Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

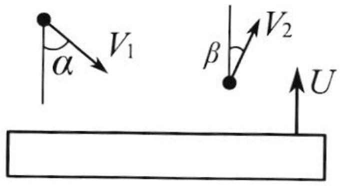
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



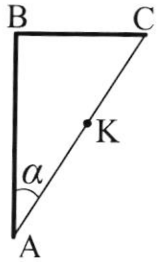
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

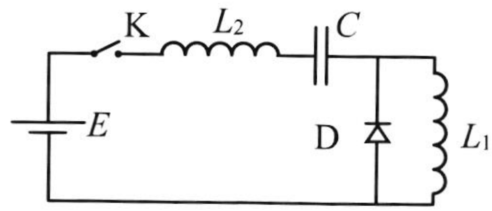
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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

2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

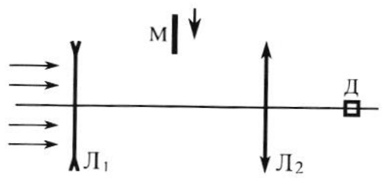
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

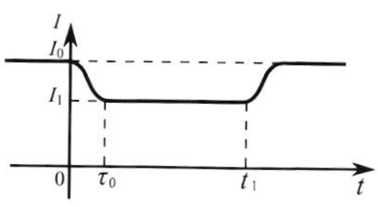


1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $-2F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от $Л_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$

.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 ч1

Дано:

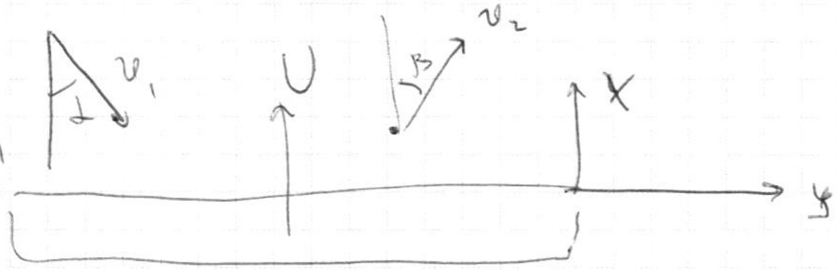
$v_1 = 18$ м/с

$\sin\alpha = \frac{2}{3} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

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

$v_2 = ?$

$U = ?$



Заметим, что P_{my} не изменился т.е.

$P_{my_1} = P_{my_2} \Rightarrow \cancel{m}v_1\sin\alpha = \cancel{m}v_2\sin\beta$

$\boxed{v_2} = \frac{v_1\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{18\cdot\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = \boxed{20\ \frac{м}{с}}$

Т.к. плита массивная $M \gg m$, то изменением скорости U при столкновении можно пренебречь. Для случая абсолютно неупругого удара (шарик не прилип)

$U = v_2\cos\beta = 20\cdot\sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}\cdot 20 = 16\ \frac{м}{с} = U_{max}$

Для случая абсолютно упругого удара перейдём в систему ~~отсчёта~~ отсчёта, где плита неподвижна и тогда рассмотрим изменение Δv_x

v_{1x}, U $\downarrow$ $\uparrow v_{2x}$ при возвращении $v_{x\beta} = v_{2x} + U$

$v_{x\beta} = v_1\cos\alpha + 2U$

$U_{min} = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{\frac{20\cdot4}{5} - \frac{18\cdot\sqrt5}{3}}{2} = \frac{16-6\sqrt5}{2} = 8-3\sqrt5\ \frac{м}{с}$ U_{min}

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1
(Нумеровать только чистовики)

№1 ч2

$V \in (V_{min}; V_{max})$ $\boxed{V \in (8-3\sqrt{5}; 16)\ \frac{м}{с}}$

№2 ч1

Дано:

$\nu_1 = \nu_2 = \nu = \frac{3}{8}$ моль

$T_1 = 320$ K

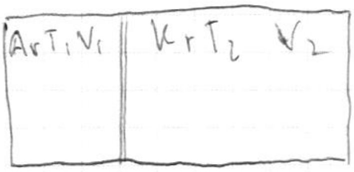
$T_2 = 400$ K

$R = 8{,}31\ \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$\frac{V_1}{V_2} = ?$

$T_0 = ?$

$Q_{Ar} = ?$



Т.к. поршень двигают медленно, то $a \approx 0$

$P_1 S + P_2 S = \cancel{ma} \approx 0$

$P_1 \approx P_2$ в течении всего процесса и равны P_0

В нач. момент ур-е Менделеева - Клапейрона

(1) $P_0 V_1 = \nu R T_1$ $\xRightarrow{(1)/(2)}$ $\boxed{\frac{V_1}{V_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{32\cancel{0}}{40\cancel{0}} = \boxed{\frac{4}{5}}$

(2) $P_0 V_2 = \nu R T_2$

$V_1 + V_2 = V_{об}$

После установления T_0 в отсеках

(3) $P_0 V_1' = \nu R T_0$ $\Rightarrow V_1' = V_2'$ объёмы равны

(4) $P_0 V_2' = \nu R T_0$

$V_1' + V_2' = V_{об}$

$(1)+(2) \Rightarrow P_0(V_1 + V_2) = \nu R(T_1 + T_2)$

$(3)+(4) \Rightarrow P_0(V_1' + V_2') = \nu R(T_0 + T_0)$ $\Rightarrow 2T_0 = T_1 + T_2$

$\boxed{T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360\ К}$

$Q_{Kr} = -Q_{Ar}$ из З С Э

$Q = \Delta U + A$ $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0)$ $A = P_0(V_2 - V') = P_0 V_2 - P_0 V' = \nu R(T_2 - T_0)$

$Q = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_0) = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{8} \cdot 8{,}31 \cdot (\overset{20}{\cancel{400-360}}) = 60 \cdot 8{,}31$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 п2

$Q = 60 \cdot 8{,}31$ Дж $= 498{,}6$ Дж Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$; $T_0 = 360°$; $Q = 498{,}6$ Дж

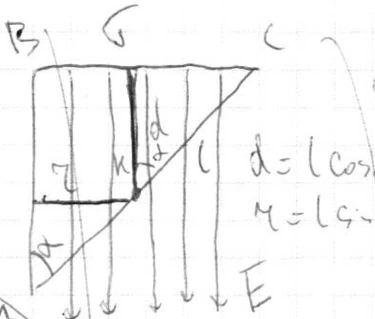
№3 п1

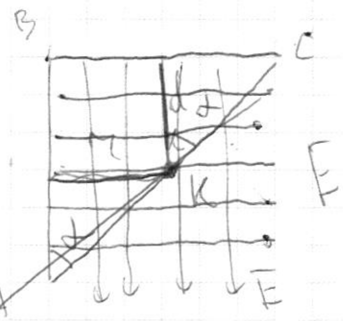
1) Дано:

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

$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_0$

$\frac{E_{20}}{E_{10}} = ?$





Для бесконечной заряженной плоскости

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon} \Rightarrow \cancel{\varphi_1 = \frac{\sigma l \cos\alpha}{2\varepsilon_0\varepsilon}} = U_{10} \quad E_2 =$$

$$\cancel{\varphi_2 = \frac{\sigma l \sin\alpha}{2\varepsilon_0\varepsilon}} \qquad \cancel{\frac{\varphi_{20}}{\varphi_{10}}} \quad \cancel{U_{20} = \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2}}$$

$$E_{20} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

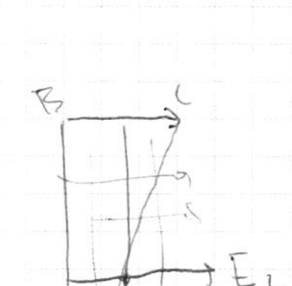
$$\frac{\varphi_{20}}{\varphi_{10}} = \frac{\sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2}}{\varphi_1} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\sigma l\cos\alpha}{2\varepsilon_0\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{\sigma l \sin\alpha}{2\varepsilon_0\varepsilon}\right)^2}}{\frac{\sigma l\cos\alpha}{2\varepsilon_0\varepsilon}} = \cancel{\sqrt{2}}$$

2) Дано:

$\sigma_1 = \sigma \quad \sigma_2 = \frac{2\sigma}{7}$

$\alpha = \frac{\pi}{9}$

$E_K = ?$



$$\bar{E}_K = \bar{E}_1 + \bar{E}_2$$

$$E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№3 ч2

$$E_1=\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0\varepsilon}=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}\qquad E_2=\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0\varepsilon}=\frac{\sigma}{7\varepsilon_0\varepsilon}$$

$$E_K=\sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2\varepsilon^2}+\frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2\varepsilon^2}}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon}\sqrt{\frac{1}{4}+\frac{1}{49}}=$$

$$=\frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0\varepsilon}$$

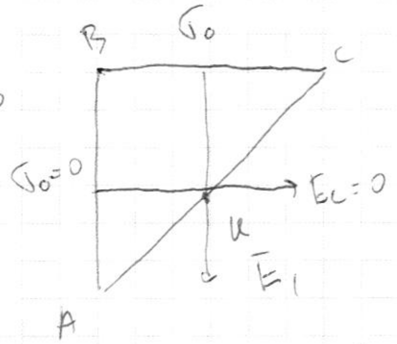
б)

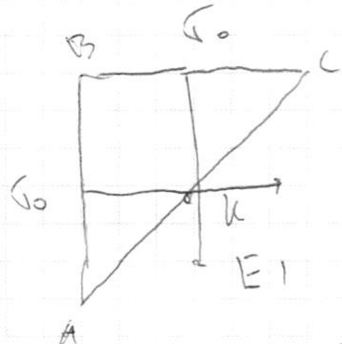
Дано:

$\sigma_1=\sigma_2=\sigma_0$

$L=\frac{a}{4}$

$\frac{E_{K_1}}{E_{K_2}}=?$





$$E_{K_1}=E_1=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}\qquad E_{K_2}=\sqrt{E_1^2+E_2^2}=$$

$$=\frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0\varepsilon}\qquad \boxed{\frac{E_{K_1}}{E_{K_2}}=\sqrt{2}}$$

Ответ: $\frac{E_{K_1}}{E_{K_2}}=\sqrt{2}$; $E_K=\frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0\varepsilon}$ в воздухе $=\frac{\sigma\sqrt{53}}{14\cdot\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:

$F_1 = -2F_0$

$F_2 = F_0$

D – диаметр линз

$D \ll F_0$

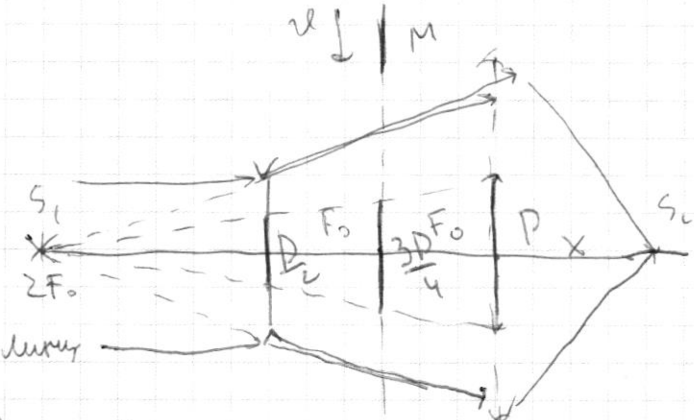
$I \sim P$

$I_1 = \frac{7I_0}{16}$

1) $x = ?$

2) $v = ?$

3) $t_1 = ?$



S_1 – мнимое изображение

а т.к. лучи фокусируются в детекторе, то в нём находится действительное изображение от S_1. И рисунка видно $d = 4F_0$ $f = x$ $F_2 = F_0$

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{4F_0} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{4F_0} \quad x = \frac{4F_0}{3}$$

Заметим, что с начала отсчёта времени, до момента t_0 ток меняется, а значит за время T_0 пластинка М прошла расстояние $2R_n$ (R_n – радиус пластинки)

$I \sim P \quad P \sim N_\phi$ пластинка меняет прошедший поток излучения из пропорции следует, что

$$\frac{I}{I_0} = \frac{S_{D'}}{S_{D'} - S_R}$$

Найдём площадь пучка в месте, где идёт пластинка. Заметим, что одна половина пучка попадает в первую линзу, идёт во вторую. И из подобия треугольников видно, что $D' = \frac{3D}{4}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$S_{D'} = \frac{\pi D'^2}{4}$ $\quad S_R = \pi R_M^2$

$S_{D'} - S_R = \frac{S_{D'} I_0}{I}$ $\quad S_R = S_{D'}\left(1 - \frac{I_0}{I}\right)$

$\pi R_M^2 = \frac{\pi D'^2}{4}\left(1 - \frac{I_0}{I}\right) \Rightarrow R_M = \frac{D'}{2}\sqrt{1 - \frac{I_0}{I}}$

$R_M = \frac{3D}{8}\sqrt{1 - \frac{I_0}{I}}$ $\quad v = \frac{2R_M}{T_0}$ — за время изменения тока площадь [illegible] граница в нулей

$v = \frac{3D\sqrt{1-\frac{I_0}{I}}}{4T_0} \Rightarrow v = \frac{3D\sqrt{1-\frac{7}{16}}}{4T_0} \Rightarrow \boxed{v = \frac{9D}{16T_0}}$

Рассмотрим время с 0 до t_1

Заметим, что к моменту t_1 частицы прошли $D' = \frac{D}{2}$

$t_1 = \frac{D'}{v} = \frac{3D \cdot 16 T_0}{4 \cdot 8 \cdot 9D}$ $\quad \cancel{t_1 = \frac{D'}{v} = \frac{3D \cdot 8 T_0}{4 \cdot 9 D}} = \cancel{\frac{4}{3}T_0}$ $\quad t_1 = \frac{4}{3}T_0$

Ответ: $x = \frac{4}{3}F_0$; $v = \frac{9D}{16T_0}$; $t_1 = \frac{4}{3}T_0$

№4

Дано:

$L_1 = 5L$

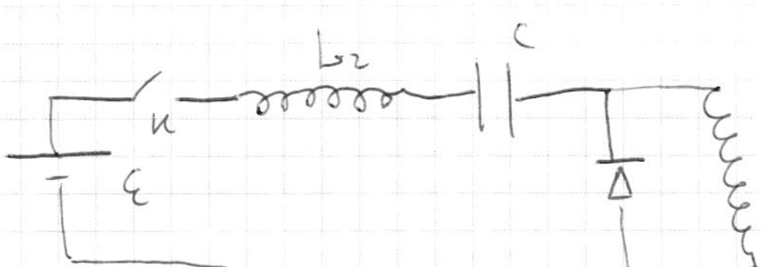
$L_2 = 4L$

$\mathcal{E}$, C.

1) $T = ?$

2) $I_{01} = ?$

3) $I_{02} = ?$



Из-за диода $\frac{T_1}{2} \neq \frac{T_2}{2}$ и $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$

$\cancel{T_1 = \sqrt{\ }}$ $\quad T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$ $\quad T_2 = 2\pi\sqrt{C(L_2 + L_1)}$

$\boxed{T} = \pi\sqrt{L_2 C} + \pi\sqrt{(L_1 + L_2)C} = 2\pi\sqrt{LC} + 3\pi\sqrt{LC} = \boxed{5\pi\sqrt{LC}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

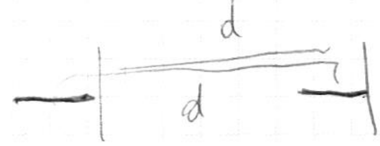
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

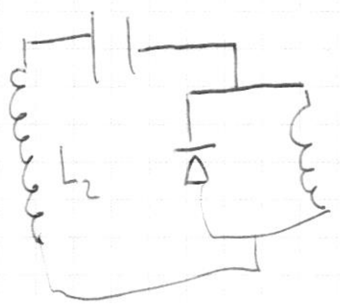
$v = \frac{\cancel{2}D}{4\cancel{8}T_0}\sqrt{1-\frac{I_1}{I_0}}$ $\quad v = \frac{D}{4T_0}\sqrt{\frac{9}{16}}$ $\quad v = \frac{D}{4T_0}\cdot\frac{3}{4}$

$$\boxed{v = \frac{3D}{16T_0}}$$



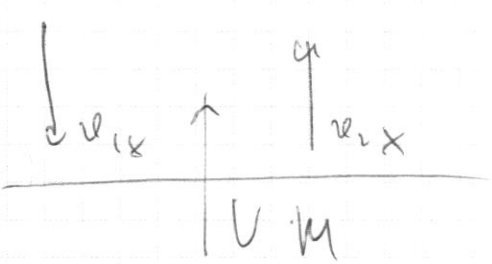
3) $t_1 = \frac{D'}{v} = \frac{D}{4v} = \frac{\cancel{D}\cdot 16\cdot T_0}{4\cdot 3\cdot \cancel{D}} = \frac{4}{3}T_0$

№4



1) $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi\sqrt{L_2C}}{2} + \frac{2\pi\sqrt{(L_2+L_1)C}}{2} =$

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



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$I_{max\,01}$.

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

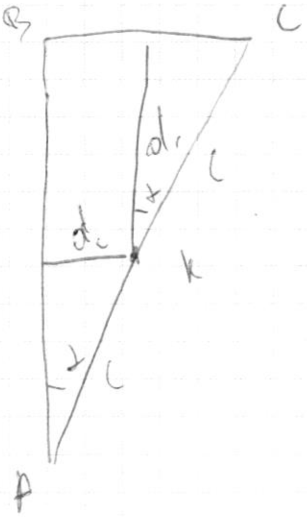
№ 3 (2)

$\sigma_1 = \sigma$

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

$\alpha = \frac{\pi}{9}$

$\varphi_u = ?$



$\varphi_u =$

$\cancel{\varphi_1 = \frac{\sigma_1 l \cos\alpha}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma l \cos\alpha}{2\varepsilon_0}}$

$\cancel{\varphi_2 = \frac{\sigma_2 l \sin\alpha}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma l \sin\alpha}{7\varepsilon_0}}$

$\cancel{\varphi_u = \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2} = \frac{\sigma l}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{4} + \frac{\sin^2\alpha}{49}} =}$

$\cancel{= \sigma}$ $\quad E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} \quad E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}$

$\bar{E}_1 + \bar{E}_2 = \bar{E}_u \quad E_u = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1 + \frac{4}{49}} = \frac{\sigma}{14\varepsilon}\sqrt{53}$

№ 4

Дано:

$\mathcal{E}$

$L_1 = 5L_0$

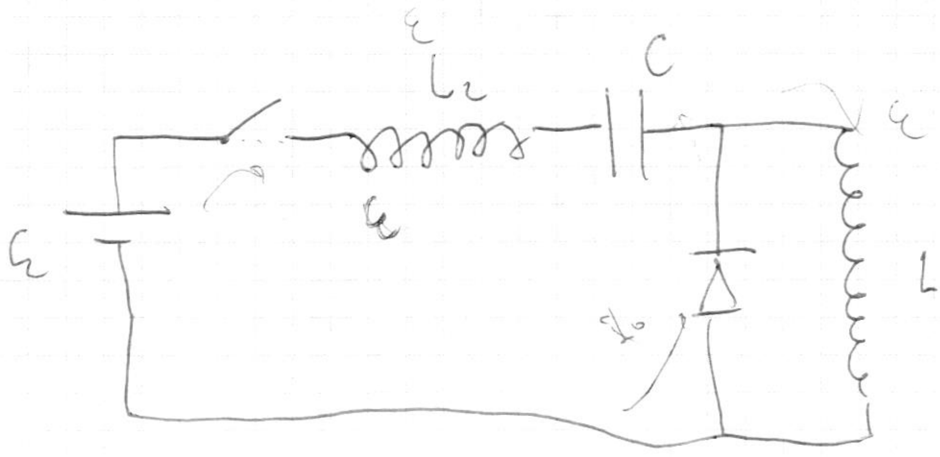
$L_2 = 4L_0$

C

1) T ?

2) $I_{0\,max}$ = ?

3) $I_{02\,max}$ = ?



☑ 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

№2 ч.2

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

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + P_0(V' - V_1)$

$Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{8} \cdot 8{,}31 \cdot 40 + \nu RT' - \nu RT_1$

$Q = 36 \cdot 8{,}31 + 40 \cdot \frac{3}{8} \cdot 8{,}31 = 60 \cdot 8{,}31$

$498{,}6$ Дж

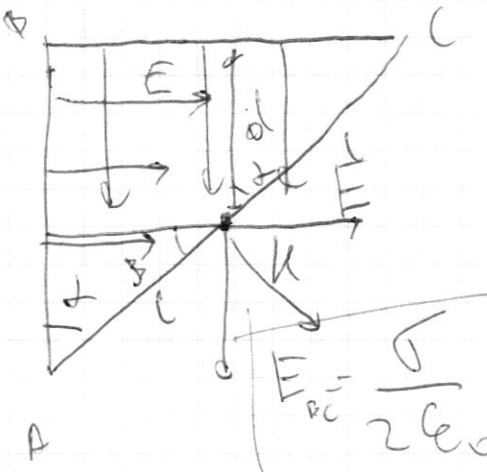
№3

Дано:

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

$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$

$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = ?$



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

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

$\frac{q}{U} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

$U = \frac{\sigma d}{\varepsilon\varepsilon_0}$

$\varphi_{BC} = \frac{\sigma d}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma l\cos\alpha}{2\varepsilon_0}$

$\varphi_2 = \bar{E}_2 = \bar{E}_{BC} + \bar{E}_{AB} =$

$\bar{\varphi}_2 = \bar{\varphi}_{AB} + \bar{\varphi}_{BC} \Rightarrow \sqrt{\left(\frac{\sigma l\cos\alpha}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma l\sin\alpha}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \varphi_2$

$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{2}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№2

Дано

$\nu_1 = \nu_2 = \nu = \frac{3}{5}$ моль $= 0{,}6$ моль

$T_1 = 320$ K

$T_2 = 400$ K

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$M_{Ar} =$

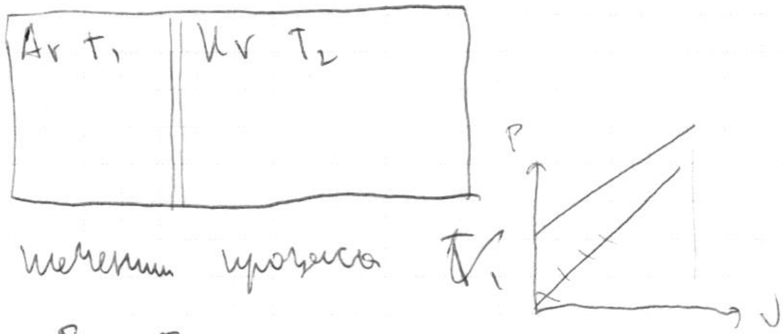
$M_{Kr} =$

$\frac{V_2}{V_1} = ?$

$T' = ?$

$\Delta Q = ?$

в начальный момент $P = \frac{\nu R T}{V}$



В течении процесса V_1

$P_1 = P_2 = P_0$

$P_0 V_1 = \nu R T_1$

$P_0 V_2 = \nu R T_2$

$Q = \Delta U + A$

$P' V_1' = \nu R T_a'$

$P' V_2' = \nu R T'$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5} = 0{,}8$

$5V_1 = 4V_2$

$V_1 + V_2 = V_{об}$

~~$V_{об} = 5V_1$~~

$V_{об} = V_1 + V_2$

$V_1' = V_2' = \frac{V_{об}}{2} = V'$

$\frac{V_{об}'}{2} = \frac{V_1 + V_2}{2} = V_1 + \frac{4}{5} V_1$

$V_{об} = \frac{9}{5} V_1$

$V_{об} = V_2 \cdot \frac{5}{4} + V_2$

$V_{об} = \frac{9}{4} V_2$

$Q_п = Q_{от}$

$Q = A + \Delta U$

$A = \frac{P_7' + P_0}{2} \left(\frac{V_{об}}{2} - V_1\right)$

$T' = \frac{P'V'}{\nu R} = \frac{P' V_{об}}{2\nu R}$

$2\nu R T' = \frac{9}{4} P' V_2$

$T' = \frac{P' \frac{9}{4} V_2}{2\nu R} = \frac{P' \frac{9}{5} V_1}{2\nu R}$

$2\nu R T' = \frac{9}{5} P' V_1 \quad P_0$

$P_0 V_{об} = \nu R (T_2 + T_1)$

$P' V_{об} = \nu R (T' + T')$

$\frac{P_0}{P'} = \frac{T_2 + T_1}{2T'}$

$T' = \frac{T_2 + T_1}{2} = 360$ °K

☑ 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

Дано:

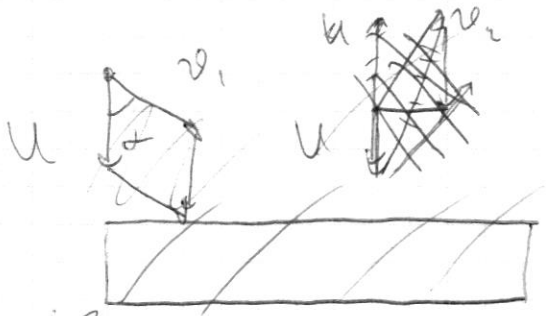
$v_1 = 13\ \frac{м}{с}$

α $\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$v_2 = ?$

β ? $\sin\beta = \frac{3}{5}$

$U = ?$

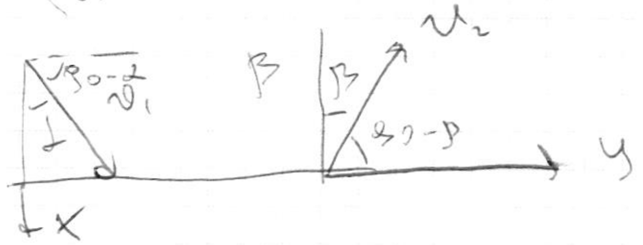


$\cos\alpha = \sqrt{\frac{9}{9} - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

$\cancel{mv_1 = Mv_2}$

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

Спроецируем на ось y



Oy

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$ $\quad v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{13 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = 20\ \frac{м}{с}$

допустим, что удар был в центр плиты

Ox:

$\cancel{mv_1\cos\alpha = UM}$

Допустим, что импульс передаваемый плите не зависит от её скорости

$\cancel{v_1 \mp 2U \mp v_2}$

$\cancel{U = v_1\cos\alpha - v_2\cos\beta}$

удар в центр

$v_1\cos\alpha + 2U = v_2\cos\beta$

$U = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2}$

$U = \frac{\frac{20\cdot4}{5} - \frac{13\cdot\sqrt5}{3}}{2} = \frac{16 - 9\sqrt5}{2}$ А что если в край?

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:

$F_1 = -2F_0$

$F_2 = F_0$

D – диаметр линзы

$I \sim Pd$

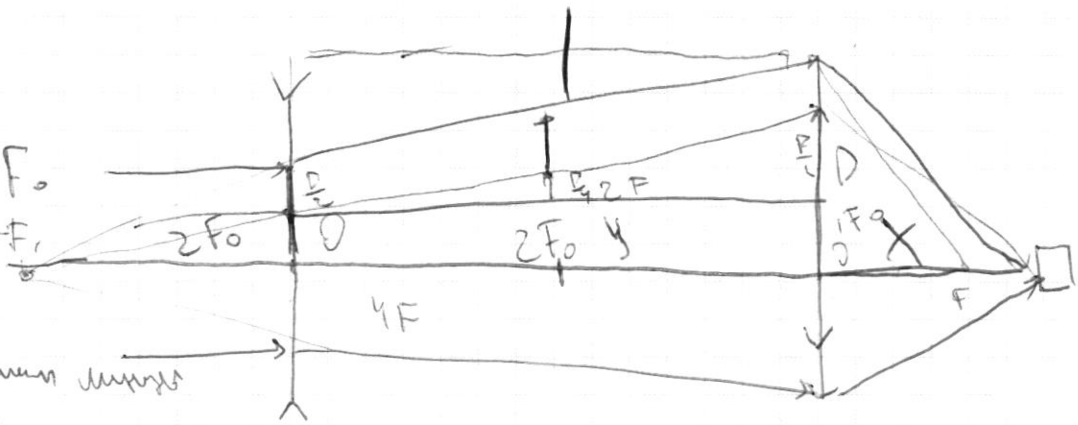
$I_1 = \frac{7 I_0}{16}$

1) $x = ?$

2) $v = ?$

3) $t_1 = ?$

F_0, D, T_0



$OO' = y \quad y = 2F_0$

$d = 4F_0 \quad f = x \quad F_2 = F_0$

$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_0}$

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

Попадает только половина пучка

$\frac{S_{max}}{S_{max} - S_m} = \frac{I_0}{I_\phi}$

$T_0 \to 2R_m$

$\frac{16}{8} \cdot \frac{3}{4} = \frac{4}{3}$

$\frac{S_{max}}{S_{max} - S_m} = \frac{I_0}{I_1}$ $\quad \frac{S_{max} I_1}{I_0} = S_{max} - S_m \quad S_m = S_{max}\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right)$

$S_{max}\left(\frac{I_1}{I_0} - 1\right) = -S_m \quad \pi R_m^2 = \frac{\pi D^2}{4}\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right)$

$R_m = \frac{D'}{2}\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}} \quad D' = \quad \frac{2R_m}{T_0} = v$

$\Rightarrow R_m = \frac{D}{8}\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)