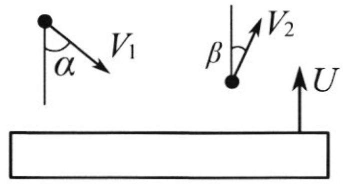
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

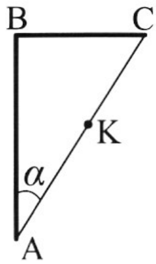
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 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?

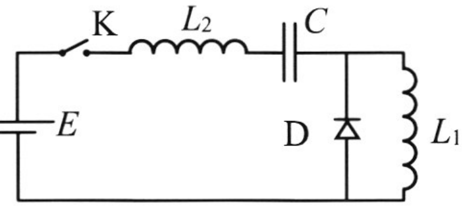
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

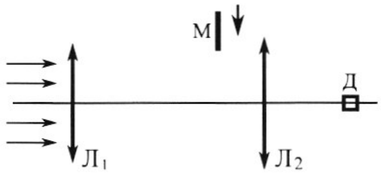


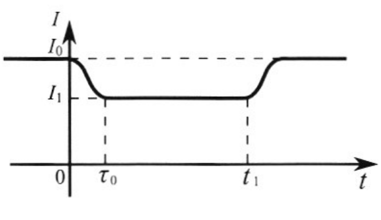
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

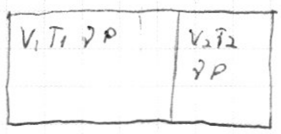
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

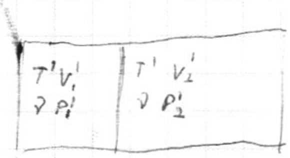
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2





V_1, T_1 – гелий

V_2, T_2 – неон

$P_1 = P_2$, так как поршень покоится

1) Ур-е Менделеева-Клапейрона:

$$① \begin{cases} PV_1 = \nu R T_1 \\ PV_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$$

2) по ЗСЭ:

$$U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$$

(U' – внут. энергия после выравнивания температур)

$$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2}\nu R T' + \frac{3}{2}\nu R T' \Rightarrow T' = \frac{T_1 + T_2}{2} \; ⑥ = \frac{330 + 440}{2} = 385\,K$$

3) $$② \begin{cases} P'V_1' = \nu R T' \\ P'V_2' = \nu R T' \end{cases} \Rightarrow P'(V_1' + V_2') = \nu R \cdot 2T' \; ③ \qquad V_1' + V_2' = V_1 + V_2 \; ⑤$$

из ①: $P(V_1 + V_2) = \nu R (T_1 + T_2)$ ④

$$\begin{cases} ③ \\ ④ \\ ⑤ \\ ⑥ \end{cases} \Rightarrow P' = P = const$$

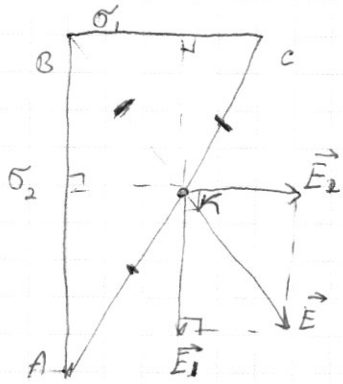
$$\begin{cases} PV_1' = \nu R T' \\ PV_1 = \nu R T_1 \end{cases} \Rightarrow P(V_1' - V_1) = \nu R (T' - T_1) \qquad \frac{V_1'}{V_1} = \frac{T'}{T_1}$$

$$Q = A_1 + \Delta U_1 = P\Delta V_1 + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_1 = \nu R (T' - T_1) + \frac{3}{2}\nu R (T' - T_1) = \frac{5}{2}\nu R (T' - T_1)$$

$$Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31 \cdot (385 - 330) = \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 55 = 33 \cdot 8{,}31 = 274{,}23 \text{ Дж}$$

Ответ: 0,75; 274,23 Дж

№3



поле от бесконечной плоской пластины однородно и задаётся формулой $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$|E_1| = \frac{|\sigma_1|}{2\varepsilon_0}$

$|E_2| = \frac{|\sigma_2|}{2\varepsilon_0}$

$E^2 = |E_1|^2 + E_2^2$ ($AB \perp BC$, $\vec{E_2} \perp AB$, $\vec{E_1} \perp BC$)

$E = \frac{1}{2\varepsilon_0}\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$

1) $E = E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}$,

$E' = \frac{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}}{2\varepsilon_0}$; $\sigma_1 = \sigma_2 \Rightarrow E' = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$

$\frac{E'}{E} = \sqrt{2} \approx 1{,}41$

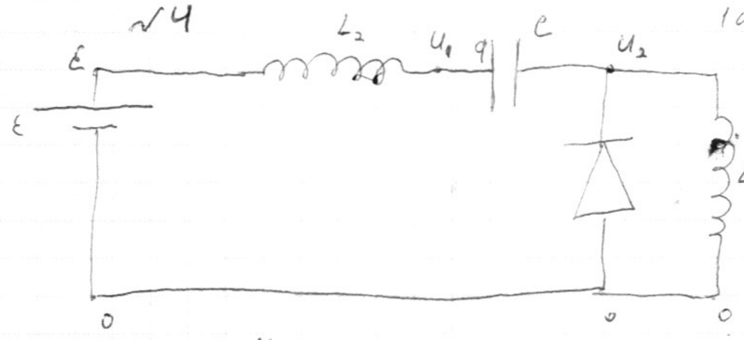
2) $E = \frac{1}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{(4\sigma)^2 + \sigma^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{17}$

ΔBKA и ΔBKC - равноб-е => поле в силу симметрии будет перпендикулярно пластинам

Ответ: $\sqrt{2}$ ($\approx 1{,}41$); $\frac{\sqrt{17}}{2} \cdot \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



1 случай: Если ток течёт по часовой стрелке:

$$\begin{cases} \mathcal{E} - u_1 = L_2 \dot{I} \\ u_1 - u_2 = \frac{q}{C} \\ u_2 = L_1 \dot{I} \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = (L_2 + L_1)\dot{I} + \frac{q}{C} \quad \Big| \frac{1}{L_1+L_2}$$

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

$$x_0 w^2 = x w^2 + \ddot{x}$$

$$w_1^2 = \frac{1}{(L_1+L_2)C}; \quad T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$w_2 = \frac{1}{L_2 C}$$

2 случай: Если ток течёт против часовой стрелки (по диоду)

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

$$q_1 = q_0 + A_1 \cos(wt + \varphi)$$

A_1 − амплитуда колебаний заряда в 1 случае

$$q_{01} = C\mathcal{E} = A_1$$

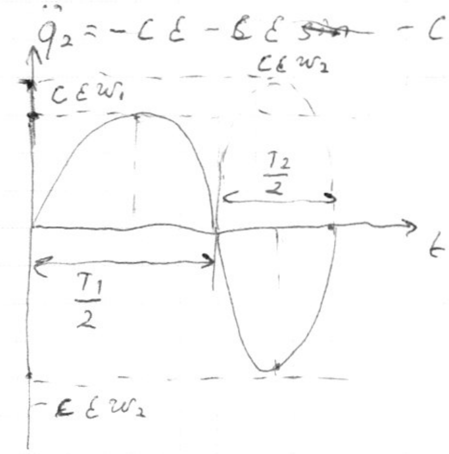
$$q(0) = C\mathcal{E} + C\mathcal{E}\cos\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi$$

$$q_1 = C\mathcal{E}(1 - \cos(w_1 t)$$

$$\dot{q}_1 = I = C\mathcal{E} w_1 \sin(w_1 t) \quad I_{1\max} = C\mathcal{E}\frac{1}{\sqrt{(L_1+L_2)C}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}} = I_{01}$$

T_1 − период кол-й в 1 случае; через $\frac{T_1}{2}$ ток потечёт в другую сторону, но уже через диод

$$\dot{q}_2 = -C\mathcal{E} - \cancel{C\mathcal{E}\sin} - C\mathcal{E} W_2 \sin\left(w_2\left(t - \frac{T_1}{2}\right)\right) \quad I_{2\max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}} = I_{02}$$



$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi}{2}\left(\sqrt{(L_1+L_2)C} + \sqrt{L_2 C}\right.$$

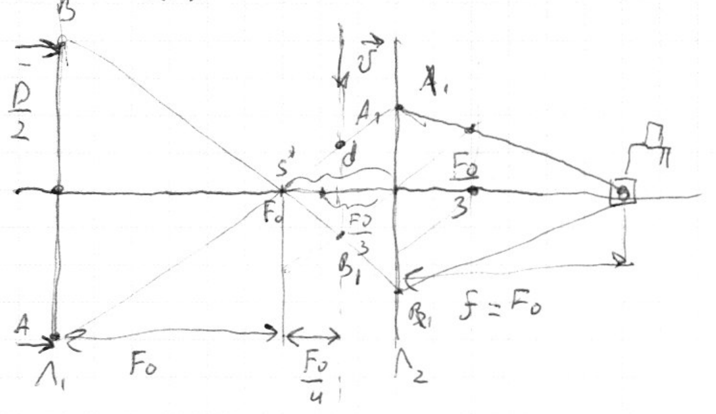
$$T = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{3L+2L} + \sqrt{2L}\right. = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$$

Ответ: 1) $\pi(\sqrt{5} + \sqrt{2})\sqrt{LC}$

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

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

№5



1) S' - предмет;

f - расстояние от $Л_2$ и Д

$$\frac{1}{\left(\frac{F_0}{3}\right)} = \frac{1}{\frac{F_0}{2}} + \frac{1}{f} ; \Rightarrow f = F_0$$

$$d = \frac{3}{2}F_0 - F_0 = \frac{F_0}{2}$$

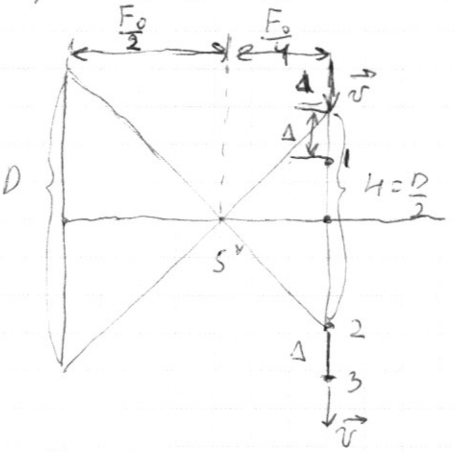
2) ~~расс~~ ток пропорционален мощности, мощность пропорциональна количеству фотонов, падающих на детектор. если мишень перекрывает α площади сечения пучка то $1-\alpha$ фотонов дойдут до цели

$0 - \tau_0$: мишень частично перекрывает пучок

$\tau_0 - t_1$: мишень целиком движется в пучке; t_1 - время, за которое точка мишени проходит через всё сечение

$t_1 - \ldots$: аналогично с $(0 - \tau_0)$

рассм. ΔABS^* и $\Delta A_1B_1S^*$:



$I \sim P \sim N_ф \sim S_{сечения}$

Δ - ~~толщина~~ ширина мишени

$\Delta = v\tau_0$

H - диаметр сечения пучка, в котором движется мишень

$$\cancel{\frac{D}{\left(\frac{F_0}{2}\right)}} \quad \frac{D}{H} = \frac{F_0}{2} \cdot \frac{4}{F_0} \Rightarrow H = \frac{D}{2}$$

$H = v t_1$

S - площадь сечения, через которую проходят фотоны

$$I \approx S \Rightarrow \frac{I_0}{I_1} = \frac{S(0)}{S(\tau_0)} = \frac{H}{H-\Delta} = \frac{9}{8}$$

$$8H = 9H - 9\Delta \Rightarrow H = 9\Delta \Rightarrow 9v\tau_0 = \frac{D}{2} \Rightarrow v = \frac{D}{18\tau_0}$$

$$H = \frac{D}{18\tau_0} \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = 18\tau_0 \cdot \frac{H}{D} = 9\tau_0$$

Ответ: 1) F_0

2) $V = \frac{D}{18\tau_0}$

3) $t_1 = 9\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

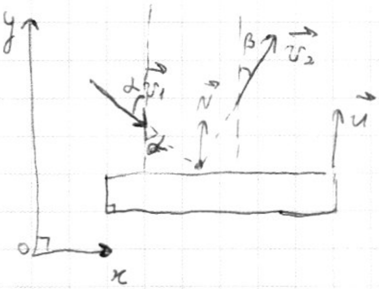
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

СО земли



1) вдоль оси Ox проекции всех сил равны нулю

$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$; $F_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = m\frac{\Delta v_x}{\Delta t}$; $F_x = 0 \Rightarrow \Delta v_x = 0$

$v_x = const$

$v_{1x} = v_{2x}$; $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_2 = 6 \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 = 12$ м/с

$v_2 = 2v_1$

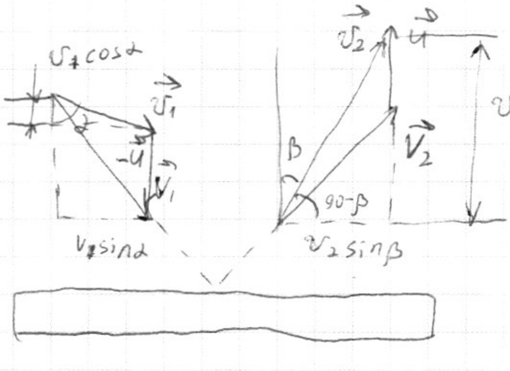
2) перейдём в СО плиты

V – скорость шарика относительно плиты

$\vec{v_1} = \vec{V_1} + \vec{u}$

$\vec{v_2} = \vec{V_2} + \vec{u}$

$|\vec{V_1}| = |\vec{V_2}| = V$



СО плиты

$V^2 = v_1^2 \sin^2\alpha + (v_1\cos\alpha + u)^2 =$

$= v_2^2 \sin^2\beta + (v_2\cos\beta - u)^2$

$v_1^2 \sin^2\alpha + v_1^2\cos^2\alpha + 2v_1 u\cos\alpha + u^2 =$

$= v_2^2\sin^2\beta + v_2^2\cos^2\beta - 2v_2 u\cos\beta + u^2$

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

$u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta} = \frac{4v_1^2 - v_1^2}{v_1\frac{\sqrt5}{3} + 2v_1 \cdot \frac{2}{3}\sqrt2} =$

$= \frac{9v_1}{\sqrt5 + 4\sqrt2} = \frac{54}{\sqrt5 + 4\sqrt2}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2}{3}\sqrt2$

Ответ: 1) 12 м/с

2) $\frac{54}{\sqrt5 + 4\sqrt2}$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

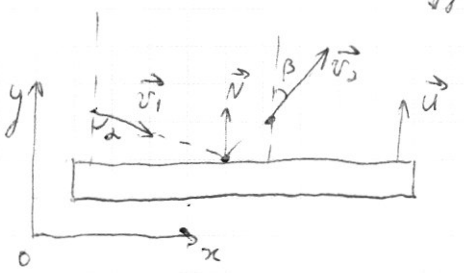
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1



В СО Земли

$\downarrow \vec{g}$

1) Вдоль оси "Ox" проекции всех сил нулевые,

$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$; $F_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{m \Delta v_x}{\Delta t}$; $F_x = 0 \Rightarrow \Delta v_x = 0$

значит скорость вдоль ox сохраняется

$v_{1x} = v_{2x}$; $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{1} = 12$ м/с ; $v_2 = 2 v_1$

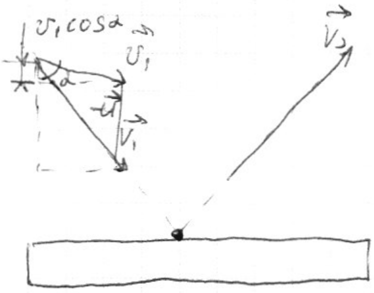
2) перейдем в СО плиты:

V – скорость шарика относительно плиты

$\vec{v_1} = \vec{V_1} + \vec{u}$

$\vec{v_2} = \vec{V_2} + \vec{u}$

$|\vec{V_1}| = |\vec{V_2}| = V$



Черновик

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

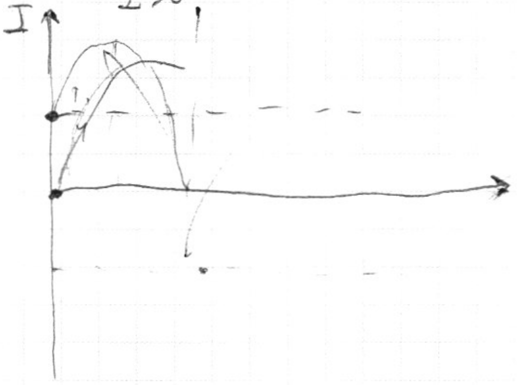
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

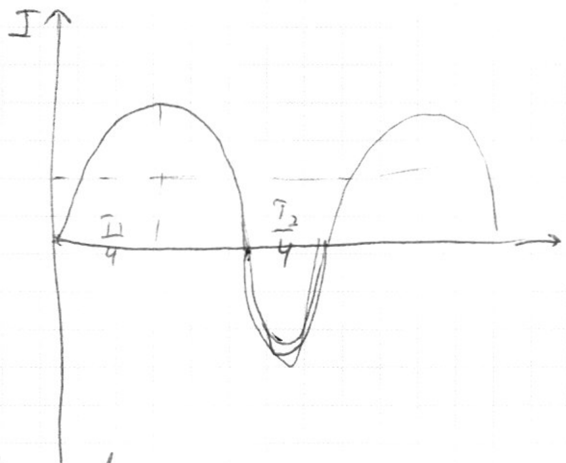
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4





$$\frac{1}{F} = \frac{3}{F_0} - \frac{2}{F_0} = \frac{1}{F_0}$$

№5

$$1 - \frac{8}{9} =$$

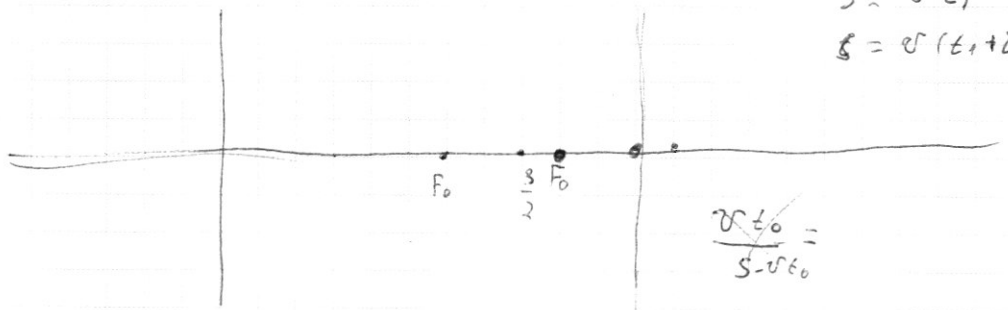
$$S - vt_0 = v(t_1 + t_0)$$

$$\begin{cases} S = vt_1 \\ \cancel{S} = t_1 = \dfrac{S - vt_0}{v} \end{cases}$$

$S = vt_1$

$S = v(t_1 + \tau_0)$

$$v = \frac{S}{t_0} \cdot \left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right)$$

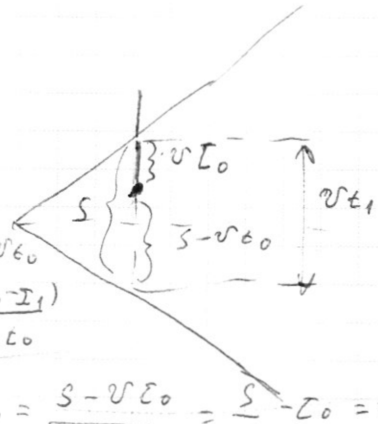


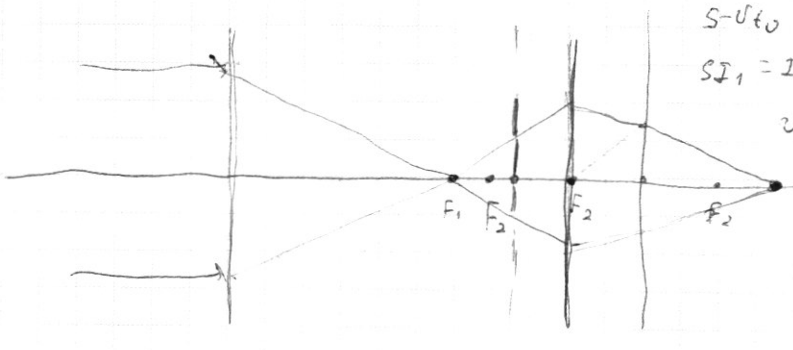
$$\frac{vt_0}{S - vt_0} =$$

$$\frac{S}{S - vt_0} = \frac{I_0}{I_1}$$

$$SI_1 = I_0 S - I_0 vt_0$$

$$v = \frac{S(I_0 - I_1)}{I_0 t_0}$$





$$t_1 = \frac{S - v\tau_0}{v} = \frac{S}{v} - \tau_0 = t_1 - \tau_0$$

$$v = \frac{S}{t_1 - \tau_0}; \quad S = vt_1$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

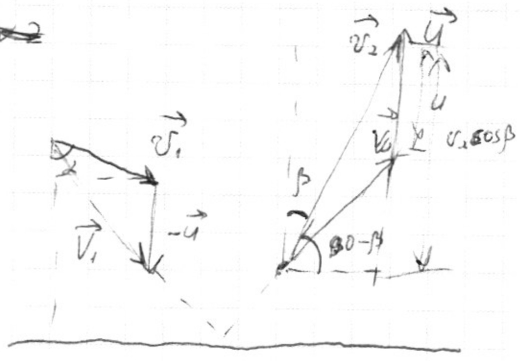
№1 $(v_2 = 2v_1)$ $\left(U = \frac{54}{4\sqrt{2}+\sqrt{5}} \right.$

1) $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{1} = 12$

$\frac{77}{2} = \frac{70+7}{2} = 35+3,5$

$38,5$

2)



$\vec{V_1}$ $V_1^2 = (v_1 \cos\alpha + u)^2 + v_1^2 \sin^2\alpha =$

$= (v_2 \cos\beta - u)^2 + v_2 \sin^2\beta$

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

$= \cancel{2}v_2^2 \cancel{\cos^2\beta} - \cancel{2} v_2 u \cos\beta + \cancel{u^2} + \cancel{v_2 \sin^2\beta}$

$\sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{\sqrt{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3} = \cos\beta$

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

$\times \frac{1,41}{2}$
$2,82$

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

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

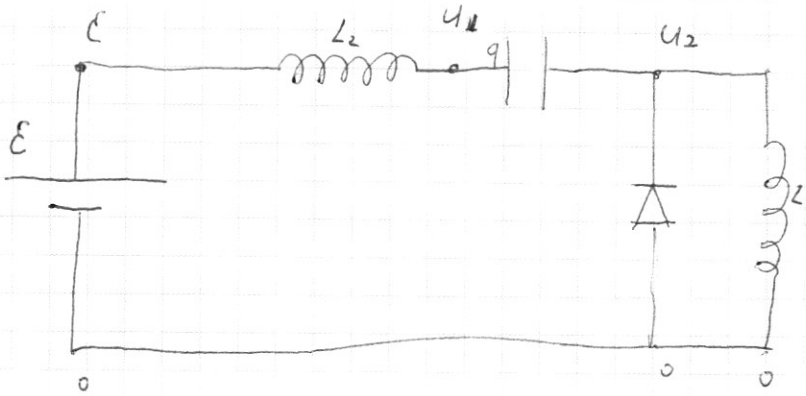
$\frac{4v_1^2 - v_1^2}{\cancel{v_1}\frac{\sqrt{5}}{3} + 2\cancel{v_1}\frac{2}{3}\sqrt{2}} = \frac{9 \cdot 6}{\sqrt{5}+4\sqrt{2}} = \frac{54}{4\sqrt{2}+\sqrt{5}}$

$8,31 \cdot 3,3 = \frac{831 \cdot 33}{10}$

$\times 33$ $\quad \times \frac{8,31}{3}$ $\quad \times \frac{831}{33}$

2493
2493
274,23

№4



$x(t) = x_0 + A\cos(\omega t + \varphi)$

$\ddot{x}(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$

$x(t) - x_0 = -\frac{\ddot{x}(t)}{\omega^2}$

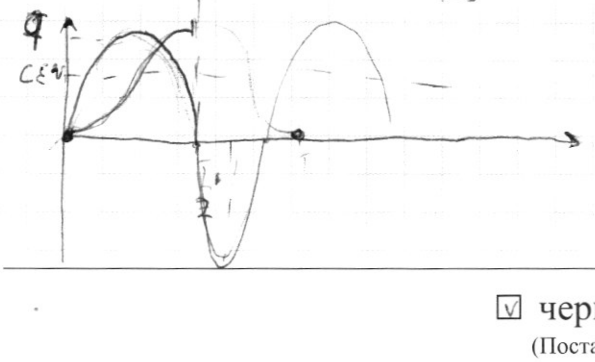
$\ddot{x} + x(t)\,\omega^2 = x_0 \omega^2$

$\omega = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$

$\mathcal{E} - u_1 = L_2 \dot{I}$ $\qquad \mathcal{E} = L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C} + L_1 \ddot{q}$ $\qquad I = C\mathcal{E}\omega_1 \sin(\omega_1 t)$

$u_1 - u_2 = \frac{q}{C}$ $\qquad q(t) = q_0 =$

$u_2 = L_1 \dot{I}$ $\qquad \frac{\mathcal{E}}{L_1 + L_2} = \ddot{q} + \frac{q}{(L_1+L_2)C}$ $\qquad \cancel{q_0 = \mathcal{E}}$ $\quad \omega^2 = \frac{1}{(L_1+L_2)C}$ $\qquad q(t) = C\mathcal{E}(1 - \cos\omega_1 t)$



$q = q_0 + A\cos(\omega t + \varphi)$ $\qquad \frac{q_0}{(L_1+L_2)C} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2}$

$q(0) = q_0 + A\cos\varphi$

$q_0 = -A\cos\varphi$ $\qquad q_0 = C\mathcal{E}$

$C\mathcal{E} = -C\mathcal{E}\cos\varphi$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

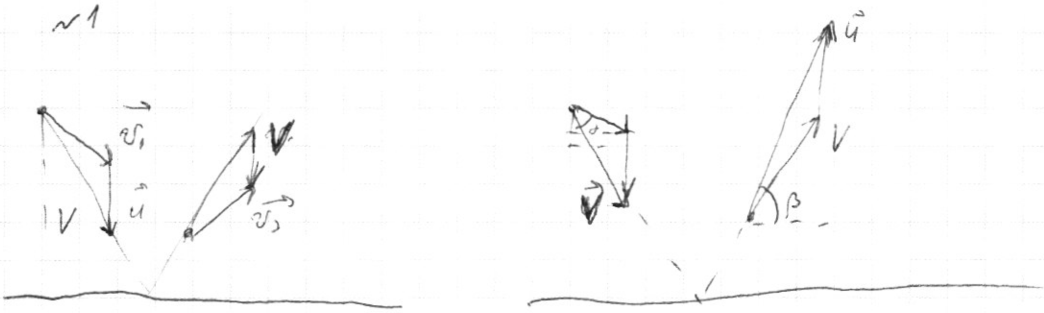
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

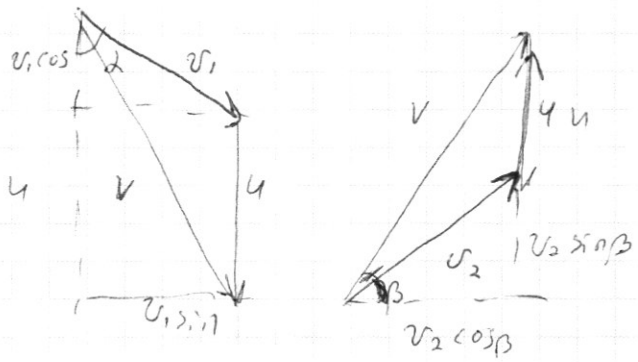
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



α: $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$



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

$$v_1 \cancel{\cos^2}\alpha + 2u v_1\cos\alpha + \cancel{u} + v_1 \cancel{\sin^2}\alpha = v_2^2\cancel{\cos^2}\beta + v_2^2\cancel{\sin^2}\beta + 2v_2\sin\beta u + \cancel{u}$$

$$\cancel{1} v_1^2 + \cancel{1} u v_1\cos\alpha = \cancel{1} v_2^2 + \cancel{1} v_2\sin\beta\cdot u$$

$$\alpha: \quad u = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_2\sin\beta - v_1\cos\alpha}$$

$Q_1 = -Q_2$

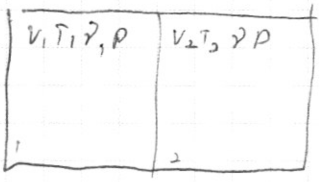
Δ

$p(V_1+V_2) = \nu R(T_1+T_2)$

$p'(V_1'+V_2') = \nu R\, 2T'$

$p = p'$

№2



$$\begin{cases} pV_1 = \nu RT_1 \\ pV_2 = \nu RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$p'V_1' = \nu RT'$

$p'V_2' = \nu RT'$

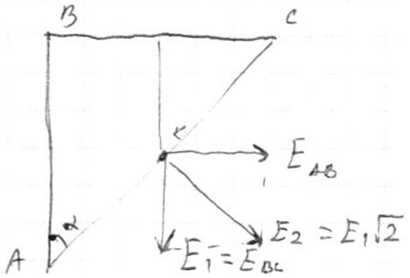
$U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$

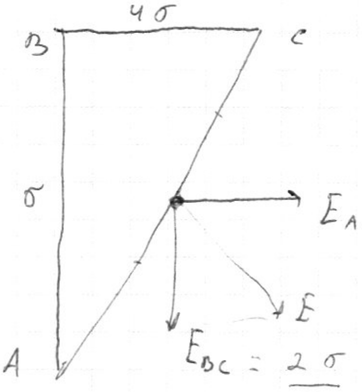
$U' = \frac{3}{2}\nu RT'$

$$\frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu RT' + \frac{3}{2}\nu RT' \Rightarrow T' = \frac{T_1+T_2}{2}$$

$$Q_1 = A_1 + \Delta U_1 = p\Delta V_1 + \frac{3}{2}\nu R(T' - T_1)$$

№3





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

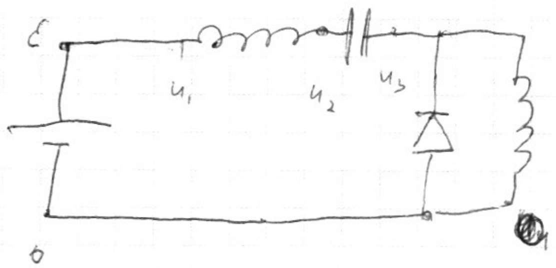
$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

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

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{2^2 + \frac{1}{2^2}}$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16+1}{4}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

№4



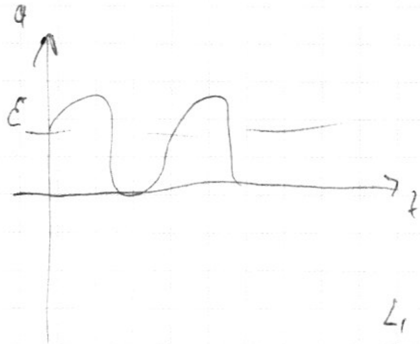
$u_1 - u_2 = L_2\dot{I}$

$u_2 - u_3 = \frac{q}{C}$

$u_3 = L_1\dot{I}$

$+\mathcal{E} = u_1$

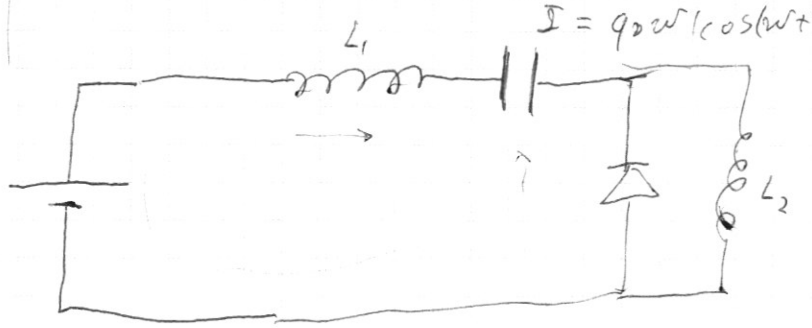
$\frac{\mathcal{E}}{L_2+L_1} = (L_2+L_1)\dot{I} + \frac{q}{C}$ $\cancel{(L_2+L_1)}\ddot{q} + \frac{q}{C(L_2+L_1)}$



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

$q = q_0\cos(\omega t)$

$I = q_0\omega(\cos(\omega t)$



$\frac{I}{C} = \frac{\dot{q}}{C} = \dot{u}$

$I = C\dot{u}$

$\dot{I} = C\ddot{u}$

$\frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} = (L_1+L_2)C\ddot{u}$

$\ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2}$ $q = q_0\cos(\omega t)$

$I = q_0\omega\sin(\omega t)$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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