Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

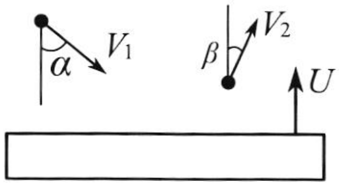
Класс 11

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.

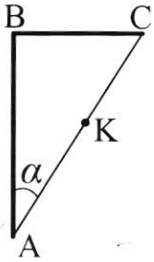


1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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

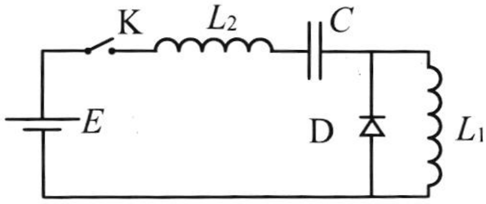
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона $T_1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



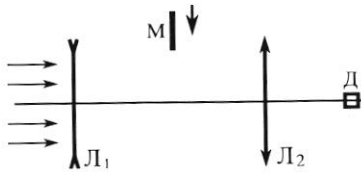
1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины BC и AB заряжены положительно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

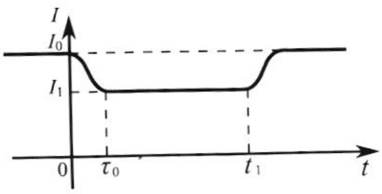
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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

№2

$\nu = \frac{3}{5}$ моль

$T_1 = 320K$

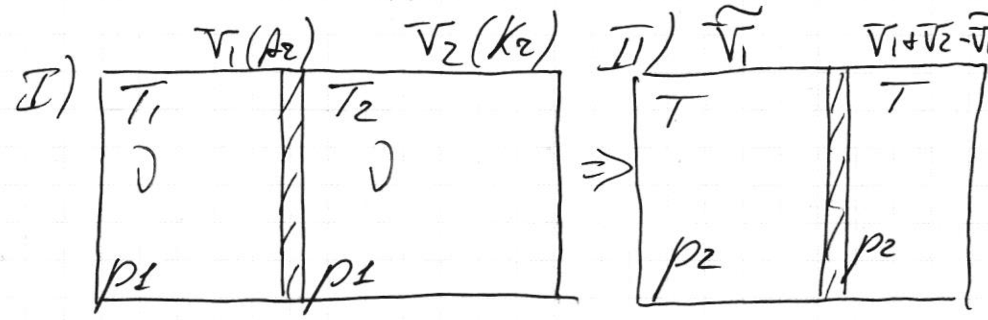
$T_2 = 400K$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$\frac{V_1}{V_2}$ – ?

T – ?

$Q_{кр.}$ – ?



① Из условия равновесия поршня:

I) $p_{Ar} \cdot S = p_{Kr} \cdot S$

$p_{Ar} = p_{Kr} = p_1$

II) $\tilde{p}_{Ar} \cdot S = \tilde{p}_{Kr} \cdot S \quad \tilde{p}_{Ar} = \tilde{p}_{Kr} = p_2$

② По закону Менделеева-Клапейрона:

1) $\left.\begin{aligned} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_1 V_2 = \nu R T_2 \end{aligned}\right| \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{320}{400} = 0{,}8$

③ Т.к. движение поршня медленное, то $p_1 \approx p_2$

2) $p_2 \tilde{V}_1 = \nu R T = p_2 (V_1 + V_2 - \tilde{V}_1)$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$; $T = 360\,K$

④ ($A_{внеш.} = \Delta K = 0$ (для криптона)

~~$A_{внеш.} = -A_{кр.}$ По первому з-ну термодинамики: $Q_{кр} = \Delta U_{кр} + A_{кр.}$~~

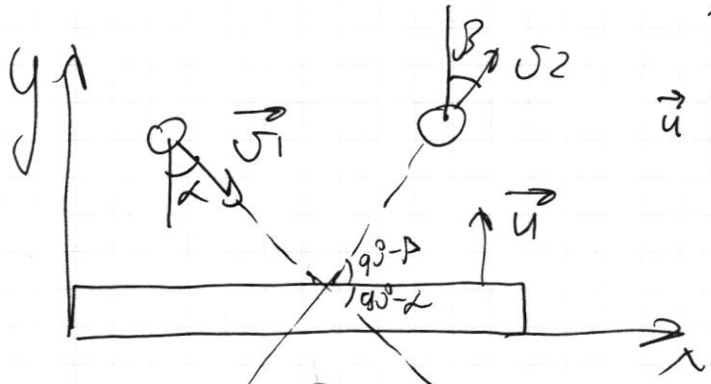
~~$Q - (Q_{кр.} - \Delta U_{кр.}) = 0$~~)

$Q_{кр} = \Delta U_{кр} + A_{кр} = \frac{3}{2}\nu R (T - T_2) + p_2 (V_1 - \tilde{V}_1) =$

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

$Q_{кр} = \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot \left(\frac{360}{2} + \frac{3}{2}(-80) \right) \approx 300\,Дж$

Ответ: $\frac{v_1}{v_2}=0{,}8$; $T=360K$; $Q=300$ Дж



№1

$v_1=18\frac{м}{с}$

$\sin\alpha=\frac{2}{3}$

$\sin\beta=\frac{3}{5}$

$v_2-?$

$u-?$

(1) По оси Ox сохраняется импульс системы, т.к. нет действия внешних сил вдоль неё:

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

$v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$; $v_2 = 18\cdot\frac{2\cdot5}{3\cdot3}=20\frac{м}{с}$

~~(2)~~

$\cancel{u^2=v_1^2+v_2^2-2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}$

$\cancel{u=\sqrt{v_1^2+v_2^2-2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}}$

$\cancel{u=}$

(2) $v_{1отн}^2=u^2+v_1^2+2uv_1\cos\alpha$

$v_{2отн}^2=u^2+v_2^2-2uv_2\cos\beta$

(3) $v_{1y}=-v_1\cos\alpha-u$; $v_{2y}=v_2\cos\beta-u$

(4) $u=\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos(\alpha+\beta)}$

$\cos\alpha=\frac{\sqrt{5}}{3}$; $\cos\beta=\frac{4}{5}$

$u=\sqrt{18^2+20^2+2\cdot18\cdot20\cdot\left(\frac{4}{3\sqrt{5}}-\frac{2}{5}\right)}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

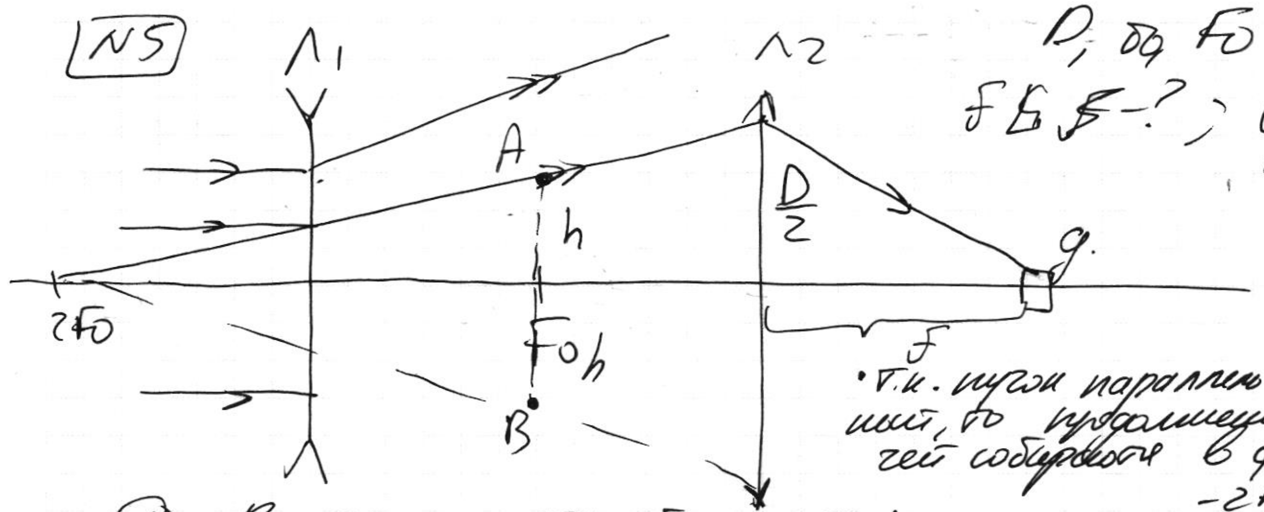
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

D, σ_0, F_0

f, ξ – ? ; v – ? ; t_1 – ?



• т.к. лучи параллельны, то продолжения лучей собираются в фокусе $-2F_0$ слева от Л1

① По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} \quad \boxed{f = \frac{4}{3}F_0}$$

$$\cancel{L = \frac{4}{3}F_0 + 2F_0 = \frac{10}{3}F_0}$$

② $I \sim P$; $\left(P \sim J \cdot S_{\text{пятна}} \left(\begin{matrix} J\text{-интенсивность} \\ S\text{-площадь пя-на} \end{matrix}\right)\right)$

Изменение силы тока начнется тогда, когда мишень достигнет т. A. и прекратится после прохождения т. B.

$$t_1 - \tau_0 = \frac{2h - l}{v}$$

③ из подобия треугольников: $\frac{D}{2 \cdot 4F_0} = \frac{h}{3F_0} \Rightarrow 2h = \frac{3}{4}D$

$$t_1 = \tau_0 + \frac{\frac{3D}{4} - l}{v} \quad (l\text{ - размер мишени})$$

④ т.к. мишень имеет размеры, то происходит нерезкое падение тока. Пусть радиус мишени – x

Тогда $I_0 \sim \pi h^2$; $I_1 \sim (h^2 - x^2) \cdot \pi$ (мишень полностью за т. A)

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{h^2 - x^2}{h^2} \Rightarrow x = h\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

⑤ за время τ_0 мишень продвинулась на $2x$:

$$v = \frac{2x}{\tau_0} = \frac{2h\sqrt{1-\frac{I_1}{I_0}}}{\tau_0} =$$

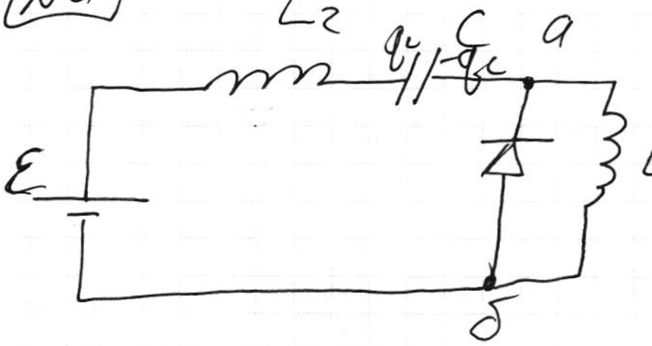
$$= \frac{3D\sqrt{1-\frac{I_1}{I_0}}}{9\tau_0} = \frac{9D}{16\tau_0}$$

⑥ $t_1 = \cancel{\tau_0 + \frac{3D}{4v} - 2x\,x\,v}\ \tau_0 + \frac{2h - \frac{3}{2}h}{v} =$

$$= \tau_0 + \frac{h}{2v} = \tau_0 + \frac{3D}{16v} = \tau_0 + \frac{1}{3}\tau_0 = \frac{4}{3}\tau_0$$

Ответ: $f = \frac{4}{3}\tau_0$; $v = \frac{9D}{16\tau_0}$; $t_1 = \frac{4}{3}\tau_0$

№4



1) при $\varphi_a > \varphi_б$ $I_д = 0$

① По з-ну Ома для полной цепи:

$$\mathcal{E} = U_{L2} + U_{L1} + U_C$$

$$\mathcal{E} = \ddot{q}_2 L_2 + \ddot{q}_1 L_1 + \frac{q_c}{C}$$ (первый полупериод)

② во втором полупериоде ток идет через диод:

$$\mathcal{E} = \ddot{q}_2 L_2 + \frac{q_c}{C}$$

Т.к. внешнее действие $\mathcal{E}$ не влияет на период колебаний, то $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$

③ T_1: 1) $\ddot{Q}_2 + Q_2 \frac{1}{C(L_2+L_1)} = 0$ $T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$

2) $\ddot{Q}_2 + Q_2 \frac{1}{CL_2} = 0$ ⇒ $T_2 = 2\pi\sqrt{CL_2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$$T = \pi\left(\sqrt{C(L_1+L_2)} + \sqrt{L_2 C}\right) = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right) =$$
$$= 5\pi\sqrt{LC}$$

4) При максимальном токе на катушке напряжение равно 0. ($U_{L_1} = 0$)

Тогда: $\mathcal{E} = U_{L_2} + U_C$

· в первом полупериоде: $I_1 = I_2$ ($= \dot{q}_c$)

· т.к. колебание гармоническое

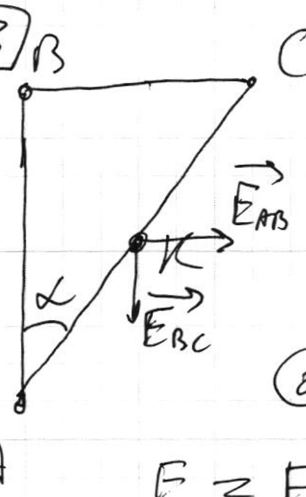
$$q_c = \mathcal{E}C\cos(\omega_1 t + \varphi_0) \quad \left(\varphi_0 = \frac{3\pi}{2}\right)$$
$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}$$
$$\dot{q}_c = -\mathcal{E}\omega_1 C\sin(\omega_1 t + \varphi_0)$$
$$I_{1max} = \mathcal{E}C\cdot\frac{1}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{9L}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

5) при I_{2max} либо $I_{2max} = I_{1max}$, либо ток I_{2max} будет во втором полупериоде

$$q_c = \mathcal{E}C\cos(\omega_2 t + \varphi_0) \quad \left(\varphi_0 = \frac{3\pi}{2}\right)$$
$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{CL_2}}$$
$$\dot{q}_c = -\mathcal{E}C\omega_2\sin(\omega_2 t + \varphi_0)$$
$$I_{2max} = \mathcal{E}C\cdot\omega_2 = \mathcal{E}C\cdot\frac{1}{\sqrt{L_2 C}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

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

№3



① ~~так~~ если пластины соприкасаются, то происходит перераспределение заряда на них при изменении ~~этих~~ зарядов пластин.

② т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$; $BC = AB$; $\sigma_{BC} = \sigma_{AB}$

$S_{BC} = S_{AB} = S$

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

$$\sigma_{BC+AB} = \frac{\sigma_{BC} \cdot 2S + \sigma_{AB} \cdot 2S}{4S} = \sigma_{BC}$$

③ $\tilde{E}_{BC} = E_{BC}$ $E_{AB} = \tilde{E}_{BC}$

Тогда: $\vec{\tilde{E}} = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}$

$\tilde{E} = \sqrt{2}\, E_{BC}$

④ $\frac{\tilde{E}}{E} = \sqrt{2} \simeq 1{,}4$

⑤ при $\alpha = \frac{\pi}{9}$: $\frac{BC}{AB} = tg\alpha = tg\frac{\pi}{9}$

$S_{BC} = tg\frac{\pi}{9} S_{AB}$

1) $E = E_{BC}^2 + E_{AB}^2$

2) перераспределенный заряд:

по закону сохранения заряда:

$$\sigma_{AB} \cdot S_{AB} + \sigma_{BC} \cdot S_{BC} = \sigma_0 \cdot (S_{AB} + S_{BC})$$

$$\sigma \cdot S_{AB}\left(\frac{2}{7} \cdot 1 + 1 \cdot tg\frac{\pi}{9}\right) =$$

3) $\sigma S_{AB}\left(\frac{2}{7} \cdot 1 + 1 \cdot tg\frac{\pi}{9}\right) = \sigma_0 \cdot S_{AB}\left(1 + tg\frac{\pi}{9}\right)$

$$\sigma_0 = \sigma\left(\frac{\frac{2}{7} + tg\frac{\pi}{9}}{1 + tg\frac{\pi}{9}}\right) \qquad E = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{2}$$

$$\boxed{E = \frac{\sqrt{2}}{\varepsilon_0} \cdot \sigma\left(\frac{\frac{2}{7} + tg\frac{\pi}{9}}{1 + tg\frac{\pi}{9}}\right)}$$

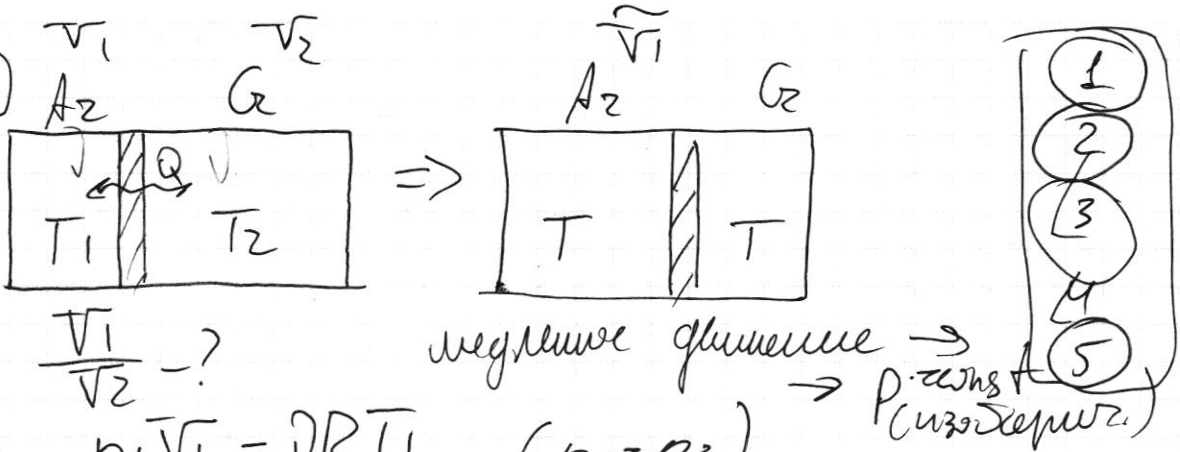
Ответ: $\frac{\tilde{E}}{E} = \sqrt{2}$; $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{2}\left(\frac{\frac{2}{7} + tg\frac{\pi}{9}}{1 + tg\frac{\pi}{9}}\right)$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2



$\frac{V_1}{V_2}$ — ?

медленное движение → P const (изобарич.)

① $p_1V_1 = \nu RT_1$ $(p_1 = p_2)$

$p_2V_2 = \nu RT_2$

③ Q — ?

② $\tilde p_2 \tilde V_1 = \nu RT$

$\tilde p_2(V_1 - \tilde V_1 + V_2) = \nu RT$

$\tilde p_2(V_1 + V_2) - \nu RT = \nu RT$

$A_{внеш} = \Delta K = 0$

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

$Q - \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) = 0$

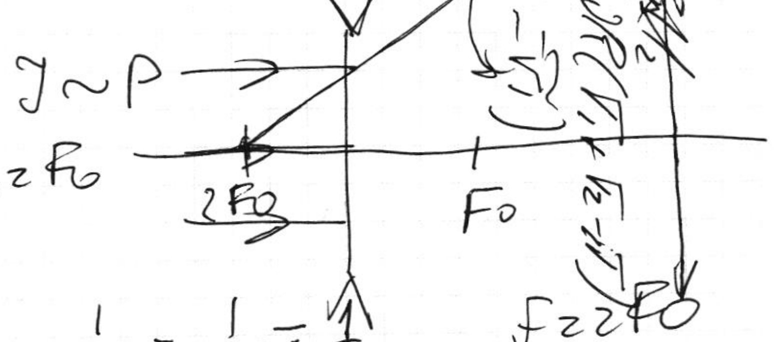
N5

$F_1 = -2F_0$

$F_2 = F_0$

$L = 2F_0$

$D \ll F_0$



$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

$f = 2F_0$

$\frac{1}{2F_0} + \frac{f}{F_0} = \frac{1}{\ }$

$A_2 = A_1 - A_2 = \frac{\nu R}{2}$

$A + \Delta U_2$

$\frac{3}{2}$

$Q_{общ}$

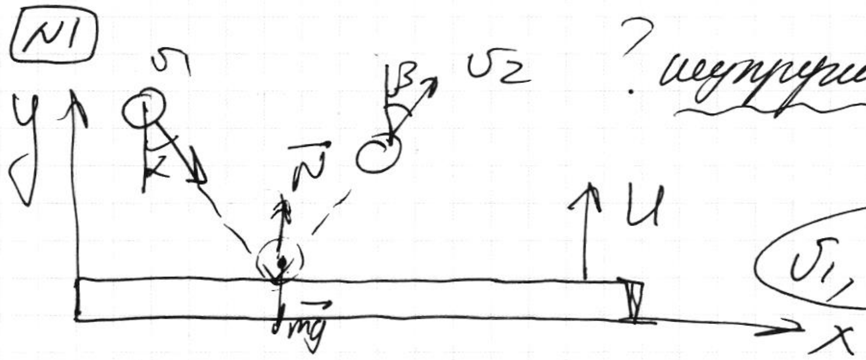
$= \frac{\nu_1}{2} \cdot \frac{T}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

N1

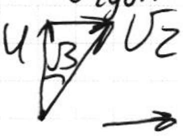
υ_2 ? неупругий удар (вид - Q)



υ_2 - ?

$\upsilon_1, \alpha, \beta$

① $\upsilon_1 \sin\alpha = \upsilon_2 \sin\beta$ (Ox)



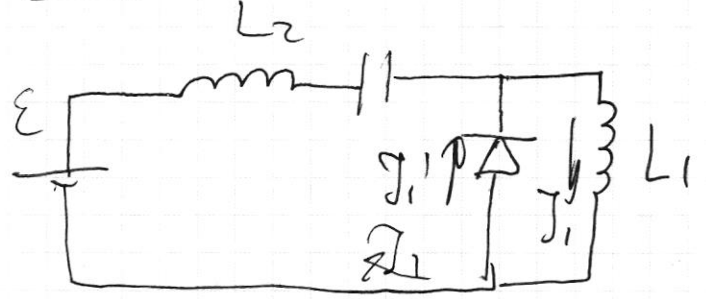
В СО плиты:

$\upsilon_{1y_{отн.}} = \upsilon_1 \cos\alpha + u$ 1) $\vec\upsilon_{2отн.} = \vec\upsilon_2 - \vec u$

(в СО земли) $\upsilon_{2y} = \upsilon_2 \cos\beta + u$

$\Delta \vec p = 0 = m\upsilon_1$

N4



· ЗСЭ

· колебания (T)

гармонич. уравнение

закон Ома:

$\varepsilon = U_{L2} + U_{L1} + U_C$

$\varepsilon = \ddot q_i L_2 + \ddot q_i L_1 + \frac{q_C}{C}$

$\ddot q_C (L_2 + L_1) + \frac{q_C}{C} - \varepsilon = 0$

$T = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$ $\ddot q_C (L_2 + L_1) + q_C\left(\frac{1}{C} - \frac{\varepsilon}{q_C}\right) = 0$

$\ddot Q (L_2 + L_1) + \frac{Q}{C(L_2+L_1)} = 0$

макс. ток при мин. U_C

$U_{L1} = 0$

$\sin = \frac{\upsilon_2^2 + u^2 + 2u\upsilon_1\cos\alpha - \upsilon_1^2\cos^2\alpha - u^2 - 2u\upsilon_1\cos\alpha}{\upsilon_1 \sin\alpha}$

☐ 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)»

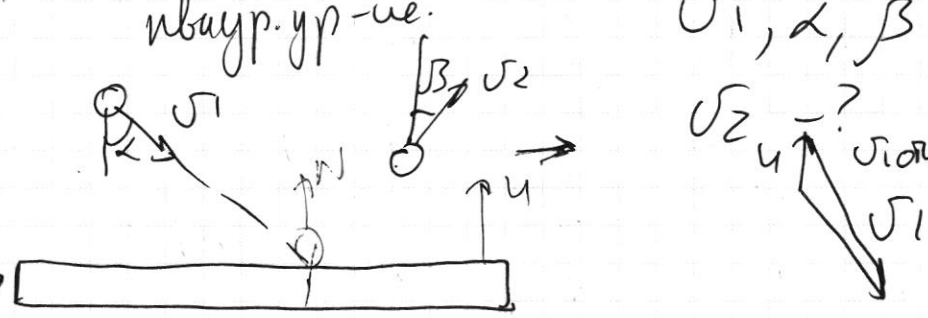
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\omega > f = \frac{v_1\cos\alpha + u}{\sqrt{v_1^2 + u^2 + 2uv_1\cos\alpha}}$

$v_{1отн}\cdot\sin\gamma = v_{2отн}\cdot\cos$



v_1, α, β

$v_2 - ?$

① $u - ?$

$\Delta p = m v_1 \sin\alpha - m(v_2\sin\beta + 2u)$

$m v_2 \cos\beta - m v_1\cos\alpha > 0$

$Oy:$ $v_{1yотн} = -v_1\cos\alpha + u$

$v_{2отн} = v_2\cos\beta - u$

$v_{1от} = u + v_1\cos\alpha$

$-v_1\cos\alpha = u + v_{1отн_y}$

$v_{1отн_y} = -v_1\cos\alpha - u$

$v_{2отн_y} = v_2\cos\beta - u$

$v_{2y} = v_2\cos\beta$

$v_2\cos\beta = u + v_{2отн}$

$0 = m v_{2отн_y} - m v_{1отн_y} =$

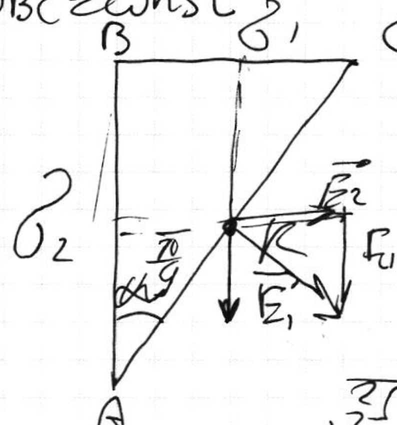
$m v_2\cos\beta + m u \cos\alpha$

$36 \cdot 8{,}31$

$180 - 120 = 60$

[N3]

$\sigma_{BC} = const$



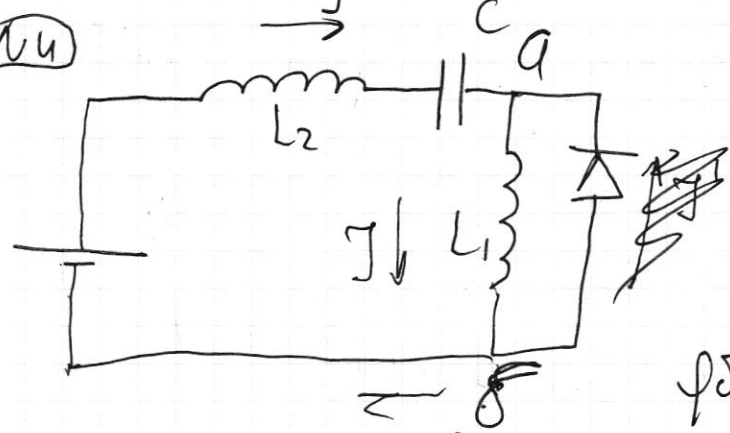
$AB = BC$

$$E_{k\varepsilon} = \frac{\sigma}{S\varepsilon_0}$$

$$\tilde{E}_k = \sqrt{2}\,\frac{\sigma}{S\varepsilon_0}$$

$$\frac{\tilde{E}_k}{E_k} = \sqrt{2} \quad (?)$$

[N4]



$I - I_g^k$

$\varphi a > \varphi б - I_g = 0$

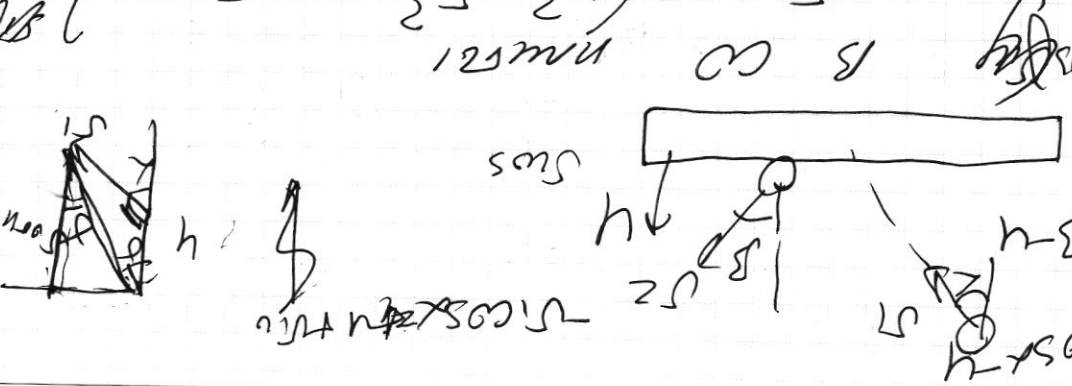
$\varphi a < \varphi б - I_g > 0$

$\uparrow I_g$

$\varphi б - \varphi a = -\mathcal{E} + U_c + U_L$

$\varphi a - \varphi б = \mathcal{E} - U_c - U_L$ ..

$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - \frac{\ddot{q}}{L_2}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

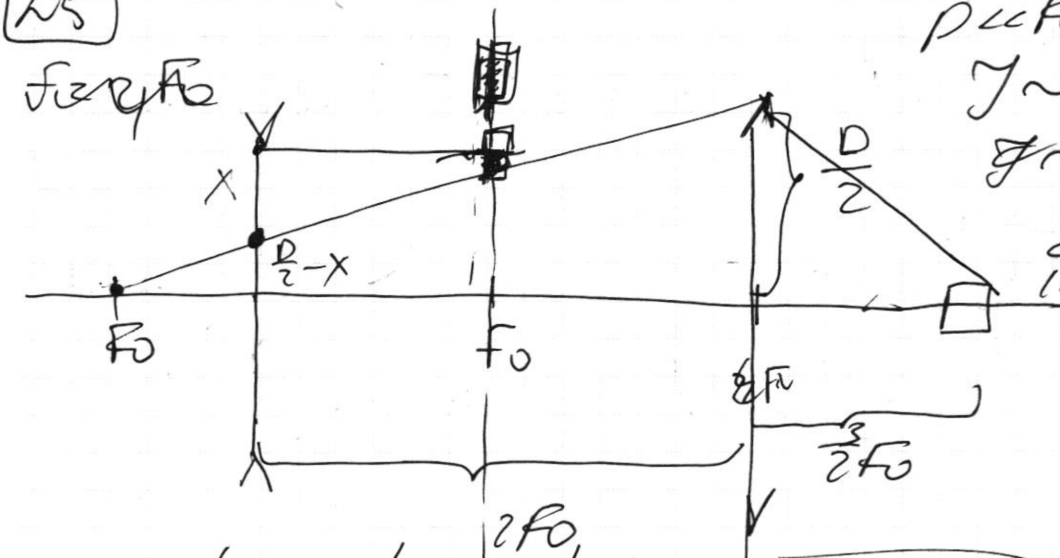
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



$\rho \ll F_0$

$J \sim \rho$

$I \sim J$

$J \sim S$

$\frac{1}{3F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$

$f = \frac{3}{2}F_0$

$\boxed{L = \frac{7}{2}F_0}$

$\frac{J_1}{J_0} = \frac{h-x}{h}$

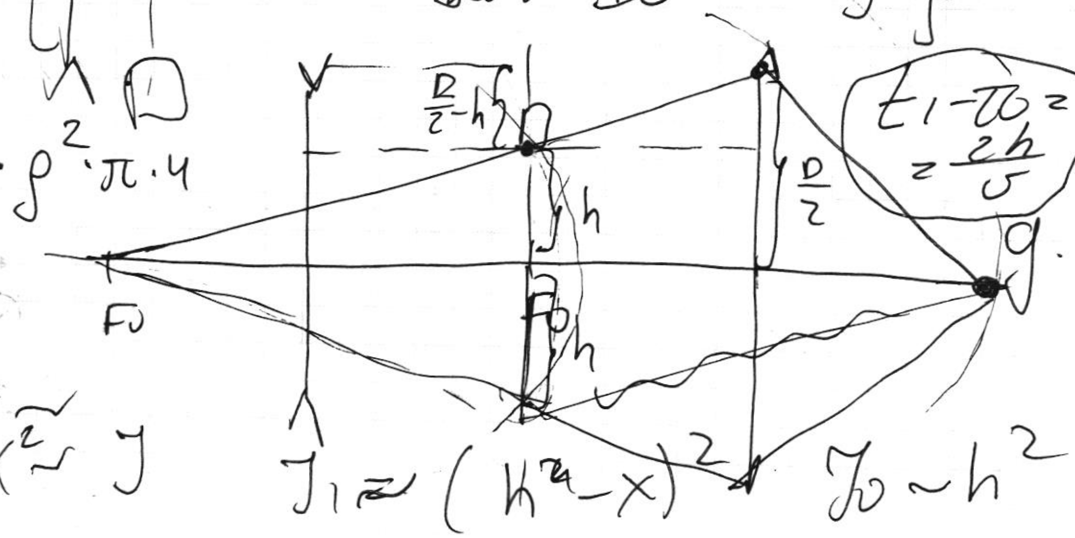
углом падения — не полностью закрыты

$\frac{X}{t_0} = v$

$I \sim P = J_0 \rho^2$

$x = h\left(1-\sqrt{\frac{J_1}{J_0}}\right)$

$I_0 \sim J \cdot \rho^2$



$t_1 - \tau_0 = \frac{2h}{v}$

$I_0 \sim P = J \cdot \rho^2 \cdot \pi \cdot 4$

$I_0 \sim P_0 = 4\pi X^2 \sim J$

$J_1 \sim (h - x)^2$

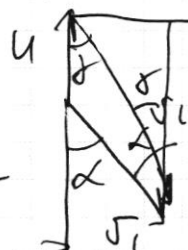
$J_0 \sim h^2$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

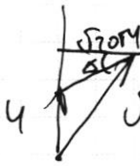
$-N\Delta t = m v_{2\,отн\,y} - m v_{1\,отн\,y}$

$u^2 + u(2v_1\cos\alpha - 1) + v_1^2 > 0$



u $\quad u > \frac{v_1^2}{2v_1\cos\alpha}$

$u^2 + v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha - u^2 > 0$



$-\mathcal{E} + U_{L2} + U_C > U_{L1}$

$\varphi_a - \varphi_б > 0$

$\varphi_a - 0 = -U_C - U_{L2}$

$0 - \varphi_б = \mathcal{E} - U_{L1}$

$v_{1отн} = u^2 + v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha$

$v_{2отн} = u^2 + v_2^2 - 2uv_2\cos\beta$

$\frac{v_{отн}}{\sin\alpha} = \frac{v_1}{\sin\gamma} = \frac{u}{\sin\varphi}$

$\sin(\alpha - \gamma)$

$\sin\gamma = \frac{v_1\sin\alpha}{v_{отн}}$

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

$-U_C - U_{L2} + \mathcal{E} - U_{L1} = 0$

$v_{1y} = -v_1\cos\alpha$

$v_1\sin(\alpha - \gamma) = u\sin\gamma$

$v_{2y} = v_2\cos\beta$

$\frac{\sin\alpha\cos\gamma - \sin\gamma\cos\alpha}{\sin\gamma} = \frac{u}{v_1}$

$v_{1y\,отн} = -v_1\cos\alpha - u$

$\sin\alpha\,ctg\gamma - \cos\alpha = \frac{u}{v_1}$

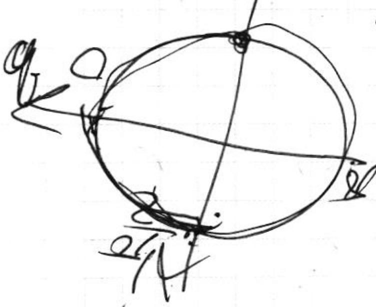
$v_{2отн} = v_2\cos\beta - u$

$v_{1отн}\sin\gamma = v_1\sin\alpha$ $\quad \frac{mv_1^2}{2} + m$

$ctg\gamma = \left(\frac{u}{v_1} + \cos\alpha\right)/\sin\alpha$

$U_{L1} = 0$

$ctg\gamma = \frac{u}{v_1\sin\alpha} + ctg\alpha$



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

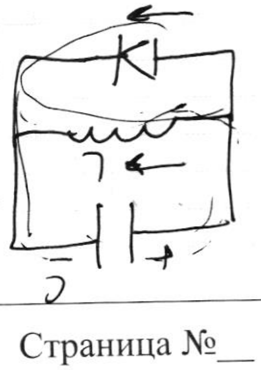
$\left(\left(\frac{u}{v_1\sin\alpha} + ctg\alpha\right)^2 + 1\right)^{-\frac{1}{2}}$

$(v_1\sin\alpha)^2$

$\left(\frac{u}{v_1\sin\alpha} + ctg\alpha\right)^2 + 1$ $\quad u^2 + v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha$

$\cancel{u^2 + v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha = u^2} + 2uv_1 0$

$\frac{mv_1^2}{2} + Q = \frac{mv_2^2}{2}$ $\quad N\Delta t \cdot \frac{x}{v_1\cos\alpha\, t}$



$\times\frac{831}{36}$ $\quad 4986$ $\quad 2493$ $\quad 29916$

$\times\frac{83}{36}$ $\quad 288$

$\beta_2 - 1\,\varepsilon_2 = 60$

$\times\frac{831}{36}$

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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