Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

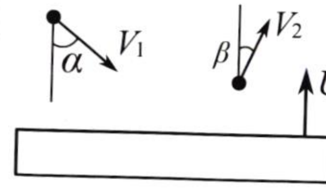
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

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

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

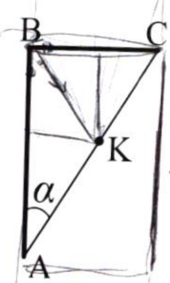
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 =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

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

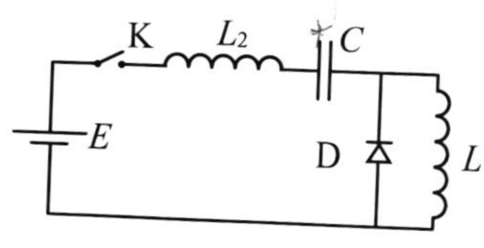
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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

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

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

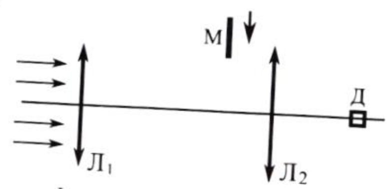


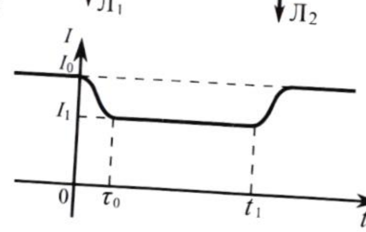
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





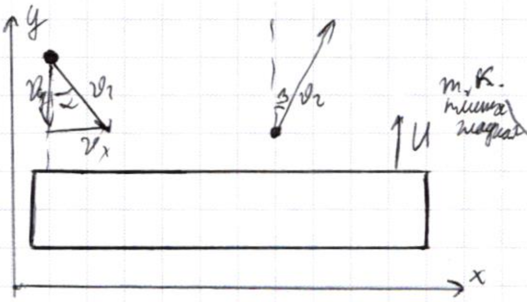
1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

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

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



поскольку по оси x на шарик ни в какой момент не действуют никакие силы => импульс по оси x сохраняется =>

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

$= v_1 \frac{2/3}{1/3} = v_1 2 \Rightarrow v_2 = 2v_1 = 12$ м/с

Перейдём в систему отсчёта плиты, поскольку она была массивной => её скорость не изменяется.

закон сохранения энергии в этой системе выглядит так

$$\frac{m(v_1^2+U^2+2v_1U\cos\alpha)}{2} = \frac{m(v_2^2+U^2-2v_2U\cos\beta)}{2}+Q$$

очевидно, что Q не может быть < 0 =>

$$\cancel{m}\left(v_1^2+\cancel{U^2}+2v_1U\frac{\sqrt5}{3}\right) = 4v_1^2+\cancel{U^2}-4v_1U\frac{2\sqrt2}{3}+\frac{2Q}{m}$$

$$\frac{8\sqrt2}{3}v_1U+2\frac{\sqrt5}{3}v_1U-3v_1^2=\frac{2Q}{m}$$

$$v_1\left(\frac{8\sqrt2+2\sqrt5}{3}U-3v_1\right)=\frac{2Q}{m}>0$$

$$U > \frac{9v_1}{8\sqrt2+2\sqrt5} = \frac{9\cdot 6\text{ м/с}}{8\sqrt2+2\sqrt5}=\frac{27\text{ м/с}}{4\sqrt2+\sqrt5}$$

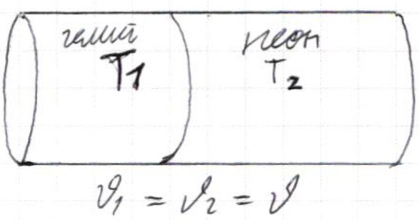
при этом если шарик отскочил, а не остался на плите =>

$\Rightarrow v_2\cos\beta \geq U$

$2v_1\frac{2\sqrt2}{3}\geq U \Rightarrow U\leq\frac{4\sqrt2}{3}v_1=\frac{24\sqrt2}{3}$ м/с $=8\sqrt2$ м/с

Ответ: 1) $v_2=12$ м/с ; 2) $\frac{27}{4\sqrt2+\sqrt5}$ м/с $<U\leq 8\sqrt2$ м/с

№2.



т.к. газы в одном сосуде, а поршень изначально не движется $\Rightarrow P_1 = P_2 = P$

$PV_1 = \vartheta R T_1$

$PV_2 = \vartheta R T_2$ $\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330K}{440K} = \frac{3}{4}$

2) т.к. поршен движется по горизонтали без трения, а давление в обоих сосудах одинаково $\Rightarrow$ работа гелия равна ~~работе~~ отрицательной работе неона ~~⇒ но~~ а сосуд теплоизолирован $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ общая энергия газов постоянна $\Rightarrow U_{10} + U_{20} = U_{1к} + U_{2к} \Rightarrow$

$\Delta U_2 = A_2 = -A_1 = -\Delta U_1$

(поскольку поршень двигается медленно) $\Rightarrow \vartheta R T_1 + \vartheta R T_2 = \vartheta R T_к + \vartheta R T_к \Rightarrow$

$\Rightarrow \vartheta R(T_1 + T_2) = \vartheta R(2T_к) \Rightarrow T_к = \frac{T_1 + T_2}{2} = 385\,K$

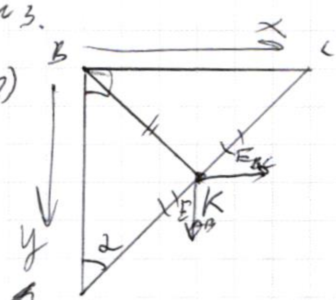
$Q_{\text{отданое неоном}} = \vartheta R(T_2 - T_к) = \frac{6}{25}\text{моль} \cdot \frac{8{,}31\,Дж}{моль \cdot К} \cdot 55\,К = \frac{11 \cdot 6}{5} \cdot 8{,}31\,Дж =$

$= 13{,}2 \cdot 8{,}31\,Дж = 109{,}692\,Дж$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$; 2) $T_к = 385\,K$; 3) $Q_{\text{передан}} = 109{,}692\,Дж$.

№3.

1)



т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow$ пластины абсолютно одинаковы $\Rightarrow$ если пластины одинаково заряжены $\Rightarrow$ они создают одинаковые по модулю электрические поля, но перпендикулярные друг другу, поскольку точка K расположена симметрично относит B и C и относительно B и A, а $AB \perp BC \Rightarrow$

E_{BC} перпендикулярно BC в силу симметрии $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ ~~проекц~~ E_x от разных участков пластины BC компенсируют друг друга

$\Rightarrow \quad E_{BA} = E_{BC} = E \qquad E_н = E_{AB} = E$

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

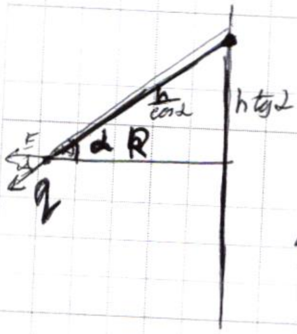
$\frac{E_к}{E_н} = \sqrt{2}$

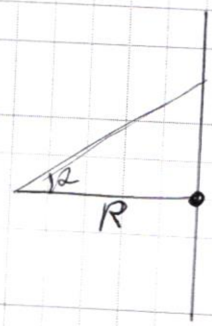
☐ черновик ☑ чистовик

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3. 2)

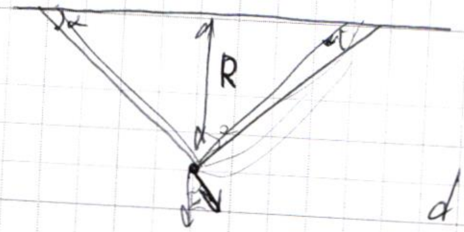




$$E = k\,\frac{dS\cdot\sigma}{} = \frac{h\,dl\cdot\sigma}{R^2}$$

$$dE = k\,\frac{dl\cdot\sigma}{(R/\cos\alpha)^2} = k\,\frac{R/\cos\alpha\;d\alpha\,\sigma}{R^2/\cos^2\alpha} = k\,\frac{\cos\alpha\,d\alpha\,\sigma}{R}$$

$$\Rightarrow \cancel{E_y = k\,\frac{\cos\alpha\,d\alpha\,\sigma}{R}} = k\,\frac{d\alpha\,\sigma}{R}$$



$$dE = k\,\frac{\sigma_e\,dl}{(R/\cos\alpha)^2} = k\,\frac{\sigma l\cdot R/\cos\alpha\cdot d\alpha}{(R/\cos\alpha)^2} =$$

$$= \frac{k\,\sigma_e\cdot\cos\alpha}{R}\cdot d\alpha$$

$$dE_y = k\,\frac{\sigma_e\cos^2\alpha}{R}\,d\alpha$$

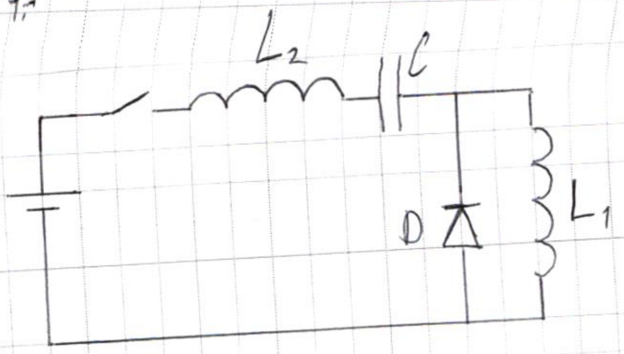
$$-\frac{\cos^3\alpha}{3\sin\alpha}$$

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} =$$

Продолжение на стр. 6.

N 4.



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

$$\frac{E}{L_2+L_1} = \frac{d^2q}{dt} + \frac{q}{C(L_2+L_1)}$$

$$\tilde{q} = q - EC \Rightarrow 0 = \frac{d^2\tilde{q}}{dt^2} + \frac{1}{C(L_1+L_2)}(q - EC)$$

$$\tilde{q} = q - EC = A\cos(\omega t)$$

$$q(t) = A\cos(\omega t) + EC$$

$$q(0) = 0 \Rightarrow A = -EC \Rightarrow q(t) = -EC\cos\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}\, t\right) + EC$$

$$I(t) = E\sqrt{\frac{C}{5L}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}\, t\right)$$

$$\frac{dI}{dt}(t) = \frac{E}{5L}\cos\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}\, t\right)$$

когда ток становится равен 0 в первый раз и меняет направление в момент времени $t_1 = \pi\sqrt{5LC}$ открывается диод, а ~~...~~ $q = 2EC$

$$E = L_2 \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} \Rightarrow \cancel{q = A\cos(\omega t) + EC}$$

$$\cancel{q(t_1) = 2EC \Rightarrow A = -EC}$$

$$\cancel{q(t) = EC\cos(\omega t) + EC} \quad q(t) = A\cos(\omega t) + EC$$

$$q(0) = 2EC \Rightarrow A = EC$$

в этот момент начинается другой период колеб.

$$\left.\begin{aligned} q^*(t) &= EC\cos\left(\sqrt{\tfrac{1}{2LC}}\, t\right) + EC \\ I(t) &= -E\sqrt{\tfrac{C}{2L}}\sin\left(\sqrt{\tfrac{1}{2LC}}\, t\right) \\ \dot{I}(t) &= -\frac{E}{2L}\cos\left(\sqrt{\tfrac{1}{2LC}}\, t\right) \end{aligned}\right\} \Rightarrow T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi\sqrt{5LC}}{2} + \frac{2\pi\sqrt{2LC}}{2} =$$

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

$$I_{1\,max} = E\sqrt{\frac{C}{5L}} \quad I_{2\,max} = E\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

Ответ: 1) $T = \pi LC(\sqrt{5} + \sqrt{2})$; 2) $I_{1\,max} = E\sqrt{\frac{C}{5L}}$; 3) $I_{2\,max} = E\sqrt{\frac{C}{2L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

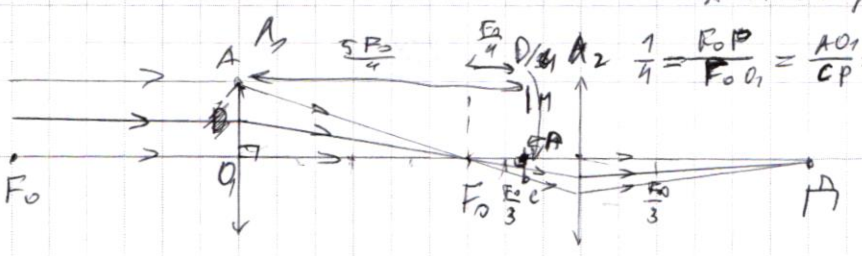
$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_0}$ → проход лучей через $Л_1$ =>

=> $f_1 = F_0$ т.к. $d_1 = \infty$ => $d_2 = 1{,}5F_0 - F_0 = \frac{F_0}{2}$

$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{\frac{F_0}{3}}$

$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{f_2} = \frac{3}{F_0}$ => $f_2 = F_0$ => расстояние от фотодетектора до $Л_2$

Δ AO_1F_0 подобен Δ CPF_0 =>



$\frac{1}{4} = \frac{F_0P}{F_0O_1} = \frac{AO_1}{CP} = \frac{D/2}{CP}$ => $\frac{D}{2} = 4CP$ =>

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

$\cancel{\ldots} = \frac{9}{8}$

$\cancel{\ldots} \Rightarrow S_M = \frac{\pi D^2}{18}$

$S_{пучка\ в\ точке\ П} = \pi CP^2 = \frac{\pi D^2}{8}$, т.к. $D \ll F_0$ => фотоны идут почти параллельно и плотность => пучка одинакова

=> $\frac{S_{пучка}}{S_M} = \frac{\pi\left(\frac{D}{8}\right)^2}{\pi r_M^2} = \frac{I_0}{I_1} = \frac{9I_0}{8I_0} = \frac{9}{8}$ => $\frac{D_8}{r_M} = \frac{3}{2\sqrt{2}}$

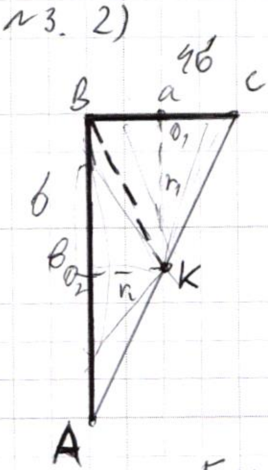
$\frac{D^2}{64_8} = \frac{9r^2}{\cancel{8}}$ => $r^2 = \frac{D^2}{9\cdot 8}$ => $r_M = \frac{D\sqrt{2}}{12}$

τ_0 => $\tau_0 = \frac{2r_M}{V} = \frac{D\sqrt{2}}{6V}$ => $V = \frac{D\sqrt{2}}{6\tau_0}$

$t_1 = \frac{2CP}{V}$ => $t_1 = \frac{D}{4V}$ => $t_1 = \frac{D\,6\tau_0}{4\cdot D\sqrt{2}} = \frac{6\sqrt{2}\,\tau_0}{8} = \frac{3\sqrt{2}\,\tau_0}{4}$

Ответ: $Л_2Д = F_0$, $V = \frac{D\sqrt{2}}{6\tau_0}$, $t_1\ \frac{3\sqrt{2}\,\tau_0}{4}$.

№3. 2)



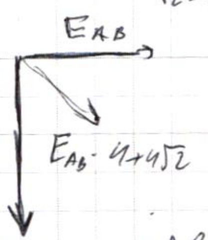
площадь пленки $\frac{S_{BC}}{S_{BA}} = \frac{a}{b} = tg\,\frac{\pi}{8}$

$$\frac{q_{BC}}{q_{BA}} = \frac{4\sigma S_{BC}}{\sigma S_{BA}} = 4tg\,\frac{\pi}{8}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = tg^2\frac{\pi}{8} \Rightarrow \frac{E_{BC}}{E_{AB}} = \frac{S_{BC}\cdot r_2}{S_{BA}\cdot r_1} = \frac{4tg\frac{\pi}{8}}{tg^2\frac{\pi}{8}} = \frac{4}{tg\frac{\pi}{8}}$$

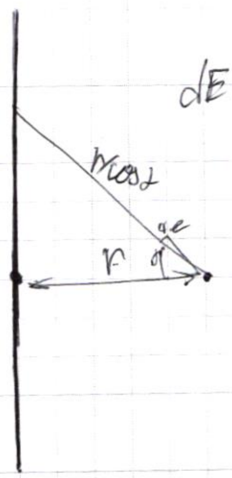
$$tg\,\frac{\pi}{8} = \sqrt{\frac{1-\cos\frac{\pi}{4}}{1+\cos\frac{\pi}{4}}} = 1-\sqrt{2}$$

$$\frac{E_{BC}}{E_{AB}} = \frac{4}{\sqrt{2}-1} = \frac{4+4\sqrt{2}}{2-1} = 4+4\sqrt{2}$$



$$E_{общ} = E_{AB}\sqrt{1^2+(4+4\sqrt{2})^2} = \sqrt{1+16+32+32\sqrt{2}} = \sqrt{49+32\sqrt{2}}\cdot E_{AB}$$

Найдём E_{AB}



$$dE = k\frac{dl\,\sigma}{R^2} = k\sigma\frac{r/\cos\alpha\, d\alpha}{r^2/\cos^2\alpha} = \frac{k\sigma}{r^2}\cos^2\alpha\, d\alpha = \cancel{\frac{k\sigma}{r}\cdot\cos^2\alpha\sin}$$

$$\frac{d\cos^2\alpha}{d\alpha} = -2\sin\alpha\cos\alpha$$

$$dE = \frac{k\sigma}{r^2}\,\frac{2\sin\alpha\cos\alpha\cos^2\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha}\,d\alpha = \frac{k\sigma}{r^2}\,\frac{1}{2tg\alpha}\,d\cos^2\alpha =$$

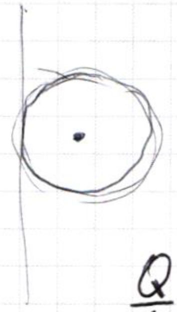
$$tg^2\alpha = \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1-\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha}-1$$

$$= \frac{k\sigma}{r^2}\,\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha}-1}}\,d\cos^2\alpha$$

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{x}-1}}$$

$\frac{mv_1^2}{2}$

$mv_1 u \frac{\sqrt{5}}{3} + 2v_1 u \frac{2\sqrt{3}}{3} - \frac{3mv_1^2}{2} = 0$



$\cancel{m}\cancel{v_1}u(\sqrt{5}+4\sqrt{3}) - 3m\frac{v_1^2}{2} = \frac{0}{mv_1}$

$\frac{Q}{2\varepsilon_0} = E \cdot S$

$\frac{u(\sqrt{5}+4\sqrt{3})}{3} - \frac{3}{2}v_1 > 0$

$\cancel{\frac{mv_1^2}{2}} + mv_2$

$u > \frac{3v_1}{2(\sqrt{5}+4\sqrt{3})}$

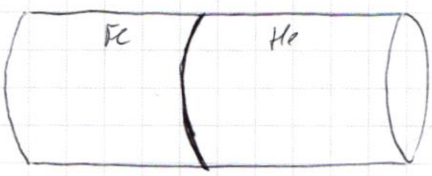
$mMv_2^2 - \cancel{2mMv_1v_2} + mMv_1^2 \cancel{+ 2mv_2^2} + m$

$+ m^2v_2^2 + m^2v_1^2 + 2m^2v_1v_2 + mMv_1^2 + mMv_2^2 \cancel{+ 2mMv_1v_2}$

№2. $T_1 = 330K$

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_2 = 440K$



$U_1 = \frac{3}{2}\nu R T_1$

$U_2 = \frac{3}{2}\nu R T_2$

$U_1 + U_2 = 2 \cdot \frac{3}{2}\nu R T_0$

$\frac{3}{2}\cdot \nu R(T_1+T_2) = \frac{3}{2}\nu R T(2T_0)$

$\nu R T_1 = PV$

$V_1 P = \frac{\nu R T_1}{V_1}$

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

$T_1 + T_2 = 2T_0$

$330 + 440 = 2T_0$

$V_2 P = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$\cancel{V_1 = \nu R T_1}$

$T_0 = \frac{770}{2} = 350 + 35 = 385°K$

$V_1 + V_2 = 2V = V_1 + \frac{3}{4}V_1 = \frac{7V_1}{4}$

$V = \frac{7V_1}{8}$ $\quad \frac{7V_1}{8}$

$U_2 - U_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(440K - 385K) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(55K°)$

330 | 2 ; 2 ; 13 ; 12 ; 165

165 + 220 = 385

1,2 × 11 = 12 + 12 = 13,2

66 | 5 ; 5 ; 16 ; 15 ; 10 ; 13,2

8,31 × 13,2 = 1662 + 2493 + 831 = 109,692

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

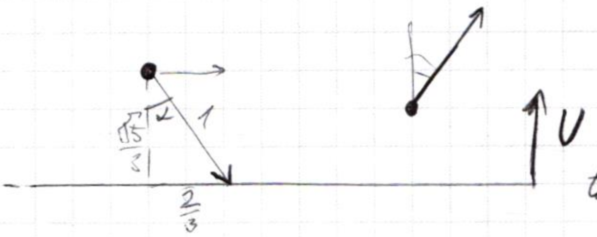
U

$$tg^2\frac{\pi}{8} = \frac{\sqrt{1-\cos\frac{\pi}{4}}}{1+\cos\frac{\pi}{4}}$$

$$\frac{kq}{r^2}$$

$$tg^2\frac{\pi}{8} = \frac{1-\frac{\sqrt{2}}{2}}{1+\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2-\sqrt{2}}{2+\sqrt{2}} = \frac{(2+\sqrt{2})^2}{2}$$

$q \cdot 4$



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

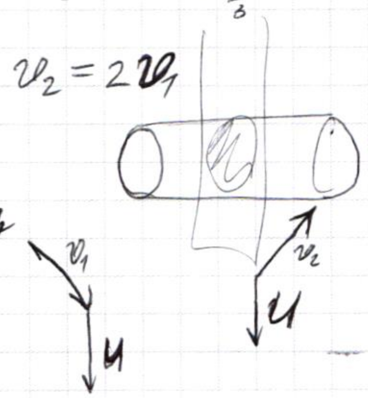
$\frac{r}{2}$

$$tg\frac{\pi}{8} = \frac{2-\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}-1 \qquad v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\cancel{v_2}\sin\beta} = v_1\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = v_1 \cdot 2$$

$$v_2 = 2v_1$$

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

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

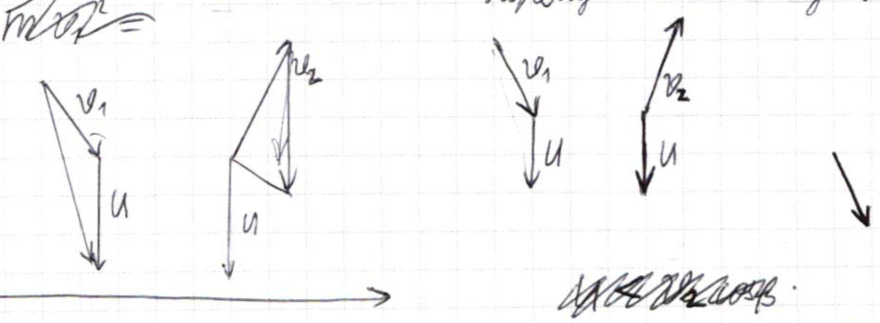


1) $\cancel{v_2 = v_1\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = v_1\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 2v_1}$

$$\cancel{m v_1^2 = m v_2^2 + Q}$$

$$\cancel{m v_1^2 =}$$

перейдём в систему отсчёта плиты



$$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$\frac{2}{4} \quad \frac{4}{4}$

$\frac{8}{8} = \frac{4}{4}$

$\cancel{v_2\cos\beta}$

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2} = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$\cancel{\frac{m v_1^2}{2} = Q}$$

$$\frac{m(v_1^2+u^2+2v_1u\frac{\sqrt{5}}{3})}{2} = \frac{m(v_2^2+u^2-2v_2u\frac{2\sqrt{2}}{3})}{2} + Q$$

$$\frac{m(v_1^2+u^2+2v_1u\frac{\sqrt{3}}{5})}{2} = \frac{m(4v_1^2+u^2-4v_1u\frac{2\sqrt{2}}{3})}{2} + Q$$

$$\frac{\cancel{m}v_1^2}{\cancel{2}} + \frac{\cancel{mu^2}}{\cancel{2}} + \frac{\cancel{2}v_1u\frac{\sqrt{3}}{5}}{\cancel{2}} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{\cancel{mu^2}}{\cancel{2}} - \frac{2v_1u\frac{2\sqrt{3}}{3}}{\cancel{2}} + Q$$

$$\frac{Mm}{m+M} \qquad \frac{m(v_x^2+(v_y+u)^2)}{2}$$

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

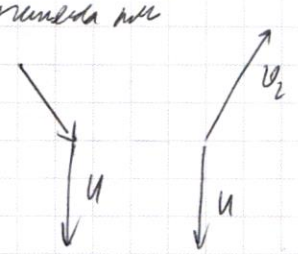
$(m+M)$

$\cancel{v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin}$

$$v_1 = \frac{v_2 \sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{v_2}{2}$$

$$v_2 = 2v_1$$

перейдём в систему отсчёта плиты, т.к. она массивная => её скорость после удара не изменяется => скорость шарика относительно пл



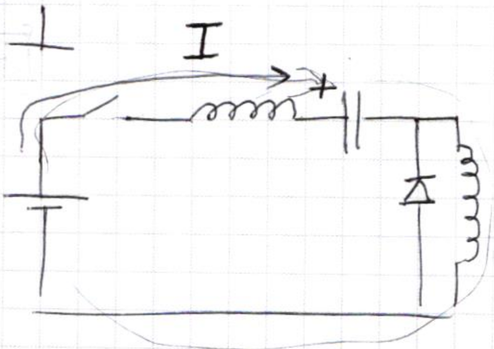
если скорость шарика сразу после удара ~~вниз~~ направлена вниз => он не отскочит от плиты =>

$$\Rightarrow v_2 \cancel{\sin\beta} \cos\beta \geq u$$

$$2v_1 \cos\beta \geq u$$

$$u \leq 2v_1 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} =$$

$$\frac{3v_1}{2(\sqrt{5}+4\sqrt{3})} < u \leq \frac{4\sqrt{2}}{3} v_1$$



$$E = L_1 \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} + L_2 \frac{d^2q}{dt^2}$$

$$E = (L_1 + L_2)\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C}$$

$$\frac{E}{5L} = \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{5LC} q$$

$$0 = \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{5LC}(q - EC)$$

$$q - \cancel{EC} = A\cos(\omega t) + EC$$

$$q = A\cos\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}\, t\right) + EC$$

$$E = L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C}$$

$$E = \frac{d^2q}{dt} + \frac{1}{CL}\cancel{q - ECL}$$

$$E - L\frac{dI}{dt} = U_C$$

$$-L\frac{dI}{dt} = U_C$$

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$q = -EC\cos\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}\, t\right) + EC$$

☐ 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)»

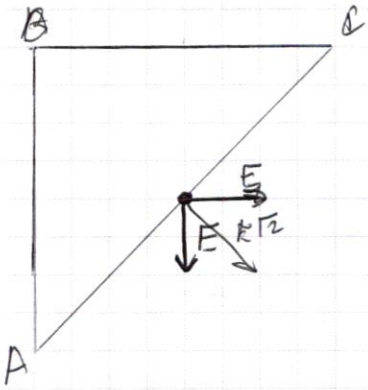
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

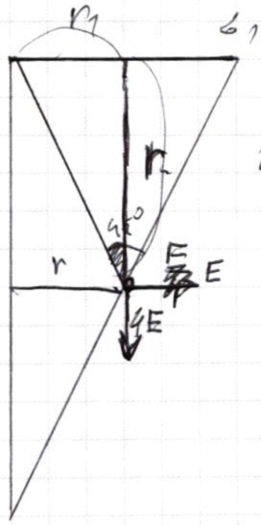
$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$k\frac{q_{\kappa}\, dS\sigma}{r^2}$$



$$q = A\cos\left(\sqrt{\frac{c}{5L}}t\right) + \frac{E}{C}$$

$$q = -\frac{E}{C}\cos\left(\sqrt{\frac{5}{5L}}t\right) + \frac{E}{C}$$



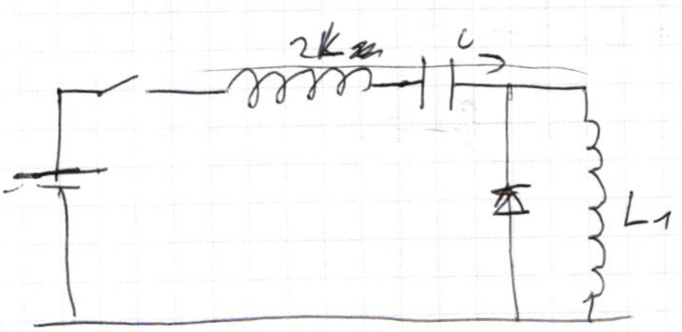
22,5 67,5

$$tg^2\frac{\alpha}{2} = \frac{1-\cos 45^\circ}{1+\cos 45^\circ}$$

$$tg^2\frac{\alpha}{2} = \frac{1-\frac{\sqrt{2}}{2}}{1+\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2-\sqrt{2}}{2+\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{(2-\sqrt{2})^2}{4-2} = \frac{(2-\sqrt{2})^2}{2}$$

$$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{2-\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}-2}{2} = \sqrt{2}-1$$



$$E = 2L\frac{dI}{dt} + U_C + 3L\frac{dI}{dt}$$

$$E = 5L\frac{dI}{dt} + U_C$$

$$E = 5L\frac{d^2q}{dt^2} + Cq$$

$$\frac{E}{5L} = \frac{d^2q}{dt} + \frac{C}{5L}q \qquad q' = q - \frac{E}{C}$$

$$0 = \frac{d^2q}{dt} + \frac{C}{5L}\left(q - \frac{E}{C}\right) \Rightarrow q - \frac{E}{C} = A\sin\left(\sqrt{\frac{C}{5L}}t\right)$$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

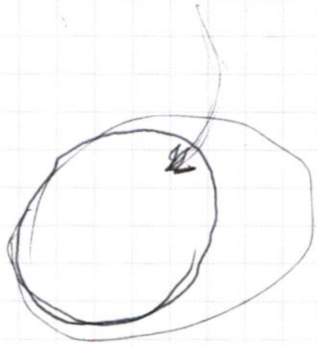
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$q = \cancel{-EC} - EC\cos\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}t\right) + EC$ $\qquad \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + Q$

$I = \frac{EC}{\sqrt{5LC}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}t\right)$

$\frac{dI}{dt} = \frac{EC}{\sqrt{5LC}} \cdot \frac{1}{\sqrt{5LC}}\cos\left(\sqrt{\frac{1}{5LC}}t\right)$



$\frac{dI}{dt} = \frac{EC}{5LC} = \frac{E}{5L}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}t\right)$

$q_2 = -EC \cdot -1 + EC) = 2EC$ $\qquad U_3 = \frac{3E}{5}$

$U_2 = \cancel{+}L\frac{dI}{dt} = \cancel{+}2L\frac{E}{5L}\cdot(-1) = \frac{2E}{5}$

через $\frac{T_1}{2}$ колебания будут происходи не через диод =>

$T_{\frac{1}{2}} = \frac{2\pi}{\frac{\omega}{2}} = \pi\sqrt{5LC}$

$T_2 = \frac{\pi\sqrt{2LC}}{\cancel{4}}$

~~$E - U_2$~~ –

$q_0 = 2EC$

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

~~$E = U$~~

$T = 2\pi\sqrt{}$

$q = \cancel{-E} A\cos\left(\sqrt{\frac{1}{2LC}}t\right) + EC$

$q_0 = 2EC = EC\cos\left(\sqrt{\frac{1}{2LC}}\right)t + EC$

$I = -\frac{EC}{\sqrt{2LC}}\sin\left(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t\right)$ $\quad I_{2\,max} = \frac{EC}{\sqrt{}} = E\sqrt{\frac{C}{2L}}$

$\frac{dI}{dt} = -\frac{E}{2L}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t\right)$ $\quad I_{2\,max} = E\sqrt{\frac{2C}{5L}}$

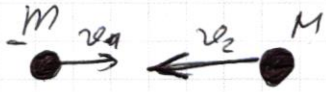
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

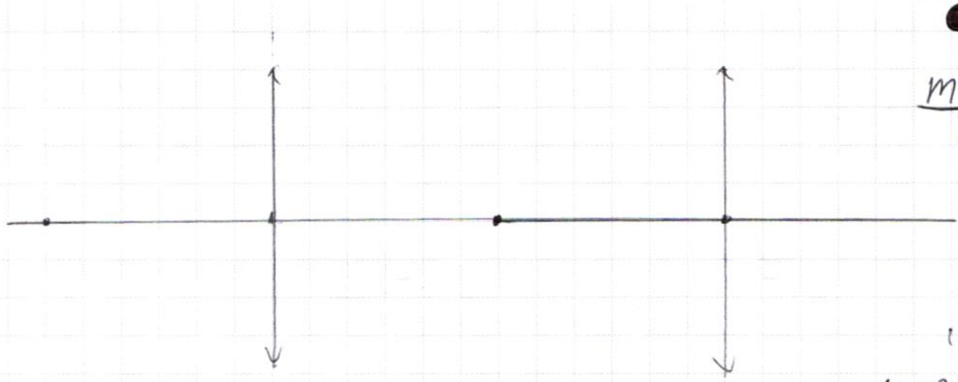
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



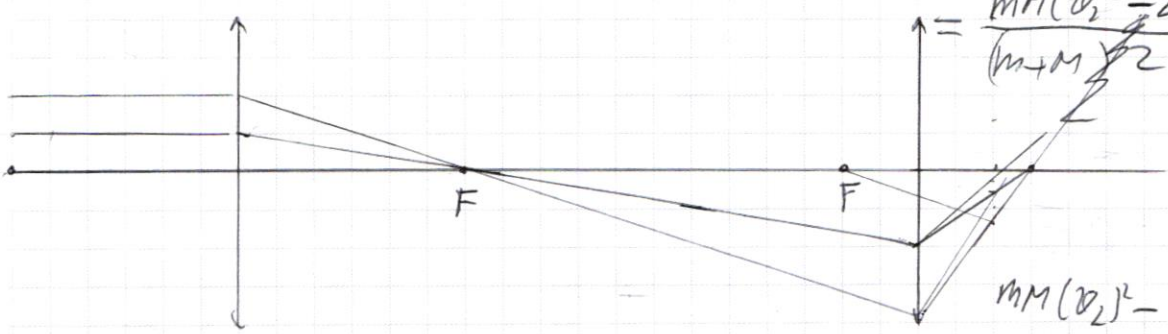
$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} = \frac{m(v_2-v_1)^2}{2}$$



$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{(m)v_1^2}{2} = \frac{m(v_2-v_1)^2}{2}$$

$$+ \cancel{\frac{mM}{m+}} \quad + \frac{mM}{m+M}\frac{(v_2-v_1)^2}{2} =$$

$$= \frac{mM(v_2^2 - 2v_1v_2 + v_1^2)}{(m+M)2}$$



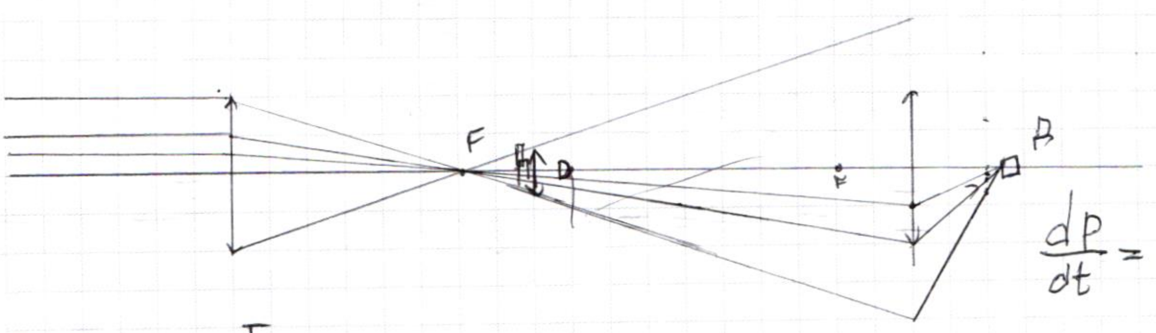
$mM(v_2)^2-$

8

$mMv_2^2 + mMv_1^2 - 2v_1v_2 mM + m^2(v_2^2 + m$

$\frac{v_1\sqrt{5}}{3}$

$\frac{2v_1\sqrt{2}}{3}$



$$\frac{dp}{dt} = F$$

t_0 I

$$\frac{mM}{(m+M)} \quad v_2^2 - \frac{2v_1v_2}{\cancel{m+M}} + v_1^2$$

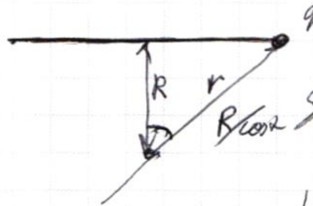
$$\frac{v_2^2 mM}{(m+M)}$$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

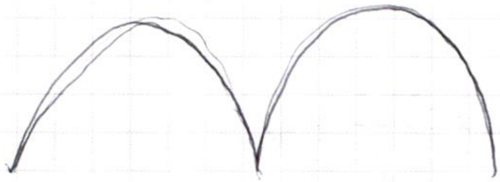
(Нумеровать только чистовики)



$dE = \cancel{\frac{q}{2}} \frac{kq}{R^2\cos^2\alpha} = \frac{k\,dq}{R^2\cos^2\alpha}$

$dE = \frac{k \cdot d\alpha}{\cancel{R}\,2}\cdot\cos\alpha = k\sigma\frac{d\alpha}{r}\cdot\cos\alpha =$

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



$\frac{1}{1-tg^2\alpha}$

$\cos^2\alpha\; d\alpha$

$\cos^2\alpha =$

$tg'\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$\frac{1}{1-tg^2\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha}+1 = \frac{1+\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha}$

$tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}+1 = \frac{1+\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha} = tg^2,$

$ctg'\alpha = \cancel{\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)' = \cos^2\cos\alpha}$

$ctg'\alpha = \left(\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\right) = \frac{-\sin\alpha\cdot\sin\alpha - \cos\alpha\cdot\cos^2}{\sin^2\alpha} = 1$

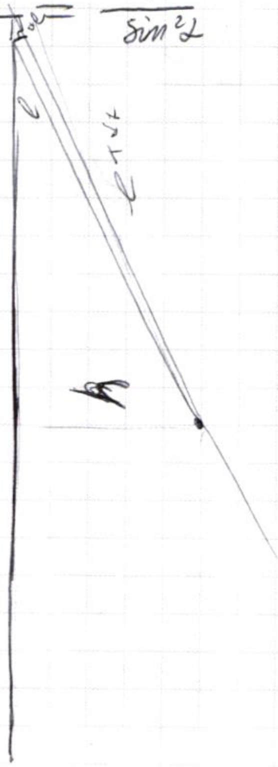
$\frac{d\,ctg\,\alpha}{d\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha}$

$d\,u$

$\int u\,dv = uv - \int v\,du$

$(\cos^2\alpha)'\,d\alpha$

$q =$



$tg\,\alpha = \frac{h}{\ell}$

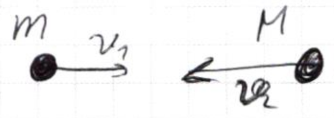
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

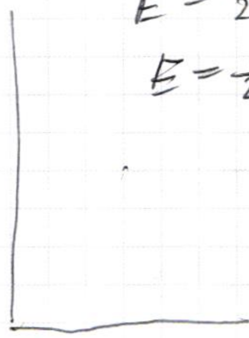
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{Q/S}{2\varepsilon_0}$



$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M v_2^2}{2} = \frac{m(v_2 - v_1)^2}{2} + \cancel{Q}$

$\cancel{\frac{m v_1^2 + M v_2^2}{2}} - \frac{m v_2^2 - \cancel{m v_1^2} + m v_2 v_1}{2} = \cancel{Q}$

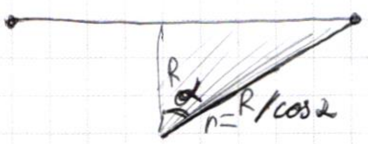
$\frac{M v_2^2 - m v_2^2 + m v_2 v_1}{2}$

$E \cdot \frac{\sigma}{E_0}$

$\frac{(M-m) v_2^2 + m v_2 v_1}{2}$

$E_{\text{вх}} = \frac{\sigma}{E_0} \cdot \frac{\cancel{8c}}{\infty}$

σ



$\frac{Mm}{M+m} (v_2$

$\frac{d \cos\alpha}{d\alpha} = -\sin\alpha$ $\quad dE = {}^{dl} k \frac{\sigma_e \cdot dl}{r^2} = \frac{k \sigma_e \cancel{R/\cos\alpha} \cdot d\alpha}{(R/\cos\alpha)^2}$

$dE = \frac{k \sigma_e \cancel{\cos\alpha}\, d\alpha}{R/\cos\alpha} = \frac{k\sigma_e}{R} \cos^2\alpha\, d\alpha$

$\frac{d \cos^2\alpha}{d\alpha} =$

$\cancel{\cos\alpha}$ $\quad \frac{\cos^3\alpha}{\sin\alpha} = \cancel{\frac{3\cos^2\alpha \sin\alpha \sin\alpha - \cos^3\alpha \cos\alpha}{2}} =$

$\frac{d \sin^2\alpha}{d\alpha} =$

$= -\cancel{3\cos^2\alpha}$

$\frac{d \sin\alpha}{d\alpha} = \cos\alpha$

$= \frac{k\sigma_e}{R} \frac{\sin\alpha \cos^2\alpha}{\cancel{\cos\alpha}\sin\alpha} d\cancel{\alpha}$

$\cos^3\alpha' = \cancel{2\sin} 3\cos^2\alpha \cdot \sin\alpha$

$\frac{k\sigma_e}{4} = \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha} \cdot d\cos\alpha$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)