Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

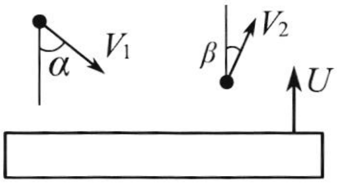
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 18$ 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ 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.

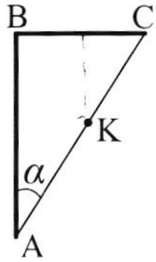
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона $T_1 = 320$ К, а криптона $T_2 = 400$ 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 аргона и криптона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

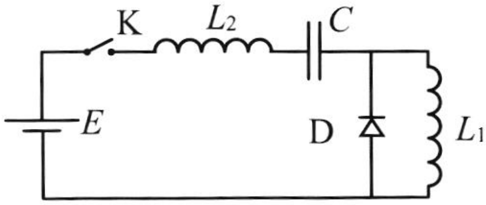
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. 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 $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, 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.

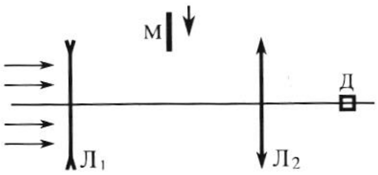


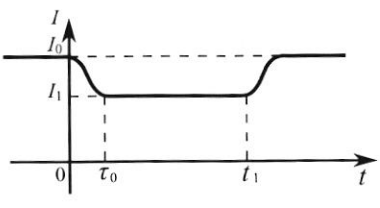
1) Найти период T этих колебаний.

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 $-2F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$





.

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.

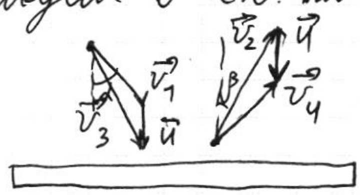
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1

перейдем в С.О. ~~плиты~~:

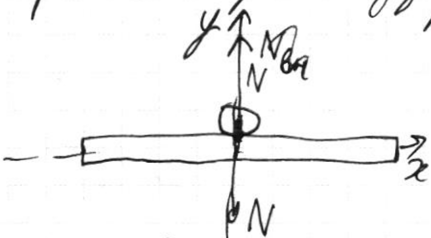


v_3 — скорость шарика в С.О. плиты до удара

v_4 — скорость шарика в С.О. плиты после удара

масса плиты много больше массы шарика, С.О. плиты инерциальная

рассмотрим удар шарика о ~~пл~~ плиту:



сила N изменяет скорость шарика и стремится вернуть шарику начальную форму.

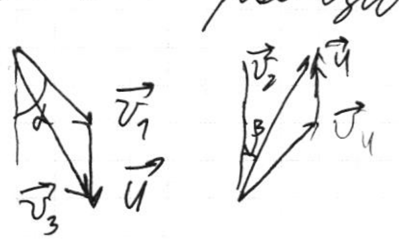
очевидно, что по оси Ox N ~~работы не совершает~~ проекция $N_x = 0$

плита гладкая $\Rightarrow$ ~~по~~ ~~сила~~ $F_{тр}$ работы не совершает

~~Значит скорость по оси x~~

значит проекция скорости по оси x не изменяется

1)



$v_x = v_1 \sin\alpha$

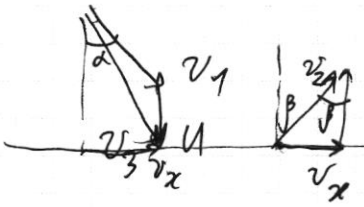
$v_x = v_2 \sin\beta$

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{10}{9} v_1 = 20 \frac{м}{с}$

2) рассмотрим два крайних случая: когда проекция скорости гасится полностью и не гасится совсем;

полностью:

$v_x = v_1 \sin\alpha$

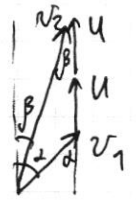


$\cos\beta = \frac{u}{v_2} = \frac{u\sin\beta}{v_1\sin\alpha}$ $\quad u\sin\beta = v_1\sin\alpha\cos\beta$

$u = v_1\sin\alpha\, ctg\beta$

$u = \frac{2}{3}\cdot\frac{4}{3}v_1 = \frac{8}{9}v_1$

не касается:



$v_1\cos\alpha + 2u = v_2\cos\beta$

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

$= \frac{v_1(\sin\alpha\, ctg\beta - \cos\alpha)}{2} = v_1$

$= \cancel{v_1\left(\frac{8}{18} - \frac{\sqrt5}{6}\right)}$

в итоге:

$\cancel{v_1\left(\frac{1}{4} - \frac{\sqrt5}{6}\right) < u < \frac{8v_1}{9}}$ $\quad v_1\left(\frac{4}{9} - \frac{\sqrt5}{6}\right) < u < \frac{8}{9}v_1$

$v_1\left(\frac{4}{9} - \frac{\sqrt5}{6}\right)$

$\cancel{\frac{9}{2} - 3\sqrt5 < u < 16\ \frac{м}{с}}$

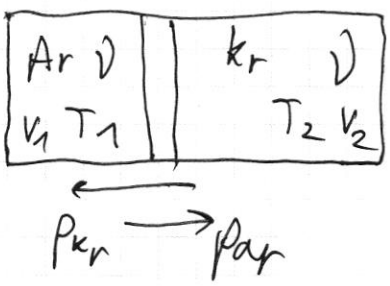
$(8-3\sqrt5)\frac{м}{с} < u < 16\ \frac{м}{с}$

~~$\frac{4}{9} - \frac{\sqrt5}{6} < 0$, что противоречит условию, значит~~

$u < \frac{8}{9}v_1$

$u < 16\ \frac{м}{с}$

№ 2



$\Rightarrow$

$p^*_{ar} = \frac{\nu R T_k}{V_3}$ $\quad p^*_{kr} = \frac{\nu R T_k}{V_4}$

в начальном положении

$p_{Ar} = p_{kr}$ $\quad \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$p^*_{ar} = p^*_{kr} \Rightarrow V_3 = V_4$

1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = 0{,}8$

$2V_3 = V_1 + V_2 = V_1\left(1 + \frac{T_2}{T_1}\right)$

2) в каждый момент времени $p_{ar}(t) = p_{kr}(t)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $A_{кг} = -A_{Ar}$

$$+\begin{cases} Q_{Ar} = \Delta U_{Ar} - A_{кг} \\ -Q_{Ar} = \Delta U_{кг} + A_{кг} \end{cases} \Rightarrow \Delta U_{Ar} = -\Delta U_{кг}$$

$$\frac{3}{2}\nu R T_k - \frac{3}{2}\nu R T_1 = \frac{3}{2}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R T_k$$

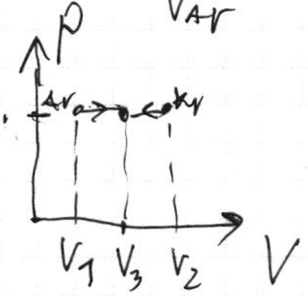
$$3\nu R T_k = \frac{3}{2}\nu R(T_2 + T_1)$$

$$T_k = \frac{T_2+T_1}{2} = 360\text{ K}$$

~~3) Q_{Ar}~~

если $p_{Ar}(t) = p_{кг}(t)$, то

$$\frac{T_{Ar}}{V_{Ar}} = \frac{T_{кг}}{V_{кг}} \Rightarrow \text{процесс изобарный}$$



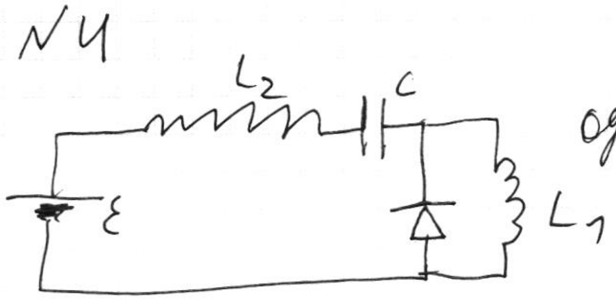
~~A_{Ar}~~ ~~в начальном положении:~~

$$p_{Ar} = \frac{\nu R T_1}{V_1}$$

$$A_{Ar} = (V_3 - V_1)p_{Ar} = p_{Ar}V_1\left(\frac{\cancel{T_1+}T_2 - T_1}{2T_1}\right) \cancel{=}$$

$$A_{Ar} = \nu R\left(\frac{T_2 - T_1}{2}\right) = \frac{3}{5}\cdot 8{,}31\cdot 40 = 24\cdot 8{,}31 \text{ Дж} = 1994{,}4\text{ Дж}$$

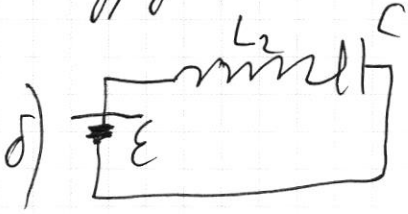
N4



диод идеальный, следовательно одна половина периода колебаний:

а)

и другая половина:



в случае а) $t_1 = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

б) $t_2 = \pi\sqrt{L_2 C}$

весь период

$$T = t_1 + t_2 = \pi\left(\sqrt{L_2 C} + \sqrt{(L_1+L_2)C}\right)$$

г) положение равновесия: $q_k = C\mathcal{E}$

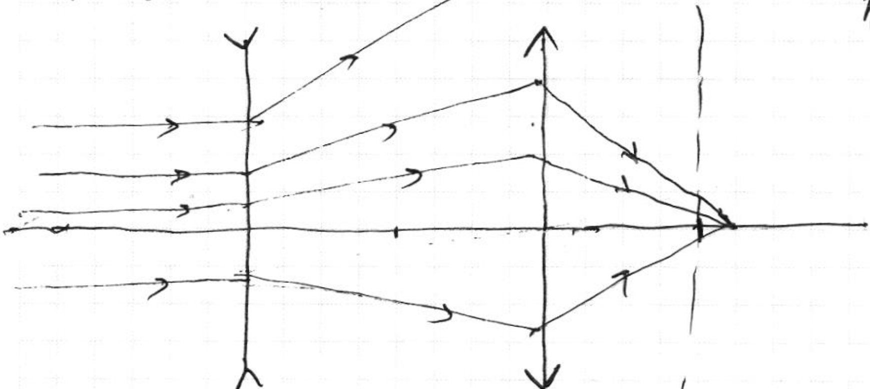
q_k – заряд конденсатора

$$I = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

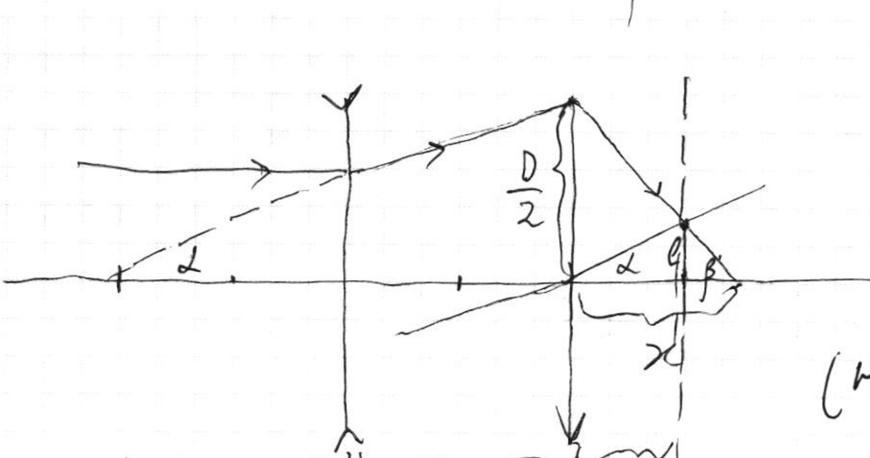
$$I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$$

3) $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

N 5



лучи в пучке параллельны, значит после прохождения системы линз они все точно соберутся в одной точке (не будет разброса)



(не в масштабе, ведь $D << F_0$)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

рассмотрим крайний луч (см. рисунок)

$tg\alpha = \frac{D}{2\cdot 4F_0} = \frac{D}{8F_0}$ $\quad tg\beta = \frac{D}{2x}$

$tg\alpha = \frac{l}{F_0}$ $\quad tg\beta = \frac{l}{x-F_0}$

$\frac{D}{8F_0} = \frac{l}{F_0}$ $\quad l = \frac{D}{8}$ $\quad \frac{D}{2x} = \frac{D}{8(x-F_0)}$

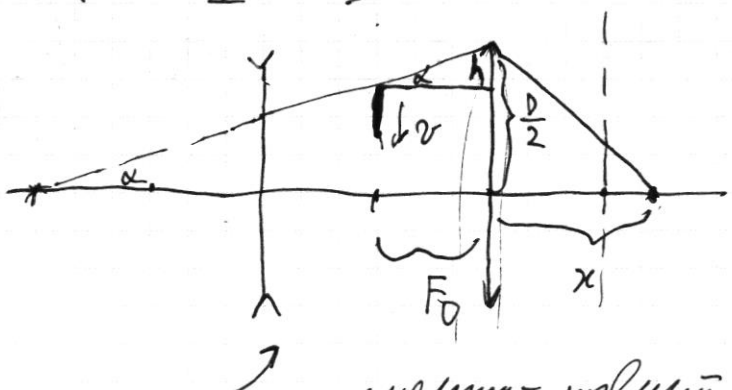
$\cancel{2x} = \cancel{8x} \cdot x = 4x - 4F_0$

1) $x = \frac{4}{3}F_0$

2) $I \sim P$

$E = \frac{P}{S}$ E - интенсивность

$\Rightarrow I \sim S$



$\frac{h}{F_0} = tg\alpha$

$h = F_0 \, tg\alpha$

$h = \frac{D}{8}$

с этого момента - ровный участок на графике

$\cancel{S_0 = \frac{\pi D^2}{4}}$ $\quad \cancel{S_1 = \frac{\pi D^2}{4}}$

$S_л$ - площадь линзы

$S_0 = \frac{\pi(D-2h)^2}{4}$ $\quad S_1 = \frac{\pi(D-2h)^2}{4} - S_л$

$\frac{S_1}{S_0} = \frac{7}{16}$ $\qquad 16 S_1 = 7 S_0$

$4\pi(D-2h)^2 - 16 S_м = \frac{7}{4}\pi(D-2h)^2$ $\qquad$ d – диаметр мишени

$4\pi\left(\frac{3}{4}D\right)^2 - \frac{7}{4}\pi\left(\frac{3}{4}D\right)^2 = 16 S_м = \frac{16\pi d^2}{4}$

$\frac{9}{4}D - \frac{7}{4}\frac{9}{16}D = 4d^2$

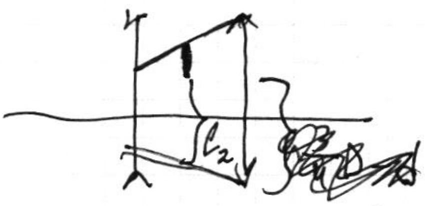
$\frac{9}{4}D - \frac{63}{64}D = 4d^2$ $\qquad \frac{81}{64}D = 4d^2$

$2d = \frac{9}{8}D$

$d = \frac{9}{16}D$

$v = const \Rightarrow d = v\tau_0$

2) $v = \frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}$



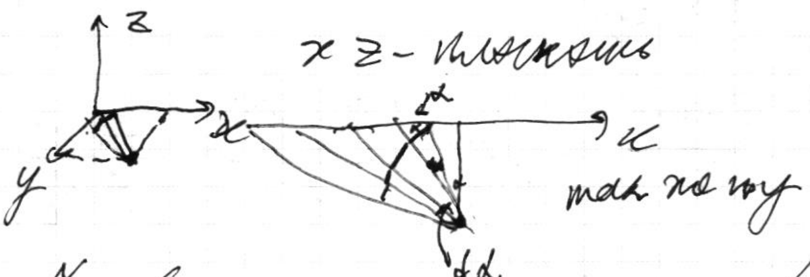
$l_2 = \frac{3}{4}D - d = \frac{3}{16}D$

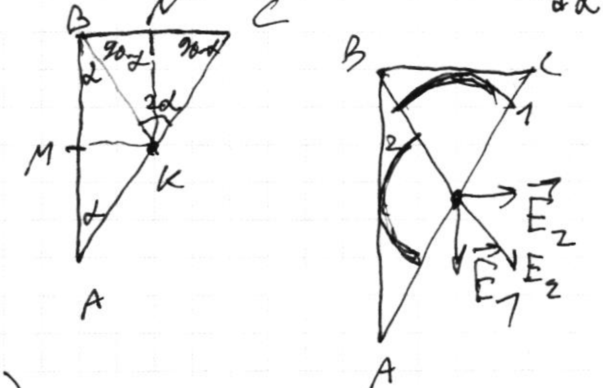
$t = \frac{l_2}{v}$ $\qquad t_1 = t + \tau_0 = \frac{3D\cdot 16\tau_0}{16\cdot 9D} + \tau_0 = \frac{4}{3}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Напряженность ~~в точке на расстоянии~~ от бесконечной плоскости такая же, как напряженность в центре полусферы ~~радиусом R~~.





аналогично напряженность от BC — это напряженность от части сферы 1

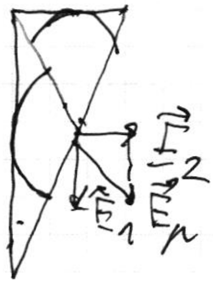
1) по т. Гаусса напряженность от плоскости $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (в каждую сторону), тогда $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{2\alpha}{\pi}$ ← см. рисунок

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{(\pi-2\alpha)}{\pi} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0} \qquad E_1 = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

$$E_\Sigma = \sqrt{E_1^2+E_2^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{16\varepsilon_0^2}+\frac{\sigma^2}{16\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\sqrt{2}\,\varepsilon_0}$$

тогда 1) $\frac{E_{\Sigma}}{E_1} = \frac{1\cdot 4}{2\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}}$

2)



$E_p - ?$

в этом случае:

$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{2\alpha}{\pi} = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$

$\cancel{E_2 = \frac{\sigma}{\dots}}$

$\cancel{E_2 = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0}\frac{\alpha}{\pi} = \frac{2}{63}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

$E_2 = \frac{2}{7}\frac{\sigma}{2\cdot\varepsilon_0}\frac{(\pi - 2\alpha)}{\pi} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\frac{(\pi - \frac{2}{9}\pi)}{\pi} = \frac{\sigma}{9\,\varepsilon_0}$

$E_p = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sqrt{2}}{3}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

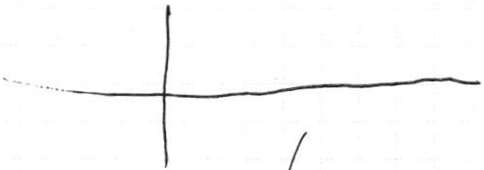
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$q_{max} = \omega I_{max}$ $\quad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$



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

$I_{max} = C\mathcal{E}\sqrt{\cancel{LC}}$ $\quad \mathcal{E}\sqrt{}$ $\quad \frac{32}{40}$

$I_{02} =$

$CU = I$ $\quad I_{01} = C\mathcal{E}\sqrt{\cancel{(L?)}}$ $\quad \frac{A^2}{B^?}$ $\quad \frac{16}{20}$

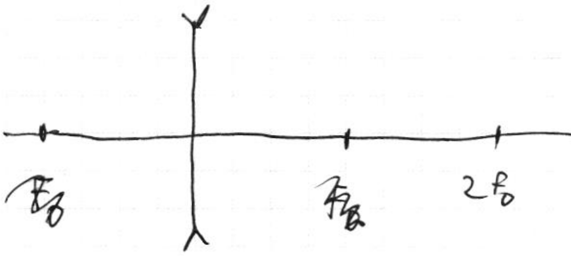
$\varphi \cdot \frac{B}{C} = A$

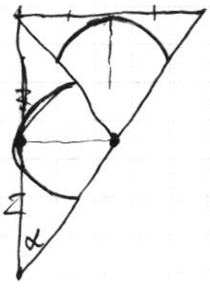
$\varphi \cdot B = km$ $\quad \frac{\Gamma_M \cdot A}{C} = B$ $\quad \varphi = \frac{A \cdot C}{B}$ $\quad A \cdot C\sqrt{\frac{A \cdot C}{B} \cdot \frac{B \cdot C}{A}}$ $\quad \frac{8}{10}$

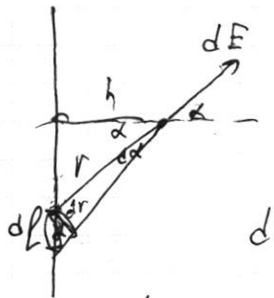
$\Gamma_M = \frac{B \cdot C}{A}$

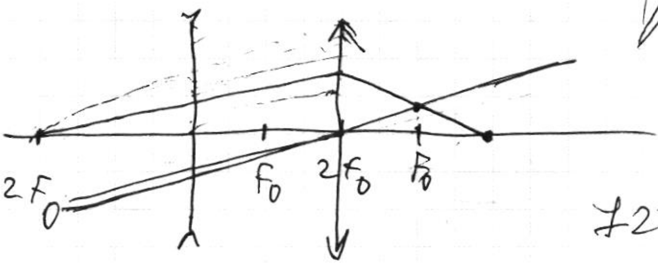
$\frac{A \cdot C \cdot A}{B \cdot C\ B}$

$I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$ $\quad I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$









720

$dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{r^2}$ $\quad dq = \sigma\, dl$

$\frac{\sigma\, dl}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$\begin{array}{r} 240 \\ \times 8{,}31 \\ \hline 240 \\ + 720 \\ 1920 \\ \hline 1994{,}40 \end{array}$

$\mathcal{E}\sqrt{\frac{L}{C}}$ $\quad \frac{B \cdot C \cdot B}{A \cdot A \cdot C}$

$\frac{\pi - 2\alpha}{\pi}$

$\cos\alpha = \frac{h}{r}$ $\quad \frac{\Gamma_M A}{C} = B$ $\quad \frac{B \cdot C}{A}$ $\quad \frac{A \cdot C}{B}$

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

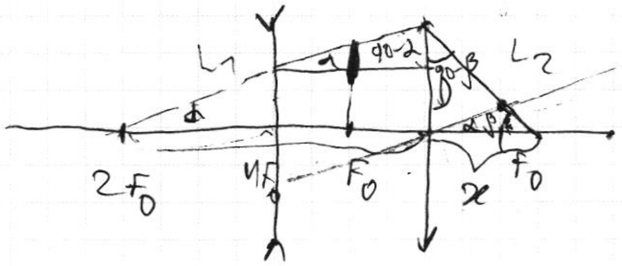
$\frac{r\, d\alpha}{\alpha}\sigma$ $\quad 180^\circ - 90 + \alpha - 90 + \alpha$ $\quad 180 - 2\alpha$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

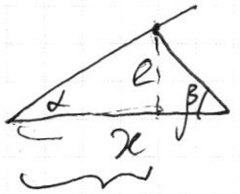
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$$tg\alpha = \frac{D}{4F_0}$$

$$L_1 = \sqrt{16F_0^2 + D^2} \qquad \alpha+\beta$$



$$L_2 = \sqrt{x^2 + D^2}$$

$$(4F_0 + x)^2 = 16F_0^2 + D^2 + x^2 + D^2 - 2\sqrt{(x^2+D^2)(16F_0^2+D^2)}$$

$$tg\alpha = \frac{D}{4F_0} \qquad tg\beta = \frac{D}{x}$$

$$tg\alpha = \frac{l}{\cancel{x}F_0} \qquad l = F_0\cancel{x}\, tg\alpha = \frac{F_0 D}{4F_0}$$

$$tg\beta = \frac{l}{x - F_0} = \frac{D}{x}$$

$$\frac{1}{4(x-F_0)} = \frac{1}{x}$$

$$4x - 4F_0 = x$$

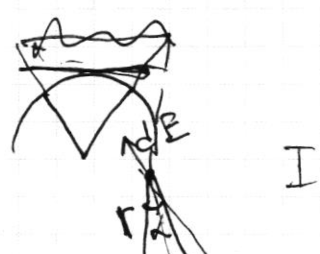
$$\cancel{x = \frac{4}{5}F_0}$$

$$x = \frac{4}{3}F_0$$

$I \sim P$

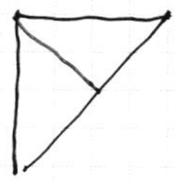
$$E = \frac{P}{S}$$

$$P = E \cdot S$$

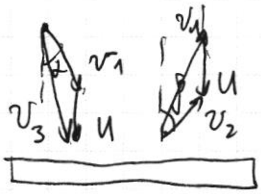


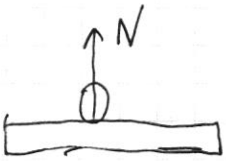
$I \sim S$

$$dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





A_N

$v_1\cos\alpha + 2u > v_2\cos\beta$

$\frac{\sqrt{50}}{27}$

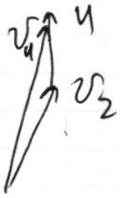
$u > \frac{v_2}{2v_1}\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}$

$v_1\sin\alpha = v_{3x}$

$v_1\cos\alpha + u = v_{3y}$

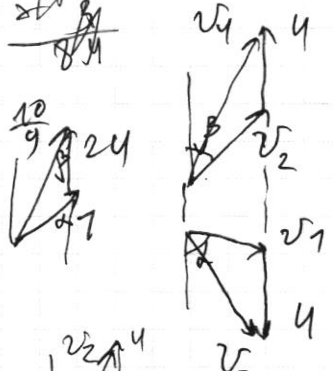
$v_2\sin\beta = v_{4x}$

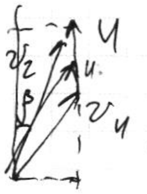
$v_2\cos\beta + u = v_{4y}$



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

$v_2 = v_1\frac{2}{3}\cdot\frac{5}{3} = v_1\frac{10}{9}$





$\frac{10 \cdot 2}{9}\cdot\frac{4}{5}\ \frac{8}{9}v_1 < 2u + \frac{\sqrt{5}}{3}v_1$

$\frac{18}{4}$

$\frac{4}{9}$

$v_2\sin\beta =$

$\frac{9}{2}$

$\frac{5}{9}\ \frac{\sqrt{5}}{3}$

$v_1\cos\alpha + 2u > v_1\frac{\sin\alpha}{tg\beta}$

$v_1\cos\alpha + u = v_{3x}$

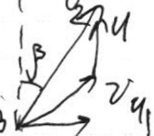
$u > \frac{v_1\sin\alpha}{2v_1\sin\beta}\frac{\cos\beta}{\cos\alpha} = \frac{tg\alpha}{2tg\beta}$

$2u > v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$

$u > \frac{v_1}{2}(\sin\alpha\, ctg\beta - \cos\alpha)$

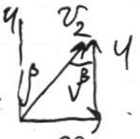
$\frac{64}{81} \vee \frac{5}{9}$

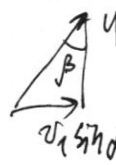
$\frac{64}{81} \vee \frac{45}{81}$



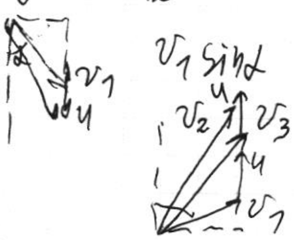
$\cos\alpha + 2u = \frac{10}{9}\cos\beta$

$\sin\beta = \frac{v_{4x}}{v_2}$





$\frac{3}{4}\ \frac{3\sqrt{5}}{9} + 2u = \frac{8}{9}$



$\cos\beta = \frac{u_1}{v_2} = \frac{u_1}{v_1\sin\alpha}$

$u = v_2\cos\beta$

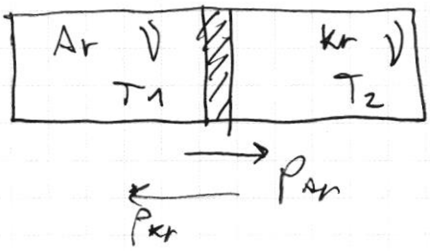
$\frac{2}{3}\cdot\frac{8}{4} - \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{5}}{3}\ \ \frac{4}{9}$

$ctg\beta = \frac{u_1}{v_1\sin\alpha}\ \ \cos\beta = \frac{u_2 + v_0}{v_2}$

$v_1\cos\alpha + 2u = v_2\cos\beta$

N2



$$p_{Ar} = \frac{\nu R T_1}{V_1}$$

V_1 - нач объем Ar
V_2 - kr

$$p_{kr} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$$

$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} \quad 1)\ \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$2)\quad p^*_{ar} = \frac{\nu R T}{V_3} \quad p^*_{kr} = \frac{\nu R T}{V_4} \quad V_3 = V_4$$

$$2V_k = V_1 + V_2 = V_1\left(1 + \frac{T_2}{T_1}\right)$$

в каждый момент времени

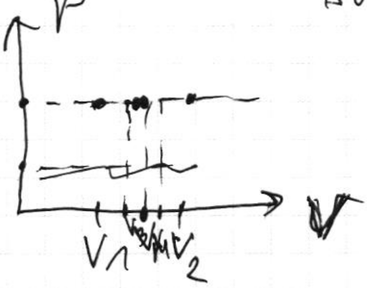
$$Q_{Ar} = \Delta U_{Ar} + A_{kr}$$

$$-Q_{Ar} = \Delta U_{kr} - A_{kr}$$

$p_{Ar} = p_{kr}$

$$\frac{144}{\frac{63}{81}}$$

3)



$\Delta U_{Ar} = \Delta U_{kr}$

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

$$\frac{\overset{5}{16} \times 9}{144}$$

$$2)\ 3\nu R T = \frac{3}{2}\nu R(T_2 + T_1)$$

$$V = \frac{\nu R T_2}{P}$$

$$\frac{\nu R T_{Ar}}{V_{Ar}} = \frac{T_{kr}}{V_{kr}}$$

изобара

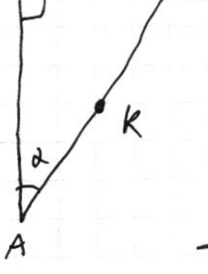
$$Q_{Ar} = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) - \frac{\nu R T_1}{V_1}(V_k - V_1)$$

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

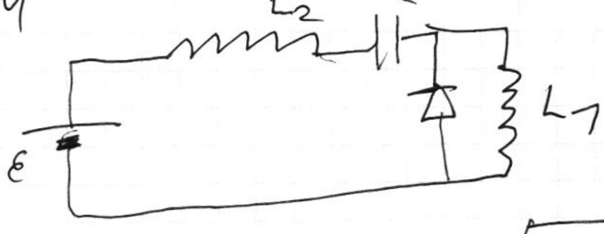
$$Q_{Ar} = \frac{3}{4}\nu R(T_2 - T_1) - \nu R \frac{T_1}{T_1}\left(\frac{T_1 + T_2}{T_1}\right)$$

$$V_1\left(\frac{T_1 + T_2}{T_1} - 1\right)$$

N3



N4



$$T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C} \qquad T_2 = \pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}$$

$$\cancel{T = \pi\sqrt{2L_2C + L_1C}}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)