Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

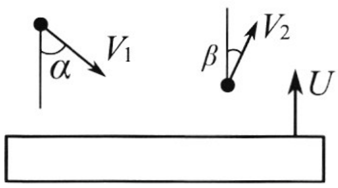
Класс 11

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).

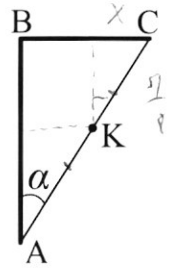
1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

x(tg 2

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

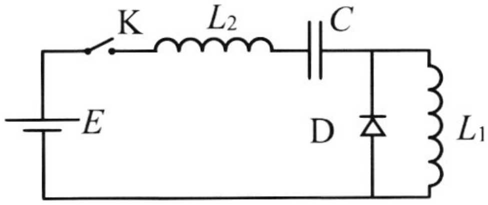
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

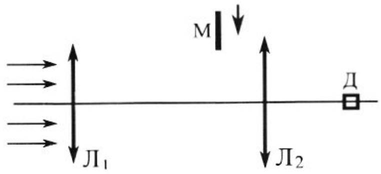


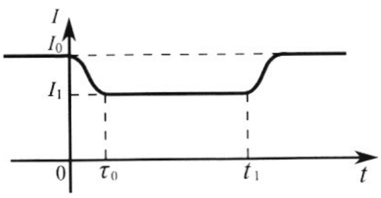
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

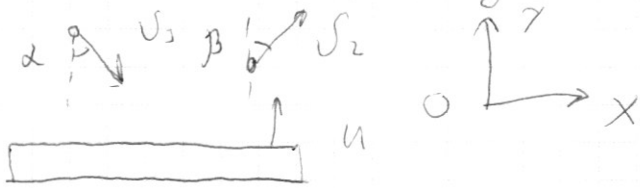
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.

а) Поскольку сил трения нет (из-за того, что поверхность гладкая), то выполнение ЗСИ вдоль оси OX.



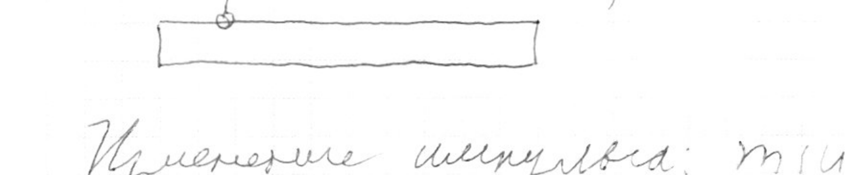
ЗСИ:

OX: $m\upsilon_1 \sin\alpha = m\upsilon_2 \sin\beta$

$\upsilon_1 \sin\alpha = \upsilon_2 \sin\beta \Rightarrow \upsilon_2 = \frac{\upsilon_1 \sin\alpha}{\sin\beta}$

$\upsilon_2 = \upsilon_1 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 2\upsilon_1 = 12$ м/с

б) Перейдём в СО связанную с плитой.



Изменение импульса: $m(u+\upsilon_1\cos\alpha) - m(\upsilon_2\cos\beta - u) = N\Delta\tau$, поскольку переход производим в ИСО, то N не изменится.

$N\Delta\tau > 0$ $\quad 2mu + m\upsilon_1\cos\alpha - m\upsilon_2\cos\beta > 0$

$2u > \upsilon_2\cos\beta - \upsilon_1\cos\alpha$ $\quad$ если удар возможен,

$u > 2\upsilon_1\cos\beta - \upsilon_1\cos\alpha$ $\quad$ то $N > 0 \Rightarrow$

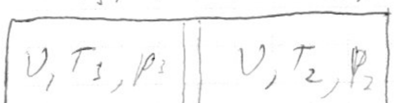
$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3}$ $\quad N\Delta\tau > 0$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$u > v_1\left(\frac{2\sqrt{8}}{3} - \frac{\sqrt{5}}{3}\right)$ $u > v_1\left(\frac{4\sqrt{2}-\sqrt{5}}{3}\right)$

$u > 2(4\sqrt{2}-\sqrt{5})$ м/с

2. V_1, гелий V_2, неон



а) т.к. поршень движется медленно $\Rightarrow p_1 \approx p_2$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$
$p_2 V_2 = \nu R T_2$ $\Rightarrow$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$

б) поскольку поршень движется медленно, все процессы равновесны, но в любой момент времени $p_1 \approx p_2$, $V_1 < V_2$, в конце: $\begin{cases} p_к V_{1к} = \nu R T_к \\ p_к V_{2к} = \nu R T_к \end{cases} \Rightarrow V_{1к} = V_{2к}$, значит гелий [illegible] совершает положительную работу, а неон отрицательную, т.к. за $\Delta\tau \to 0$ $p_1(\tau) \approx p_2(\tau)$, $\Delta V_1 = \Delta V_2 \Rightarrow$ $|\delta A_1| = |\delta A_2| \Rightarrow A_2 = -A_1$.

Первое начало термодинамики:

т.к. поршень теплоизолирован, то $Q = const$.

Г: $Q_1 = A_1 + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1)$ $\Rightarrow$ $Q_1 + Q_2 = 0$

Н: $Q_2 = -A_1 + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_2)$

$\frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_2) = 0$ $2T_к = T_1 + T_2$

$T_к = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{330+440}{2} = \frac{770}{2} = 385\,K$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

в) гелию передано Q_1:

$$\begin{cases} Q_1 = A_1 + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1) \\ -Q_1 = -A_1 + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2) \end{cases}$$

=> ~~Запишем 1-й закон термо-динамики для гелия:~~

$\cancel{\frac{3}{2}\nu R T_k = \frac{3}{2}\nu R T_1 + Q_1}$

процесс при постоянном давлении $p = const$.

$$p_1 V_1 = \nu R T_1, \quad V_k = \frac{7}{6} V_1$$

$$\Rightarrow C = \frac{5}{2} \frac{Дж}{К}$$

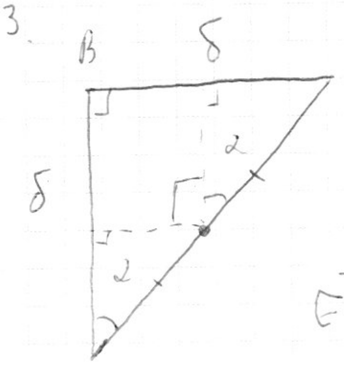
$$Q = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_1) = \cancel{\frac{5}{2}\nu R(385}$$

$$\frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31 \cdot 55 = \frac{30}{50} \cdot 55 \cdot 8{,}31$$

$$= \frac{3}{5} \cdot 55 \cdot 8{,}31 = 33 \cdot 8{,}33 => 274{,}23 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 8{,}33 \\ \times\ 33 \\ \hline 2493 \\ 2493 \\ \hline 27423 \end{array}$$

3.



а) из т. Гаусса: $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

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

$\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB} = E_K$

это справедливо, т.к. ∠ABC – равнобед, то точка K находится в середине ~~б~~ пластины BC и AB, удалена от пластин на равные расстояния.

$E_K = \sqrt{2\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{2}\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

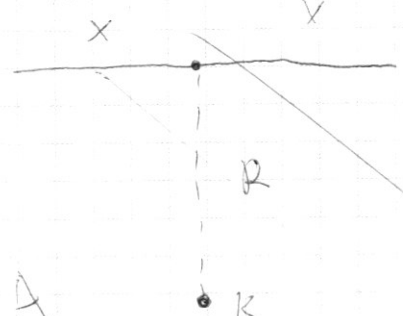
=> увеличится в $\cancel{\frac{\sigma}{\dots}}$ $\sqrt{2}$ раз.

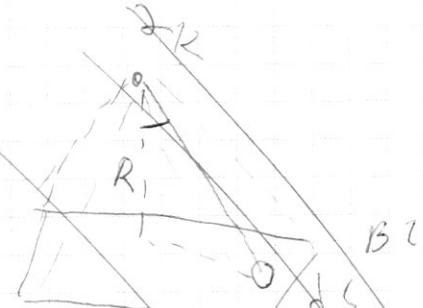
б) а) $E_{BC} = E_{AB}$, т.к. на одинаковом от K удалении и одинаковые σ =>

$E = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{2}E_{BC} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}\,E_{BC}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

в $\sqrt{2}$ раз.

б)





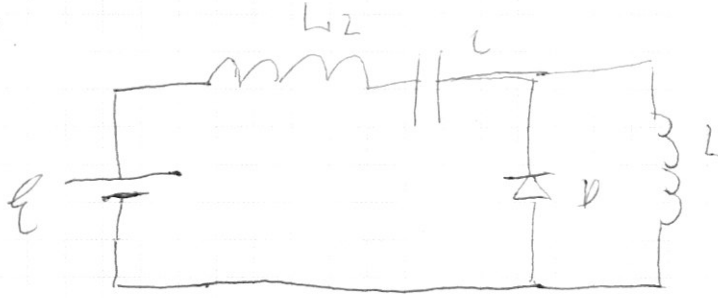
$\cancel{dE = k\frac{R\,ds\,\sigma}{\cos\alpha}}$ $\cancel{\frac{ds}{\cos\alpha}}$

$\frac{ds}{\cos\alpha}$ $\int dE = k\int \frac{R\,ds\,\sigma}{\cos\alpha} = k\sigma\int\frac{ds}{\cos\alpha}$ K

$\int\frac{ds}{\cos\alpha}$ – телесный угол, под которым видно пластину: $\frac{4\pi}{8} = \frac{\pi}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



а) при зарядке конденсатора ток через диод не идёт => ток идёт ~~через~~ через катушки L_2 и L_1

$$\mathcal{E} = L_2\frac{dI}{dt} + L_1\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$$, т.к. ~~...~~ ЭДС не влияет на время зарядки и разрядки, то $\omega = \sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}}$

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

т.к. зарядка — длится полпериода, то

$T_1 = \pi\sqrt{5LC}$, далее при разрядке диод открыт: $U_D = 0 \Rightarrow L_1\frac{dI}{dt} = 0$, ток через L_1 не идёт $\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{L_2C}} = \sqrt{\frac{1}{2LC}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{2LC}$, полпериода => $T_2 = \pi\sqrt{2LC}$

$$T_{об} = \pi(\sqrt{2LC} + \sqrt{5LC})$$

б) Запишем ЗСЭ для зарядки конденсатора.

$$\mathcal{E} q = \frac{L_2 I^2}{2} + \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$\mathcal{E} q - \frac{q^2}{2C} = \frac{I^2}{2}(L_2 + L_1) \Rightarrow x_0 = -\frac{b}{2a} = \mathcal{E} C$$

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

$$\frac{\mathcal{E}^2 C}{5L} = I^2 \Rightarrow I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

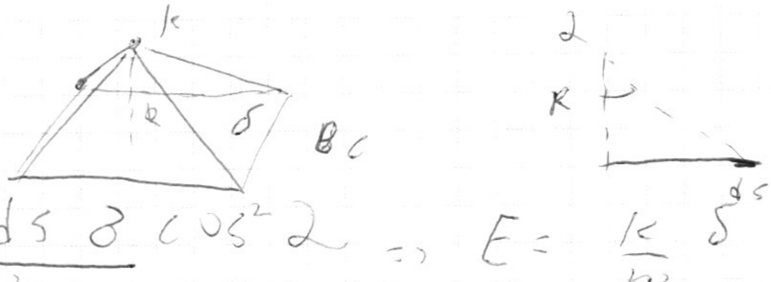
3) ~~ток при разр~~ З(Э) при разрядке

$$\mathcal{E} q = \frac{q^2}{2C} + \frac{L_2 I^2}{2} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{L_2 I^2}{2}$$

$$I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

Продолжение 3 б) $\Rightarrow \cancel{\int \frac{dS}{\cos 2}}$ ~~— это~~

~~$\frac{1}{8}$ площади поверхности сферы с R =~~



$$dE = \frac{k\, dS\, \delta}{R^2}\cos^2\alpha \Rightarrow E = \frac{k}{R^2}\delta \int dS\cos^2\alpha$$

$\int dS\cos^2\alpha$ — часть площади сферы, видной под телесным углом $\frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{1}{8}$ части площади

$$E = \frac{k\delta}{R^2} \cdot 4\pi R^2 \cdot \frac{1}{8} = \frac{k\delta\pi}{2}$$

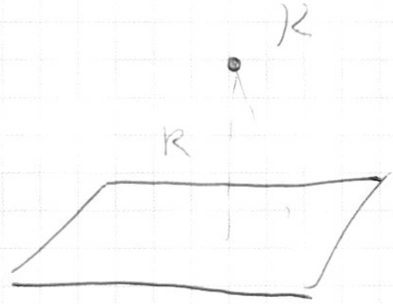
~~аналогично и с другой пластиной.~~

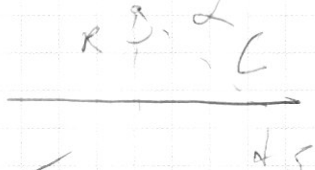
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Пояснение з б) Рассмотрим т.К. на расстоянии R от заряженной пластины, т.к. К - середина АС, то К - находится над центром пластины.

Рассмотрим площадку dS:





$l = \frac{R}{\cos\alpha}$ $\quad dq = dS\,\sigma \Rightarrow dE = \frac{kq}{l^2} = k\frac{dS\,\sigma}{R^2}\cos^2\alpha$

$$E = \int \frac{\sigma k\, dS \cos^2\alpha}{R^2}$$

$$\Rightarrow E = \frac{\sigma k}{R^2}\int dS\cos\alpha$$

$\int dS\cos^2\alpha$ - часть площади сферы радиуса R, видной под телесным углом $\frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{\frac{\pi}{2}}{4\pi} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{1}{8}$ часть.

$$E = \frac{\sigma k}{R^2}\cdot 4\pi R^2\cdot\frac{1}{8} = \frac{\pi\sigma k}{2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

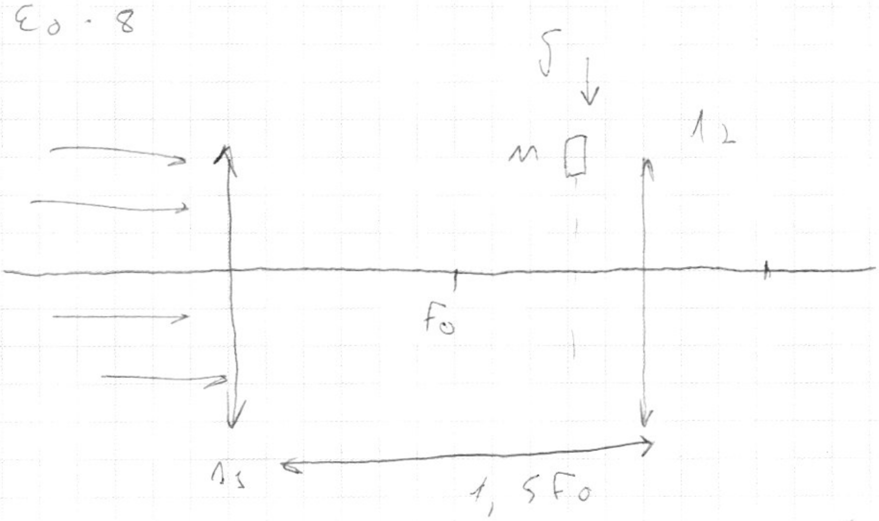
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_{BC} = \frac{\pi k 4\sigma}{2} = \frac{\pi \cdot 4\sigma}{2 \cdot 4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{AB} = \frac{\pi k \sigma}{2} = \frac{\pi \sigma}{2 \cdot 4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{8\varepsilon_0}$$

$$E_K = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{64} + \frac{1}{4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{64} + \frac{16}{64}} = \frac{\sigma\sqrt{17}}{\varepsilon_0 \cdot 8}$$

5.



а) т.к. пучок параллелен, то соберётся в фокусе линзы Л₁. Тогда по формуле тонкой линзы для Л₂:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = F_0 \quad F = \frac{F_0}{3}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F_0} - \frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{F_0} \Rightarrow f = \frac{F_0}{2} = 0,5F_0$$

б) Интенсивность зависит от площади $\Rightarrow$ когда мишень движется в области света, то она не пропускает лучи

$I \sim S \Rightarrow$ пока не пересёк:

$I_0 = K \cdot \frac{\pi D^2}{4}$, когда пересёк:

$\frac{8 I_0}{9} = K\left(\frac{\pi D^2}{4} - S\right)$ $\quad \frac{8}{9} = 1 - \frac{S}{\frac{\pi D^2}{4}}$

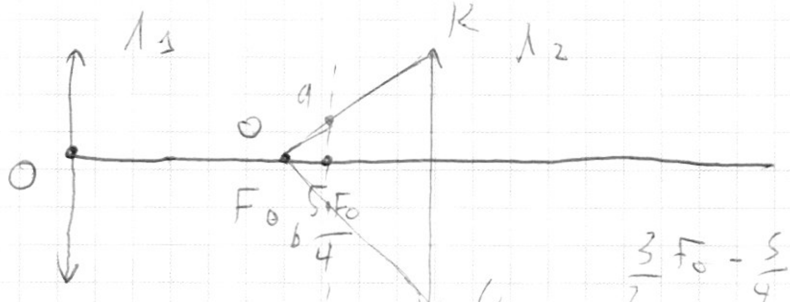
$S = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{\pi R_м^2}{\cancel{4}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{1}{9}$

$R_м^2 = \frac{D^2}{36}$ $\quad R_м = \frac{D}{6} \Rightarrow D_м = \frac{D}{3}$

За время τ_0 мишень преодолевает расстояние равное диаметру мишени.

$\frac{D}{3} = v \tau_0 \Rightarrow v = \frac{D}{3\tau_0}$

в) за t_1 — он преодолевает световую области и $\frac{1}{2}$ ~~свойств~~ ~~до~~ диаметра.



$\triangle OKC \sim \triangle oab \Rightarrow \frac{ab}{KC} = \frac{\frac{3}{2}F_0 - \frac{5}{4}F_0}{\frac{1}{2}F_0} = 3 - \frac{5}{2} = 0,5$

$ab = 0,5 KC \Rightarrow ab = 0,5 D$

$t_1 = \frac{\tau_0}{2} + \frac{0,5 D}{v} = \frac{\tau_0}{2} + \frac{0,5 D}{\frac{D}{3\tau_0}} =$

$\frac{\tau_0}{2} + 1,5\tau_0 = 2,0\,\tau_0 = t_1$

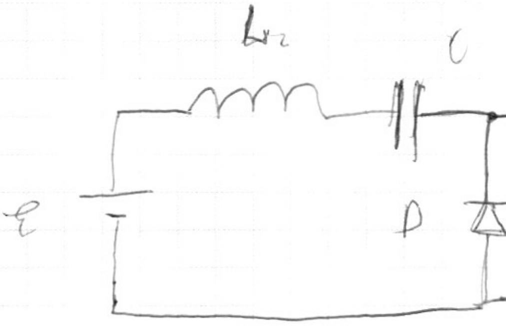
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

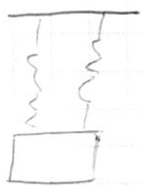
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

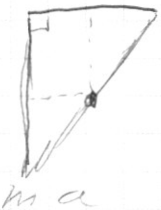


$\mathcal{E} = L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$

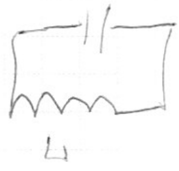
$\mathcal{E} = \frac{dI}{dt}(L_2 + L_1) + \frac{q}{C}$

$\omega = \cancel{\sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}}}$ $\sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}}$





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



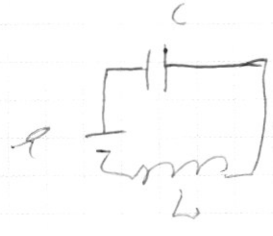
$k\,dx = ma$ $\omega x = x$

$q = CL\frac{dI}{dt}$ $L\frac{q}{C} = L\frac{dI}{dt}$

$\omega = \sqrt{\frac{1}{CL}}$ $T = 2\pi\sqrt{CL}$

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

$A + \frac{3}{2}\nu R T_K$ $\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} + \pi\sqrt{L_2 C}$



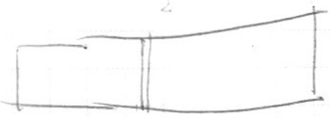
$\mathcal{E} = g$ $L = m$ $\frac{1}{C} = K$

$\frac{K}{m} = \frac{H}{M \cdot C}$

$\frac{3}{2}\nu R T_K - A$

$\frac{3}{2}\nu R T_1 + Q_1$ $\frac{3}{2}\nu R T_2 - Q_1$

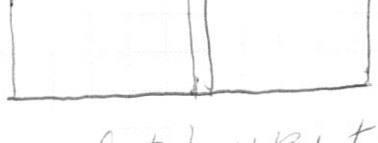
$\mathcal{E}\,q = \frac{L_2 I^2}{2} + \frac{q}{C} + \frac{L_1 I^2}{2}$

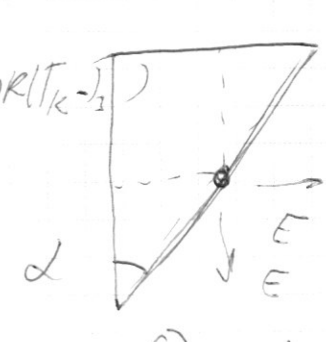


$\frac{3}{2}\nu R T_K + A$

$+Q_1$ $-Q_1$

$Q_1 = A + \frac{3}{2}\nu R(T_K - T_1)$





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

$\frac{3}{2}\nu R T_K - A$

$A + \frac{3}{2}\nu R(T_K - T_1)$

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

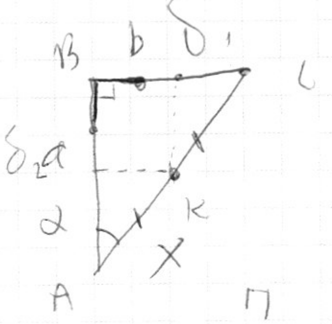
$Q_1 - A$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

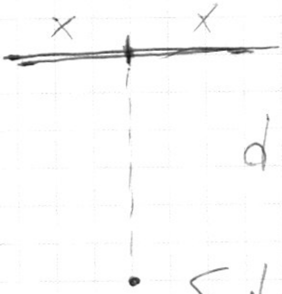
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$2x\cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$

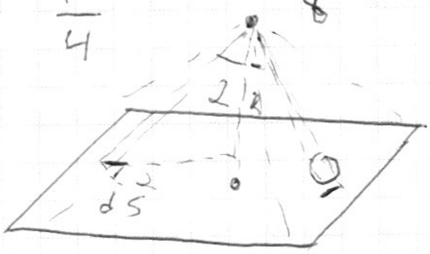
x



П

$\frac{1}{8}$ $\frac{\pi}{4}$ $\frac{\pi}{8}$

$ds\cos\alpha$



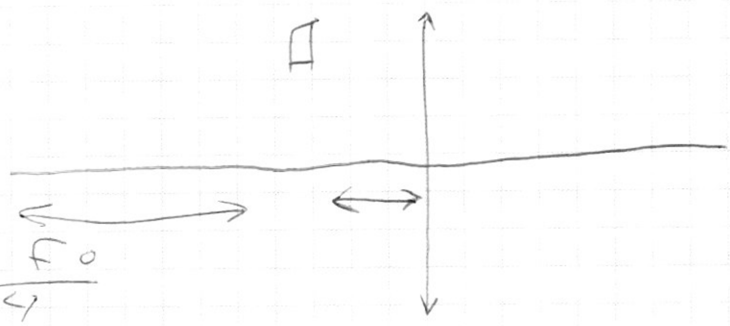
$\delta ds\cos\alpha$

$\delta ds\cos\alpha$ $\frac{kq}{r^2}$

$\frac{\delta ds R}{\cos\alpha}$

$\delta R\frac{ds}{\cos\alpha}$ $\frac{kq^2}{r^2}$

$\frac{\delta ds\cdot\cos^2\alpha}{R^2}$



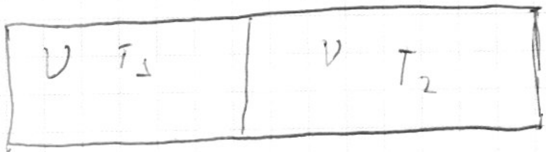
$\frac{SF_0}{4}$

$x = y +$

$2Q = \frac{3}{2}\nu R($

$2Q = \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1) \cdot \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)$

$T_1 \quad \nu \quad T_2$



$p V_1 = \nu R T_1 \quad T_k = T_1 + T_2$

$\Delta Q_1 =$

$V_1 < V_2$

$p V_1 = \nu R T_1 \qquad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$p V_2 = \nu R T_2$

$Q_2 = A + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1)$

$Q_2 = A - \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)$

$p_k (V_1 + V_2) = (\nu + \nu) R T_k \qquad p_k$

$\cancel{p_k V = 2\nu R T_k} \quad \cancel{Q_2}$

$Q_2 = A + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1)$

$V_1 p = \nu R \cdot 390 \quad p_k V_1 = \nu R T_k \qquad V_1 = V_2$

$Q_H = -A + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)$

$p_k V_2 = \nu R T_k \quad \frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) = 3\nu R T_k$

$\frac{7}{6} V_1 p = \nu R \quad 385K$

$\nu R(T_k - T_2) = \nu R(T_k - T_1)$

$\frac{p}{p_k} \cdot \frac{V_1}{V_k} = \nu R T_1$

$\Delta Q_1 = A + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1)$

$\frac{7}{6} V_1 \qquad \frac{p}{p_k} \cdot \frac{V_2}{V_k} = \nu R T_2$

$\Delta Q_1 = -A + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)$

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

$\frac{7}{3} V_1 \qquad Q = \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)$

$T_k = 385K$

$\cancel{Q =} \quad \cancel{\nu R}(T_k - T_1) = T_2 - T_k$

$\frac{3}{2}\nu R \cdot 55 \qquad 2T_k = T_2 + T_1 \qquad T_k = \frac{T_2 + T_1}{2}$

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

$V_2 = \frac{4}{3} V_1 \qquad 2A = \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2 - T_k + T_1)$

$p V_1 = \nu R T_1 \quad A = \frac{3}{4}\nu R(T_1 - T_2) \qquad Q_H = \frac{3}{4}\nu R(T_2 - T_1)$

$385 - 330 \qquad 440 - 385 = 55 \qquad + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)$

$385K - 35 = 55$

$55 - 6 = 0$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

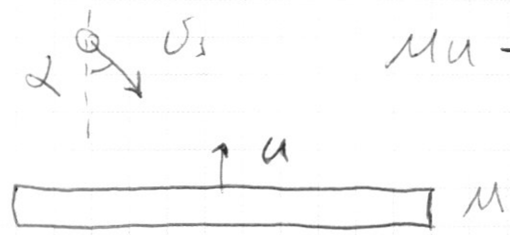
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$Mu - m v_1 \cos\alpha = m v_2 \cos\beta + Mu$

$\cancel{m} v_1 \cos\alpha = v_2 \cos\beta$

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

$v_1 + u$

$v_1 \cos\alpha + u \quad u < \frac{v_1(4\sqrt{2} - \sqrt{5})}{6}$

$v_2 \cos\beta - u$

$m(v_1 \cos\alpha + u) - m(v_2 \cos\beta - u) = N\Delta\tau$

$m v_1 \cos\alpha + mu - m v_2 \cos\beta + mu = N\Delta\tau$

$m(v_1 \cos\alpha - \cos\beta\, v_2) + 2mu = N\Delta\tau$

$2mu = N\Delta\tau$

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

$\frac{N\Delta\tau}{m} > 0$

$u < 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$

$m(v_1 \cos\alpha + u)$

$m(v_2 \cos\beta - u)$

$m v_1 \cos\alpha + mu -$

$- m v_2 \cos\beta + mu$

$m v_1 \cos\alpha - m v_2 \cos\beta + 2mu = N\Delta\tau$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$u + v_{1y} - v_{2y} + u$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3}$

$v_2 = \frac{v_1 \frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 2 v_1$

$v_1\left(\frac{\sqrt{5} - 4\sqrt{2}}{3}\right)$

$+ 2u = \frac{N\Delta\tau}{m}$

$v_1 \frac{\sqrt{5}}{3} - 2 v_1 \frac{\sqrt{8}}{3} + 2 \cancel{m} u = \frac{N\Delta\tau}{m}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)