Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

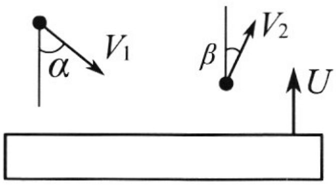
Класс 11

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.

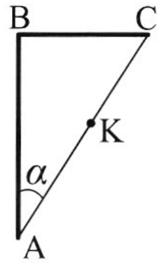
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 =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

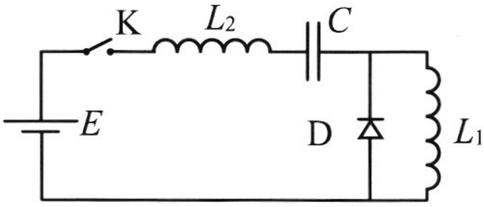
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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

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

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

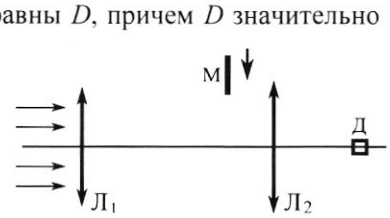


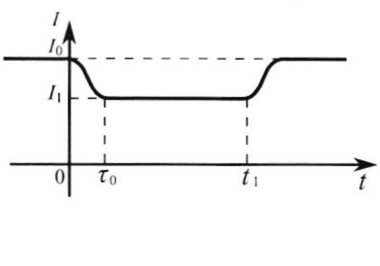
1) Найти период T этих колебаний.

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

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

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу $Л_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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

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

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:
$\nu = \frac{6}{25}$ моль.
$T_1 = 330K$
$T_2 = 440K$
$R = 8{,}31$ Дж/(моль·к)

а) $\frac{V_1}{V_2}$ - ?
б) $T_к$ - ?
в) Q_2 - ?

а) т.к. процессы происходят медленно => в каждый момент времени можно считать что давление оказываемое газами одинаково и постоянно ~~=~~ в течение всего времени процесса.

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

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$.

б)
$$\begin{cases} \frac{PV}{2} = \nu R T_к. \\ V = V_1 + V_2. \\ PV_1 = \nu R T_1 \\ PV_2 = \nu R T_2. \end{cases} \oplus \Rightarrow \begin{cases} \frac{PV}{2} = \nu R T_к. \\ PV = \nu R (T_1 + T_2). \end{cases} \Rightarrow T_к = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{770}{2} = 385K.$$

Ответ: $T_к = \frac{T_1+T_2}{2} = 385K$

в) $Q_2 = \left| P\left(\frac{V}{2} - V_2\right) + \frac{3}{2}\nu R (T_к - T_2)\right| =$

$= \left| P\left(\frac{V_1+V_2}{2} - V_2\right) + \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2} - T_2\right)\right| =$

$= \left|\frac{PV_1}{2} - \frac{PV_2}{2} + \frac{3}{4}\nu R T_1 - \frac{3}{4}\nu R T_2\right| = \left|\frac{5}{4}\nu R T_1 - \frac{5}{4}\nu R T_2\right| =$

$= \frac{5}{4}\nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{4} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31 \cdot 110. = 33 \cdot 8{,}31 = 274{,}23$ Дж.

Ответ: $Q_2 = \frac{5}{4}\nu R(T_2 - T_1) = 274{,}23$ Дж.

№4

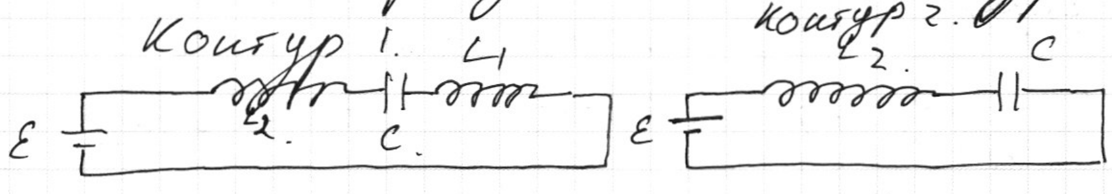
Дано:
$\mathcal{E}$; $L_1 = 3L$;
$L_2 = 2L$;
C

а) T - ?
б) I_{01} - ?
в) I_{02} - ?

а) т.к. в цепи параллельно катушке L_1 подключён идеальный диод D ⇒
⇒ когда ток в цепи будет течь по часовой стрелке. ⇒
⇒ электр-ий контур будет аналогичен контуру с двумя катушками и конденсатором подключёнными посл-но. Назовём этот контур - контур 1.

Когда ток в цепи будет течь против часовой стрелки ⇒ электр-ий контур будет аналогичен контуру состоящему из катушки L_2 и конденсатора подключённых посл-но. Назовём этот контур - контур 2.

⇒ период итоговых колебаний будет равен половине периода колебаний контура 1 и половине периода колебаний контура 2.



$$\begin{cases} q = CU \\ U = \mathcal{E} - \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 \\ \mathcal{E}_1 = L_1 \cdot \ddot{q} \\ \mathcal{E}_2 = L_2 \cdot \ddot{q} \end{cases} \Rightarrow q = C\mathcal{E} - C(L_1+L_2)\ddot{q} \Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{C(L_1+L_2)}q - C\mathcal{E} = 0$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{C(L_1+L_2)}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$$

$$\begin{cases} q = CU \\ U = \mathcal{E} - \mathcal{E}_2 \\ \mathcal{E}_2 = L_2 \cdot \ddot{q} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{CL_2}q - C\mathcal{E} = 0.$$

$$\omega_2^2 = \sqrt{\frac{1}{CL_2}}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{CL_2}$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right) = \pi\sqrt{CL}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$$

Ответ: $T = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right) = \pi\sqrt{CL}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4 - продолжение.

а) I_{01} - ?

Максимальный ток через катушку 1 протекает во время колебаний электрического тока в контуре, как в контуре 1.

$\Rightarrow I_{01} = I_{max1}$

$$\begin{cases} I_{max1} = \omega_1 \cdot q_{max} \\ q_{max} = C\mathcal{E} \end{cases} \Rightarrow I_{01} = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} \cdot C\mathcal{E}$$

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

Ответ: $I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$.

б) I_{02} - ?

Максимальный ток через катушку 2 протекает во время колебаний электрического тока в контуре, как в контуре 2.

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{02} = I_{max2} \\ I_{max2} = \omega_2 \cdot q_{max} \\ q_{max} = C\mathcal{E}. \end{cases} \Rightarrow I_{02} = \sqrt{\frac{1}{CL_2}} \cdot C\mathcal{E} = \sqrt{\frac{C}{2L}}\,\mathcal{E}.$$

Ответ: $I_{02} = \sqrt{\frac{C}{2L}} \cdot \mathcal{E}$.

N3.

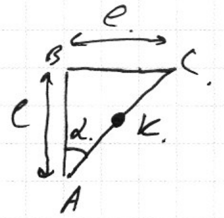
Дано:

а) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$\sigma_{AB} = \sigma_{BC} = \sigma_0$

$\frac{E_0}{E_{BC}}$ - ?

а)



т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow AB = BC \overset{0}{=} l$.

$\Rightarrow$

а) $\sigma_{BC}=4\sigma$

$\sigma_{AB}=\sigma$

$\alpha=\frac{\pi}{8}$

$E_O - ?$

~~Разобьём AB и BC на бесконечное кол-во зарядов. и найдём E_{AB} и E_{BC} при помощи векторного сложения всех напряжённостей эл-ю~~.

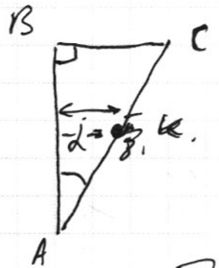
=> ~~AB~~ пластины AB и BC абсолютно идентичны => ~~E_{AB}~~ => они создают напряжения равные по модулю ~~по~~ и перпендикулярные по вектору. $E_{AB}=E_{BC}=E$.

$$=> E_O=\sqrt{E^2+E^2}=E\sqrt{2}.$$

$$=> \frac{E_O}{E_{BC}}=\frac{E\sqrt{2}}{E}=\sqrt{2}.$$

Ответ: $\frac{E_O}{E_{BC}}=\sqrt{2}$.

б)



$AC = l$. $=> BC = l\cdot\sin\frac{\pi}{8}$

$AB = l\cdot\cos\frac{\pi}{8}$.

Разобьём AB и BC на бесконечное количество равномерно заряженных параллельных прямых.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

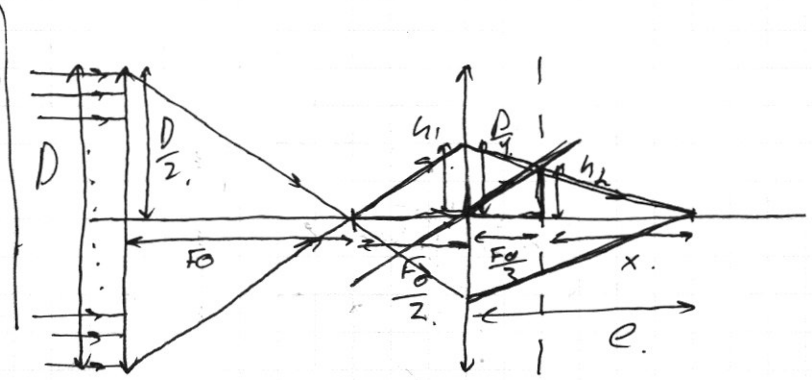
Дано:

$D, F_0, t_0;\ I_1 = \frac{8I_0}{9}$

а) l - ?

б) v - ?

в) t_1 - ?



а) (из подобия)

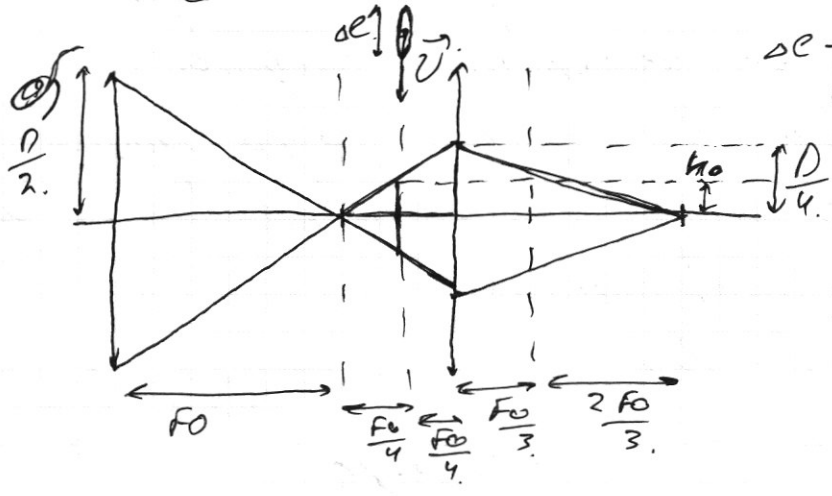
$$\begin{cases} \frac{h_1}{\frac{D}{2}} = \frac{\frac{F_0}{2}}{F_0} \Rightarrow h = \cancel{F_0}\frac{D}{4} \\ \frac{h_2}{h_1} = \frac{\frac{F_0}{3}}{\frac{F_0}{2}} \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{2}{3} \\ \frac{h_2}{h_1} = \frac{x}{x+\frac{F_0}{3}} \Rightarrow \frac{x}{x+\frac{F_0}{3}} = \frac{2}{3} \Rightarrow 3x = 2x + \frac{2F_0}{3} \\ l = x + \frac{F_0}{3} \end{cases}$$

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

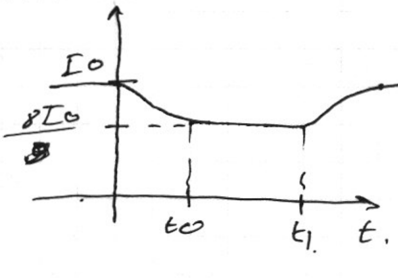
$$\Rightarrow l = \frac{2F_0}{3} + \frac{F_0}{3} = F_0$$

Ответ: $l = F_0$.

б)



Δl - длина непрозрачной ленты



☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{h_0}{\frac{D}{4}} = \dfrac{\frac{F_0}{4}}{\frac{F_0}{2}} \Rightarrow h_0 = \dfrac{D}{8} \\ I_0 \sim 2h_0 \\ I_0 - I_1 \sim \Delta l \\ \Delta l = v \cdot t_0 \end{cases}$$

$$\frac{\Delta l}{2h_0} = \frac{\frac{\cancel{I_0}}{9}}{\cancel{I_0}}$$

$$\Rightarrow \Delta l = \frac{2h_0}{9} = \frac{D}{9\cdot 4} = \frac{D}{36}$$

$$\Rightarrow \Delta l = v\cdot t_0$$

$$\Rightarrow v = \frac{D}{36\cdot t_0}$$

Ответ: $v = \frac{D}{36\cdot t_0}$.

б) $\cancel{(t_1+t_0)}\ 2h_0 = v(t_1+t_0)$

$$\Rightarrow \frac{D}{\cancel{4}} = \frac{D}{\underset{9}{\cancel{36}}\, t_0}(t_1+t_0)$$

$$9t_0 = t_1 + t_0$$

$$t_1 = 8t_0$$

Ответ: $t_1 = 8t_0$.

№1

Дано:

$v_1 = 6$ м/с

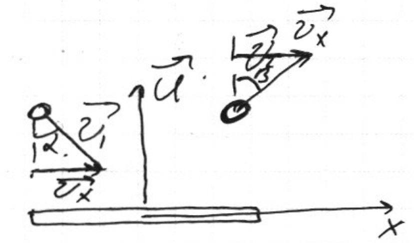
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

а) $v_2 - ?$

б) $u - ?$

а)



Т.к. массивная плита движется с постоянной скоростью u вертикально вверх $\Rightarrow$ изменения скорости шарика во время удара происходит только в вертикальной плоскости, но не в горизонтальной

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 \sin\alpha = v_x \\ v_2 \sin\beta = v_x \end{cases} \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{6\cdot\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 12$ м/с.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1-продолжение.

б) Вводим систему отсчёта связанную с массивной плитой.

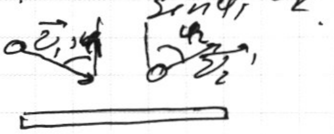
$v_1 \sin\alpha = v_1' \sin\varphi_1$

$v_2 \sin\beta = v_2' \sin\varphi_2$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1' \cdot \sin\varphi_1 = v_2' \cdot \sin\varphi_2 \\ u = v_2\cos\beta - v_2'\cos\varphi_2 \\ u = v_1'\cos\varphi_1 - v_1\cos\alpha \end{cases} \Rightarrow v_1' = \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_1} v_2'$$



$$\Rightarrow \begin{cases} u = v_2\cos\beta - \frac{v_2\sin\beta}{\sin\varphi_2}\cdot\cos\varphi_2 \\ u = \frac{v_2'\cos\varphi_1}{\sin\varphi_1}\cdot\sin\varphi_2 - v_1\cos\alpha \end{cases} \quad (+)$$

$2u = v_2\cos\beta - v_2\sin\beta\cdot ctg\varphi_2 +$

$+ v_2\sin\beta\cdot ctg\varphi_1 - v_1\cos\alpha \Rightarrow$

$= \cancel{v_2\cos\beta}$

$\Rightarrow u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} - \frac{v_2\sin\beta}{2}(ctg\varphi_2 - ctg\varphi_1)$

$\Rightarrow$ Если удар упругий, тогда $\varphi_2 = \varphi_1$

$\Rightarrow u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = 6\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} - 3\cdot\frac{\sqrt{5}}{3} =$

$= 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$

Ответ: $u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

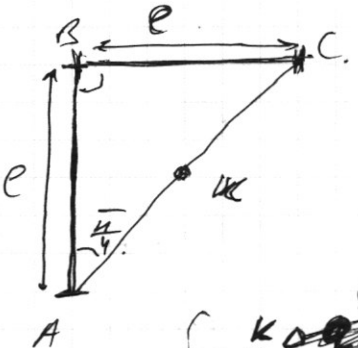
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E = \frac{k \cancel{\Delta q}}{\left(\frac{e}{2}\right)^2} \quad \frac{k\,6\cdot e}{\left(\frac{e}{2}\right)^2} = 4\frac{k6}{e}$$

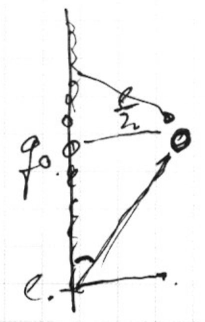
$6\cdot e = q_0$ $\Rightarrow E_0 = 4\frac{k6}{e}\sqrt{2}$

Разобьём AB и BC на бесконечное кол-во зарядов и ~~сложим~~. ~~получим~~ найдём E_{AB} и E_{BC} при помощи векторного сложения всех напряжённостей эл-го поля, создаваемых в точке K. → получим:

$$\begin{cases} E_{AB} = E_{BC} = \frac{k q_0}{\left(\frac{e}{2}\right)^2} \\ 6e = q_0 \end{cases}$$

$\frac{6}{2\varepsilon_0}$ $\frac{Кл}{м^2}$ $a = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{Кл}{м}$

$\frac{q_0}{e}$ $\frac{6\cdot e}{\frac{e}{2}}$ 2 2

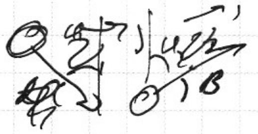


$\left\{ \frac{k q_0}{\left(\frac{e}{2}\right)^2} \right.$

$\frac{e\sqrt{5}}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$$-\frac{m v_1'^2}{2} + \frac{m v_2'^2}{2} = Q.$$

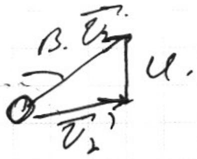
$$v_2'^2 - v_1'^2 = const.$$

$$v_1' \sin\varphi_1 = v_2' \sin\varphi_2.$$

$$v_1' \cos\varphi_1 = v_1 \cos\alpha + u$$

$$v_2' \cos\varphi_2 = v_2 \cos\beta - u.$$

$$const. = v_2 \cos\beta$$



$v_1 \cdot \sin\alpha = v_1' \cdot \sin\varphi_1$

$v_2 \cdot \sin\beta = v_2' \cdot \sin\varphi_2$

$\Rightarrow v_1$

$\frac{v_1'}{v_2'} = \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_1}$

$v_1' = \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_1} v_2'$.

$u = v_2 \cdot \cos\beta - v_2' \cdot \cos\varphi_2$ (+)

$u = v_1' \cdot \cos\varphi_1 - v_1 \cdot \cos\alpha$

$2u = v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cdot \cos\alpha$.

$\cos\beta = \sqrt{1 - \sin^2\beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$.

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

$\Rightarrow 2u = \overset{4}{\cancel{12}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\cancel{3}} - \overset{2}{\cancel{6}} \frac{\sqrt{5}}{\cancel{3}}$

$u = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$.

$u = v_2 \cdot \cos\beta - v_2' \cos\varphi_2$.

$u = v_2' \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_1} \cdot \cos\varphi_1 - v_1 \cos\alpha$.

$2u = v_2 \cos\beta - v_2 \sin\beta \cdot ctg\,\varphi_2 +$
$+ v_2 \sin\beta \cdot ctg\,\varphi_1 - v_1 \cos\alpha$.

$2u = v_2 \left(\cos\beta - \cos\alpha + \sin\beta(ctg\,\varphi_1 - ctg\,\varphi_2) \right)$.

$\Rightarrow$ Если упругий удар $\varphi_1 = \varphi_2$

$\Rightarrow u = \frac{v_2}{2}(\cos\beta - \cos\alpha) =$

$= 6\left(\frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{\sqrt{5}}{3}\right) = 4\sqrt{2} - 2\sqrt{5}$

Если неупругий $\Rightarrow u = \frac{v_2}{2}(\cos\beta - \cos\alpha +$
$+ \sin\beta(ctg\,\varphi_1 - ctg\,\varphi_2))$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

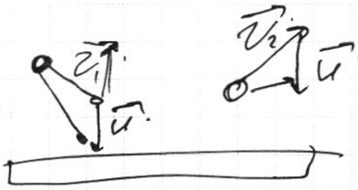
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



оти плиты.

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

$$\vec{V_1} = \vec{V_1}' + \vec{u}, \quad \vec{V_1}' = \vec{V_1} - \vec{u}$$

а)

Т.к. массивная плита движется с постоянной скоростью u вертикально вверх. ~~...~~ ⇒

~~сила реакции~~ ⇒ изменения скорости шарика во время удара происходят только в вертикальной плоскости, но не в горизонтальной.

$$\Rightarrow V_1 \sin\alpha = \cancel{V_2 \sin\beta}\ V_x.$$

$$V_2 \sin\beta = V_x.$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6\,\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \text{ м/с}.$$

б) введём систему отсчёта связанную с массивной плитой.

$$\vec{V_1}^* = \vec{V_1}' + \vec{u}$$

$$\vec{V_2} = \vec{V_2}' + \vec{u}.$$

⇒

$\varphi = 180 - \alpha + \alpha - u + \varphi = 180.$

$V_x = V_1 \sin\alpha = V_1' \cdot \sin\varphi$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

Дано:

$\nu = 6/25$ моль.

$T_1 = 330$ К.

$T_2 = 440$ К.

$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)

а) $\frac{V_1}{V_2}$ — ?

б) T_k — ?

в) Q_2 — ?

а). $pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$.

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

Ответ: $\frac{3}{4}$.

б) $p V_2 = \nu R T_k$.

$~~p_k \frac{V}{2} = \nu R T_k~~$.

$V = V_1 + V_2$.

$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow$

$pV_2 = \nu R T_2$.

$pV = \nu R(T_1+T_2)$.

$\frac{pV}{2} = \nu R T_k$.

$\Rightarrow 2T_k = T_1 + T_2$.

$T_k = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{770}{2} = 385$ К.

Ответ: 385 К.

$8{,}31 \times 33 = 2493 + 2493 = 274{,}23$

$8{,}31 \times 33 = 2493 + 2493 = 274{,}23$

в) $Q_2 = \left|p\left(\frac{V}{2} - V_2\right) + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)\right| =$

$= \left|p\left(\frac{V_1+V_2}{2} - V_2\right) + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2)\right| =$

$= \frac{pV_1}{2} - \frac{pV_2}{2} + \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_2) =$

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

$= \frac{\nu R T_1}{2} - \frac{\nu R T_2}{2} + \frac{3}{4}\nu R T_1 - \frac{3}{4}\nu R T_2 =$

$= \left|\frac{5}{4}\nu R(T_1 - T_2)\right| = \frac{5}{4} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31 \cdot 110 = 33 \cdot 8{,}31 =$

$= 274{,}23$ Дж.

Ответ: $Q_2 = 274{,}23$ Дж.

№3.

Дано:

1) $\sigma_{BC} = \sigma_{AB}$

$\alpha = \frac{\pi}{4}$

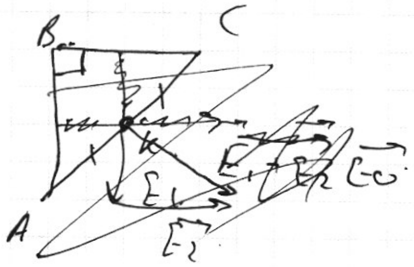
$\frac{E_0}{E_1} - ?$

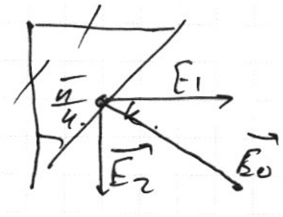
2) $\sigma_{BC} = 4\sigma$

$\sigma_{AB} = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{8}$

$E - ?$

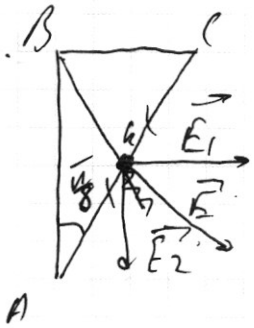
1) 



$$\begin{cases} \vec{E_0} = \vec{E_1} + \vec{E_2} \\ E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \\ E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \end{cases} \Rightarrow E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow \frac{E_0}{E_1} = \frac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}}{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}} = \sqrt{2}$$

Ответ: $\sqrt{2}$.

2) 

$$\begin{cases} \vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} \\ E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \\ E_2 = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} \end{cases} \Rightarrow E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\sqrt{17} = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$$

Ответ: $E = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 - продолжение.

б) I_{01} - ?

максимальный ток через катушку 1 протекает во время колебаний контура, как контура 1 $\Rightarrow I_{01} = I_{max1}$.

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{max1} = \omega_1 \cdot q_{max} \\ q_{max} = C\mathcal{E} \end{cases} \Rightarrow I_{01} = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} \cdot C\mathcal{E} = \sqrt{\frac{C}{5L}} \cdot \mathcal{E}$$

Ответ: $I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\mathcal{E}$.

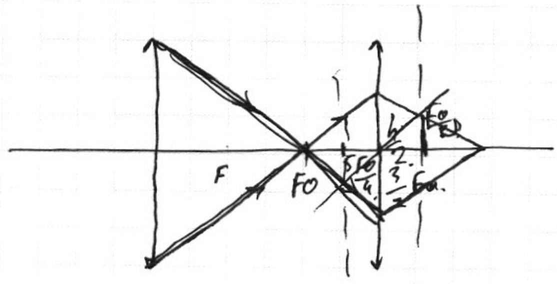
в) I_{02} - ?

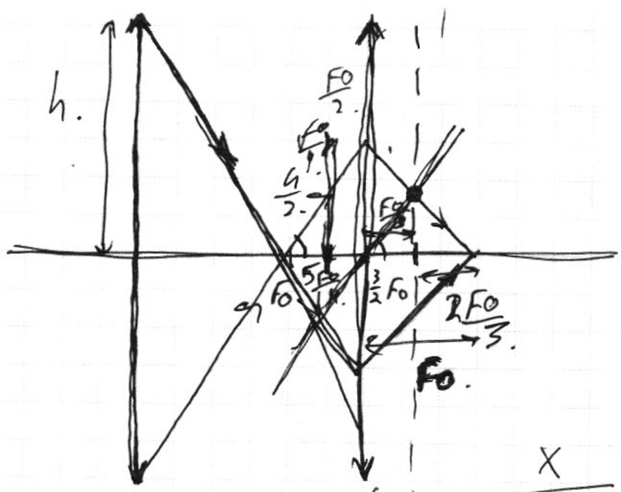
максимальный ток через катушку 2 протекает во время колебаний контура как контур 2 $\Rightarrow I_{02} = I_{max2}$.

$$\begin{cases} I_{max2} = \omega_2 q_{max} \\ q_{max} = C\mathcal{E} \end{cases} \quad I_{02} = \sqrt{\frac{1}{CL_2}} \cdot C\mathcal{E} = \sqrt{\frac{C}{2L}}\mathcal{E}$$

Ответ: $I_{02} = \sqrt{\frac{C}{2L}} \cdot \mathcal{E}$.

№5





$h_x = \frac{h}{4}.$

$\frac{I_0}{9}$

$I_0 \sim h_x$

$\frac{I_0}{9} \sim \frac{h_x}{9}.$

$I_0 \sim \frac{h}{4}$

$\frac{I_0}{9} \sim \frac{h}{36}.$

$\frac{x}{x+\frac{F_0}{3}} = \frac{h_0}{h/2}.$

$\frac{h_0}{h/2} = \frac{\frac{F_0}{3}}{\frac{F_0}{2}} = \frac{2}{3}.$

$\frac{x}{x+\frac{F_0}{3}} = \frac{2}{3}$

$x = \frac{2}{3}x + \frac{2F_0}{9}.$

$\frac{x}{3} = \frac{2F_0}{9}.$

$x = \frac{2F_0}{3}.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.

$$q = CU$$
$$U = \mathcal{E} - \cancel{2\mathcal{E}i}\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$$
$$\mathcal{E}_1 = L_1 \dot{I}$$
$$\mathcal{E}_2 = L_2 \dot{I}$$
$$U = \mathcal{E} - (L_1 + L_2)\cancel{\dot{I}}\ddot{q}$$
$$q = C\mathcal{E} - C(L_1+L_2)\ddot{q}$$
$$\ddot{q} + \frac{1}{C(L_1+L_2)} q - \cancel{C\mathcal{E}}\frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} = 0$$
$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{C(L_1+L_2)}$$

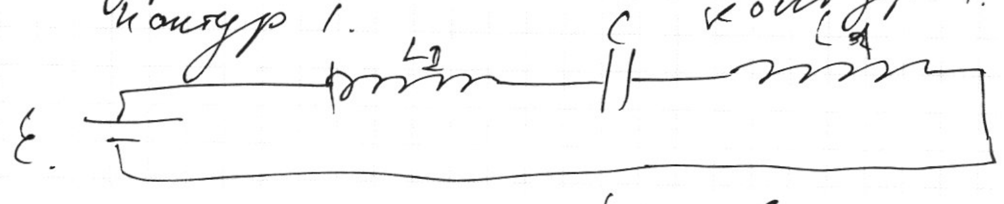
$T - ?$

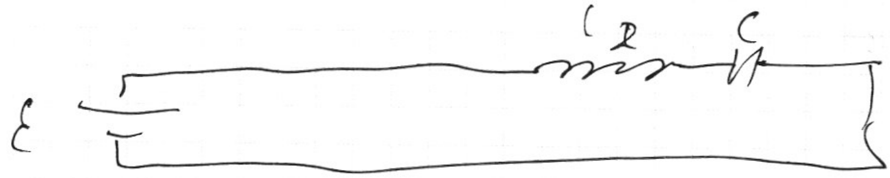
а) **Т.к.** в цепи параллельно катушке L_1 подключён диод D ⇒

⇒ когда ток в цепи будет течь по часовой стрелке ⇒ ~~эт~~ электрический контур будет аналогичен контуру с 2-мя катушками и конденсатором подключённым посл-но. Назовём этот контур - контур 1

когда ток в цепи будет течь против часовой стрелки ⇒ электрический контур будет аналогичен контуру состоящему из катушки L_2 и конденсатора подключённые посл-но. Назовём этот контур - контур 2.

⇒ ~~нез~~ период итоговых колебаний будет равен половине периода колебаний контура 1 и половине периода колебаний контура 2.





контур 1.

$$\begin{cases} q = CU \\ U = \mathcal{E} - \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 \\ \mathcal{E}_1 = L_1 \ddot{q} \\ \mathcal{E}_2 = L_2 \ddot{q} \end{cases} \Rightarrow q = C\mathcal{E} - C(L_1+L_2)\ddot{q}$$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{C(L_1+L_2)} q - \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} = 0$$

и

$$\Rightarrow \omega_1^2 = \frac{1}{C(L_1+L_2)}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}}.$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$$

контур 2.

$$\begin{cases} q = CU. \\ U = \mathcal{E} - \mathcal{E}_2 \\ \mathcal{E}_2 = L_2 \ddot{q} \end{cases} \Rightarrow q = C\mathcal{E} - CL_2\ddot{q}$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{CL_2} q - C\mathcal{E} = 0.$$

$$\Rightarrow \omega_2^2 = \frac{1}{CL_2}.$$

$$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi\sqrt{CL_2}.$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\left(\sqrt{C(L_1+L_2)} + \sqrt{CL_2}\right) =$$

$$= \pi\left(\sqrt{5CL} + \sqrt{2CL}\right)$$ Ответ: $T = \pi(\sqrt{5CL} + \sqrt{2CL}) = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{5} + \sqrt{2})$.

б) $T_0 - ?$