Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

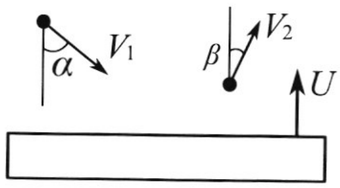
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{3}{5}\right)$ 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.

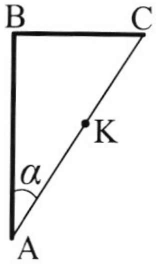
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 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. $\frac{4}{5}$

2) Найти установившуюся температуру в сосуде. 360

3) Какое количество теплоты передал криптон аргону? 49,86

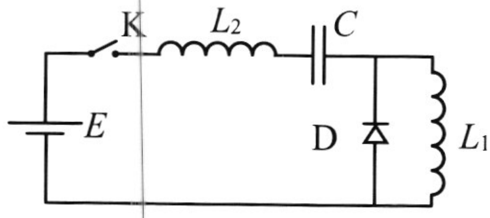
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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? $\sqrt{2}$

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.

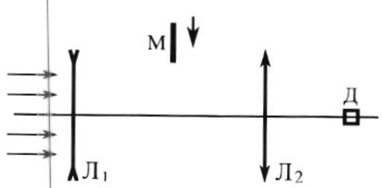


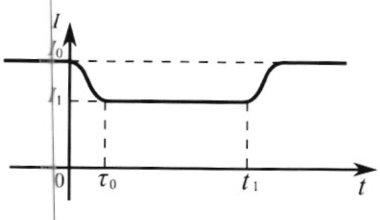
1) Найти период T этих колебаний. $5\pi\sqrt{LC}$

2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1. $\frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2. $\frac{E}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

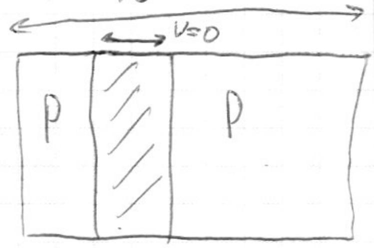
Задача №2

Дано:
$T_1 = 320 K$
$T_2 = 400 K$
$\nu = \frac{3}{5}$ моль
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$\frac{V_A}{V_K}$ - ?
Θ - ?
Q - ?

$T_1 = T_A$
$T_2 = T_K$

V_0 - объем сосуда



Поршень в равновесии $\Rightarrow P_A = P_K = P$

1) $PV_A = \nu R T_A$
$PV_K = \nu R T_K$

$\frac{V_A}{V_K} = \frac{T_A}{T_K}$; $\frac{V_A}{V_K} = \frac{320}{400} = \boxed{\frac{4}{5}}$; $V_A + V_K = V_0$

2) $PV_A^* = \nu R \Theta$, поршень все так же в
$PV_K^* = \nu R \Theta$ равновесии $\Rightarrow P_A = P_K = P$

V_A^* и V_K^* - новые объемы
Θ - уст темп

$\frac{V_A^*}{V_K^*} = 1 \Rightarrow V_A^* = V_K^*$

$V_A^* + V_K^* = V_0 \Rightarrow V_A^* = V_K^* = \frac{V_0}{2}$

$PV_A = \nu R T_A$

$P\frac{V_0}{2} = \nu R \Theta$

$\frac{\Theta}{T_A} = \frac{V_0}{2V_A}$

$\frac{V_A}{V_K} = \frac{4}{5}$ $V_K = \frac{5V_A}{4}$

$V_A + V_K = V_0$

$V_A\left(1 + \frac{5}{4}\right) = V_0$

$V_A = \frac{4V_0}{9}$

$\frac{\Theta}{T_A} = \frac{V_0}{\frac{2 \cdot 4V_0}{9}}$; $\frac{\Theta}{T_A} = \frac{9}{8}$

$\Theta = \frac{9}{8} T_A = \frac{9}{8} \cdot 320 = 360 (K)$

3) Сосуд теплоизолирован => $Q_{\text{полученное аргоном}} = Q_{\text{отданное криптоном}}$

$Q_к = A_к + \Delta U_к$

$Q_A = A_A + \Delta U_A$

$A_A = P\left(\frac{V_0}{2} - \frac{4}{3}V_0\right)$ $\qquad \frac{PV_0}{2} = \nu R\Theta \qquad P\cdot\frac{4}{3}V_0 = \nu RT_A$

$\Delta U_A = \frac{3}{2}\nu R(\Theta - T_A) \qquad P\left(\frac{V_0}{2} - \frac{4}{3}V_0\right) = \nu R(\Theta - T_A)$

$Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(\Theta - T_A)$; $Q = \frac{\cancel{5}}{\cancel{2}}\cdot\frac{3}{\cancel{5}}\cdot 8{,}31\cdot \overset{20}{\cancel{40}} = 60\cdot 8{,}31 = 49{,}86$ (Дж)

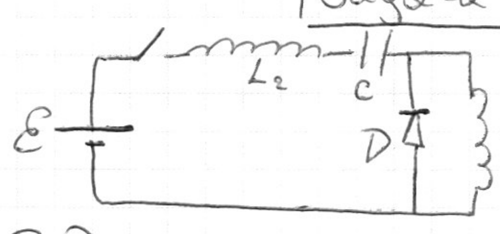
$$\begin{array}{r} \times\, 8{,}31 \\ 6 \\ \hline 49{,}86 \end{array}$$

Ответ: $\frac{V_A}{V_K} = \frac{4}{5}$; $\Theta = 360K$; $Q = 49{,}86$ Дж

$\boxed{\text{Задача N4}}$

Дано:
$L_1 = 5L$
$L_2 = 4L$
C, $\mathcal{E}$

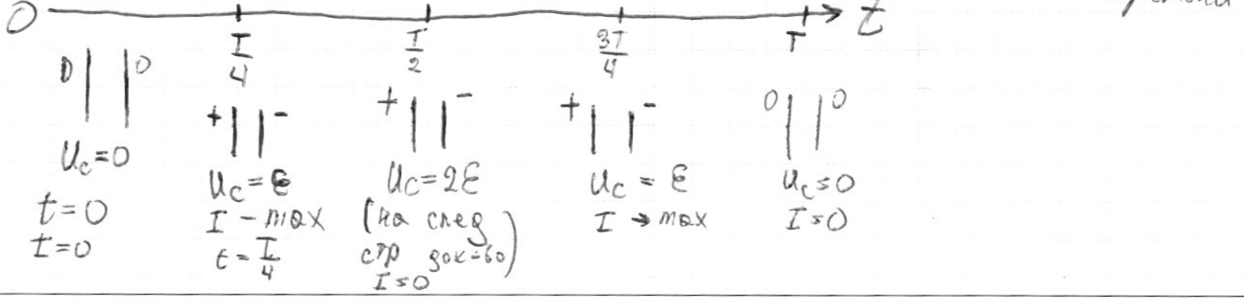
1) T - ?
2) I_{1max} - ?
3) I_{2max} - ?



① Диод идеальный => на нем нет напряжения, когда он открыт

② Максимальный ток в цепи при равновесном состоянии, то есть $U_C = \mathcal{E}$

③ Рассмотрим напряжение на конденсаторе от времени



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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение задачи №4

4) Максимальное U_C:

$A_{ст} = W_C$

$q\mathcal{E} = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow q = 2\mathcal{E}C \Rightarrow U_C = \frac{2\mathcal{E}C}{C} = 2\mathcal{E}$

В $t = \frac{T}{2}$ $W_C \to max$, а после начинает уменьшаться $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ ток в другую сторону $\Rightarrow$ Ток пойдет через ид. диод, а не L_1 $\Rightarrow$ $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$, где T_1 - период контура $L_2 - C - L_1$

T_2 - период контура $L_2 - C$

$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_2+L_1)C} = 6\pi\sqrt{LC}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 4\pi\sqrt{LC}$

$\boxed{T = \frac{T_1+T_2}{2} = 5\pi\sqrt{LC}}$

5) $I \to max$, при $U_C = \mathcal{E} \Rightarrow q = \mathcal{E}C$

$A_{ст} = W_C + W_1 + W_2$

$\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{L_1 I_1^2}{2} + \frac{L_2 I_1^2}{2}$, где I_1 - макс. ток через L_1

$\frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{(L_1+L_2) I_1^2}{2}$ $\quad I_1 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

6) $I \to max$ при $U_C = \mathcal{E}$, но ток в другую сторону

$A_{ст} = \mathcal{E}(q_1 + q_2 + q_3)$

$q_1 = \mathcal{E}C\ (U_C = \mathcal{E})$ $\quad q_3 = -\mathcal{E}C(U_C = \mathcal{E})$

$q_2 = \mathcal{E}C(U_C = 2\mathcal{E})$

$\Rightarrow A_{ст} = \mathcal{E}^2 C$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$A_{ист} = W_C + W_2$

$\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{L_2 I_2^2}{2}$, где I_2 - макс ток через L_2

$\frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{L_2 I_2^2}{2}$

$I_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{4L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: $T = 5\pi\sqrt{LC}$; $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$; $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$\boxed{\text{Задача № 5}}$

Дано:

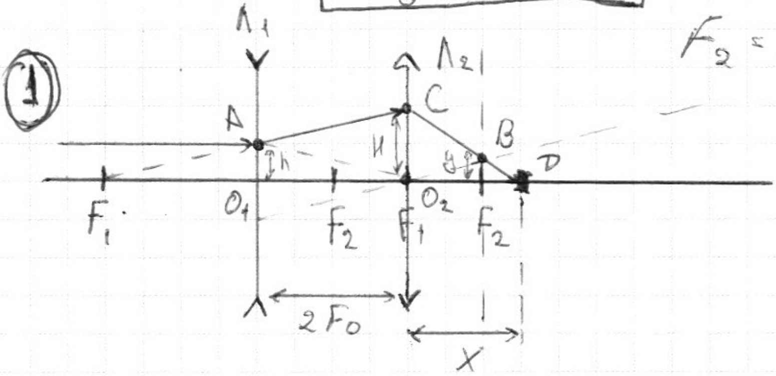
F_0, D, τ_0

1) x - ?

2) v - ?

3) τ_1 - ?

1



$F_2 = 2F_0$; $F_1 = F_0$

а) $\Delta O_1AO_2 \sim \Delta F_2BO_2$

$\frac{h}{2F_0} = \frac{y}{F_0}$

$y = \frac{h}{2}$

б) $\Delta F_1AO_1 \sim \Delta F_1CO_2$

$\frac{h}{H} = \frac{2F_0}{4F_0}$

$h = \frac{H}{2} \Rightarrow y = \frac{H}{4}$

в) $\Delta O_2CD \sim \Delta F_2BD$

$\frac{H}{X} = \frac{y}{X - F_0}$

$\frac{H}{X} = \frac{H}{4(X - F_0)}$

$4X - 4F_0 = X$

$3X = 4F_0$

$\boxed{X = \frac{4F_0}{3}}$

2

$I_{фото} \sim P_{света}$

$P_{света} \sim S_{пучка}$

$S_{пучка} \sim D^2_{пучка}$

$\Rightarrow$ ~~$I \sim \alpha D^2$~~ $I = \alpha S$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение задачи №5

$\cancel{I_0 = \alpha D^2}$ $I_0 = \alpha \frac{\pi}{4} D^2$

Момент времени τ_0 – мишень вся попала в линзу =>

=> $I(\tau_0) = \alpha(S_0 - S_л) = \alpha \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{7I_0}{16}$

диам. мишени

$I_0 = \alpha \frac{\pi}{4} D^2$

$\frac{7I_0}{16} = \alpha \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$

$\frac{16}{7} = \frac{D^2}{D^2 - d^2}$

$16D^2 - 16d^2 = 7D^2$

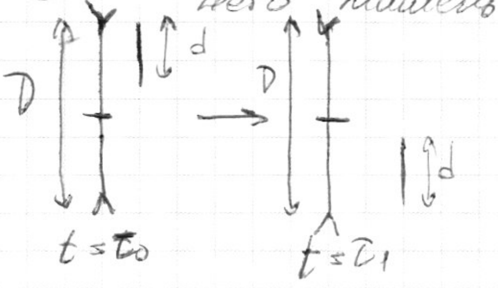
$9D^2 = 16d^2$

$d = \sqrt{\frac{9}{16}D^2} = \frac{3D}{4}$

③ $v\tau_0 = d$

$$\boxed{v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{3D}{4\tau_0}}$$

④ τ_1 – время, по которое вся мишень в линзе, после него мишень будет выходить



=> $v(\tau_1 - \tau_0) = D - d$

$\frac{3D}{4\tau_0}(\tau_1 - \tau_0) = \frac{1}{4}D$

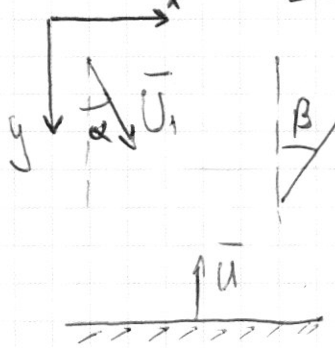
$3\tau_1 - 3\tau_0 = \tau_0$ $\tau_1 = \frac{4\tau_0}{3}$

Ответ на 5 задачу: $x = \frac{4F_0}{3}$; $V = \frac{3D}{4\tau_0}$; $\tau_1 = \frac{4\tau_0}{3}$

Задача №1

Дано:
$v_1 = 18\ \frac{м}{с}$
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$
$\sin\beta = \frac{3}{5}$

v_2 - ?
u - ?



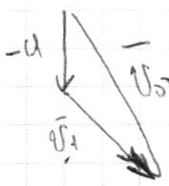
плита движется только по y
1) плита гладкая => по x скорость сохраняется

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

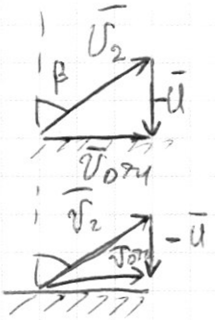
$v_1 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{3}{5}$

$v_2 = \frac{10}{9} v_1 = \frac{10 \cdot 18}{9} = 20 \left(\frac{м}{с}\right)$

2) В СО плиты:



Для первой скорости никаких ограничений



$\overline{v}_{отн}$ может быть параллельна плите или отклонена на какой-то угол, но не может быть направлена на нее =>

$=> \sin(90 - \beta) = \frac{u}{v_2}$

$\cos\beta = \frac{u}{v_2}$ $\quad u = v_2 \cos\beta$

$\sin\beta = \frac{3}{5} => \cos\beta = \frac{4}{5} =>$

$=> u = \frac{4}{5} \cdot 20 = 16 \left(\frac{м}{с}\right)$

Ответ: $v_2 = 20\ \frac{м}{с}$; $u \in [0; 16]\ \frac{м}{с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

Дано:

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

2) $\sigma_1 = \sigma$

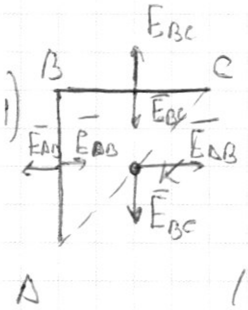
$\sigma_2 = \frac{2\sigma}{7}$

$\alpha = \frac{\pi}{3}$

1) $\frac{E}{E_0}$ - ?

2) E - ?

1)



$$E_0 = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\bar{E} = \bar{E}_{AB} + \bar{E}_{BC}$$

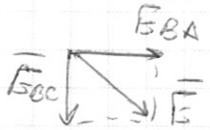
$$|\bar{E}_{AB}| = |\bar{E}_{BC}| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = E_{BC}\sqrt{2}$$

$$\frac{E}{E_0} = \sqrt{2}$$

2) Бесконечная зарям. плоскость создает $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ ~~в любой~~ на любом расстоянии от этой плоскости => напряженность в точке K не зависит от угла α

$$E_{BC} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$



$$E_{AB} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{2\cdot 7\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$$

$$E = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{49}} = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$$

Ответ: $E = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$; $\frac{E}{E_0} = \sqrt{2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

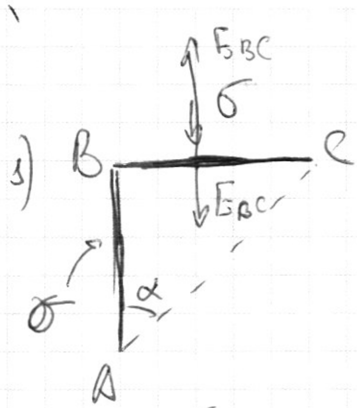
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

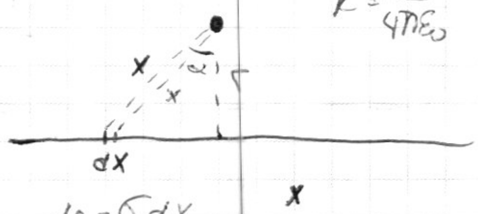
$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

1)



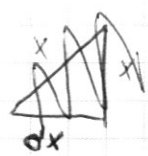
$|\bar{E}_{BC}| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

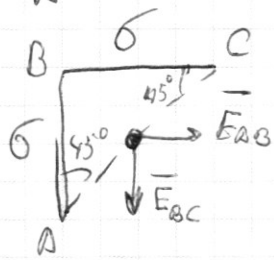
$|\bar{E}_{AB}| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



$dq = \sigma dx$

$E = \frac{kq}{r^2}$



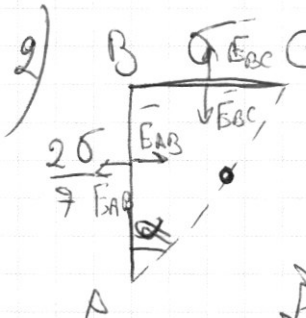


$\bar{E} = \bar{E}_{AB} + \bar{E}_{BC}$

$|\bar{E}| = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = E_{AB}\sqrt{2} \Rightarrow$ в $\sqrt{2}$ раз

$\cos\alpha = \frac{r}{x}$ $\quad x = \frac{r}{\cos\alpha}$

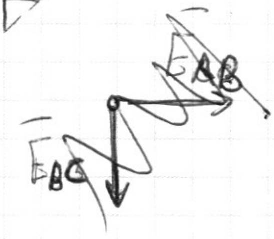
2)

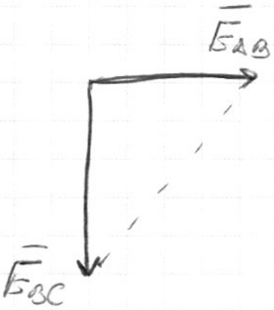


$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_{AB} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0 \cdot 2} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$

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



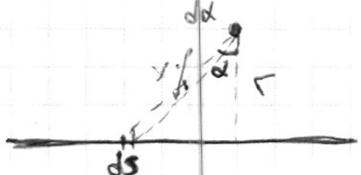


$\cancel{E =}$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{49}} =$

σ

$\varphi = Ed$



$E = \frac{kq}{r^2}$

$\cos\alpha = \frac{r}{x}$

$x = \frac{r}{\cos\alpha}$

$E = \frac{k\, d\cancel{x}\, \sigma \cos^2(\alpha + d\alpha)}{r^2}$

$\boxed{\text{Как зависит от угла?}}$

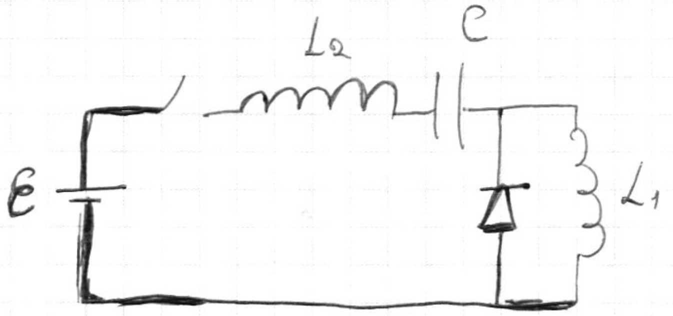
~~$tg\alpha = \frac{S}{r}$~~

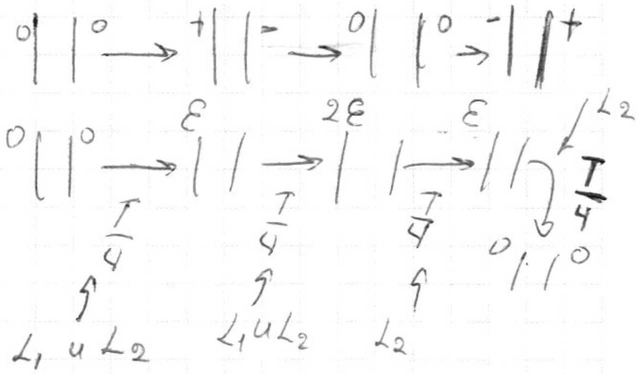
$tg(\alpha + d\alpha) = \frac{S + dS}{r}$ $\quad$ ~~$dS = r\,tg(\alpha + d\alpha) - S$~~

№4

$L_1 = 5L$

$L_2 = 4L$





$U_{еи} = 2\mathcal{E}$

$A_{ис} = \frac{q^2}{2C}$

$q\mathcal{E} = \frac{q^2}{2C}$

$q = 2\mathcal{E}C \qquad U = \frac{q}{C} = 2\mathcal{E}$

~~$U_{max} = \frac{q\mathcal{E}^2\mathcal{E}}{2C}$~~

1) $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$

$T_1 = 2\pi\sqrt{L_{12}C} = 2\pi\sqrt{9LC} = 6\pi\sqrt{LC}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2C} = 2\pi\sqrt{4CL} = 4\pi\sqrt{LC}$

$T = \frac{T_1+T_2}{2} = 5\pi\sqrt{LC}$

2) I_{1max} – ?

$A_{ист} = W_C + W_1 + W_2$

при равновес состоянии ~~I~~ $I_{(1)} \to max$, $U_C = \mathcal{E}$ (2)

$A_{ист} = \mathcal{E}q$

$q = U_C C$; где $U_C = \mathcal{E}$

$W_C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$

$d\alpha R = dx$

$I_0 = \alpha D$

$\frac{7}{16} I_0 = \alpha(D-d)$

$\frac{16}{7} = \frac{D}{D-d}$

$16D - 16d = 7D$

$9D = 16d$

$d = \frac{9}{16}D$

$v \tau_0 = d$

$v = \frac{d}{t_0} = \frac{9D}{16\tau_0}$

$dE = \frac{k\sigma dx \cos^2\alpha}{r^2} = \frac{k\sigma d\alpha R = \cos^2\alpha}{r^2} =$

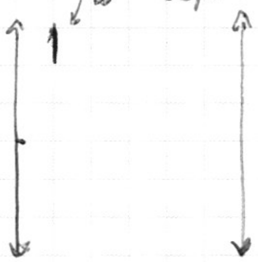
$= \frac{k\sigma\, d\alpha \cos^2\alpha}{r}$

$E = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{k\sigma d\alpha \cos^2\alpha}{r} = \frac{k\sigma}{r} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2\alpha\, d\alpha$

мишень полностью в линзе

τ_0 – ~~верхний край мишени п~~

3) от τ_0 до τ_1



τ_1

мишень сейчас немного выйдет из линзы

$S = D - d$

$v(\tau_1 - \tau_0) = D - d$

$\tau_1 - \tau_0 = \frac{D-d}{v}$

$\tau_1 = \frac{D-d}{v} + \tau_0 = \frac{D - \frac{9}{16}D}{\frac{9D}{16\tau_0}} + \tau_0 = \frac{\frac{7}{16}D}{\frac{9D}{16\tau_0}} + \tau_0 = \frac{7\tau_0}{9} + \tau_0 = \frac{16\tau_0}{9}$

☑ 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

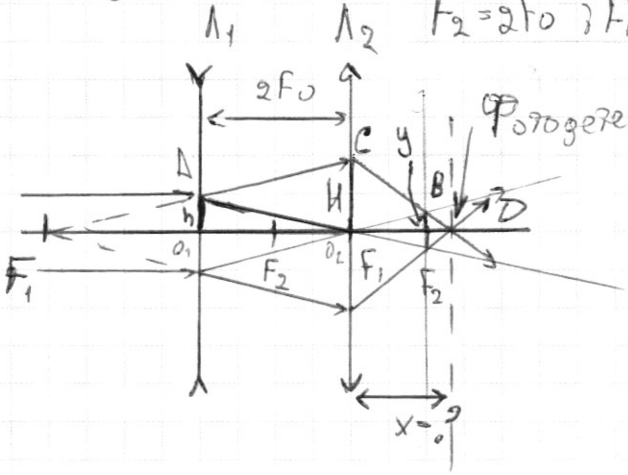
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

$F_2 = 2F_0$; $F_1 = F_0$

1)



$\frac{h}{2F_0} = \frac{y}{F_0}$ $\quad \triangle O_1O_2A \sim \triangle O_2F_2B$

$y = \frac{h}{2}$

~~$\triangle O_2F_2B \sim \triangle DF_2B$~~

$O_2C\cancel{B} \sim \triangle F_2BD$

$\frac{H}{x} = \frac{y}{x - F_0}$ $\qquad \frac{H}{x} = \frac{H}{4(x-F_0)}$

$\triangle F_1AO_1 \sim \triangle F_1CO_2$ $\qquad 4x - 4F_0 = x$

$\frac{h}{H} = \frac{2F_0}{4F_0}$ $\qquad 3x = 4F_0$

$\boxed{x = \frac{4}{3}F_0}$

$h = \frac{H}{2}$

$y = \frac{H}{4}$

2) $I \sim P_{света}$ $\qquad I = \alpha D$ $\qquad \frac{7}{16}I_0 = \alpha(D - d)$

$P_{света} \sim$ ~~$D_{пучка}$~~ $S_{пучка}$ $\quad I_0 = \alpha D$

$\Rightarrow \alpha D^2$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

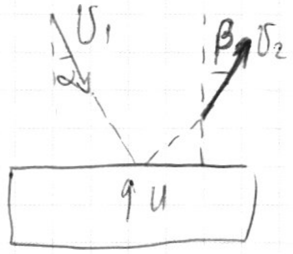
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

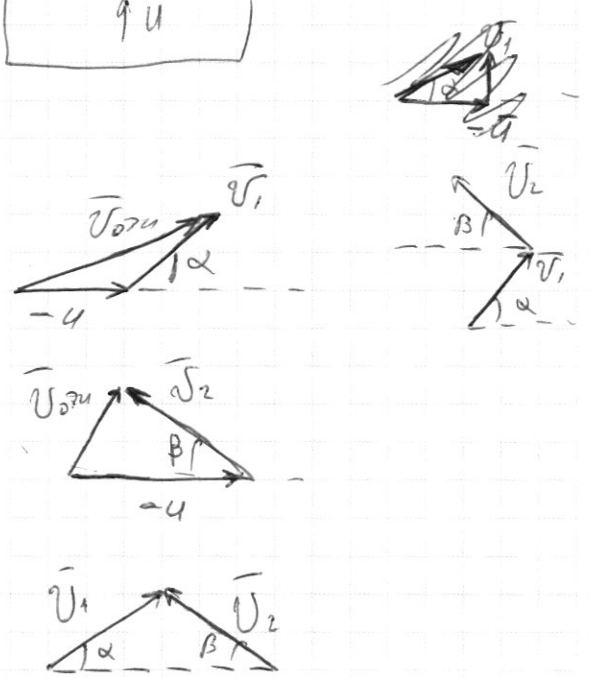
№1

СО стены



$\bar{v}_{Абс} = \bar{v}_{переносн} + \bar{v}_{отн}$

$\bar{v}_{отн} = (\bar{v}_{Абс}) + (-\bar{u})$



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

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

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

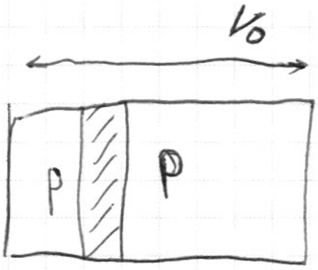
$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$1+\frac{5}{4} = \frac{9}{4}V_0$

$\frac{9}{4}V_K = V_0$

$V_K = \frac{4V_0}{9}$

№2 $T_A = 320\,K$ $T_K = 400\,K$ $\nu = \frac{3}{5}$ моль



$PV_A = \nu RT_A$ $V_A + V_K = V_0$

$PV_K = \nu RT_K$ $V_A = \frac{T_A}{T_K}V_K$

$\boxed{\frac{V_A}{V_K} = \frac{T_A}{T_K}} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$ $V_K\left(1+\frac{T_A}{T_K}\right) = V_0$

$V_K = \frac{V_0}{1+\frac{T_A}{T_K}}$

$PV_A^* = \nu RT$
$PV_K^* = \nu RT$ $\Rightarrow V_A^* = V_K^*$

$PV_K = \nu RT_K$

$P\frac{V_0}{2} = \nu RT$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$PV_k = \nu R T_k$ $\quad V_k = \frac{V_0}{1+\frac{T_A}{T_k}} = \frac{V_0 T_k}{T_k + T_A}$

$\frac{PV_0}{2} = \nu R T$

$\frac{V_0}{2V_k} = \frac{T}{T_k}$

$$\boxed{T = \frac{V_0}{2V_k} T_k = \frac{V_0 T_k}{\frac{2V_0 T_k}{T_k + T_A}} = \frac{T_k + T_A}{2}} = \frac{320+400}{2} = 360$$

$Q = A_k + \Delta U_k$ $\quad T_k > T_A$

$Q = A_A + \Delta U_A$ $\quad V_k > V_A$

$\cancel{A_k = P(\frac{V_0}{2} - V_k)}$ $\quad \cancel{P_k V_k}$ $\quad PV_k = \nu R T_k$

$\cancel{A_A = P(}$ $\quad P\frac{V_0}{2} = \nu R T$

$A_k = P(V_k - \frac{V_0}{2})$ $\quad \Delta U_k = \frac{3}{2}\nu R(T_k - T)$

$A_A = P(V_A - \frac{V_0}{2})$ $\quad \Delta U_A = \frac{3}{2}\nu R(T - T_A)$

$P(V_k - \frac{V_0}{2}) = \nu R(T_k - T)$

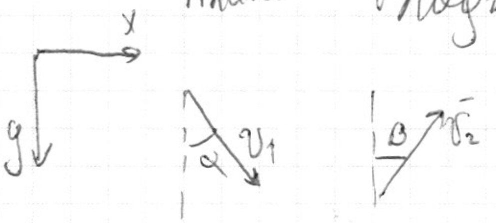
$$\boxed{Q = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T)} = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot R \cdot 40 = 60R = 49,86 \text{ (Дж)}$$

$8,31 \times 6 = 49,86$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

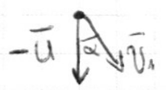
Плита гладкая => по x скорость сохраняется

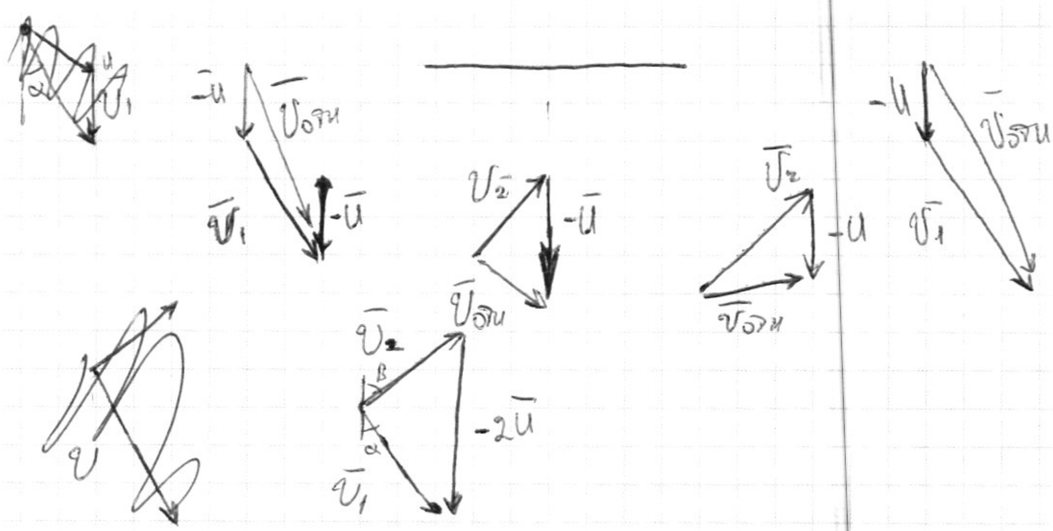


$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{v_2} = \frac{v_1 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{2}{3} v_1 \cdot \frac{5}{3} = \frac{10}{9} v_1 = \frac{10 \cdot 18}{9} = 20 \left(\frac{м}{с}\right)$

В СО плиты:





$\frac{1}{4} + \frac{1}{43} = \frac{53}{136}$

$43 \times 4 = 6$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$W_1 = \frac{I_1^2 L_1}{2}$$

$$W_2 = \frac{I_2^2 L_2}{2}$$

$$\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{(L_1+L_2) I_1^2}{2}$$

$$\frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{(L_1+L_2) I_1^2}{2}$$

$$I_1^2 = \mathcal{E}^2 \frac{C}{L_1+L_2}$$

$$I_1 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{9L}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

3) I_{2max} - ?

Через ~~пол~~ половину периода направление тока меняется, ток через L_1 не идет, тк D идеальный, значит на нем нет U => $I_1' L_1 = 0$ => $I_1 = 0$

$$A_{ист} = \mathcal{E} q$$

q: 1) сначала заряжается на $\mathcal{E}C$

2) потом еще $\mathcal{E}C$, то есть уже $2\mathcal{E}C$

3) разряжается до $U_C = \mathcal{E}$, то есть $-\mathcal{E}C$

$$A_{ист} = \mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{L_2 I_2^2}{2}$$

$$L_2 I_2^2 = \mathcal{E}^2 C$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)