Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

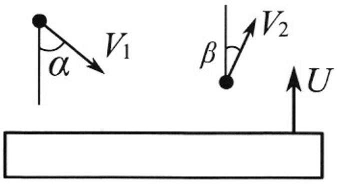
Класс 11

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.



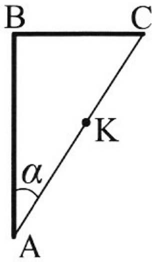
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

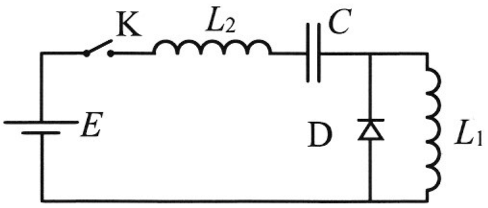
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

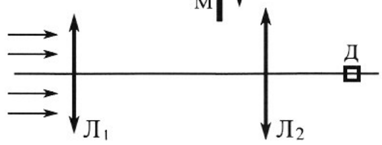
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

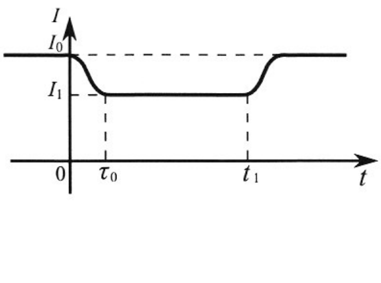
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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). $I_1 = 8I_0/9$.



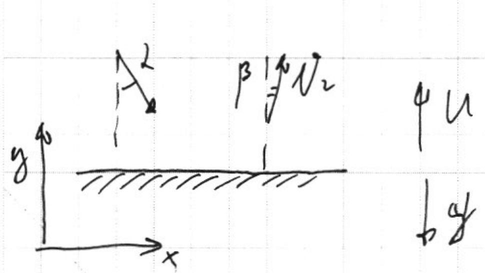


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



пересядем в С.О. плиты. Тогда:

$\vec{v}_{1u} = \vec{v}_1 - \vec{u}$

$\vec{v}_{2u} = \vec{v}_2 - \vec{u}$

распишем скорости по осям Ox и Oy:

Ox: $v_{x1} = v_1 \sin\alpha \qquad v_{2x} = v_2 \sin\beta$

Oy: $v_{1y} = v_1 \cos\alpha + u \qquad v_{2y} = v_2 \cos\beta - u$

Т.к. трения нет: $v_x = const \Rightarrow v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$$\boxed{v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 2v_1 = 12\ \frac{м}{с}}$$

$v_{2y} = +v_{1y} - \Delta$ — Δ - изменение в скорости, которое возникает из-за ~~неупругого~~ того, что соударение неупругое.

$v_1 \cos\alpha - v_2 \cos\beta + 2u - \Delta = 0$

$2u - \Delta = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha$

~~cos~~ $0 < \beta; \alpha < 90 \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

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

$2u - \Delta = v_1\left(\frac{2\cdot 2\sqrt{2}}{3} + \frac{\sqrt{5}}{3}\right) = v_1 \cdot \frac{4\sqrt{2}+\sqrt{5}}{3}$

$\Delta \geq 0$; $u \geq 0$

~~2~~ ~~два~~ крайних ~~ноля~~ случая:

I) $\Delta = 0$ ~~-~~ абсолютно упругий удар

$u = v_1 \frac{4\sqrt{2}+\sqrt{5}}{6} = (4\sqrt{2}+\sqrt{5})\frac{м}{с}$

~~[illegible]~~ II) $u < v_2 \cdot \cos\beta \Rightarrow u < 2v_1 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 8\sqrt{2}\ \frac{м}{с}$

~~$u \in [0;$~~

Тогда: $u \in (4\sqrt{2}+\sqrt{5};\ 8\sqrt{2})\ \frac{м}{с}$

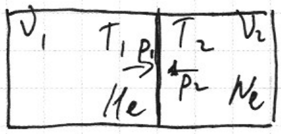
Ответ: 1) $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$

2) $u \in (4\sqrt{2}+\sqrt{5};\ 8\sqrt{2})\ \frac{м}{с}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



гелий далее будет обознач. как He, а неон как Ne

$\nu_1 = \nu_2 = \nu = 6/25$ моль

Т.к. поршень перемещ. без трения: $p_1 = p_2$

Из з-на Менд.-Клапи.:

$pV = \nu RT \Rightarrow$: $\left| \begin{array}{l} p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{array} \right| \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}}$

$\nu_1 = \nu_2$

$\delta Q = 0 \Rightarrow$ процес адиабатный $\Rightarrow$ $dU + \delta A = 0$ в системе

$dU = \frac{3}{2}\nu R dT$

$\delta A = p(T)\cdot dV$

$\delta A(He) = -\delta A(Ne)$ / т.к. $p_{He} = p_{Ne}$; $V = const = V_{Ne} + V_{He} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta V_{He} = -\Delta V_{Ne}$) $\Rightarrow U = U_{Ne} + U_{He} = const$; $\delta A = 0$

$\frac{3}{2}\underbrace{(\nu R T_1 + \nu R T_2)}_{\text{начальн. мом. врем}} = \underbrace{(\nu R T + \nu R T)}_{\text{установивш. темп.}}\frac{3}{2}$

$$\boxed{T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{770K}{2} = 385\,K}$$

$\Delta Q_{Ne} = \Delta U_{Ne} + A_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + \int\limits_{V_0}^{V_K} p\,dV$

$p = \frac{\nu R T}{V}$

V_1'; V_2'; T_1'; T_2' – в произвольный момент времени

$\left. \begin{array}{l} pV_1' = \nu R T_1' \\ pV_2' = \nu R T_2' \end{array} \right| + \Rightarrow p(V_1' + V_2') = \nu R (T_1' + T_2')$

$V_1' + V_2' = V = const$

$U_1 + U_2 = \underbrace{U_1' + U_2'}_{\text{в произвольн. момент. вр.}} \Rightarrow T_1 + T_2 = T_1' + T_2' = const$

$T_1' + T_2' = const$

тогда $p = const = \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{V}$

$\Delta Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + p \cdot \int_{V_0}^{V_K} dV = -\frac{3}{2}\nu R (T_2 - T) + p \cdot (V_K - V_0)$

$V_0 = \frac{4}{7}V$

$pV_{1K} = \nu R T$

$pV_{2K} = \nu R T$ $\Rightarrow V_{1K} = V_{2K} = \frac{1}{2}V$

$\Delta Q = -\frac{3}{2}\nu R (T_2 - T) + \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{\cancel{V}} \cdot \cancel{V}\left(\frac{1}{2} - \frac{4}{7}\right) = -\nu R \left((T_2 - T)\frac{3}{2} + (T_1 + T_2) \cdot \frac{-7+8}{14}\right) = -\nu R \left((440_K - 385)\frac{3}{2} + 770K \cdot \frac{1}{14}\right) = -\nu R \cdot \left(\frac{3}{2}55K + 55_K\right) =$

$= -\nu R \cdot \frac{5}{2} \cdot 55 = -6 \cdot 8,31 \cdot \frac{5}{2} \cdot 55$ Дж $= -6 \cdot 8,31 \cdot 5,5 =$

$\Delta Q = -6 \cdot 5,5 \cdot 8,31 = 8,31(-33) =$ Ответ:

$= -274,23$ Дж ≈ -274 Дж

т.е. он передал 274 Дж

1) $\frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{3}{4}$

2) $T = 385$

3) $\Delta Q = \cancel{-558,3 \text{ Дж}}$ 274 Дж

$8,31 \times 66$

4986

4986

$558,46$

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

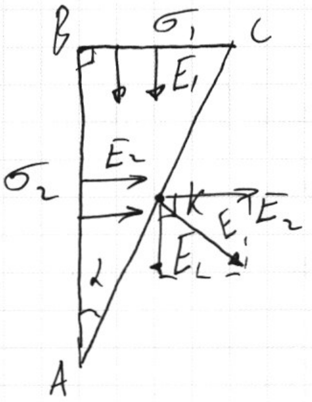
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



из теор. Гауса: $BC = AB$ т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$E_{n1} = E_{n2}$ т.к $BC = AB$, $\sigma_1 = \sigma_2$

по теор. Пифо: $E' = E_1 = E_2$

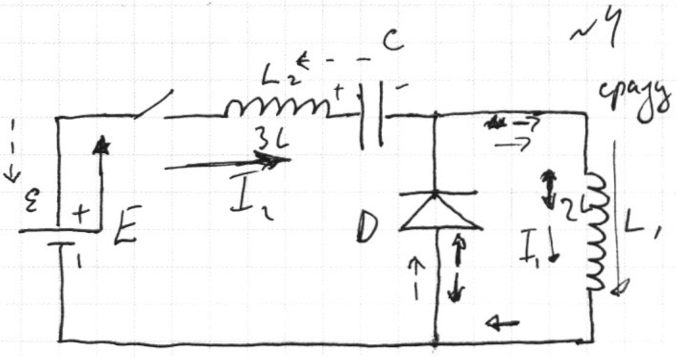
$E_{\Sigma 1} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2}\, E'$ ⇒ напряжённость увеличится в $\sqrt{2}$ раз

~~$E_{\Sigma 2} = \sqrt{E_1'^2 + E_2'^2} = \sqrt{17}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~

~~$E_1' = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E_2' = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~

~~Ответ:~~

№4



сразу после замыкания:

по II пр-лу Кирхгофа:

$$\varepsilon = L_2\frac{dI_2}{dt} + U_c + L_1\frac{dI_1}{dt}$$

$$U_c = \frac{q}{C}$$

При движении тока по часовой стрелке диод D заперт и ток течет через катушку L_1. При движении тока в обратную сторону диод открывается и ток начинает течь через него (диод).

~~Чтобы диод открылся напряжение на нем должно быть равно нулю $\Rightarrow$ $L_1\frac{dI_1}{dt} = 0$ $\Rightarrow$ катушка в установивш. режиме~~

~~$-\varepsilon + L_2\frac{dI_2}{dt} + U_c = 0$~~

Когда диод закрыт $I_1 = I_2 \Rightarrow dI_1 = dI_2 = 0$

$\varepsilon = U_c \Rightarrow q = C\varepsilon$ - ~~конденсатор заряжен~~ - условие открытия диода

Катушка L_1 препятствует изменению потока через себя и создаёт ток в контуре

Из II-го пр-ла Кирхгофа для контура $E - D - L_2$:

$$\varepsilon = L_2\frac{dI_2}{dt} + \frac{q}{C}$$

до зарядки конденсатора:

из II-го пр-ла Кирхгофа для контура $E - L_1 - L_2$:

$$\varepsilon = L_1\frac{dI}{dt} + U + L_2\frac{dI}{dt} \qquad \frac{dI}{dt} = \ddot{q}$$

$$\varepsilon = L_1\ddot{q} + U + L_2\ddot{q}$$

$$\ddot{q} + \underbrace{\frac{1}{C(L_1+L_2)}}_{\omega^2} q = \frac{\varepsilon}{L_1+L_2} \qquad T_{\frac{1}{2}1} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\cdot\sqrt{C(L_1+L_2)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\mathcal{E} = L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$$\ddot{q} + \underbrace{\frac{1}{CL_2}}_{\omega^2} q = \frac{\mathcal{E}}{L_2} \qquad T_{\frac{1}{2}2} = 2\pi\sqrt{CL_2}$$

Период колебаний складывается из двух периодов $T_{\frac{1}{2}1}$ и $T_{\frac{1}{2}2}$, когда ток течет по часовой и против часовой стрелки по контуру.

$$T = 2\pi\left(\sqrt{CL_2} + \sqrt{C(L_1+L_2)}\right)$$

Максимальный ток будет в момент ~~[illegible]~~, когда $\frac{dI_1}{dt} = 0$

запишем уравнение колебаний:

(1) $q = A \cdot \cos\omega t + \mathcal{E} \cdot C$

$q_{max} = C \cdot \mathcal{E} - C\mathcal{E}_{инд\,max}$

$\mathcal{E}_{инд\,max} = \mathcal{E}$ ← в нач. мом. вр.

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

тогда: $A = \mathcal{E}C$

продиф. выражение (1) по времени

$$I = -A\omega \sin\omega t \Rightarrow I_{max\,1} = A \cdot \omega = \mathcal{E} \cdot C \cdot \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} =$$

$$= \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{5L}}$$

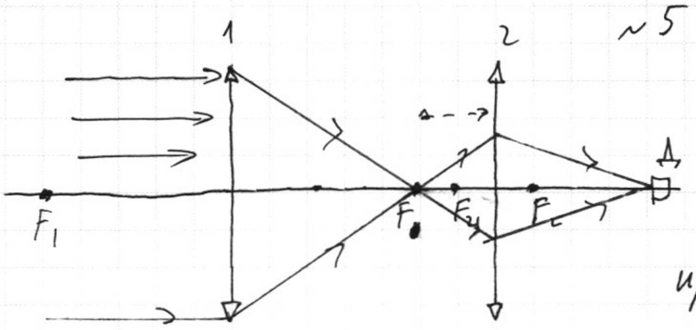
рассмотрим движение тока против часовой стрелки. Тогда ур-ние колебаний будет выглядеть как:

$$\ddot{q} + \frac{1}{CL_2} q = \frac{\mathcal{E}}{L_2}$$

или: $q = A\cos\omega t + \mathcal{E}C$ $\qquad q_{max} = 2\mathcal{E}C \Rightarrow A = \mathcal{E}C$

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

№5



по ф-ле т.л.:

$$\frac{1}{l}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F}$$

при $d \to \infty$

$$\frac{1}{l_1}=\frac{1}{F_1} \qquad l_1=F_0$$

значит $l_2 = 1{,}5F_0 - l_1 = 0{,}5F_0$

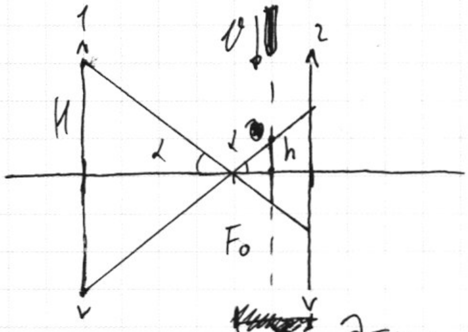
для линзы 2:

$$\frac{1}{l_2}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{d}=\frac{l_2-F}{l_2\cdot F}$$

$$d=\frac{l_2\cdot F}{l_2-F}=\frac{0{,}5F_0\cdot\frac{1}{3}F_0}{\left(0{,}5-\frac{1}{3}\right)F_0}=\frac{\frac{1}{6}}{\frac{3-2}{6}}F_0=\boxed{F_0}$$

расстояние до фотодетектора: $d=F_0$

$I \sim P \sim L$ ~~I – интенсивность света~~ L – светимость



интенсивность пучка света в сечении, перпендикулярном Г.О.О., одинакова во всех точках сечения, куда попадает свет.

Этим объясняется прямолинейный участок гр-ка.

$$\frac{h}{\frac{1}{4}F_0}=\operatorname{tg}\alpha=\frac{H}{F_0} \Rightarrow 4h=H,\ H=\frac{D}{2}$$

время T_0 – это: $T_0=\frac{d}{v}$, где d – диаметр мишени

время t_1 – время с момента первого касания диском светового конуса до момента начала выхода диска из него

$$t_1=\frac{2h}{v}=\frac{D}{4v}$$

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продифф. по времени данное выражение:

$I = -A\omega \sin \omega t \Rightarrow I_{max} = A\omega = \mathcal{E} \cdot C \cdot \sqrt{\frac{1}{CL_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

$I_{max_2} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{2L}}$

если рассматривать максимальный ток через катушку при его движении по часовой стрелке:

$I'_{max_2} = I_{max_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

$I_{max_2} > I'_{max_2} \Rightarrow I_{max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

Ответ:

1) $T = 2\pi\left(\sqrt{CL_2} + \sqrt{C(L_1+L_2)}\right)$

2) $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

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

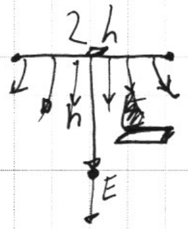
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

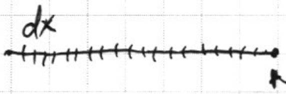
№3



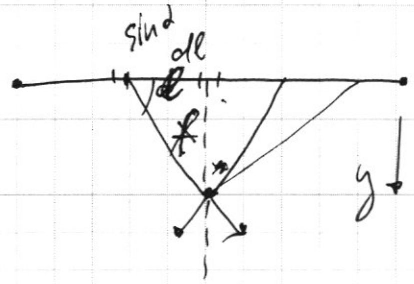
$qE = F$

$F = k\frac{qQ}{R^2} = qE$

$E = \frac{kQ}{R^2}$



много бесконечных проводников заряженных



$y\downarrow \quad dE_y = dl \cdot \rho \cdot \frac{k}{f^2} \sin^2\alpha$

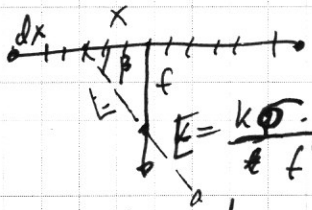
$tg\,\alpha = \frac{f}{l}$

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

$dE_y = \frac{k\,dl\,\rho}{f^2} \cdot \frac{f^2}{l^2\left(1+\frac{f^2}{l^2}\right)} = \frac{k\rho\,dl\,(l^2+f^2)^{-1}}{l^2}\,l^2 = k\rho(l^2+f^2)^{-1}dl$

$E = k\rho\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{l^2+f^2}\,dl = \frac{k\rho}{f^2}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{\frac{l^2}{f^2}+1}\,dl =$

$= \frac{k\rho}{f}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{\frac{l^2}{f^2}+1}\,d\frac{l}{f} = \frac{k\rho}{f}$



$E = \frac{k\sigma\,dx}{f}\sin\beta = \frac{k\sigma\,dx}{f}\cdot\sin\beta = \frac{k\sigma\,dx}{f}\cdot\frac{f}{\sqrt{x^2+f^2}} =$

$= \frac{k\sigma\,dx}{f\sqrt{x^2+f^2}}$

$E = 2\int_0^h \frac{k\sigma\,dx}{h\sqrt{x^2+h^2}} = \frac{2k\sigma}{h}\int_0^h\frac{dx}{\sqrt{x^2+h^2}}$

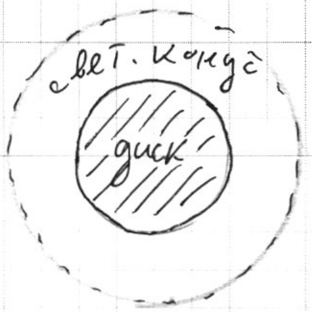
Ответ: 1) $\sqrt{2}$ раз

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{S_n}{S_n - S_g} = \frac{\pi h^2}{\pi h^2 - \pi \frac{d^2}{4}} = \frac{h^2}{h^2 - \frac{d^2}{4}} = \frac{9}{8}$$

$$8h^2 = 9h^2 - \frac{9}{4}d^2$$

$$\frac{9}{4}d^2 = h^2 \Rightarrow \underline{d = \frac{2}{3}h} = \underline{\frac{1}{4\cdot 3}D} = \underline{\frac{1}{12}D}$$

$$\tau_0 = \frac{D}{12v} \Rightarrow \boxed{v = \frac{D}{12\tau_0}}$$

$$\left[t_1 = \frac{D}{4\cdot D}12\tau_0 = 3\tau_0\right]$$

Ответ: 1) $d = F_0$
2) $v = \frac{D}{12\tau_0}$
3) $t_1 = 3\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\mathcal{E} = L\frac{dI}{dt} + U_c + L\frac{dI}{dt}$$

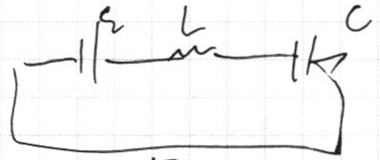
$$L_2\frac{dI}{dt} + \frac{q}{c} = \mathcal{E}$$

$$\mathcal{E}C = A + \Delta q$$

$$L_2\ddot{q} + \frac{q}{c} = \mathcal{E}$$

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

$$\boxed{\ddot{q} + \frac{1}{L_2 C}q = \frac{\mathcal{E}}{L_2}}$$



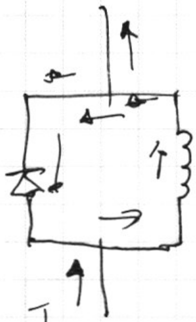
$$\mathcal{E} = L_2\frac{dI}{dt} + L_1\frac{dI}{dt} + \frac{q}{c}$$

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

$$h = \frac{H}{4} = \frac{D}{8}$$

$$\mathcal{E} = L\ddot{q} + \frac{1}{C}q \quad q_{max}$$

$$2h = \frac{D}{4}$$



$$L\frac{dI_1}{dt} = \quad \ddot{q} + \frac{1}{LC}q = \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$d = \frac{1}{3}D$$

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

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

$$2h = \frac{1}{4}D$$

$$A_{ист} + O = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2}$$

Дин..

$$\frac{CU^2}{2} = A_{ист}$$

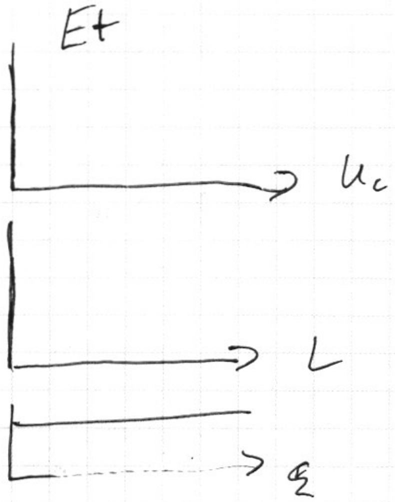
$$\mathcal{E}t \, I \qquad \frac{U}{R}$$

$$\mathcal{E}^2 t$$

$$U = \sqrt{\frac{2A}{C}}$$

$$\sqrt{2\frac{\mathcal{E}t}{C}}$$

$$\frac{U}{L}$$



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

$$q_{max} = \mathcal{E}C - CL\left(\frac{dI}{dt}\right)_{min}$$

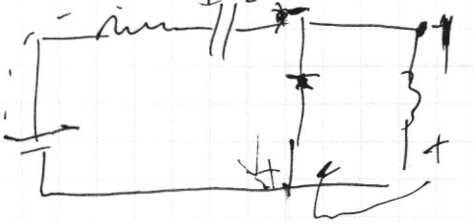
☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

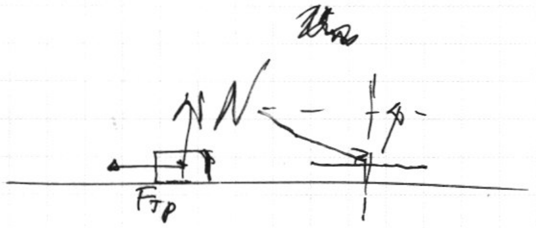
$I \sim S$

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{S}{S - S_g} = \frac{\pi h^2}{\pi h^2 - \pi r^2} = \frac{h^2}{h^2 - r^2} = \frac{9}{8}$$

$\mathcal{E}C$ q/C $L\frac{dI}{dt}$



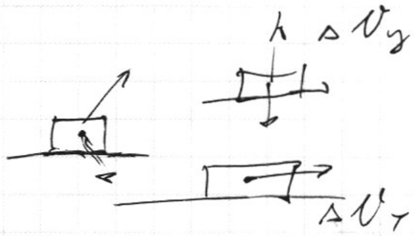
$v_{1n} \cdot \sin\alpha = v_{2n} \cdot \sin\beta$



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

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{4}{\sqrt{5}}$

$\operatorname{tg}\beta =$



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

$v_2 \frac{2\sqrt{2}}{3} = 2u - v_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}$

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

v_x

$\frac{\Delta v_x}{\Delta v_y}$

$\frac{1}{x^2+1}dx$

8.

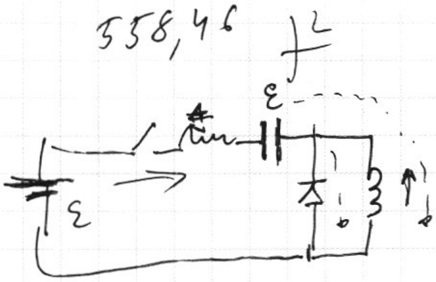
$1,4 \times 8 = 11,2$

$1,2$ $1,7 \times 4 = 5,6$

$8,31 \times 1,33 = 2493 + 2493 = 27,73$

$558,46$

I^2



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

$1 - \sin^2\alpha$

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

$\frac{1}{\sin^2\alpha} =$

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

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

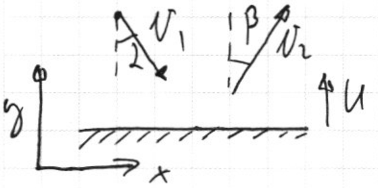
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

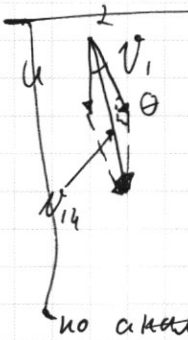
№1



пересядем с СО плиты. Тогда

$\vec{v}_{1п} = \vec{v}_1 + \vec{u}$

$\vec{v}_{2п} = \vec{v}_2 - \vec{u}$

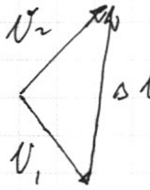


$\Theta = 180 - \alpha$

~~по т. cos $v_{1п} = \sqrt{v_1^2 + u^2 - 2v_1 u\cos(180-\alpha)}$~~

~~Тогда: $v_{1п} = \sqrt{v_1^2 + u^2 + 2v_1 u\cos\alpha}$~~

~~по аналог.: $v_{2п} = \sqrt{v_2^2 + u^2 + 2v_2 u\cos\beta}$~~



Х изм. имп. на Ox:

Ox: $v_{1п}\sin\alpha\, m + v_x m = v_{2п}\sin\beta\, m$

$v_x = v_{2п}\sin\beta - v_{1п}\sin\alpha = 0$

т.к. нет силы трения

Х изм имп. на Oy:

Oy: $v_{1п}\cos\alpha\, m + v_y m = +v_{2п}\cos\beta\, m$

$v_y = +v_{2п}\cos\beta + v_{1п}\cos\alpha$

(т.к. плита массивная, изменением импульса плиты можно пренебречь.)

$v_1\sin\alpha = v_2\sin\beta \Rightarrow \boxed{v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{2}{1}v_1 = 2v_1}$

$0 < \alpha; \beta \le 90° \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt5}{3}$; $\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \frac{2\sqrt2}{3}$

$v_y = 2u + \Delta = v_1(2\cos\beta + \cos\alpha) = v_1\left(\frac{4\sqrt2}{3} + \frac{\sqrt5}{3}\right) = \frac{4\sqrt2+\sqrt5}{3}v_1$

Х два крайних случая:

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

1) $\Delta = 0 \Rightarrow 2u = \frac{4\sqrt{2} + \sqrt{5}}{3} v_1$

$u = \frac{4\sqrt{2} + \sqrt{5}}{6} \cdot v_1$ ← абсолютно упругий удар

2) $u = 0$

т.е.: $u \in \left[0; \frac{4\sqrt{2} + \sqrt{5}}{6}\right)$ ← не берём наибольшее значение т.к. по условию удар неупругий

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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