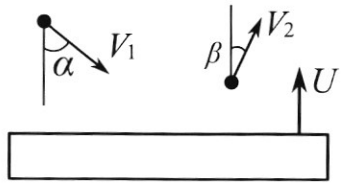
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.



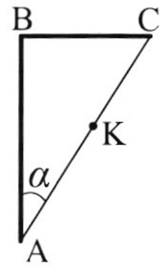
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

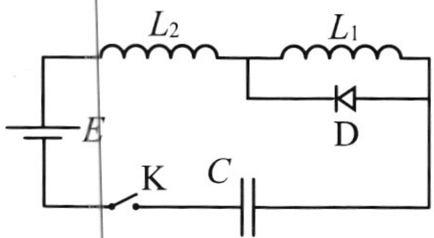
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

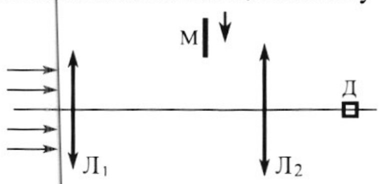
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=2\sigma, \sigma_2=\sigma$, соответственно. Угол $\alpha=\pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

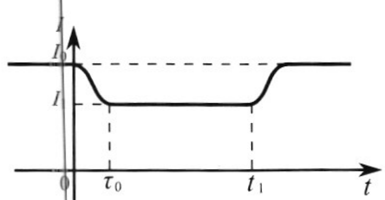
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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

№5.

Дано:

$y_1 = \frac{3y_0}{4}$

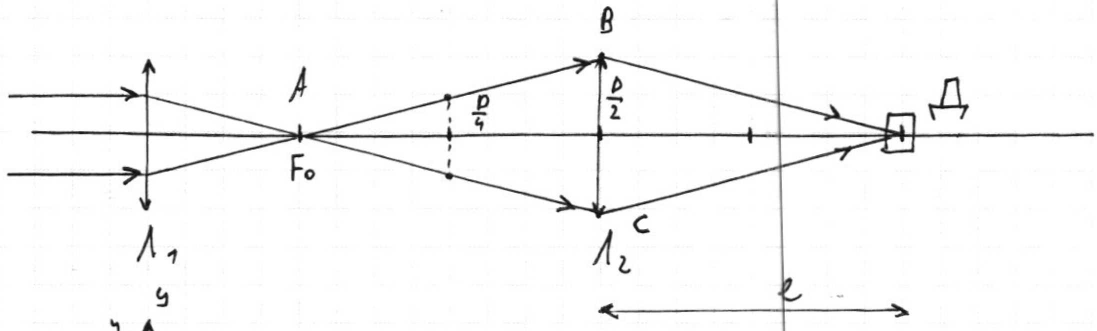
$F_0;\ D;\ \tau_0$

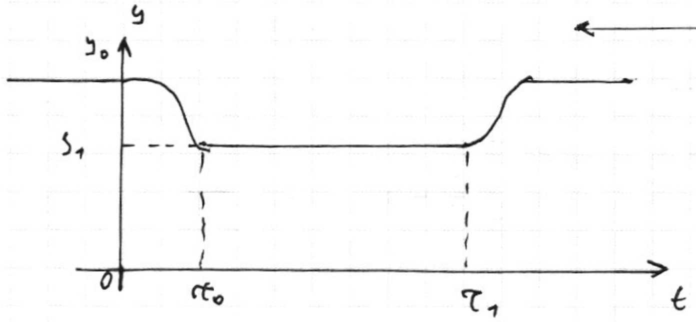
1) $l = ?$

2) $V = ?$

3) $t_1 = ?$

u $\downarrow V$





1) 1. Лучи, выходящие из $Л_1$ ~~пос~~ собираются в фокусе

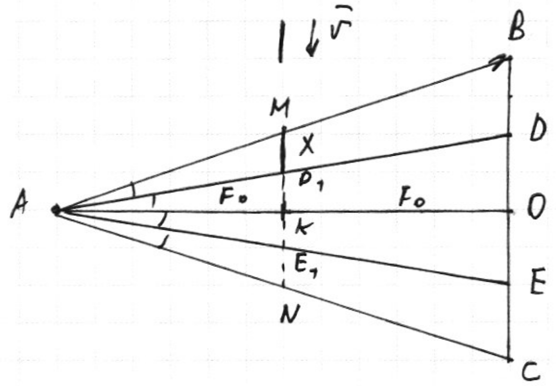
2. В $Л_2$ попадают лучи, выходящие из точки на двойном фокусном расстоянии на главной оптической оси. Значит, они соберутся в двойном фокусе, там и будет располагаться детектор Д

Т.о. $l = 2F_0$

2) 1. В момент τ_0 $y = \frac{3y_0}{4}$, значит четверть всех лучей, попадающих на детектор, закрыта мишенью.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

2. рассм $\triangle ABC$



K – точка ∩ мишени и главной опт. оси

$MN \perp AO$ MN – сред лин $\triangle ABC$

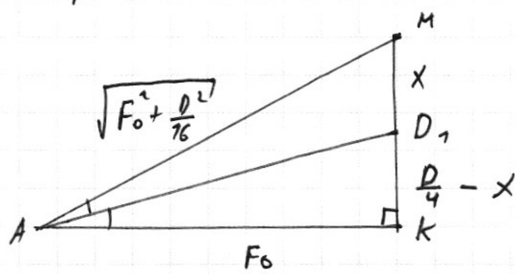
$MN = \frac{1}{2} BC = \frac{D}{2}$

$MK = \frac{D}{4}$

AD и AE – бисс $\angle BAO$ и $\angle OAC$

Чтобы закрыть отверстие всех лучей, мин. мишень должна иметь диаметр, равный $MD_1 = x$

3. рассм $\triangle AMK$



$AM = \sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{16}}$

по св-ву биссектрисы:

$\frac{AM}{MD_1} = \frac{AK}{KD_1}$

$$\frac{\sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{16}}}{x} = \frac{F_0}{\frac{D}{4} - x} \qquad F_0 x = -x\sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{16}} + \frac{D}{4}\sqrt{F_0^2 - \frac{D^2}{16}}$$

т.к. $F_0 >> D$, то $\sqrt{F_0^2 + \underbrace{\frac{D^2}{16}}_{\to 0}} \approx F_0$

$$\cancel{F_0}\cancel{x} = -x\cancel{F_0} + \frac{D}{4}\cancel{F_0}$$

$$2x = \frac{D}{4} \qquad x = \frac{D}{8}$$

т.о. диаметр мишени равен $x = \frac{D}{8}$

тогда $\tau_0 = \frac{x}{v} = \frac{D}{8v}$

$$v = \frac{D}{8\tau_0}$$

3. $(t_1 - \tau_0) = \frac{MN}{v}$

$$t_1 - \tau_0 = \frac{D}{2v} \qquad t_1 = \frac{\cancel{D}\cdot 8\tau_0}{2\cdot\cancel{D}} + \tau_0 = 5\tau_0$$

Ответ: 1) $l = 2F_0$

2) $v = \frac{D}{8\tau_0}$

3) $t_1 = 5\tau_0$

№ 4.

Дано:

$L_1 = 2L$

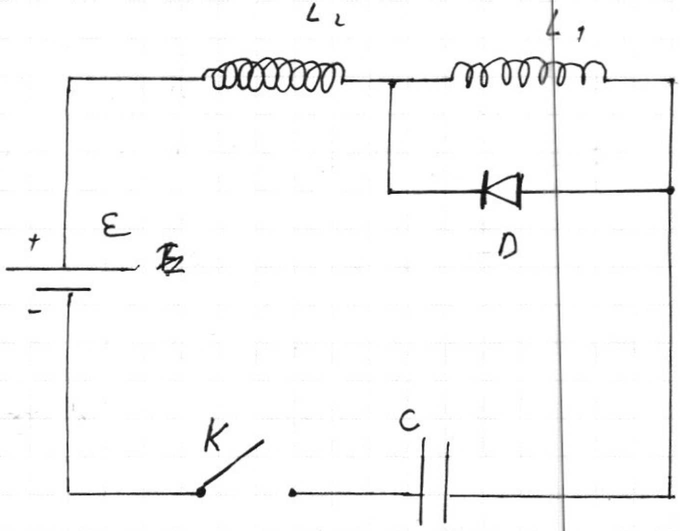
$L_2 = L$

C, $\cancel{E}$ $\mathcal{E}$

1) $T = ?$

2) $U_{м1} = ?$

3) $U_{м2} = ?$



1) 1. Когда ток течёт от "+" источника к "−", то диод закрыт, ток течёт через две катушки с суммарной индуктивностью $L_A = 3L$

2. Когда ток течёт от "−" источника к "+", то диод открыт, ток через L_1 ~~тем~~ не течёт индуктивность: $L_B = L$

3. Если бы не было бы диода то период колебаний в цепи:

с L_1 и L_2: $T_A = 2\pi\sqrt{L_A C} = 2\pi\sqrt{3LC}$

только с L_2: $T_B = 2\pi\sqrt{L_B C} = 2\pi\sqrt{LC}$

4. тогда период колебаний ~~в цепи~~ силы тока в L_1 с диодом равен:

$$T = \frac{T_A}{2} + \frac{T_B}{2} = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}\,(1+\sqrt{3})$$

~~т.о. период колебаний в L_1 =~~

□ черновик ☑ чистовик Страница № 3

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) по II пр-лу Кирхгофа

$$\mathcal{E} - L_x \dot{y} = \frac{q}{C}$$

$$\frac{q}{L_x C} + \ddot{q} - \mathcal{E} = 0$$

решением такого дифф. ур-я является:

$$q(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t + C$$

$$B = 0 \qquad C = q_0$$

Колебания будут происходить относительно „положения равновесия" – заряда q_0

при $t = 0$ $\quad q = q_0 \quad \dot{y} = 0$

$$\mathcal{E} - 0 = \frac{q_0}{C} \qquad q_0 = \mathcal{E} C$$

$$A + C = q_{max}$$

$$\mathcal{E} q_{max} = \frac{q_{max}^2}{2C} \qquad q_{max} = 2C\mathcal{E}$$

$$A = 2C\mathcal{E} - C\mathcal{E} = C\mathcal{E}$$

т.о. $\quad q(t) = C\mathcal{E} \sin \omega t + C\mathcal{E}$

~~$q(t) = C\mathcal{E}(1 + s$~~

когда ток течет от "+" источника к "–", то

$$\omega = \omega_A = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$$

когда ток течёт от "–" источника к "+", то

$$\omega = \omega_B = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$I(t) = C\mathcal{E}\omega \cos \omega t \qquad I_{max} = C\mathcal{E}\omega \qquad I_{1m} = C\mathcal{E}\omega_A$$

$$I_{1m} = C\mathcal{E} \frac{1}{\sqrt{3LC}} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{3LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $I_{2м} = C\mathcal{E}\omega_B$ $\quad I_{2m} = C\mathcal{E}\frac{1}{\sqrt{LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ:

1) $T = \pi\sqrt{LC}\,(1+\sqrt{3})$

2) $I_{1м} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

3) $I_{2м} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№2.

Дано:

$T_2 = 500\,K$

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300\,K$

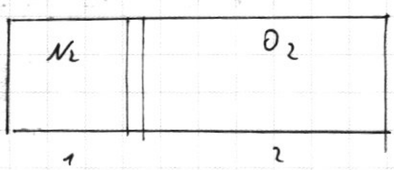
$C_V = \frac{5R}{2}$

$R = 8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot K}$

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

2) $T = ?$

3) $Q = ?$



1) $pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $\quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5} = 0{,}6$

2) Сосуд теплоизолирован, значит:

$U_1 + U_2 = 2U$

$U_1 = C_V \nu T_1 \quad U_2 = C_V \nu T_2$

$U = C_V \nu T$

$C_V \nu T_1 + C_V \nu T_2 = 2 C_V \nu T$

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

$T = \frac{300+500}{2} = 400\,K$

3) Теплопередача идёт медленно, поршень движется медленно, значит нагревание азота, передачей теплоты от кислорода можно считать

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

изобарный процесс.

$Q = A + (U - U_1)$

$A = \nu R (T - T_1)$

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

$Q = \nu R (T - T_1) + C_V (T - T_1)$

$Q = (C_V + R)(T - T_1)\nu$

$Q = \frac{7R}{2} \nu (T - T_1)$

$Q = \frac{\cancel{7} \cdot 8{,}31}{2} \cdot \frac{3}{\cancel{7}} \cdot \overset{50}{\cancel{100}} = 150 \cdot 8{,}31$ Дж $= 1246{,}5$ Дж

Ответ: ~~1246,5 Дж~~

1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}6$

2) $T = 400$ K

3) $Q = 1246{,}5$ Дж

Дано:

$V_1 = 8\ \frac{м}{с}$

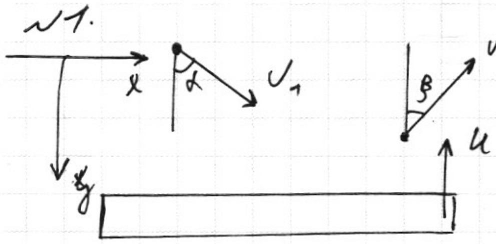
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

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

1) $V_2 = ?$

2) $u = ?$

№1.



1) Плита массивная, значит изменение импульса плиты можно пренебречь.

тогда; по З.С.И:

$m V_{отн\,y} = m V_{2y}$ где $V_{отн}$ – скорость шарика относительно плиты.

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

$V_{отн} = V_{1y} + u = V_1 \cos\alpha + u$

$$\begin{cases} V_1 \cos\alpha + u = V_2 \cos\beta \\ V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta \end{cases}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt7}{4}$$

$$\cos\beta = \frac{\sqrt3}{2}$$

$$V_1 \cdot \frac{3}{4} = V_2 \cdot \frac{1}{2} \qquad V_2 = \frac{3}{2} V_1$$

$$V_2 = 12\ \frac{м}{с}$$

2) $$V_1 \frac{\sqrt7}{4} + u = V_2 \frac{\sqrt3}{2}$$

$$u = V_2 \frac{\sqrt3}{2} - V_1 \frac{\sqrt7}{4}$$

$$u = \cancel{12}^{6} \cdot \frac{\sqrt3}{\cancel{2}} \frac{м}{с} - \cancel{8}^{2} \frac{\sqrt7}{\cancel{4}} \frac{м}{с} = 2\left(3\sqrt3 - \sqrt7\right)\frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $V_2 = 12\ \frac{м}{с}$

2) $u = 2\left(3\sqrt3 - \sqrt7\right)\frac{м}{с}$

№3.

Дано:

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

$\frac{E_2}{E_1} = ?$

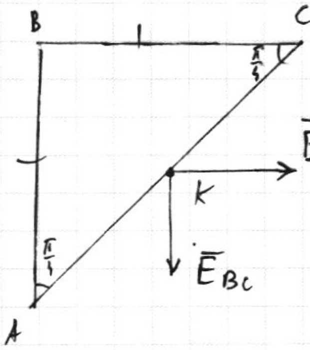
2) $\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

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

$E_K = ?$

1)



т. к $\alpha = \frac{\pi}{4}$, и $\sigma_{AB} = \sigma_{BC}$, ~~так~~

~~и~~ $AB = BC \Rightarrow$

$E_{AB} = E_{BC} = E$

$E_1 = E$

$E_2 = \sqrt{E^2 + E^2} = E\sqrt2$

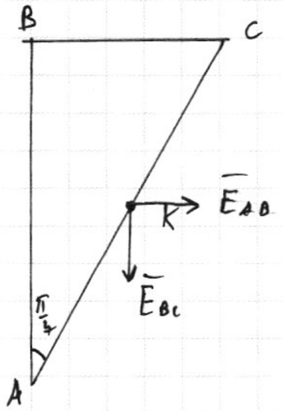
$$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt2.$$

2)

$$\frac{BC}{AB} = tg\frac{\pi}{4} \qquad E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{BC} = \frac{\cancel{2}\sigma}{\cancel{2}\varepsilon_0} \cdot tg\frac{\pi}{4} = \frac{\sigma\, tg\frac{\pi}{4}}{\varepsilon_0}$$

~~2~~



~~BZC~~

$$E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + tg^2\frac{\pi}{4}} =$$

Ответ: 1) $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$

2) $E_K = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + tg^2\frac{\pi}{4}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N_2 | O_2

1 2

$Q = A + (U_{O_2} - U)$

$U_1(t) + U_2(t) = 2U(t)$

$dQ = dA + (U_{O_2} - U_{O_2}(t))$

$dQ = dA + (U_{N_2}(t) - U_{N_2})$

$U_{O_2} - U_{O_2}(t) = U_{N_2}(t) - U_{N_2}$

$U_{O_2} + U_{N_2} = U_{O_2}(t) + U_{N_2}(t)$

$T_1 + T_2 = T_1' + T_2'$

$pV_1 = \nu RT_1 \qquad p^* V_1' = \nu RT_1'$

$pV_2 = \nu RT_2 \qquad p^* V_2' = \nu RT_2'$

$p(t)\,dV = (T_1'(t) - T_1)\nu R$

$p\,dV = dT\,\nu R$

$pV = \nu RT$

$p\,dV = (T_1' - T_1)\nu R$

$p\,dV = \nu R(T_2 - T_2')$

T

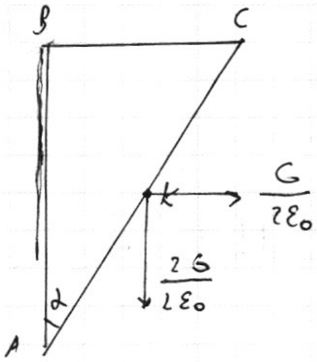
$pV = \nu RT_1$

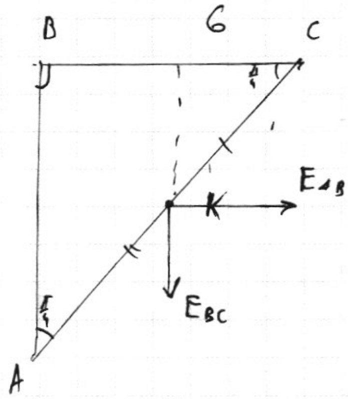
$pV = \nu RT_2$

$Q = (C_V + R)(T_{O_2} - T)$

$Q = \nu\left(\frac{5R}{2} + R\right)\cdot 100 = \nu\frac{7R}{2}\cdot 100 = 350R$

$= \cancel{\frac{3}{4}\cdot 350}\,R\cdot 100$ 50

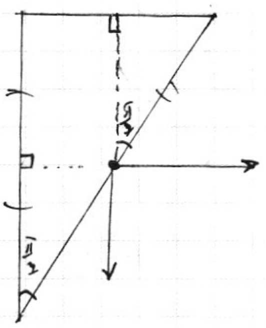




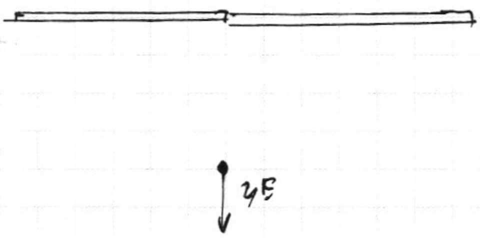
$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\quad E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

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

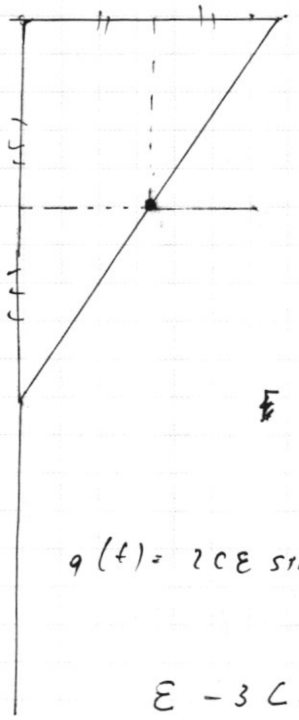
а) Ответ: $\sqrt{2}$

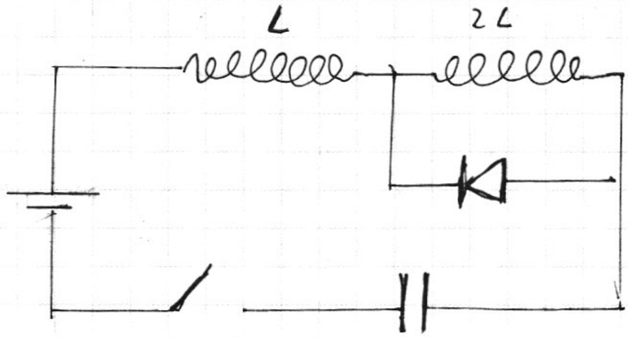


2)



№4.





~~$\mathcal{E}q = L_1\dot{y} + 2L\dot{y}$~~

$q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t$

$B = 0$

$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C}$

$2C\mathcal{E}$

$q(t) = 2C\mathcal{E}\sin\omega t$

$\mathcal{E} =$

~~$\mathcal{E} - L\dot{y} - L\dot{y}$~~

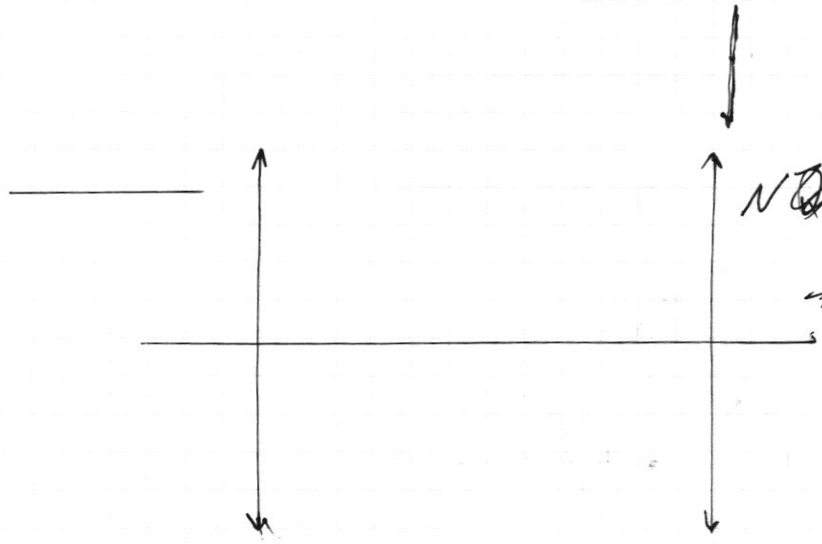
$\mathcal{E} - 3L\dot{y} = \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} - 3L\dot{y} = \frac{q}{C}$

$\frac{q}{3LC} + \ddot{q} - \frac{\mathcal{E}}{3L} = 0$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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



$Q =$

$N Q \cdot h (T_1 - T_2)$

$h($ ~~$h\Delta t = A + C_V \Delta t$~~

$h\,dt$

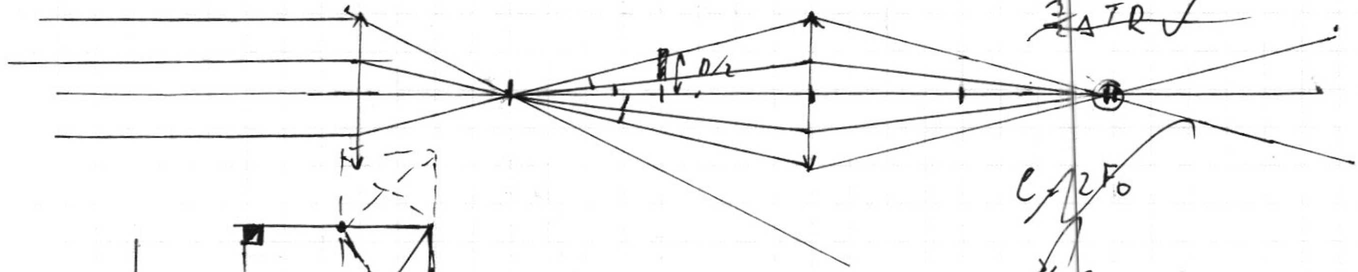
$A = h_1 dt$

N

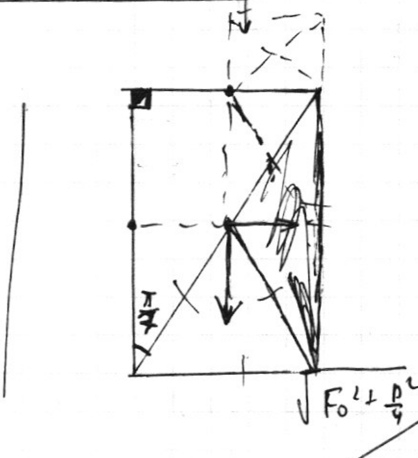
$C_V \Delta T +$

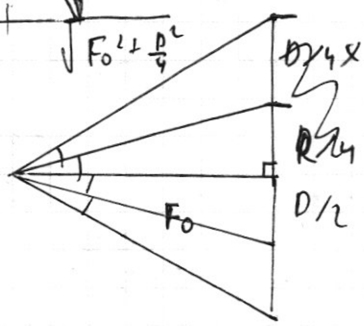
$\frac{5}{2} \Delta T R V + \Delta T R V =$

~~$\frac{7}{2} \Delta T R V$~~



$l = 2F_0$





$\frac{x}{\tau_0} = V$ $\quad V = \frac{R}{4\tau_0} = \frac{D}{8\tau_0}$

$\frac{F_0}{\frac{D}{2} - x} = \frac{\sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{4}}}{x}$

$F_0 x = \frac{D}{2}\sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{4}} - x\sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{4}}$

$t_1 =$

$t_1 = \cancel{2R}\ \frac{D}{2V} =$ $\quad x\left(F_0 + \sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{4}}\right) = \frac{D}{2}\sqrt{F_0^2 + \frac{D^2}{4}}$

$x \cdot 2F_0 = \frac{D F_0}{2}$

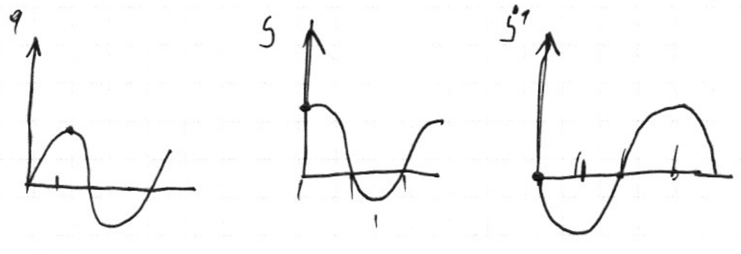
$= \frac{D \cdot 8\tau_0}{2D} = 4\tau_0$

$x = \frac{D}{4}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



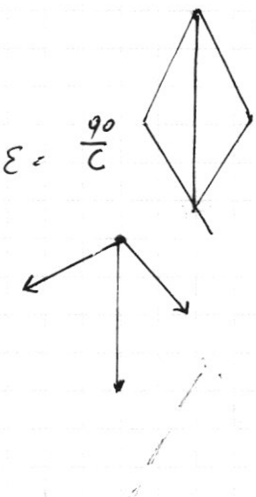
$\mathcal{E} - 3$

$\mathcal{E} = \frac{q_0}{C}$ $\quad C\mathcal{E}$

$\mathcal{E} \cdot q_{max} = 0 + \frac{q_{max}^2}{2C}$

$q(t) = C\mathcal{E} +$

$2C\mathcal{E} = q_{max}$



$\mathcal{E} = \frac{q_0}{C}$

$q(t) = \cancel{CF}\ C\mathcal{E} + C\mathcal{E}\sin\omega t$

$q(t) = C\mathcal{E}(1 + \sin\omega t)$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$ $\quad T = \frac{2\pi}{\omega}$

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

$= \pi\sqrt{LC} \cdot (1 + \sqrt{3})$

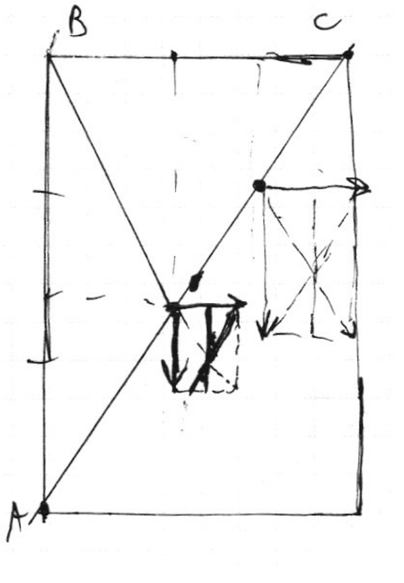
2)

$q_1(t) = C\mathcal{E} + C\mathcal{E}\sin\omega_1 t$

$\mathcal{I}(t) = C\mathcal{E} \cdot \frac{1}{\sqrt{3LC}} \cdot \cos\omega_1 t$

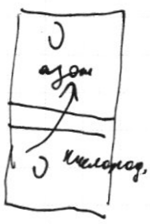
~~$\mathcal{I}_{1max}$~~ $\mathcal{I}_{M1} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{3LC}}$

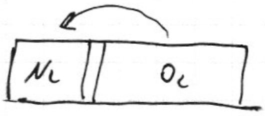
$\mathcal{I}_{M} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{LC}}$



☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)





$V_2 \neq V_1$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = 0,6$

$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$U_1 + U_2 = U \qquad U = c_v \nu T$

$\cancel{\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu}$

$\cancel{c_v} \nu T_1 + \cancel{c_v} \nu T_2 = c_v(\nu+\nu)T$

$T_1 + T_2 = 2T \qquad T = \frac{300+500}{2} = 400K$

3)

$Q = \Delta U + A \qquad \Delta U_{O_2} - \Delta U_{N_2} = 2A$

$\cancel{Q} \qquad -A$

$\cancel{A} + \left(U_{O_2} - \frac{U}{2}\right) = \cancel{A} + \qquad -A + \Delta U_{O_2} = A + \Delta U_{N_2}$

$(U - U_{O N_2} \qquad -A + (U_{O_2} - U) = A + (U - U_{N_2})$

$U_{O_2} + U_{N_2} = 2U \qquad -A + U_{O_2} - U = A + U - U_{N_2}$

$-A + \cancel{U} - \cancel{U} = A + U$

$Q = A + (U_{O_2} - U)$

-2

$Q = A + (U - U_{N_2})$

$pV_1 = \nu R T$

$A =$

$T_1 + T_2 = 2T$

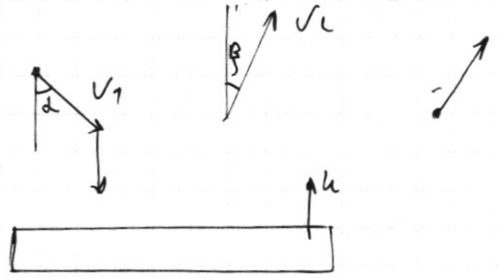
$dQ = dA + (U_{O_2} - U) \qquad 2T - T_1 = T_2$

$T \qquad p$

$p(V_1 - V_2) = \nu R(T_1 - T_2) \qquad A = \int p\,dV$

$p\,dV = \nu R(T_1 - T_2) = \nu R(T_1 - 2T + T_1) = 2\nu R(T_1 + T)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$tg\,\alpha = \frac{3}{\sqrt7}$

$tg\,\beta = \frac{1}{\sqrt3}$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt7}{4}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt3}{2} =$

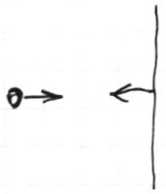
$mV_1\cos\alpha - Mu = mV_2\cos\beta - Mu'$

$mV_1\cos\alpha - Mu = mV_2\cos\beta - Mu'$

$mV \qquad V_1\cos\alpha = V_2\cos\beta$

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

$m(V_1$



$mV = -mV' + M\vec{u}$

$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV'^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$

$mV^2 = M^2u^2 - 2mMV'u + m^2V'^2$

$mV - Mu = -mV' + Mu'$

$m(V+V') = M(u-u')$

$m(V_{1x}+u) = mV_{2x}$

~~$mV_1\cos\alpha - Mu = mV_2\cos\beta$~~ $- Mu'$

$\cancel{m}(V_{1x}+u) = \cancel{m}V_{2x}$

$V_1\cos\alpha + u = V_2\cos\beta$

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

$8\cdot\frac{3}{4} = V_2\cdot\frac{1}{2}$

$V_2 = 12$

$\frac{16\cdot3}{4} = V_2$

$8\cdot\frac{\sqrt7}{4} + u = \frac{12\cdot\sqrt3}{2}$

$u = 6\sqrt3 - 2\sqrt7$