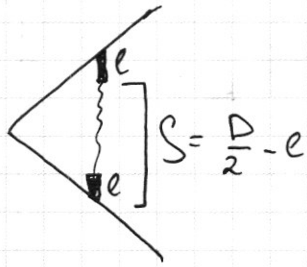
3) Также из подобия найдем длину пути в освещенном лучами пространстве, который пройдет мишень: $\frac{L}{D} = \frac{F_0}{2F_0} \Rightarrow L = \frac{D}{2}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

4) проанализируем гр-к:

от 0 до τ_0 мишень въезжает в пространство

от τ_0 до t_1 мишень полностью находится в пространстве



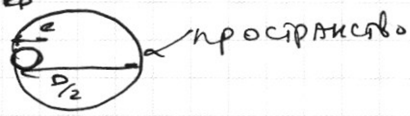
мишень прошла в пространстве $S = \frac{D}{2} - \cancel{l}$, где l - её диаметр

$S = V(t_1 - \tau_0)$

$t_1 = \frac{S}{V} + \tau_0 = \frac{D/2 - l}{V} + \tau_0$

5) Рассм. когда М. полностью в ~~проне~~ пространстве $I_0 \to \frac{3I_0}{4}$,

т.е. ~~$\frac{P}{4}$ мощ~~ 25% от всей мощности света P попало в мишень $\Rightarrow \frac{S_м}{S_{кр}} = \frac{P/4}{P}$



$\frac{1}{4} = \frac{\pi l^2/4}{\pi (D^2/4)}$

$\frac{4l^2}{D^2} = \frac{1}{4}$

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

$\cancel{D =} \; l = \frac{D}{4}$

$\cancel{l^2 = \frac{D^2}{4^3}}$

$\cancel{l = \frac{D}{8}}$

6) Рассм. момент въезда в пространство:

путь, пройденный за это время: l

время τ_0 $\Rightarrow V\tau_0 = l$

$V = \frac{D}{4\tau_0}$

7) $t_1 = \dfrac{\frac{D}{2} - \frac{D}{4}}{\frac{D}{4\tau_0}} + \tau_0 = \dfrac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{4\tau_0}} + \tau_0 = \underline{2\tau_0}$

Ответ. а) $X = 2F_0$, б) $V = \frac{D}{4\tau_0}$; в) $t_1 = 2\tau_0$

☐ 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

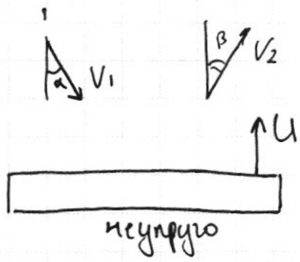
№1

$V_1 = 8\,\frac{м}{с}$

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

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

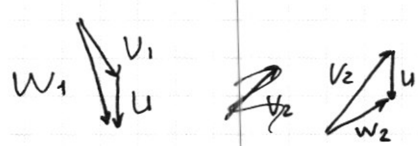
$V_2,\ U$



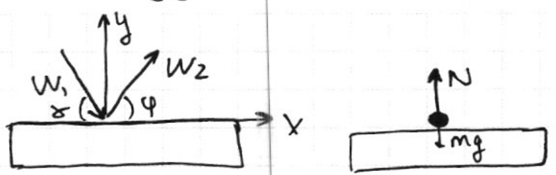
$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

1) перейдем в СО плиты:



2) момент удара:



Запишем ∃ II ЗН в имп. форме

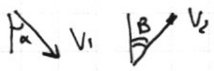
$m\Delta W_x = 0$

$W_1\cos\gamma - W_2\cos\varphi = 0$

$m\Delta W_y = N dt$

$m(W_{1y} + W_{2y}) = N dt$

3) т.к. $\Delta W_x = 0$, то $W_{1x} = W_{2x}$



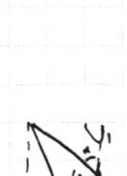
$\Downarrow$ из п. 1

$V_{1x} = V_{2x}$

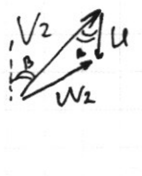
$V_1\sin\alpha = V_2\sin\beta$

$V_2 = \frac{V_1\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{V_1\cdot\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = V_1\cdot\frac{3}{2} = \cancel{8}^{4}\cdot\frac{3}{\cancel{2}} = 12\,\frac{м}{с}$

4)



$W_1^2 = V_1^2 + U^2 + 2V_1U\cos\alpha$



$W_2^2 = V_2^2 + U^2 - 2UV_2\cos\beta$

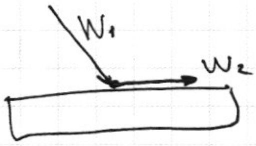
$\cancel{\frac{mW_1^2}{2} + \frac{mW_2^2}{2}}$

5) если бы удар был упругим, то $W_{1y} = W_{2y} \Rightarrow U + V_1\cos\alpha = V_2\cos\beta - U$

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

$$U = \frac{\overset{12}{V_2}\frac{\sqrt3}{2} - \overset{8}{V_1}\frac{\sqrt7}{4}}{2} = \cancel{\frac{(2\sqrt3-\sqrt7)V_2}{8}}\ \frac{6\sqrt3 - 2\sqrt7}{2}\ \frac{м}{с}$$

6) если бы удар был абс-неупругим:



$W_{2y} = 0$

$U = V_2\cos\beta = 6\sqrt3\ \frac{м}{с}$

7) т.к. удар неупруг (между упруг. и абс. неупруг.), то

$$\frac{6\sqrt3-2\sqrt7}{2} < U < 6\sqrt3$$

$$3\sqrt3 - \sqrt7 < U < 6\sqrt3$$

удар неупруг => $E_{к_к} - E_{к_0} = Q$ (энергия в СО массивного тела)

Q_{max} при абс. неупр. уд.

$Q_{min} = 0$ при упруг. ударе

при неупруг. ~~$Q_{min} < Q < Q_{max}$~~

$Q_{min} < Q < Q_{max}$

Ответ. $V_2 = 12$ м/с

$(3\sqrt3-\sqrt7)\ \frac{м}{с} < U < 6\sqrt3\ \frac{м}{с}$

N4

~~$L_2 = 2L$~~

$L_2 = L$

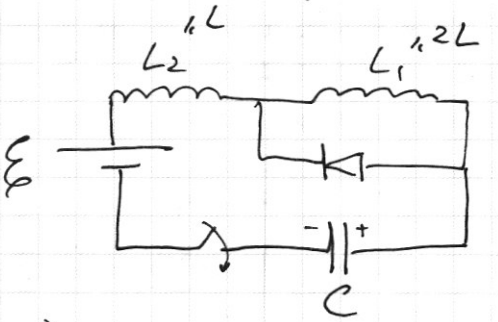
$L_1 = 2L$

$\mathcal{E}, C$

T

I_{m1}

I_{m2}



1) если ток течет по час. стрелке, то диод закрыт => 2 прав. Кирхгофа для произв. мом.

$$\mathcal{E} = L\frac{dI}{dt} + 2L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$$

$$\dot q = I$$

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

$$\ddot q + \frac{q}{3LC} = \frac{\mathcal{E}}{3L} \quad (1)$$

2) если ток течет пр. час. стрелки, то диод открыт и $I_{L_1} = 0$, т.к. диод идеален:

$$-\mathcal{E} = -\frac{q}{C} + L\frac{dI}{dt}$$

$$\dot q = -I$$

$$-\mathcal{E} = -\frac{q}{C} - L\ddot q \Rightarrow \ddot q + \frac{q}{LC} = \frac{\mathcal{E}}{L} \quad (2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) (1): $\ddot{q} + \frac{q}{3LC} = \frac{\mathcal{E}}{3L} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{1}{3LC}$ ← ур-е колебаний

$q_1 = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos\omega_1 t$ $\quad T_1 = 2\pi\frac{1}{\omega_1} = 2\pi\sqrt{3LC}$

$I_1 = C\mathcal{E}\cdot\frac{1}{\sqrt{3LC}}\sin\omega_1 t$

(2): $\ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{\mathcal{E}}{L} \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{1}{LC}$

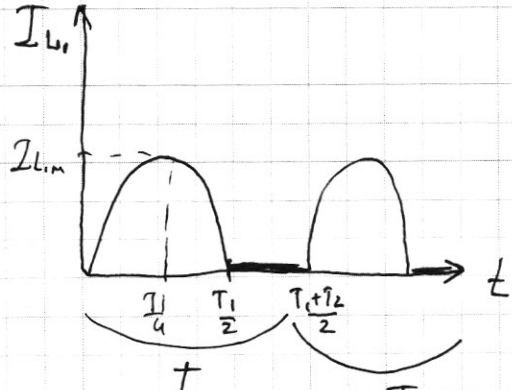
$q_2 = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos\omega_2 t$ $\quad T_2 = 2\pi\frac{1}{\omega_2} = 2\pi\sqrt{LC}$

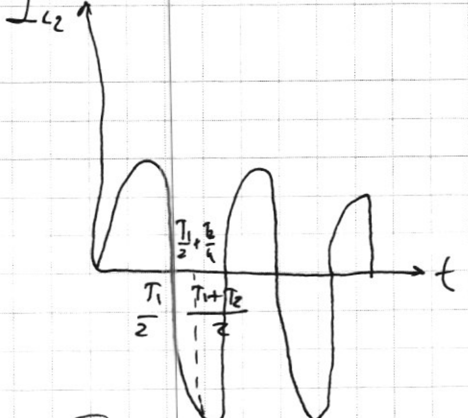
$I_2 = C\mathcal{E}\sqrt{\frac{1}{LC}}\sin\omega_2 t$

4) Опишем, что происходит:

сначала ток течет по ч. стр. и ток на L_1 и L_2 меняется по з-ну $I_1 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}\sin\omega_1 t$, после ~~а~~ через $\frac{T_1}{2}$ ток ~~не~~ зануляется и начинает течь в др. сторону, причем $I_{L_1} = 0$, $I_{L_2} = I_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\omega_2 t$, через $\frac{T_2}{2}$ мы возвращаемся в нач. состояние

5) из гр-ков $I(t)$ видно, что $T = \frac{T_1+T_2}{2} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$





6) $I_{L_1} = \begin{cases} \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}\sin\omega_1 t, & D \text{ закрыт} \\ 0, & D \text{ открыт} \end{cases} \Rightarrow I_{L_1 m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$, при $t = \frac{T_1}{4\omega_1}$

7) $I_{L2} = \left[\begin{array}{ll} \cancel{2}\, \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} \sin\omega_1 t, & D \text{ зак.} \\ \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} \sin\omega_2 t, & D \text{ откр.} \end{array} \right. \Rightarrow I_{L2m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$ при $t = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{4}$

Ответ. $T = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3})$

$I_{L1m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$I_{L2m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№2

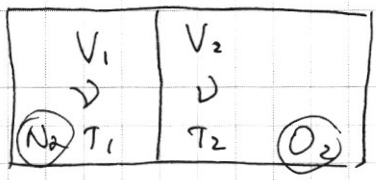
$C_V = \frac{5R}{2}$

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300$ K

$T_2 = 500$ K

$R = 8{,}31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль K}}$



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

T_0 - ?

$Q_{O_2 \to N_2}$ - ?

1) ур. сост. ид. газа

в нач. мом: $\begin{cases} \nu R T_1 = p_1 V_1 \\ \nu R T_2 = p_2 V_2 \end{cases}$

Силы на поршень равны $\Downarrow$ $p_1 = p_2 = p_0$

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

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5} = \frac{3V_0}{5V_0}$ пусть $V_\Sigma = 8V_0$

$\nu R T_1 + \nu R T_2 = p_0 \cdot 8V_0$ ~~$p_0 \cdot 4V_0$~~ =

2) в т.к. поршень движ. медленно: $p = \text{const}$

в мом. $T_1' = T_2' = T_0$:

ур. сост. ид. газа $\nu R T_0 = p_0 V_1'$

$\nu R T_0 = p_0 V_2'$

$V_1' = V_2' = 4V_0$

$T_0 = \frac{p_0 \cdot 4V_0}{\nu R} = \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{2\nu R}$

$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400$ K

3) $Q_{N2} = -Q_{O_2}$ (принял N_2; отдал O_2)

(т.к. сосуд теплоизолирован

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_{N_2} = A_{N_2} + \Delta U_{N_2}$ $\cancel{A_{N_2} + A_{O_2}}$ [redacted]

$Q_{O_2} = A_{O_2} + \Delta U_{O_2}$

$\Delta U_{N_2} = \frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_1)$ $\cancel{Q_{N_2} = Q_{O_2}}$

$\Delta U_{O_2} = \frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_2)$ $\cancel{\Delta U_{N_2} + A_{N_2} = -\Delta U_{O_2} - A_{O_2}}$

$\cancel{\Delta U_{O_2}}$

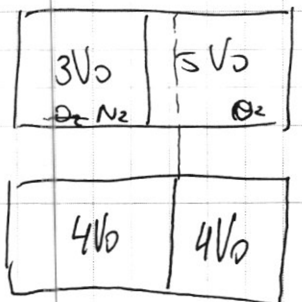
$Q_{N_2} + Q_{O_2} = 0$

$\Updownarrow$ $\Delta U_{N_2} + \Delta U_{O_2} = 0$

$A_{N_2} + A_{O_2} = 0$

$A_{O_2}' = p_0 \cdot (4V_0 - 5V_0)$

$A_{N_2} = p_0 (4V_0 - 3V_0)$



$\Downarrow$

$Q_{O_2 \to N_2} = -Q_{O_2} = p_0 \cdot V_0 + \frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_2) =$

$\nu R T_0 = p_0 \cdot 4V_0$

$\nu R T_2 = p_0 \cdot 3V_0$ $\Rightarrow Q_{O_2} = \frac{7}{2} p_0 V_0 = \frac{7}{2}\frac{\nu R T_0}{4}$

$Q_{O_2} = \frac{7}{8} \cdot \frac{3}{4} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{400}^{50} = 150 \cdot 8{,}31 = \boxed{1246{,}5\ (Дж)}$

$$\begin{array}{r} \times\ 8{,}31 \\ 150 \\ \hline 4155 \\ 831 \\ \hline 1246{,}50 \end{array}$$

Ответ. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$

$T_0 = 400\,K$

$Q = 1246{,}5$ Дж

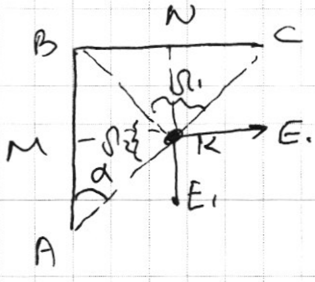
№ 3

$\alpha_0 = \frac{\pi}{4}$

$\frac{E_2}{E_1}$ – ?

$\alpha_1 = \frac{\pi}{7}$

E_3 – ?

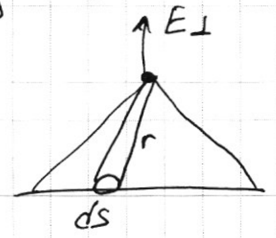


0) в силу симметрии в 1 и 2 случае

$E_0 = E_\perp$

горизонт. $E_{\parallel}$ компенсируются

1) Найдем $E_\perp$ от плоскости:



$E_\perp = \frac{k\,dq}{r^2} = \frac{k\,6\,dS}{r^2} = \underline{k6\Omega}$

2) в первом случае, когда $\alpha = 45°$

- $\triangle ABC$ – р/б, пусть M и N середины AB и BC, тогда

$KN = MK$ ($\triangle$ – р/б и прямоуг.)

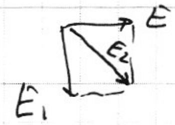
- также плоскости BC и AB абсолютно геометрически идентичны $\Rightarrow \Omega_1 = \Omega_2$

$E_1 = k6\Omega_1$

$\vec{E_2} = \vec{E_1} + \vec{E_1'}$

$E_1' = k6\Omega_2 = E_1$

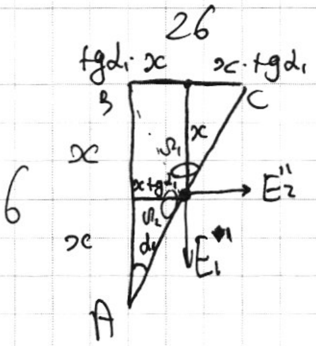
⇓



$E_2 = E_1\sqrt{2}$

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

3)

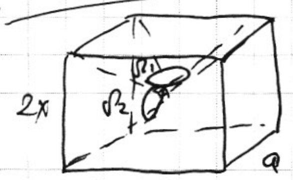


$E = \sqrt{E_1''^2 + E_2''^2}$

$E_1'' = k\Omega_1 \cdot 26$

$E_2'' = k\Omega_2 \cdot 6$

$\Rightarrow E = \cancel{k^2 6^2}\, k6\sqrt{4\Omega_1^2 + \Omega_2^2}$



Ω_1 и Ω_2 можно найти в ~~прямоуг.~~ параллелепипеде со сторонами $(a) \times (x) \times (x\,tg\alpha_1)$

если принимать $\Omega_1 = \Omega_2 = 2\pi$, то $E = \frac{1}{\frac{4\pi\varepsilon_0}{2}} 6 \cdot 2\pi\sqrt{5} = \frac{6\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$

посчитаем с большей точностью

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

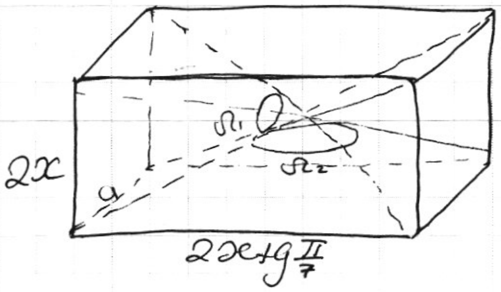
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

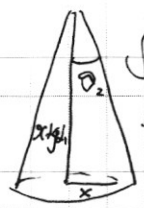
ШИФР

(заполняется секретарём)

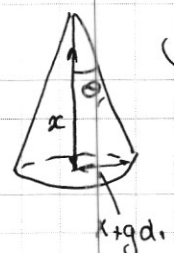
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



т.к. пластины очень большие, то можно считать их не прямоуг., а круглыми



$$\Omega_2 = 2\pi(1-\cos\theta_2) = 2\pi\left(1-\frac{tg\alpha_1}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}\right)$$



$$\Omega_1 = 2\pi(1-\cos\theta) = 2\pi\left(1-\frac{x}{\sqrt{x^2+x^2tg^2\alpha_1}}\right) = 2\pi\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}\right)$$

$$\sqrt{4\Omega_1^2+\Omega_2^2} = \sqrt{4\cdot 4\pi^2\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}\right)^2 + 4\pi^2\left(1-\frac{tg\alpha_1}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}\right)^2} =$$

$$\cancel{= 2\pi\sqrt{4+\frac{5}{1+tg^2\alpha_1}-\frac{10}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}}} = 2\pi\sqrt{5+\frac{4+tg^2\alpha_1}{1+tg^2\alpha_1}-\frac{8+2tg\alpha_1}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}}$$

$$\cancel{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{4+\frac{5}{1+tg^2\alpha_1}-\frac{10}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}}} \qquad E = 2\pi\sqrt{\frac{4+tg^2\alpha_1}{1+tg^2\alpha_1}-\frac{8+2tg\alpha_1}{\sqrt{1+tg^2\alpha_1}}+5}$$

~~Ответ.~~ $\cancel{\dfrac{\sigma\sqrt{4+\frac{5}{1+tg^2\frac{\pi}{7}}-\frac{10}{\sqrt{1+tg^2\frac{\pi}{7}}}}}{2\varepsilon_0}}$

~~Ответ.~~ $\cancel{E = \dfrac{\sigma\sqrt{\frac{4+tg^2\frac{\pi}{7}}{1+tg^2\frac{\pi}{7}}-\frac{8+2tg\frac{\pi}{7}}{}}}{2\varepsilon_0}}$

а) $\frac{E_2}{E_1} = \Omega_2$

б) $E = \dfrac{\sigma\sqrt{\frac{4+tg^2\frac{\pi}{7}}{1+tg^2\frac{\pi}{7}}-\frac{8+2tg\frac{\pi}{7}}{\sqrt{1+tg^2\frac{\pi}{7}}}+5}}{2\varepsilon_0}$

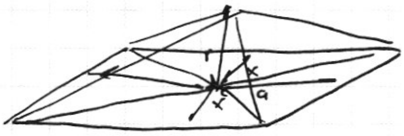
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

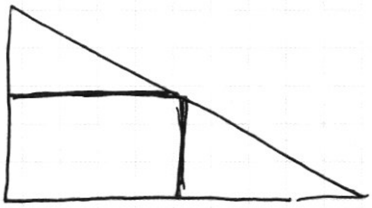
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

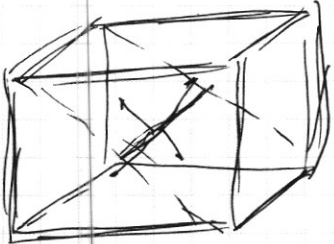
ШИФР

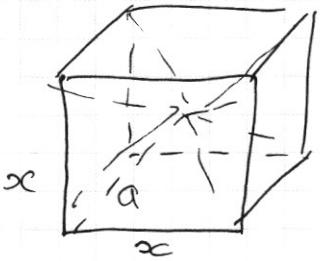
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

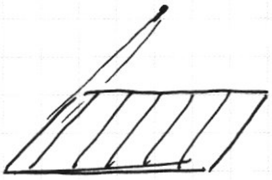


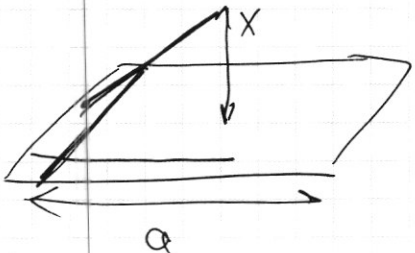


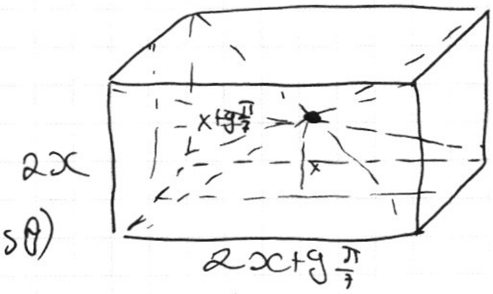




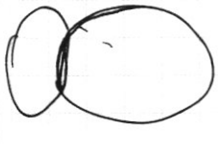
4π





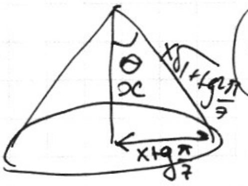


$4\pi = 2$

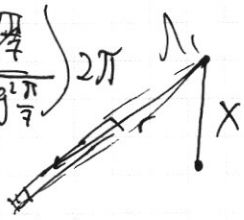


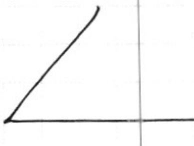
$\Omega = 2\pi(1-\cos\theta)$

Ω_2



$$\left(1-\frac{1+tg\frac{\pi}{7}}{\sqrt{1+tg^2\frac{\pi}{7}}}\right)2\pi$$





$$\left(1-\frac{tg\frac{\pi}{4}}{\sqrt{1+tg^2\frac{\pi}{2}}}\right)2\pi$$

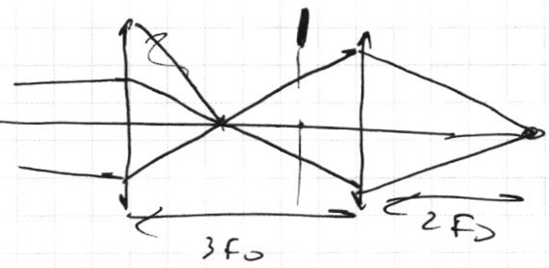
$$d\Omega = \frac{dS}{r} \quad E = 4\pi^2\left(4-\frac{4}{\sqrt{\ }}+1-\frac{tg}{\sqrt{\ }}\right.$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

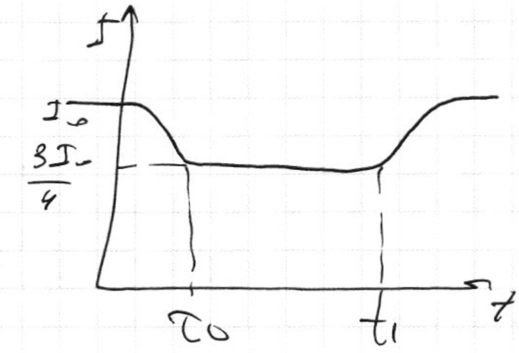
Страница №__

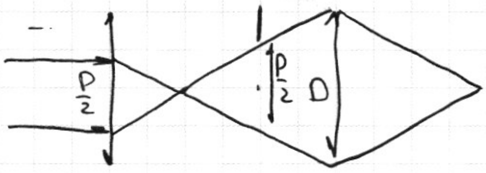
(Нумеровать только чистовики)

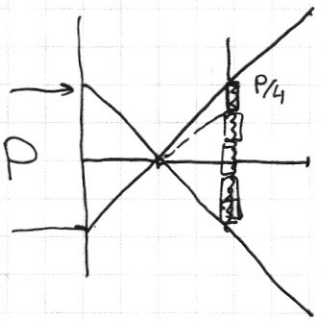


$I \sim P$

$\frac{1}{2F_0}$ -







от 0 до τ_0 мишень закр. не полностью

dem

от τ_0 до t_1 мишень была в зоне

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

$\frac{l^2}{\frac{D^2}{4}} = \frac{1}{4}$

$16l^2 = D^2$

$l = \frac{D/2}{4} = \frac{D}{8}$

$\cancel{l-x?|\,1x}$

$P(x) = P - P\frac{x^2}{D^2/4} =$

$I = I_0 - \frac{I_0}{4\tau_0}t$

$x = \frac{D}{8} = Vt$

$t = \frac{D}{8V}$

$P = kI$

$\cancel{P = P_0 - P}$

$\frac{t}{4\tau_0} = \frac{4x^2}{D^2}$

$P = P - \frac{P}{4\tau_0}t$

$t_1 = \tau_0 + \frac{D}{2\cdot\frac{D}{8\tau_0}} = 5\tau_0$

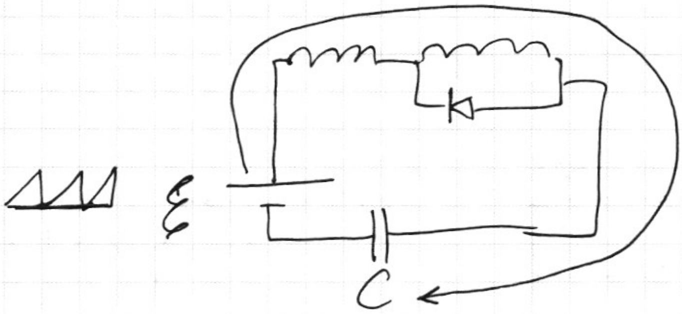
$\frac{t}{4\tau_0} = \frac{x}{D/2}$

$x = Vt$

$\frac{2V}{D} = \frac{1}{4\tau_0} \Rightarrow V = \frac{D}{8\tau_0}$

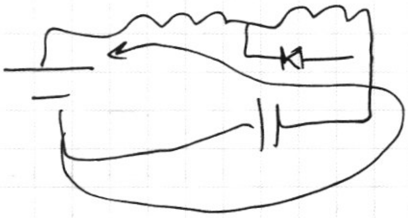
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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



$T_1 = \pi\sqrt{3LC}$

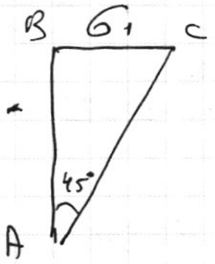
$I_{L1m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{3L}{C}}$

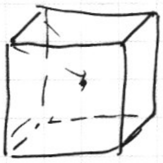


$T_2 = \pi\sqrt{LC}$ $\quad I_{L2m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{L}{C}}$

$$\frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{\frac{x}{a \cdot 2x\,tg\frac{\pi}{7}}}{\frac{x\,tg\frac{\pi}{7}}{2xa}} = \frac{1}{tg\frac{2\pi}{7}}$$

N3

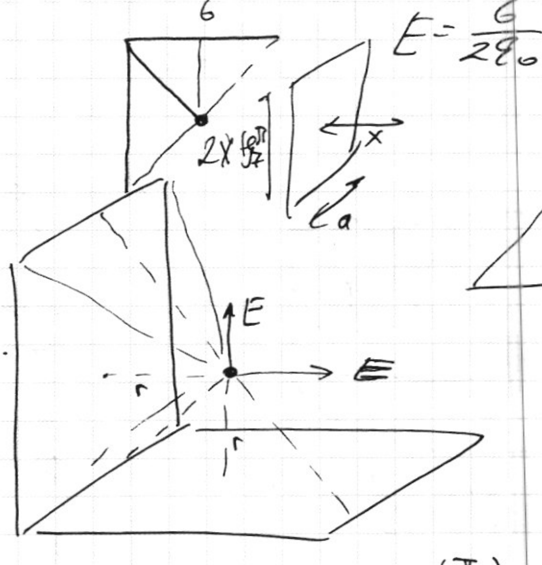




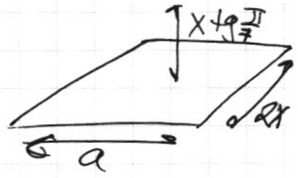
$\Omega = \frac{4\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$

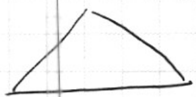
$E_1 = k\sigma \cdot \frac{2\pi}{3}$

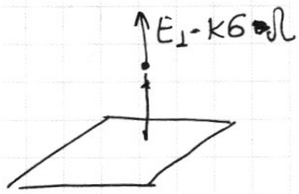
$E_2 = k\sigma \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot \Omega_2$

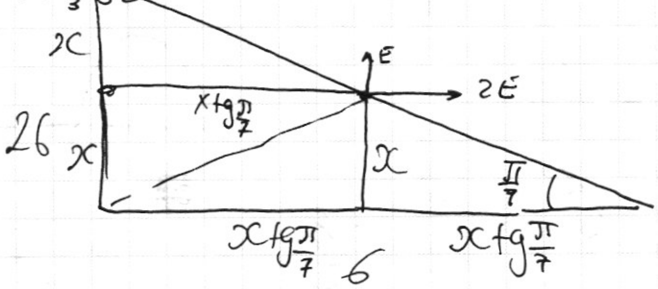


$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$





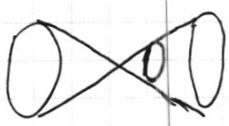




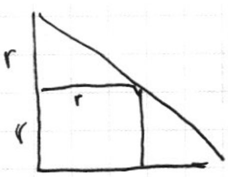
$tg\left(\frac{\pi}{7}\right)$

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

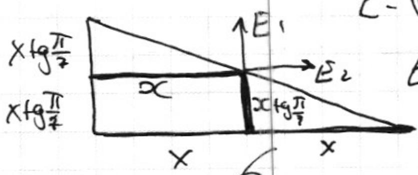
$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$



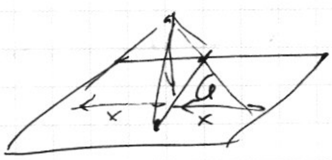
2σ



$E_1 = k2\sigma\Omega_1$

$E_2 = k\sigma\Omega_2$

$\Omega_2 = \Omega_1\, tg\frac{2\pi}{7}$



$\Omega = \frac{dS}{r^2}$

МФТИ

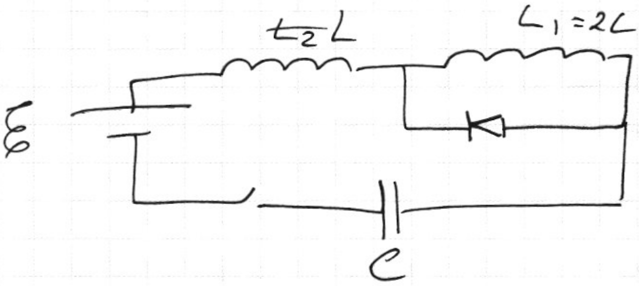
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

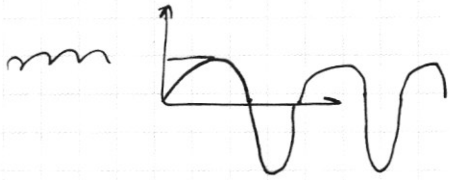
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

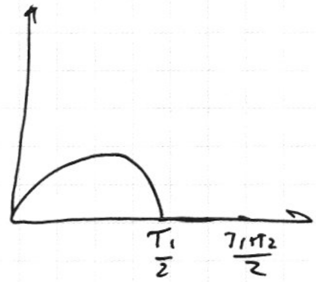
ШИФР

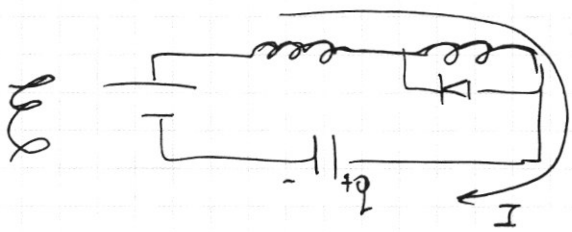
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





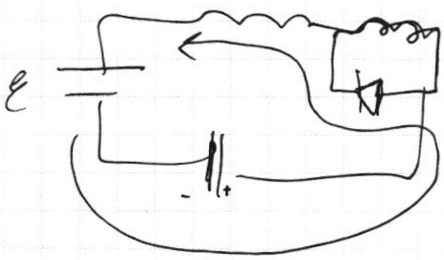




$$T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{2\pi(\sqrt{LC}+\sqrt{3LC})}{2} = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3})$$

$\cancel{\dot q = I}$ $\cancel{\dot q = -I}$ $I = \dot q$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + L\frac{dI}{dt} + 2L\frac{dI}{dt} = \frac{q}{C} + 3L\ddot q$$



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

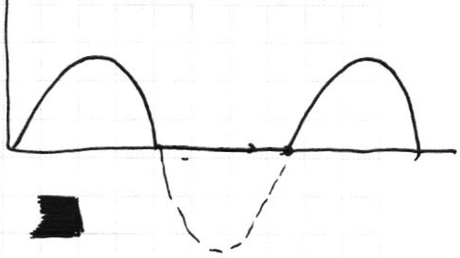
$q = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos\omega t$

$I = C\mathcal{E}\cdot\frac{1}{\sqrt{3LC}}\sin\omega t$

$I = -\dot q$

$\omega^2 = \frac{1}{3LC}$

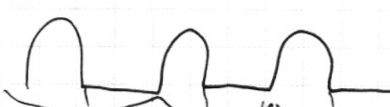
$\mathcal{E} = \frac{q}{C}$

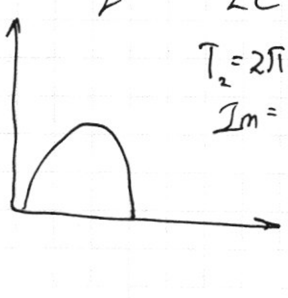


$$-\mathcal{E} = -\frac{q}{C} - L\ddot q$$

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

$\underline{T_1 = 2\pi\sqrt{3LC}}$





$T_2 = 2\pi\sqrt{LC}$

$I_m = C\mathcal{E}\frac{1}{\sqrt{LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$I_m = C\mathcal{E}\cdot\frac{1}{\sqrt{3LC}} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$

$$\sqrt{\frac{C^2q^2}{3LC}} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2C}{3L}}$$

$\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

[redacted]

$3V_0$	$5V_0$

$p_0 \cdot 5V_0 = \nu R T_2$

$p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1$

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

[redacted]

$4V_0$	$4V_0$

$p_0 \cdot V_1 = \nu R T_0$

$p_0 V_2 = \nu R T_0$

Q.

$Q = V_0 p_0 + \frac{5}{2}(p_0 V_0) = \frac{7}{2} p_0 V_0 = \frac{7}{6}\nu R T_1$

$pV_1 = pV_2$

$V_1 = V_2$

$\times \frac{83,1}{15}$ 4155 831 46,5

$dA = p\,dV_2$

1246,5 (Дж)

$3V_0 + dV$	$5V_0 - dV$

$U = 6\sqrt{3}$

$W_2 = \sqrt{v_2^2 + u^2}$

$= v_2\sqrt{1+\cos\beta} \cdot p_0$

$= \frac{\sqrt{7} v_2}{2}$ νR

$\frac{(3V_0 + dV)}{T_1 + dT} = \frac{(5V_0 - dV)}{T_2 - dT}$

$\frac{3T_1}{3V_0} = \frac{T_1 + dT}{3V_0 - dV} = \frac{T_1 + dT}{3V_0}\left(1 + \frac{dV}{3V_0}\right) = \frac{T_1}{3V_0} + \frac{dT}{3V_0} + \frac{T_1 dV}{3V_0 \cdot 3V_0} = \frac{T_1\left(1 + \frac{dV}{3V_0}\right)}{3V_0} + \frac{dT}{3V_0}$

$\frac{7}{6} \cdot \frac{8}{7} \cdot 8{,}31 \cdot 300$ 150

$p = \frac{\nu R(T_1 + dT)}{3V_0 + dV} = \frac{\nu R}{3V_0}(T_1 + dT)\left(1 + \frac{dV}{3V_0}\right) = \frac{\nu R}{3V_0}\left(T_1 + \frac{dV T_1}{3V_0} + dT\right)$

$\frac{3V_0}{T_1} = \frac{5V_0}{T_2}$

$\times 150$

$W_1^2 = U V_2^2$

$dV T_2 - 3V_0 dT = T_1 dV + 5V_0 dT$

[redacted]

$W_2 = 12$

$w_1 =$

$T_1 \frac{3V_0 + dV}{9V_0^2} + \frac{dT}{3V_0} = \frac{3V_0(T_1 + dT) + dV T_1}{9V_0^2}$

$dV(T_2 - T_1) = 8V_0\,dT$

$p_0 V_0 = (T_0 - T_1)\nu R$

$p_1 = \frac{\nu R T_0}{4V_0}$

$p_1, 4V_0$	$4V_0, p_1$

$Q + \frac{mW_2^2}{2} = \frac{mW_1^2}{2}$

$W_1^2 - W_2^2 = V_1^2 - V_2^2 + 2V_1 u\cos\alpha + 2V_2 u\cos\beta$

$p_1 \cdot 4V_0 = \nu R T_0$

$3V_0 \cdot T_1 = 3V_0 dT$

$2u(V_1\cos\alpha + V_2\cos\beta) - 80$

$\cancel{\nu R}$ $\Delta U_1 = \frac{5}{2}(p_1 \cdot 4V_0 - p\,3V_0)$

$\frac{5}{4}T_1 + \frac{5}{4}T_2 - \frac{13}{6}T_1$

$3V_0 dT = dV T_1$

$\frac{dV}{3V_0} = \frac{dT}{T_1}$

$\Delta U_2 = \frac{5}{2}(\cancel{p \cdot 5V_0 - p_1}\ \ p_1 \cdot 4V_0 - p \cdot 5V_0)$

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

$64 + \ldots$

$u > \frac{40}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 12} = 20$

$V_1^2 + V_2^2\cos^2\beta + 2V_1 V_2\cos\alpha\cos\beta$

$V_2^2 + V_2^2\cos^2\beta - 2V_2^2\cos^2\beta = V_2^2 - V_2^2\cos^2\beta = V_2^2 \sin^2\beta = \frac{V_2}{2} = 6$ м/с

$\frac{5(T_2 - T_1)}{4} + \frac{T_1}{3} =$

$\frac{1}{3} - \frac{5}{2} = \frac{2 - 15}{6}$

$-Q = \Delta U_1 + A_1$

$2Q = \Delta U_1 + \Delta U_2 + A = \frac{15T_2 - 15T_1 + 4T_1}{3 \cdot 4} - \frac{13}{6}$

$+Q = \Delta U_2 + A_2$

$\frac{3}{7} \cdot 8{,}31\left(5 \cdot 200 - 13 \cdot 50\right) = \frac{450 \cdot 3}{7}$

$250\nu R + 100\nu R$

$\cancel{2p_0 V}$ $p_0 V_0 = \frac{\nu R T_1}{3}$

$\frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_1) + \frac{\nu R T_1}{3} = \frac{5}{2}\nu R T_0 - \frac{13}{6}\nu R T_1$

$RC = t$ $\frac{L}{R} = t$ $\Delta U = \frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_1)$

$\frac{5}{2} \cdot \frac{T_2 - T_1}{2} + \frac{T_1}{3}$

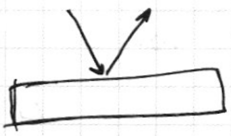
$\frac{350 \nu R \cdot 3}{7} = \nu R\left(\frac{5}{2}T_0 - \frac{13}{6}T_1\right)$

$\frac{L}{C} = R^2$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$W_1 = W_2$

$V_1^2 + 2V_1 U \frac{\sqrt{7}}{4} = V_2^2 - 2V_2 U \frac{\sqrt{3}}{2}$

$80 - 12U\sqrt{3} = \frac{\sqrt{7}}{2} \cdot 8U$

$Q = \frac{5}{2} \nu R (T_0 - T_1) + A_2$

[redacted]

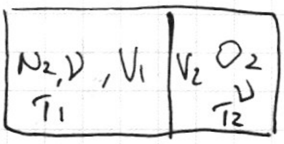
$(4\sqrt{7} + 12\sqrt{3}) U = 80$

$p \cdot 0{,}2V_2 = 0{,}2\nu R$

$\frac{20}{\sqrt{7}+3\sqrt{3}} = 6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}$

$U = \frac{80}{4\sqrt{7}+12\sqrt{3}}$

$\frac{2{,}5}{10}$ 18



$U = V_2 \cos\beta = 6\sqrt{3}$

$\frac{80}{28} = \frac{20}{7}$

$2{,}8$

[redacted]

$(3\sqrt{3} - \sqrt{7})(3\sqrt{3} + \sqrt{7}) = 27 - 7$

$6U$ [redacted]

$\frac{80}{4\sqrt{7}+12\sqrt{3}} < U < 6\sqrt{3}$

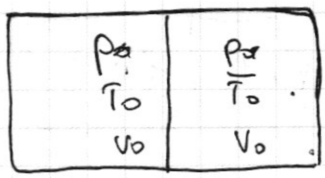
$\frac{V_1}{V_2}$, T_0, Q

в начале

$\nu R T_1 = p_1 V_1$

$\nu R T_2 = p_2 V_2$

$A =$



$p_1 = p_2 = p$

$p = \text{const}$

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

[redacted]

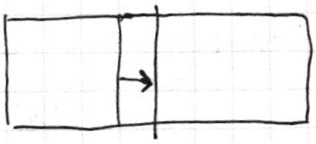
$V_1 = 0{,}6V_2$

$V_0 = V_1 + V_2 = 1{,}6V_2 = 2V$

$\nu R T_0 = pV = p \cdot 0{,}8V_2$

$T_0 = \frac{0{,}8 p_0 V_2}{\nu R}$

$V = 0{,}8V_2$



$pV_2 = \nu R T_2$

$T_0 = \frac{\nu R T_2 \cdot 0{,}8}{\nu R} = 0{,}8T_2 =$
$= 400 K$

$Q_1 = \frac{5}{2} \nu R (T_0 - T_1) + A_2$

$Q_2 = \frac{5}{2} \nu R (T_0 - T_2) - \cancel{p \cdot 0{,}2}\, A_1$