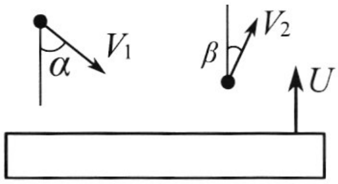
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.



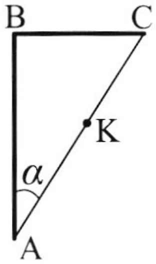
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

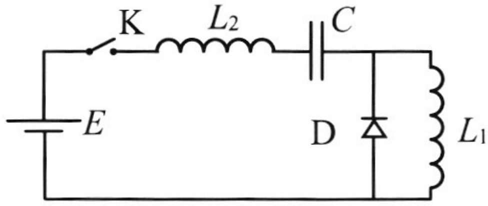
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

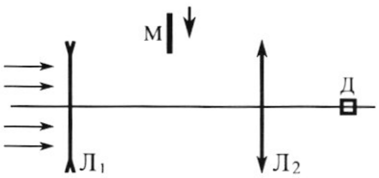
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

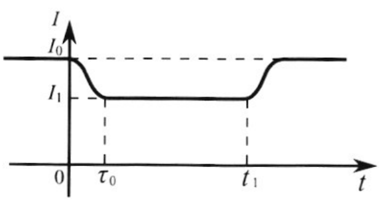
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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

Задача 1

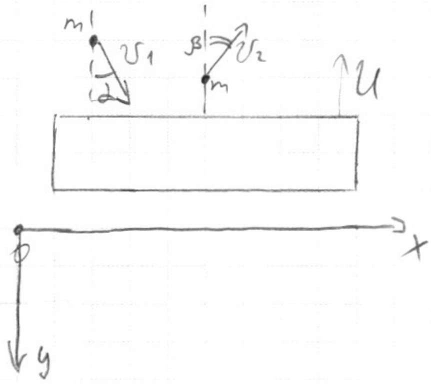
$V_1 = 18\,\frac{м}{с}$

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

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

1) V_2 - ?

2) U - ?



1) ЗСИ для шарика:

OX:

$m V_1 \sin\alpha = m V_2 \sin\beta$

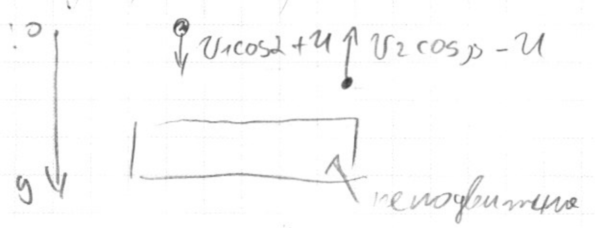
$$\boxed{V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$$

$V_2 = 18\frac{м}{с}\cdot\frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{18\cdot 10}{9}\frac{м}{с} = \underline{20\frac{м}{с}}$

2) Представим, что было, если бы удар был абсолютно упругим:

В ИСО плиты скорости шарика ~~относит~~ до и после соударения равны:

ОY:



$V_1\cos\alpha + U = V_2\cos\beta - U$

$2U = V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha$

$$\boxed{U = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}}$$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$, $\cos\alpha = \frac{\sqrt5}{3}$

$U = \frac{20\frac{м}{с}\cdot\frac{4}{5} - 18\frac{м}{с}\cdot\frac{\sqrt5}{3}}{2} = (8 - 3\sqrt5)\frac{м}{с}$

Так как у нас неупругое соударение, то часть энергии уходит в тепло, значит U должно быть больше $(8 - 3\sqrt5)\frac{м}{с}$

Ответ: $20\frac{м}{с}$; $U > (8 - 3\sqrt5)\frac{м}{с}$

Задача 2

$\nu = \frac{3}{5}$ моль

$i = 3$

$T_1 = 320\,K$

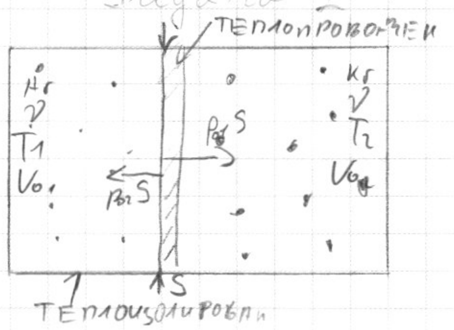
$T_2 = 400\,K$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{К\cdot моль}$

1) $\frac{V_{01}}{V_{02}}$ - ?

2) $T_{уст}$ - ?

3) Q - ?



1) 2ЗН для поршня в начальный момент времени:

$p_{01} S = p_{02} S$

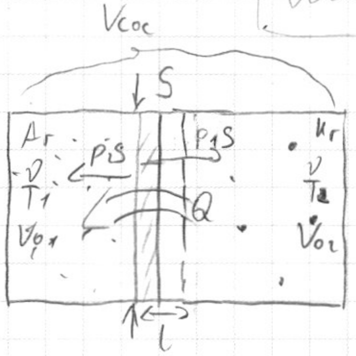
$p_{01} = p_{02}$

По закону Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} p_{01} V_{01} = \nu R T_1 \\ p_{02} V_{02} = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\cancel{p_{01}} V_{01}}{\cancel{p_{02}} V_{02}} = \frac{\cancel{\nu R} T_1}{\cancel{\nu R} T_2}$$

$$\boxed{\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2}} \qquad \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{320\,K}{400\,K} = \underline{0{,}8}$$

2)



• Для аргона:

(1) $Q_{Ar} = \Delta U_{Ar} + A_{Ar}$, где $Q_{Ar} = Q$

$\Delta U_{Ar} = \frac{3}{2} \nu R (T_{уст} - T_1)$

A_{Ar} ?

Т.к. поршень движется медленно, то в каждый момент времени $p_2(t) = p_1(t) \Rightarrow \boxed{A_{Ar} = -A_{Kr}}$

• Для криптона:

(2) $Q_{Kr} = \Delta U_{Kr} + A_{Kr}$, где $Q_{Kr} = -Q$

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

Сложим (1) и (2):

$$\underbrace{Q_{Ar} + Q_{Kr}}_{0} = \Delta U_{Ar} + \Delta U_{Kr} + \underbrace{A_{Ar} + A_{Kr}}_{0}$$

$-\Delta U_{Kr} = \Delta U_{Ar}$

$\frac{3}{2} \cancel{\nu R} (T_2 - T_{уст}) = \frac{3}{2} \cancel{\nu R} (T_{уст} - T_1)$

$T_2 + T_1 = 2 T_{уст}$

$$T_{уст} = \frac{T_2 + T_1}{2} \qquad T_{уст} = \frac{400\,K + 320\,K}{2} = \underline{360\,K}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

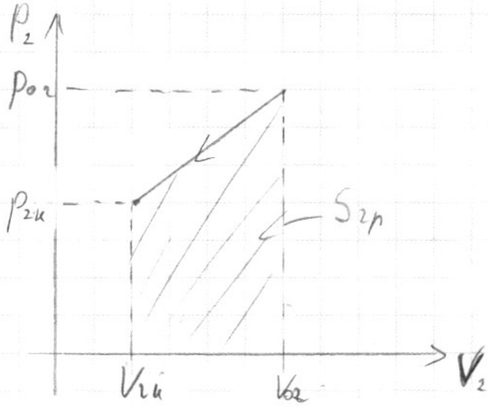
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $Q_{кр} = \Delta U_{кр} + A_{кр}$, где

$A_{кр} = - S_{гр}$

Рассмотрим бесконечно малый процесс, происходящий с газом криптон:



$(p_2+\Delta p)(V_2+\Delta V) = \nu R(T_2+\Delta T)$

Т.к. температура меняется медленно, то $T_2+\Delta T = T_2$

$p_2V_2 + p_2\Delta V + \Delta p V_2 + \cancel{\Delta p \Delta V}^{\to 0} = \nu R T_2$

По закону Менделеева-Клапейрона:

$p_2V_2 = \nu R T_2$

$\to p_2 \Delta V = -\Delta p V_2$

$p_2 = \left(-\frac{\Delta p}{\Delta V}\right) V_2$

$p_2 = -\frac{\Delta p}{\Delta V} V_2$ – граф. этой зависимости – прямая

В конце объём занимаемый газами сравняется, т.к.

$\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_{1к}}{V_{2к}} = \frac{T_{уст}}{T_{уст}} = 1 \Rightarrow V_1 = V_2$

$V_{1к} + V_{2к} = V_{сос}$ $\qquad V_{2к} = \frac{V_{сос}}{2}$ $\qquad p_{2к} V_{2к} = \nu R T_{уст}$

$p_{2к} = \frac{2\nu R T_{уст}}{V_{сос}}$

$p_{02} = \frac{\nu R T_2}{V_{02}}$ $\qquad V_{01} + V_{02} = V_{сос}$, $V_{01} = 0,8 V_{02}$ $\to \frac{9}{5} V_{02} = V_{сос}$

$V_{02} = \frac{5}{9} V_{сос}$

$p_{02} = \frac{9\nu R T_2}{5 V_{сос}}$

$A_{кр} = -\frac{p_{2к} + p_{02}}{2}(V_{02} - V_{2к}) = -\frac{\frac{2\nu R T_{уст}}{V_{сос}} + \frac{9\nu R T_2}{5 V_{сос}}}{2}\left(\frac{5}{9} - \frac{1}{2}\right) V_{сос} =$

$= -\frac{1}{18}\left(\nu R T_{уст} + \frac{9}{10}\nu R T_2\right) = \boxed{-\frac{\nu R}{18}\left(T_{уст} + 0,9 T_2\right)}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$Q_{кр} = -\frac{\nu R}{18}(T_{уст} + 0{,}9T_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_{уст})$

$$Q = \frac{\nu R}{2}\left(\frac{1}{9}T_{уст} + \frac{1}{10}T_2 + 3T_2 - 3T_{уст}\right) = \frac{\nu R}{2}\left(\frac{31T_2}{10} - \frac{26T_{уст}}{9}\right)$$

$Q = \frac{\frac{3}{5}\cdot 8{,}31}{2}\left(\frac{31\cdot 400}{10} - \frac{26\cdot 360}{9}\right) = \frac{3\cdot 8{,}31}{10}(31\cdot 40 - 26\cdot 40) =$

$= 12\cdot 8{,}31(31-26) = 12\cdot 5\cdot 8{,}31$ Дж $=$ 498,6 Дж

Ответ: 0,8 ; 360К; 498,6 Дж

Задача 3

1) $\frac{E_2}{E_1}$ − ?

при $\sigma_A = \sigma_C$, $\alpha = \frac{\pi}{4}$

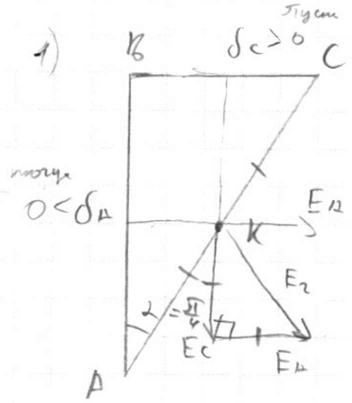
2) E_k − ?

при $\sigma_C = \sigma$

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

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

1)



$E_1 = \frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0}$

$\vec{E_2} = \vec{E_C} + \vec{E_A}$

$E_C = |\vec{E_C}| = \frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0}$

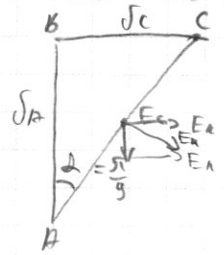
$E_A = |\vec{E_A}| = \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0}$ $\rightarrow E_C = E_A$

$E_2 = E_C\sqrt{2} = \frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0}}{\frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ − ~~уменьшится в $\frac{\sqrt{2}}{2}$ раз~~

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{2}{\sqrt{2}}$ − увеличится в $\frac{2}{\sqrt{2}}$ раз

2) Аналогично первой задаче:



$\vec{E_k} = \vec{E_C} + \vec{E_A}$

По т. Пифагора:

$E_k = \sqrt{E_C^2 + E_A^2}$, где $E_C = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_A = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0}$

$$E_k = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{4\sigma^2}{49\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{4}{49}} = \frac{\sigma\sqrt{65}}{14\varepsilon_0}$$

Ответ: в $\frac{2}{\sqrt{2}}$ раз; $\frac{\sigma\sqrt{65}}{14\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4

$L_1 = 5L$

$L_2 = 4L$

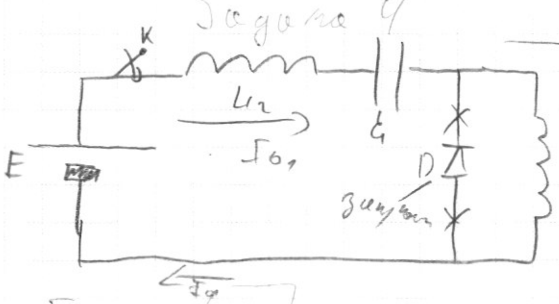
E

C

1) $T - ?$

2) $I_{01} - ?$

3) $I_{02} - ?$



1) Диод не влияет на период колебаний.

$T = 2\pi\sqrt{LC}$

$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \Rightarrow L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{L_1 L_2}{L_1+L_2} C} = 2\pi\sqrt{\frac{20L^2}{9L} C} = \frac{4}{3}\pi\sqrt{5LC}}$$

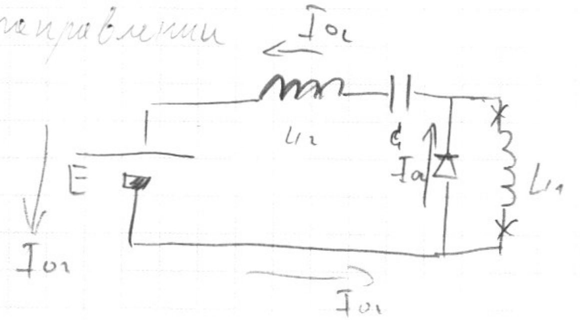
2) $I_{01} = q_{max} \cdot \omega$, где $\left(\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{3}{2\sqrt{5LC}}\right)$

$q_{max} = C U_{C max}$

Т.к. I_{01} - максимален, то $U_{L_1} = L_1 \dot{I}_{01} = 0$, $U_{L_2} = L_2 \dot{I}_{01} = 0$ $\rightarrow U_C = E$

$$I_{01} = CE \cdot \omega = \frac{3CE}{2\sqrt{5LC}} = \frac{3E\sqrt{C}}{2\sqrt{5L}} = \frac{3}{2} E \sqrt{\frac{C}{5L}}$$

3) I_{02} будет максимален, когда ток потечёт в обратном направлении



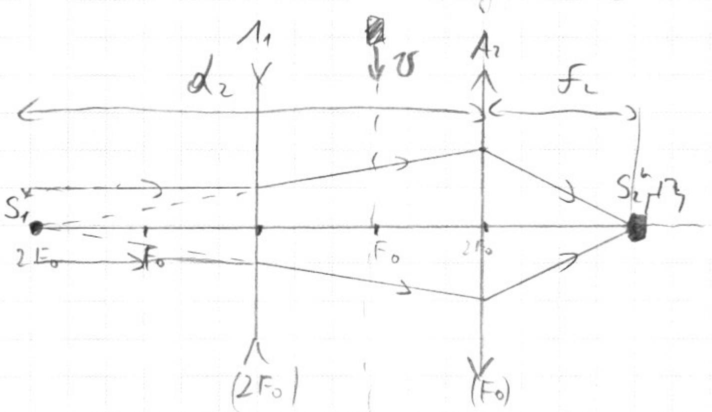
Ответ: $\frac{4}{3}\pi\sqrt{5LC}$; $\frac{3}{2} E \sqrt{\frac{C}{5L}}$; ...

Задача 5

1) f_2 - ?

2) v - ?

3) t_1 - ?

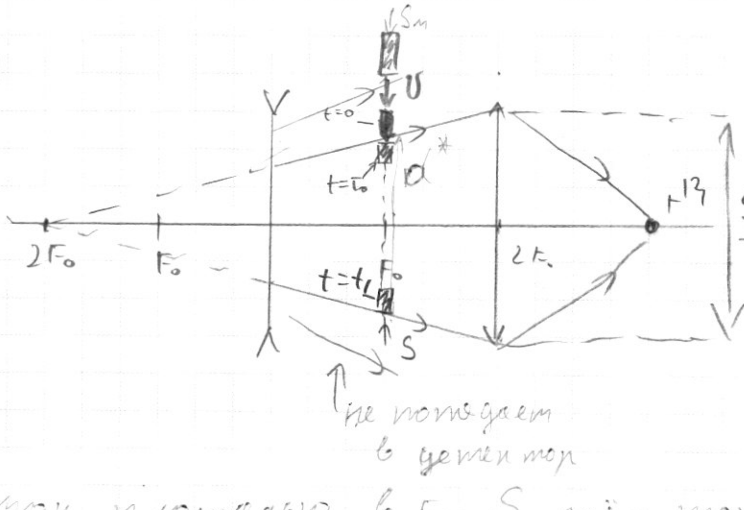


1) Отрицательная линза Л1 от параллельного пучка света даст изображение S_1^* в переднем фокусе.
S_1^* - является действительным предметом для Л2
S_2^* - изображение, даваемое линзой Л2 от предмета S_1^* на детектор.

f_2 - расстояние до детектора. $d_2 = 4F_0 > F_0 \Rightarrow$ Изоб действительное

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \boxed{f_2 = \frac{d_2 F_0}{d_2 - F_0} = \frac{4F_0^2}{3F_0} = \frac{4}{3}F_0}$$

2)



Из подобия Δ:

$$\frac{S_л}{S} = \left(\frac{4F_0}{3F_0}\right)^2 = \frac{16}{9}$$

$$S = \frac{9}{16}S_л$$

S - Sm даёт ток

Пучок площадью в F0 S даёт ток I_0

Пучок площадью в F0 S-Sm даёт I_1

$$\rightarrow \frac{S}{S - S_m} = \frac{I_0}{I_1}$$

$I_1 S = I_0 (S - S_m)$

$I_0 S_m = I_0 S - I_1 S$

$S_m = S\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right) = \frac{9}{16} S_1 \left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right)$

$S_m = \frac{9}{16} S_1 \left(1 - \frac{7}{16}\right) = \left(\frac{9}{16}\right)^2 S_1 = \left(\frac{9}{16}\right)^2 \frac{\pi}{4} D^2$

$S_m = \frac{\pi}{4} d^2$ $\Rightarrow$ $d = \frac{9}{16} D$

За время τ_0 ~~линза~~ мишень полностью войдёт в пучок, т.е. пройдёт расстояние d. $\Rightarrow$ $v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{9D}{16\tau_0}$

3) t_1 – время, за которое нижний край мишени пройдёт расстояние d^*

$S = \frac{\pi}{4} d^{*2} = \frac{9}{16} S_1 = \frac{9}{16} \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow \boxed{d^* = \frac{3}{4} D}$

$\boxed{t_1 = \frac{d^*}{v} = \frac{3D}{4v} = \frac{3D \cdot 16\tau_0}{4 \cdot 9D} = \frac{4}{3}\tau_0}$

Ответ: $\frac{4}{3}\tau_0$; $\frac{9D}{16\tau_0}$; $\frac{4}{3}\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

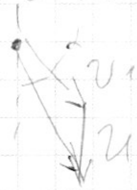
ШИФР

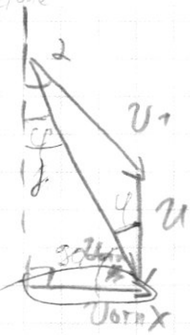
(заполняется секретарём)

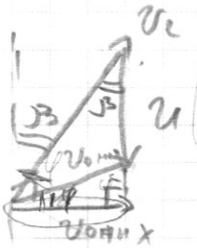
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В ИСО линия угол падения = угол отражения

$v_{отн1} \sin\gamma = v_{отн2} \cos\gamma$



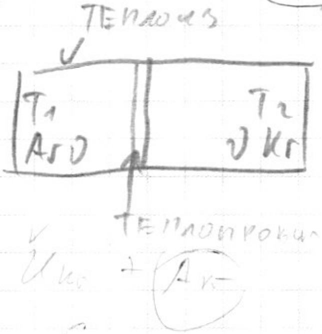




$$\left(\begin{aligned} v_{отн1}\sin\varphi &= \\ = v_{отн2}\sin\varphi \end{aligned} \right)$$

$$\frac{\Delta p}{p_2} + \frac{\Delta V}{V_2} = \frac{\Delta T}{T_2}$$

$$v_{отн}^2 = V_2^2 + U^2 - 2V_2U\cos\beta$$



$i = 3$

$pV^n = const$

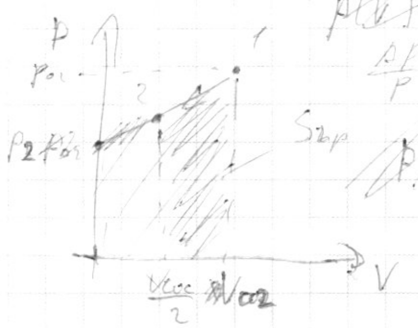
$$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$$

$$C = const = \frac{\delta Q}{\Delta T}$$

$$Q_{кг} = \frac{i}{2}\nu U_{кг} + A_{кг}$$

$p(V) = -$

$$\frac{\Delta p}{p} = -\frac{\Delta V}{V}$$



$$p_2 = \frac{\nu RT}{V_2} \qquad A_{кг} = -S_{тр}$$

Рассмотрим бесконечно малый процесс

$$p_2\frac{V_{сос}}{2} = \nu R T_{уст}$$

$$p_2 = \frac{2\nu RT_{уст}}{V_{сос}}$$

$$\left(\frac{2\nu RT_{уст}}{V_{сос}} + \frac{\nu RT_2}{V_{02}}\right)\left(V_{02} - \frac{V_{сос}}{2}\right) =$$

$$(p+\Delta p)(V+\Delta V) = \nu R(T+\Delta T)$$

$$pV + p\Delta V + \Delta pV + \Delta p\Delta V = \nu RT + \nu R\Delta T \qquad \frac{\nu RT_2}{V_{02}}$$

$$= \nu R\left(\frac{T_{уст}}{V_{сос}} + \frac{T_2}{2V_{02}}\right)\left(V_{02} - \frac{V_{сос}}{2}\right)$$

$$p\Delta V + \Delta pV = \nu R\Delta T$$

$V_{01} + V_{02} = V_{сос}$

$$= \nu R\left(\frac{T_{уст}}{V_{сос}} + \frac{9T_2}{10V_{сос}}\right)\left(\frac{5}{9} - \frac{1}{2}\right)V_{сос}$$

$$\Delta T = \frac{\delta Q}{C}$$

$V_{01} = 0{,}8V_{02}$

$$p\Delta V + \Delta pV = \frac{\delta Q}{C}$$

$$\frac{9}{5}V_{02} = V_{сос}$$

$$V_{02} = \frac{5}{9}V_{сос}$$

$pV^n = const$

$p\Delta V = -\Delta pV$

$$p = -\frac{\Delta p}{\Delta V}V$$

$$\frac{51}{10}T_2 - \frac{26}{9}T_{уст}$$

$$\frac{5}{9} - \frac{1}{2} = \frac{1}{18}$$

$pV + p\Delta V + \Delta pV = \nu RT$

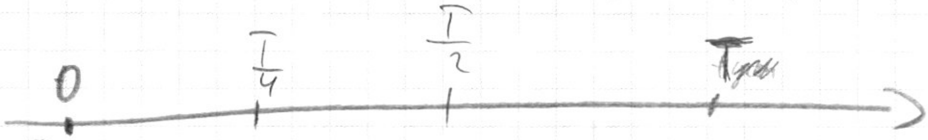
$$\cancel{pV + \frac{\Delta pV}{\Delta V}} \ne 0$$

$\frac{51}{9}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$E = \frac{|\delta|}{2\varepsilon_0}$ $\frac{1}{4} + \frac{4}{49}$ $\frac{49+16}{4\cdot 49} = \frac{65}{4\cdot 49} =$



4.5

$I\uparrow\uparrow$: $U_C max$

$U_C\uparrow\uparrow$ $I=0$

$I=0$

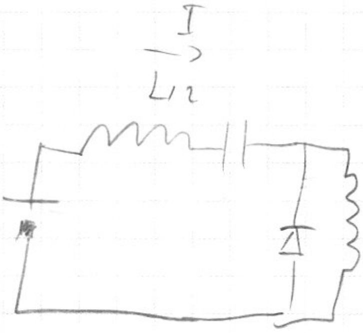
$U_C=0$

$I_{L1}=0$

$U_1=0$

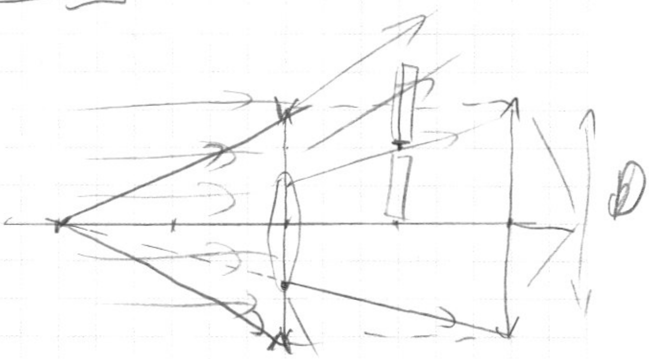
$I_0 = \mathcal{U}_1 \cdot \mathcal{U}$

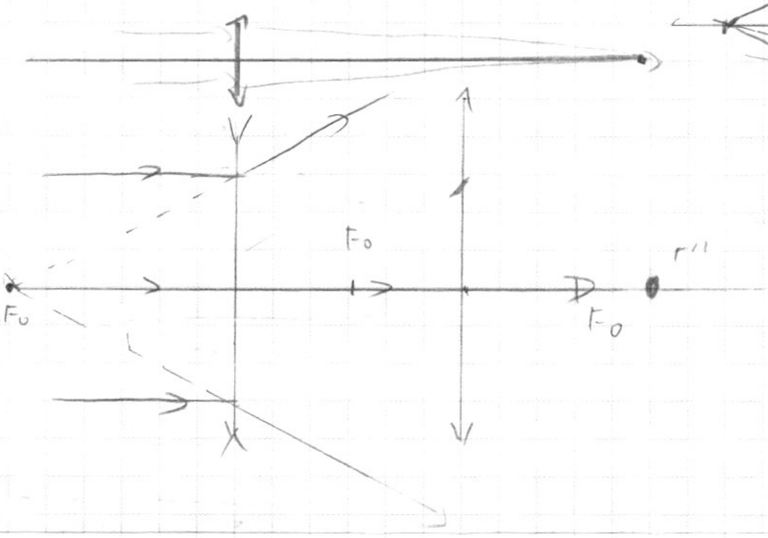
$L_1 I$



$\Gamma = \frac{f}{d}$

да в все лучи следом (чисто?)





$U_1 \sin\alpha = U_2 \sin\beta$ $\frac{\sqrt{5}}{4}$ $= 3,2$

$U_{отн1} \sin 4 = U_2 \sin\beta$

$\downarrow U_1 \cos\alpha$ $\uparrow U_2 \cos\beta$ $\uparrow u$

$\cos\alpha = \sqrt{\frac{5}{9}}$ $\cos\beta = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$

~~$U_{отн1} = U_{отн}$~~ $L =$

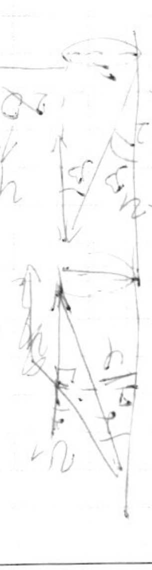
При другом удар:

$\downarrow U_1 \sin\alpha$ $\uparrow U_2 \sin\beta - u$

$U_1 \sin\alpha + u = U_2 \sin\beta - u$

$2u = U_2 \cos\beta - U_1 \cos\alpha$

$u = \frac{U_2 \cos\beta - U_1 \cos\alpha}{2}$



$\frac{20 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \frac{2}{3}}{2} = 0$

$\frac{80 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}}{2} = \frac{16 - 6\sqrt{3}}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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