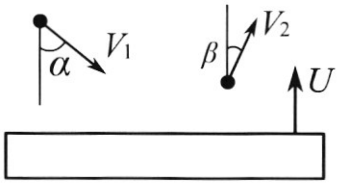
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

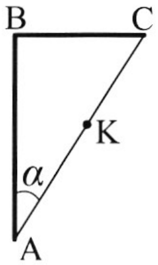
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 =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

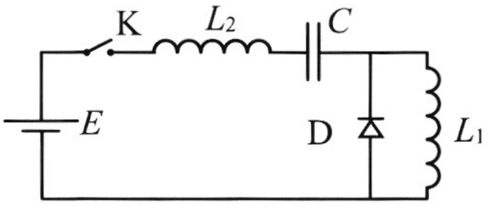
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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.

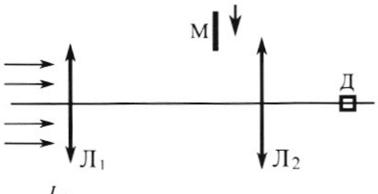


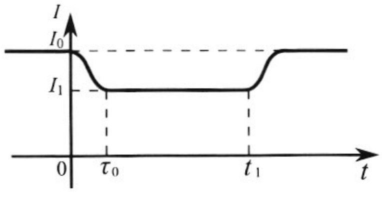
1) Найти период T этих колебаний.

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.

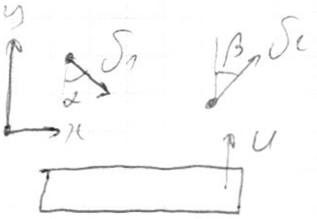
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№1

1) В процессе всего движения по Ox на шарик силы не действуют, применим з-н сохр. импульса.

ЗСИ Ox: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$ $v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} =$

$= 6 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{1} = \underline{12\ м/с}$

2) Рассмотрим движение тел по Oy: относительная скорость шарика и плиты останется неизменной:

I ситуация: После удара плита продолжила двигаться с прежней скоростью

~~Oy: $v_{отн_0} = u_1$~~ Закон сложения скоростей Oy: $v_{отн} = v_1\cos\alpha + u$

$v'_{отн} = v_2\cos\beta - u$ $\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\cos\beta = \frac{\sqrt{8}}{3}$

$v_{отн} = v'_{отн}$

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

$u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$ -

т.к. плита массивная что её масса сильно больше массы шарика, значит её скорость в результате удара не изменится

~~Ответ: 1) $v_2 = 12$ м/с $u = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$~~

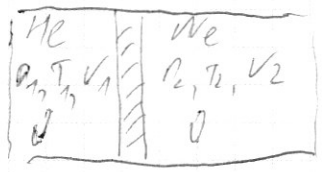
II ситуация ~~После удара плита остановилась~~

$v''_{отн} = v_2\cos\beta$ $v_{отн} = v''_{отн}$

$v_1\cos\alpha + u = v_2\cos\beta$ $u = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha = 4\sqrt{8} - 2\sqrt{5}$

Ответ: 1) $v_2 = 12$ м/с, 2) $u = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$

№2



1) Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона (УМК) для газов

$He: P_1V_1 = \nu R T_1$ (1)

$Ne: P_2V_2 = \nu R T_2$ (2)

$P_1 = P_2$ (адиниально движется медленно $a \approx 0$)

$\frac{(1)}{(2)}: \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4} = 0{,}75$, тогда $V_1 = 0{,}75V_2$; $V_2 = \frac{V_1}{0{,}75}$

$V_1 + V_2 = V \quad 1{,}75V_2 = V \quad V_2 = \frac{V}{1{,}75}$

2) В установившемся режиме ~~у~~ ~~за счёт~~ будут равны температуры, объёмы и давления газов

$P_1' = P_2' \quad T_1' = T_2' = T_{уст}; \quad V_1' = V_2' = \frac{V}{2}$

~~УМК:~~ Ne: Т.к. в процессе движения давление не менялось ($a \approx 0$), то можем рассмотреть изобарный процесс:

ур-е изобары для Ne:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_2'}{T_{уст}}; \quad T_{уст} = T_2 \cdot \frac{V_2'}{V_2} = T_2 \cdot \frac{\frac{1}{2}V}{V/1{,}75} = T_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{4} =$$

$$= T_2 \cdot \frac{7}{8} = 385\ K$$

3) $П_{\text{о}} \text{I}_{3}\text{T}$: $Q = \cancel{\frac{3}{2}\nu R}\ \Delta U + A$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_{уст} - T_2)$

$A = p\Delta V = \nu R \Delta T = \nu R(T_{уст} - T_2)$

$Q = \frac{3}{2}\nu R(T_{уст} - T_2) + \nu R(T_{уст} - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_{уст} - T_2) =$

$= -274{,}23$ Дж $\Rightarrow$ Ne отдал теплоту $Q = 274{,}23$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}75$; 2) $T_{уст} = 385\ K$; 3) $Q = 274{,}23$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

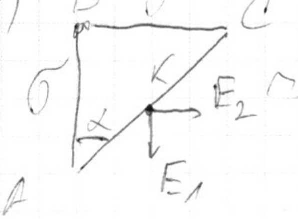
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) 

Пусть поверхностная плотность заряда σ, тогда напряжённость BC: $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_1}$

AB: $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_2}$

Из ΔABC:

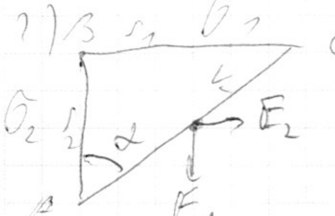
$\frac{BC}{AB} = tg\alpha = \frac{S_1}{S_2} \Leftrightarrow \frac{S_1}{S_2} = tg\alpha = tg\frac{\pi}{4} = 1$; $S_1 = S_2 = S$ - площадь пластин

В первом случае $E_K = E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}$

Во втором случае из принципа суперпозиции: $\vec{E}_K = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$;

$E_K' = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2 S^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2 S^2}} = \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2 S^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\frac{E_K'}{E_K} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 2 = \frac{2}{\sqrt{2}}$

2) 

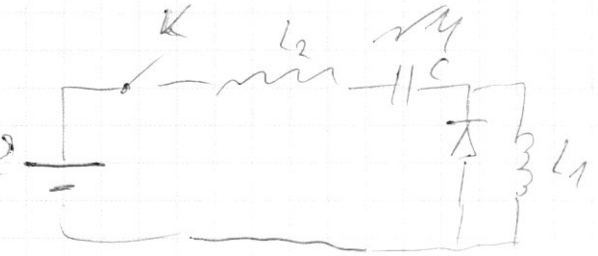
Из ΔABC: $\frac{S_1}{S_2} = tg\alpha = tg\frac{\pi}{8}$

$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0 S_1}$ $E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0 S_2}$ } - напряжённости пластин

по принципу суперпозиции $E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\frac{16\sigma^2}{S_1^2} + \frac{\sigma^2}{S_2^2}} \cdot \frac{1}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16}{S_1^2} + \frac{1}{S_2^2}} =$

$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_1} \cdot \sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{5}}$

Ответ: 1) $\frac{2}{\sqrt{2}}$; 2) $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_1}\sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}$



1) Максимальное напряжение на конденсаторе в процессе зарядки: $U_{Cmax} = \mathcal{E}$

2) После того как конденсатор зарядится, на нём накопится энергия $W_C = \frac{C U_{Cmax}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

3) После зарядки конденсатора ток потечёт против часовой стрелки только через диод, вся энергия конденсатора переходит в энергию катушки L_2:

$$W_L = \frac{L_2 I_{02}^2}{2} \qquad W_L = W_C$$

$$\frac{L_2 I_{02}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \qquad I_{02} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

4) $I_{02} = q_{max}\cdot\omega$, где q_{max} – max заряд конд-ра

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

$$\omega = \frac{I_{02}}{q_{max}} = \frac{\mathcal{E}\cdot\sqrt{C}}{C\mathcal{E}\cdot\sqrt{2L}} = \frac{1}{\sqrt{2CL}} \qquad T = 2\pi\cdot\sqrt{2CL}$$

5) Когда ток течёт по часовой стр., токи через L_1 и L_2 равны, причём максимальный ток в этом случае равен максимальному току в L_1, тогда вся энергия конденсатора перейдёт в энергию катушек:

$$W_C = W_{L_1} + W_{L_2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_1 I_{01}^2}{2} + \frac{L_2 I_{01}^2}{2} \qquad I_{01} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

Ответ: 1) $T = 2\pi\cdot\sqrt{2CL}$; 2) $I_{01} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{5L}}$; 3) $I_{02} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}$

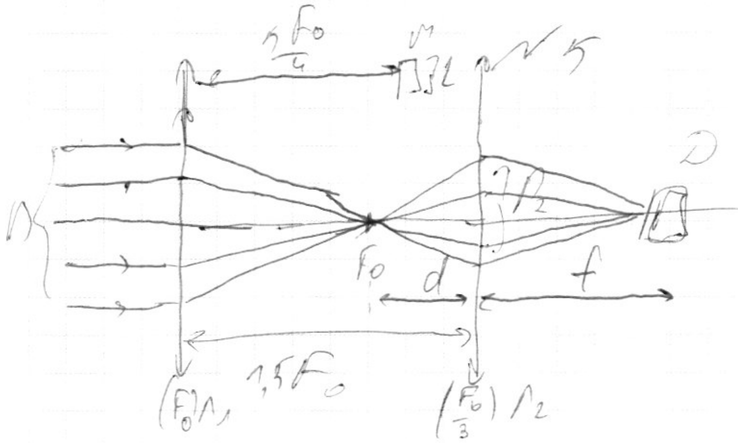
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) После прохождения Λ_1 лучи собираются в фокусе первой линзы

2) $d = 1{,}5F_0 - F_0 = 0{,}5F_0$

$d > \frac{F_0}{3} \Rightarrow$ И действ.

По ФТЛ: $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$; $f = \frac{F_2 d}{d - F_2}$

$$f = \frac{\frac{F_0}{3} \cdot \frac{F_0}{2}}{\frac{F_0}{2} - \frac{F_0}{3}} = \frac{\frac{F_0^2}{6}}{\frac{F_0}{6}} = \underline{F_0}$$

3) В момент τ_0 мишень полностью попадает в плоскость линзы

$l = v \cdot \tau_0$, где l – длина мишени; из-за мишени уменьшается кол-во лучей, попадающих на детектор $\Rightarrow$ уменьшается и сила тока

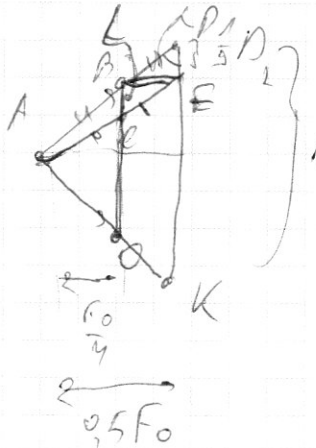
$N_0 \sim I_0$, $n_1 \sim I_1$, где n – кол. во лучей

Рассмотрим крайние лучи, из подобия

$\frac{F_0}{D} = \frac{0{,}5F_0}{D_2}$; $D_2 = 0{,}5D$ – диаметр "пятна" на Λ_2

Мишень будет ~~перекрывать~~ пропускать $\frac{8}{9}$ лучей $\left(\frac{n_1}{n_0} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{8}{9}\right)$, а закрывать $\frac{1}{9}$ лучей

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)



$\operatorname{tg}\alpha = \cancel{\frac{0{,}5F_0}{0{,}5D_2}} = \frac{F_0}{D_2}$

$\triangle ADE$: BC – средняя линия $\Rightarrow$

$BC = \frac{1}{2}DE$

$l = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_2}{9}$

$l = \frac{1}{9}D_2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{D_2}{18}$

$l = v\tau_0$

$v = \frac{l}{\tau_0} = \frac{D_2}{18\tau_0} = \frac{D}{36\tau_0}$

4) $t_1 = \frac{BO}{v}$; BO – средняя линия $\triangle ADK \Rightarrow$

$BO = \frac{1}{2}DK = \frac{1}{2}D_2 = \frac{1}{4}D$

$t_1 = \frac{0{,}25D \cdot 36\tau_0}{D} = \frac{1}{4} \cdot 36\tau_0 = 9\tau_0$

Ответ: 1) $f = F_0$; 2) $v = \frac{D}{36\tau_0}$; 3) $t_1 = 9\tau_0$

☐ 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

2) $tg\alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{S_1}{S_2}$ $\quad S_2 = \frac{S_1}{tg\frac{\pi}{8}}$ $\quad E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0 S_1}$ $\quad E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0 S_2}$ (2)

$\frac{S_1}{S_2} = tg\frac{\pi}{8}$ $\quad S_1 = S_2 \cdot tg\frac{\pi}{8}$ $\quad E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$ $\quad q_1 = q_1 = q$ $\quad \sigma_1 = \frac{q_1}{S_1}$ $\quad \sigma_1 = \frac{S_2}{S_1}$

$$E_K = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{4\varepsilon_0^2 S_1^2} + \frac{\sigma_2^2}{4\varepsilon_0^2 S_2^2}} = \frac{1}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16\sigma^2}{S_1^2} + \frac{\sigma^2}{S_2^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16}{S_1^2} + \frac{1}{S_2^2}}$$

$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16 S_2^2 + S_1^2}{S_1^2 S_2^2}} = \sqrt{\frac{16 S_2^2 + S_2^2 \cdot tg^2\frac{\pi}{8}}{S_2^2 \cdot tg^2\frac{\pi}{8} \cdot S_2^2}} = \sqrt{\frac{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}{S_2^2 tg^2\frac{\pi}{8}}}$$

$4\sigma = \frac{q_1}{S_1}$ $\quad \sigma = \frac{q_2}{S_2}$ $\quad \cancel{E \cdot tg}$ $\quad S_2 \cdot ?$ $\quad 4\sigma S_1 = q$ $\quad \sigma S_2 = q$

$$E_K = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_2 tg\frac{\pi}{8}} \cdot \sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}} \quad (1) \qquad E_2 = \frac{E_K \cdot tg\frac{\pi}{8}}{\sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}}$$

$4 S_1 = S_2$

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{E_K}{E_2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_2 \cdot tg\frac{\pi}{8}} \cdot \sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}} \cdot \frac{2\varepsilon_0 S_2}{\sigma} = \frac{\sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}}{tg\frac{\pi}{8}}$$

$$\frac{(2)}{(1)}: \frac{E_2}{E_1} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_2} \cdot \frac{2\varepsilon_0 S_2 \cdot tg\frac{\pi}{8}}{4\sigma} = \frac{tg\frac{\pi}{8}}{4}$$

$$E_1 = \frac{E_2 \cdot 4}{tg\frac{\pi}{8}} = \frac{E_K \cdot tg\frac{\pi}{8} \cdot 4}{tg\frac{\pi}{8} \cdot \sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}} = \frac{4 E_K}{\sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}}$$

E_K^2

$$E_K = \frac{\sigma_K}{2\varepsilon_0 S_K} = \frac{\sigma_K \cdot \cos\frac{\pi}{8}}{2\varepsilon_0 S_2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_2 tg\frac{\pi}{8}} \cdot \sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}$$

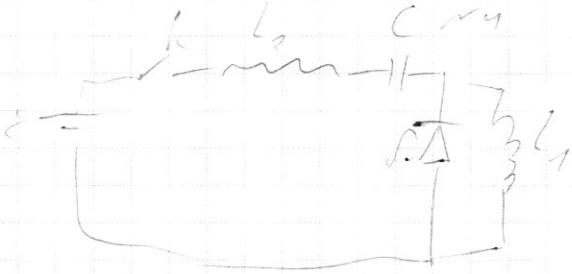
$$S_K = \frac{S_2}{\cos\frac{\pi}{8}} \qquad \sigma_K = \frac{\sigma \cdot \sqrt{16 + tg^2\frac{\pi}{8}}}{\cos\frac{\pi}{8} \sin\frac{\pi}{8}}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



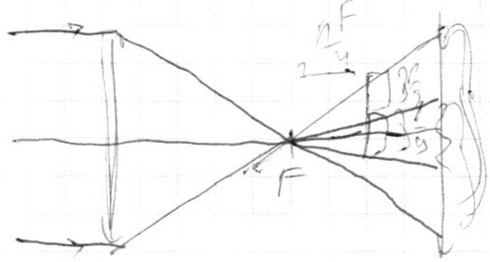
$\mathcal{E} = U_{L_2} + U_C$

$T = 2\pi\sqrt{C\cdot(L_2+L_1)}$

Ток через катушку L_1 максимален, когда ~~через~~ ~~диод~~ ток не течёт

$\mathcal{E} = U_{L_2} + U_C + U_{L_1}$ $\quad U_{C max} = \mathcal{E}$ $\quad W_{max} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{max}^2}{2} + \frac{L_1 I_{01}^2}{2}$



$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{2L I_{01}^2}{2} + \frac{3L I_{01}^2}{2}$

$C\mathcal{E}^2 = 5L I_{01}^2$ $\quad I_{01}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{5L}$ $\quad I_{01} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{5L}}$

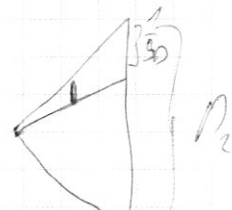
$\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$ $\quad I$ когда заряд $\mathcal{E}$

$\frac{F_0}{D} = \frac{0{,}5 F_0}{d_2}$

$\mathcal{E} = L_2 I_0$ $\quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $\quad \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C\Delta U}{\Delta t}$

$\mathcal{E} =$

$\frac{LI^2}{2} = \frac{CU^2}{2}$



$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $\quad T = 2\pi\sqrt{LC}$ $\quad I_{max} = q_{max}\omega$

$q_{max} = C\mathcal{E}$ $\quad I_{max} = I_{02} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}$ $\quad \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{02}^2}{2}$

$\omega = \frac{I_{max}}{q_{max}} = \frac{\mathcal{E}\cdot\sqrt{C}}{\sqrt{2L}\cdot C\mathcal{E}} = \frac{1}{\sqrt{2CL}}$ $\quad I_{02} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}$

$T = 2\pi\cdot\sqrt{2CL}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

По ЗСИ Ox: $m\upsilon_1 \cdot \sin\alpha = m\upsilon_2 \sin\beta$

$\upsilon_2 = \upsilon_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{1} = 12$ м/с

По з-ну сохр-я $\upsilon_{отн\,y_0} = \upsilon_1 \cos\alpha + u$ $\qquad \cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\upsilon_{отн\,y_1} = \upsilon_2 \cos\beta - u$ $\qquad \cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3}$

$\upsilon_1 \cos\alpha + u = \upsilon_2 \cos\beta - u$

$2u = \upsilon_2 \cos\beta - \upsilon_1 \cos\alpha$ $\qquad u = \upsilon_1\cos\beta - \upsilon_1\cos\alpha$

$\upsilon_1\cos\alpha + u = \upsilon_2\cos\beta + u_1$

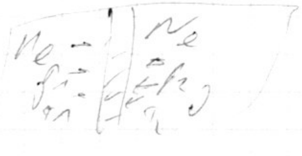
$u = \frac{\upsilon_2 \cos\beta - \upsilon_1 \cos\alpha}{2} = \frac{12 \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} - 6 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} =$

$\upsilon_1\cos\alpha - \upsilon_1\cos\beta = u_1 - u$, <0

$= \frac{4\sqrt{8} - 2\sqrt{5}}{2} = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$ $\qquad Q = \frac{m\upsilon_2^2}{2} - \frac{m\upsilon_1^2}{2} = \frac{m}{2}(144-36) =$ 108

$\upsilon_1\cos\alpha - \upsilon_2\cos\beta = u' - u$

№2



чмк He: $p_1 V_1 = \nu R T_1$ (1) $\qquad p_1 = p_2$

Ne: $p_2 V_2 = \nu R T_2$ (1)

$\frac{(1)}{(1)}$: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4} = 0{,}75$ $\qquad u = \upsilon_1\cos\beta - \upsilon_1\cos\alpha$

2) чмк: He: $p_1' V_1' = \nu R T_{уст}$ $\qquad p_1' = p_2'$

$p_2' V_2' = \nu R T_{уст}$ $\qquad V_1' = V_2'$

Т.к. поршень движется медленно, то а ≈ 0 =>

$P = const$, тогда по урав. изобарн.

Ne: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V'}{T_{уст}}$ $\qquad$ Ne: $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V'}{T_{уст}}$ $\qquad V' = \frac{V_2}{T_2} \cdot T_{уст}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\frac{V_1}{V_2} = 0{,}75$ $V_1 = 0{,}75 V_2$ $V_2 = \frac{V_1}{0{,}75}$

$V_1 + V_2 = V$ $1{,}75 V_2 = V$ $V_2 = \frac{V}{1{,}75}$

$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V'}{T_{уст}}$ $V' = \frac{V}{2}$

$\frac{V}{1{,}75 \cdot T_2} = \frac{V}{2T_{уст}}$ $2T_{уст} = 1{,}75 T_2$

$T_{уст} = \frac{1{,}75 T_2}{2} = \frac{7}{4 \cdot 2} \cdot 440 = 1103{,}5 =$

$= 11 \cdot 35 = 385 K$

$440 - 385 = 55$

2) $\Delta V = V_2$ $Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$

$Q = \frac{3}{2} \nu R \cdot (T_{уст} - T_2) + p\Delta V$

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

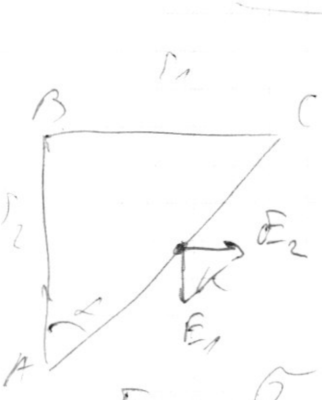
$Q = \frac{5}{2} \nu R (T_{уст} - T_2) = \frac{\cancel{5}}{2} \cdot \frac{6}{275} \cdot 8{,}31 (385 - 440) =$

$= -\frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 55 = -3 \cdot 11 \cdot 8{,}31 = -33 \cdot 8{,}31 =$

$= -274{,}23$ Дж

$8{,}31 \cdot 33$: 2493, 2493, $274{,}23$

№3



1) $tg\alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{S_1}{S_2}$

$\frac{S_1}{S_2} = tg\frac{\pi}{4} = 1;$ $S_1 = S_2 = S$

$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_1}$ $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_2}$ $E_{1K} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 S} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\frac{E_{2K}}{E_{1K}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 2 = \frac{2}{\sqrt{2}}$

$E_{1K} = E_1$ $\vec{E}_{2K} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 =$

$E_{1K} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}$ $E_{2K} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0 S^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0 S^2}} = \sqrt{\frac{\sigma}{\varepsilon_0 S}}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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