Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

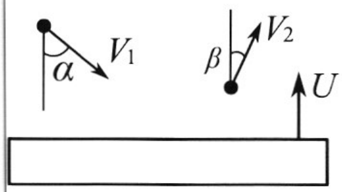
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{1}{2}\right)$ 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.

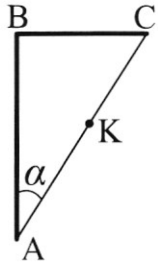
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

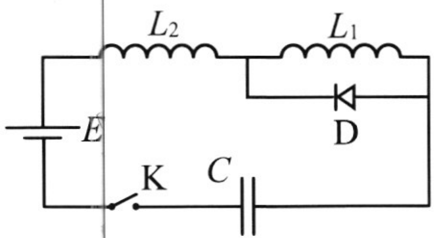
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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 $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. 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 $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, 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_1.

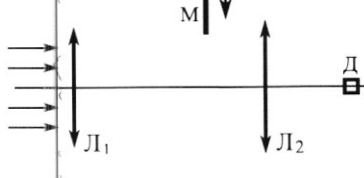


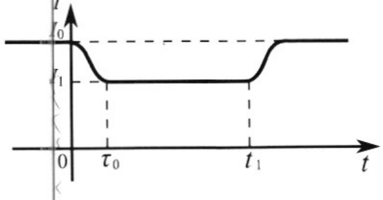
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





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

1 Дано:

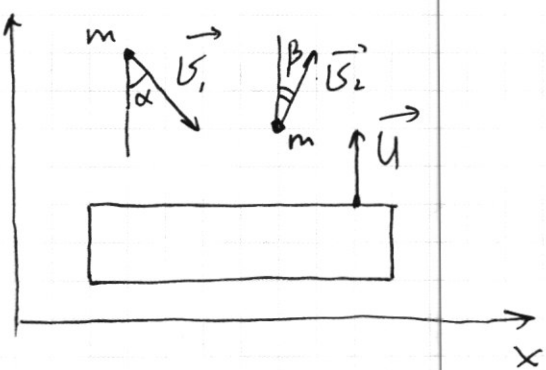
$v_1 = 8$ м/с

α $(\sin\alpha = \frac{3}{4})$

β $(\sin\beta = \frac{1}{2})$

1) v_2 - ?

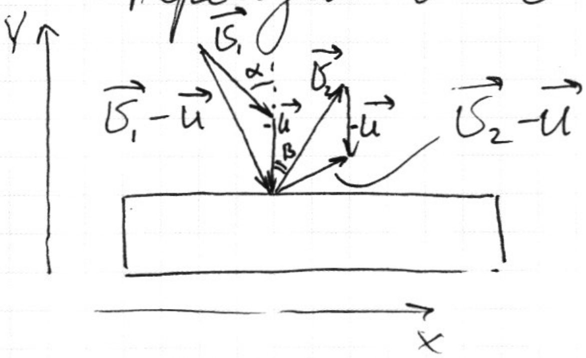
2) u - ?



По ЗСИ по оси X: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \frac{3\cdot 2}{4} = \frac{3}{2} v_1 = 12 \text{ м/с}$$

Перейдём в СО плиты:



При ~~идеально~~ абсолютно упругом ударе по ЗСИ:

ось Y:

$$m(v_1\cos\alpha + u) = (v_2\cos\beta - u)m$$

$\Rightarrow$ при неупругом ударе:

$$v_1\cos\alpha + u > v_2\cos\beta - u$$

$$u > \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2}$$

$$u > 3\sqrt{3} - \sqrt{7} \text{ (м/с}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{9}{16}\right)} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

$$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

При абсолютно неупругом ударе:

$$v_2\cos\beta - u = 0 \quad \Rightarrow v_2\cos\beta - u > 0$$

$u < v_2 \cos\beta$

$u < 6\sqrt{3}$ (м/с)

2) $\frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} < u < v_2\cos\beta$

$(3\sqrt{3} - \sqrt{7})\left(\frac{м}{с}\right) < u < 6\sqrt{3}\left(\frac{м}{с}\right)$

Ответ: 1) $v_2 = 12 \frac{м}{с}$

2) $(3\sqrt{3} - \sqrt{7})\frac{м}{с} < u < 6\sqrt{3} \ \frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(2) Дано:

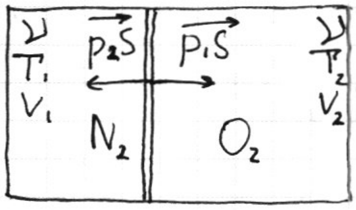
$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300K$

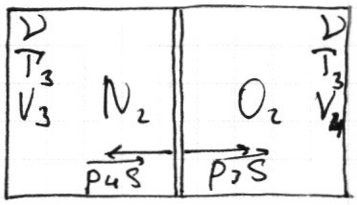
$T_2 = 500K$

$c_V = \frac{5}{2}R$

$R = 8{,}31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot K}$



↓



1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ?

2) T_3 - ?

3) ΔQ - ?

Ур-е Менделеева-Клапейрона:

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$p_1 S = p_2 S$ (по II з. Ньютона)

1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2 \nu R T_1}{p_1 \nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$

$p_3 S = p_4 S$ (по II з. Ньютона)

$\Rightarrow p_3 = p_4 \Rightarrow \frac{\nu R T_3}{V_3} = \frac{\nu R T_3}{V_4} \Rightarrow V_3 = V_4$

$V_1 + V_2 = V_3 + V_4 = V \Rightarrow V_3 = V_4 = \frac{V}{2}$; $V_1 = \frac{3}{8}V$; $V_2 = \frac{5}{8}V$

$\cancel{\frac{\nu R T_1}{p_1} + \frac{\nu R T_2}{p_2} = 2\frac{\nu R T_3}{p_3}}$

$\cancel{\frac{T_1 + T_2}{p_1} = 2\frac{T_3}{p_3}}$

$\cancel{p_1 = \frac{\nu R T_1}{\frac{3}{8}V}; \quad p_3 = \frac{\nu R T_3}{\frac{1}{2}V} \Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{\frac{3}{8}T_3}{\frac{1}{2}T_1} = \frac{3}{4}\frac{T_3}{T_1}}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$\cancel{T_3 = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{3}{4} T_3}$

$\Delta Q = \Delta U + A$ (из первого начала термодинамики)

$\Delta Q = c_V \nu (T_2 - T_3) + A_2 = c_V \nu (T_3 - T_1) + A_1$

(т.к. система теплоизолирована)

для любого момента времени:

$V_2 - V_4 = V_3 - V_1$ ~~$\frac{1}{8}V$~~, $p_1 = p_2$, $p_3 = p_4$

~~=> единична~~

$\Rightarrow A_1 = A_2$

$\Rightarrow c_V \nu (T_2 - T_3) = c_V \nu (T_3 - T_1)$

2) $T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400\,K$

$p_3 = \frac{\nu R T_3}{\frac{1}{2} V} = \frac{\nu R}{V} \cdot 800K$

$p_1 = p_2 = \frac{\nu R T_1}{\frac{3}{8} V} = \frac{\nu R}{V} \cdot 800K$

$\Rightarrow p_1 = p_2 = p_3$ процесс изобарный

3) $\Rightarrow \Delta Q = c_V \nu (T_2 - T_3) + p_1 (V_3 - V_1) =$

$= \frac{5}{2} R \nu (T_2 - T_3) + \frac{\nu R T_3}{1} - \nu R T_1 =$

$= \nu R \left(\frac{5}{2} T_2 - \frac{3}{2} T_3 - T_1 \right) =$

$= \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \left(\frac{5}{2} \cdot 500 - \frac{3}{2} \cdot 400 - 300 \right) =$

$= \frac{3 \cdot 8{,}31}{7} \cdot 350 = 150 \cdot 8{,}31 = 1246{,}5$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$ 2) $T_3 = 400K$ 3) $\Delta Q = 1246{,}5$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3 Дано:

$AB \perp BC$

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

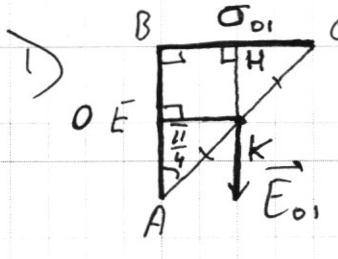
$\frac{E_{03}}{E_{01}}$ - ?

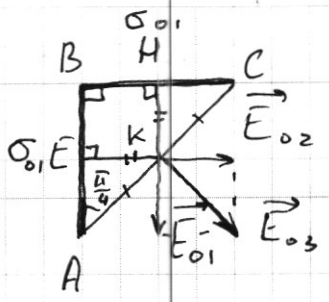
2) $\sigma_1 = 2\sigma$; $\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{7}$

E_{12} — ?

1)





$$\vec{E}_{03} = \vec{E}_{01} + \vec{E}_{02}$$

$AB = BC$

$\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow$ ~~AE = KE, CH = KH~~

$(KH \perp BC, KE \perp AB)$

$\Rightarrow KE = KH = \frac{AB}{2} = \frac{BC}{2}$

(по свойству средней линии треуг-ка)

~~$\frac{E_{02}}{E_{01}} = \frac{\sigma_{01}}{(KE)^2}$~~

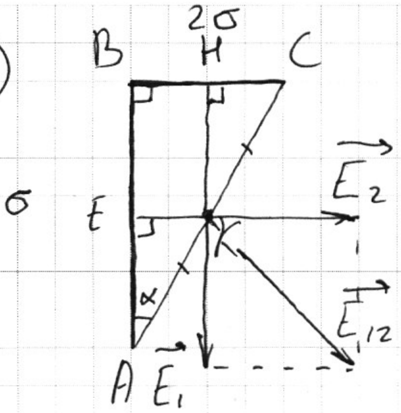
$$\frac{E_{02}}{E_{01}} = \frac{(KH)^2}{(KE)^2} = 1$$

$\Rightarrow E_{01} = E_{02}$; $\vec{E}_{01} \perp \vec{E}_{02}$ $(AB \perp BC)$

$\Rightarrow E_{03} = \sqrt{E_{01}^2 + E_{02}^2} = \sqrt{2}\, E_{01}$

$$\frac{E_{03}}{E_{01}} = \sqrt{2}$$

2)



$\alpha = \frac{\pi}{7}$

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\frac{\pi}{7} = \frac{BC}{AB}$$

$$KE = \frac{BC}{2}, \quad HK = \frac{AB}{2}$$

(как ср. линии)

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\frac{\pi}{7} = \frac{KE}{HK}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(KE)^2}{(HK)^2} = \operatorname{tg}^2\frac{\pi}{7}$$

$$E_{12} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = E_1\sqrt{1 + \operatorname{tg}^4\frac{\pi}{7}}$$

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

$$E_{12} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{1 + \operatorname{tg}^4\frac{\pi}{7}}$$

Ответ:

1) $\frac{E_{03}}{E_{01}} = \sqrt{2}$

2) $E_{12} = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^4\frac{\pi}{7}}\,\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

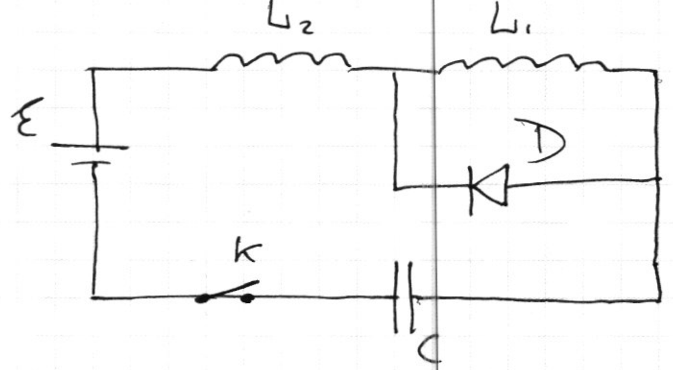
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) Дано:
$\mathcal{E}$, $L_1 = 2L$, $L_2 = L$
C, $U_{c0} = 0$, $I_0 = 0$

1) T - ?
2) I_{M1} - ?
3) I_{M2} - ?



По ЗСЭ:
$W_н + A = W_к + Q^{=0}$ (ни на одном эл-те цепи тепло не выделяется)

$0 + \mathcal{E}(CU_{c1} - 0) = \frac{L_1 I_{M1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{M1}^2}{2} + \frac{CU_{c1}^2}{2}$

$C(2\mathcal{E}U_{c1} - U_{c1}^2) = I_{M1}^2(L_1 + L_2)$

$f(U_{c1}) = 2\mathcal{E}U_{c1} - U_{c1}^2$ квадр. ф-я, график парабола ветвями вниз
=> макс. зн-е в вершине параболы

$\frac{-(4\mathcal{E}^2 + 4\cdot 0\cdot(-1))}{-1\cdot 4} = \mathcal{E}^2$ макс. значение

2) $\Rightarrow I_{M1}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_1 + L_2}$ $\Rightarrow I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$

По ЗСЭ: $W_н + A = W_к + Q$

$\frac{L_2 I_{M2}^2}{2} + \frac{CU_{c2}^2}{2} + \mathcal{E}(0 - CU_{c2}) = 0$ (ток течёт через диод, но не через L_1, $U_D = U_{L1} = 0$)

$L_2 I_{M2}^2 = C(2\mathcal{E}U_{c2} - U_{c2}^2)$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Аналогично

$$L_2 I_{m2}^2 = C\mathcal{E}^2$$

3) $I_{m2}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_2} \Rightarrow I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\mathcal{E} = L_2 \dot{I}_1 + L_1 \dot{I}_1 + U_{C1}, \quad I_0 = 0 \Rightarrow$$

$$\mathcal{E} = L_2 \ddot{q}_1 + L_1 \ddot{q}_1 + \frac{q_1}{C} \quad \Big| :(L_1 + L_2)$$

$$\cancel{\frac{q_1}{L_2}} \frac{q_1}{(L_1+L_2)C} + \ddot{q}_1 - \mathcal{E} = 0$$

$$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$$

(если бы диода не было)

$$\mathcal{E} = L_2 \dot{I}_2 + U_{C2}$$

$$\mathcal{E} = L_2 \ddot{q}_2 + \frac{q_2}{C} \quad \Big| : L_2$$

$$\frac{q_2}{CL_2} + \ddot{q}_2 - \mathcal{E} = 0$$

$$\Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{CL_2}} \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{CL_2}$$

(если бы в цепи не было диода и L_1)

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

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

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right)$

2) $I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$

3) $I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

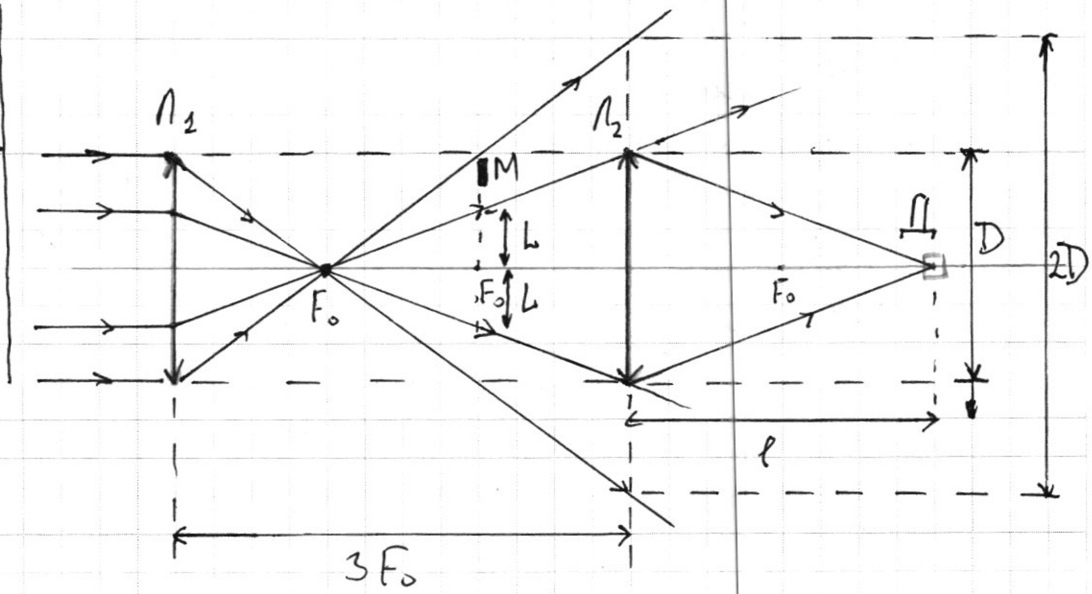
5 Дано:

F_0, τ_0, D

1) ℓ – ?

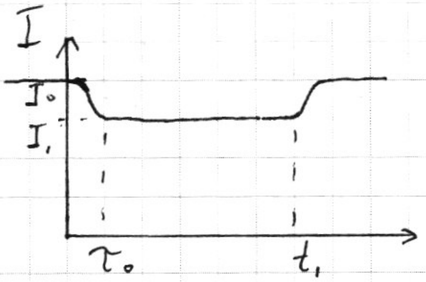
2) v – ?

3) t_1 – ?



После прохождения $Л_1$ все лучи соберутся в её правом фокусе, расстояние до $Л_2$ от этой точки $2F_0$

$$\Rightarrow \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{\ell} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow 1)\ \ell = 2F_0$$



Поперечное увеличение в плоскости $Л_2$

$$Г_0 = \frac{2F_0}{F_0} = 2 \quad \left(\begin{array}{l} D_1 = 2D \\ D_1 \text{ – ширина пучка в пл-сти } Л_2 \end{array} \right)$$

$\Rightarrow \frac{1}{2}$ ~~пучок~~ пучка лучей на $Л_2$ не попадает

На Д приходят лишь прошедшие через $Л_2$ лучи ($Л_2$ – собирающая)

Поперечное увел-е на $2F_0$ от $Л_1$ $\quad Г_1 = \frac{F_0}{F_0} = 1$

~~$\Rightarrow L = D\frac{F_1}{F_0} = \frac{D}{2}$~~

☐ черновик ☑ чистовик

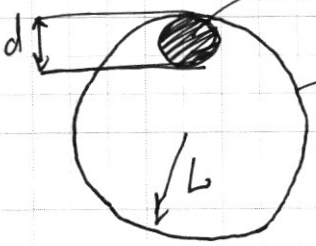
(Поставьте галочку в нужном поле)

$\Rightarrow \quad L = \left(D \frac{\Gamma_1}{\Gamma_0}\right)/2 = \frac{D}{4}$ расст-е от опт. оси,

на кот. шайба начинает перекрывать ~~све~~ лучи, попадающие на Д

$\cancel{d = \frac{I_1}{I_0} \cdot 2L = \frac{3}{4} \cdot \frac{D}{2} = \frac{3}{8} D}$ ~~диаметр~~

шайба



пучок, попадающий на $П_2$

$$I \sim S_{пучка}$$

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{\pi L^2}{\pi L^2 - \pi \frac{d^2}{4}}$$

$$\cancel{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} = 1 - \frac{d^2}{4L^2}$$

$$d^2 = 4L^2\left(1 - \frac{3}{4}\right) = L^2$$

$$\Rightarrow d = L = \frac{D}{4}$$

2) $\upsilon = \frac{d}{(\tau_0 - 0)} = \frac{D}{4\tau_0}$

3) $t_1 = \cancel{\upsilon}\frac{(2L - d)}{\upsilon} = \frac{D}{4}\frac{1}{\upsilon} = \cancel{\frac{D^2}{16\tau_0}} = \frac{D 4\tau_0}{4D} = \tau_0$

Ответ: 1) $l = 2F_0$

2) $\upsilon = \frac{D}{4\tau_0}$

3) $t_1 = \tau_0$

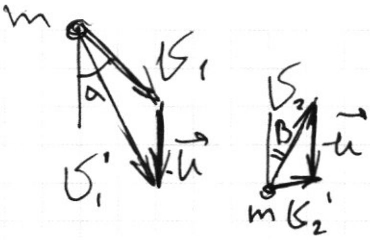
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\cancel{\upsilon_1 \cos}$

$\cancel{m(\upsilon_1 + u)}$

$\cancel{m}(\upsilon_1\cos\alpha + u) = \cancel{m}(\upsilon_2\cos\beta - u)$

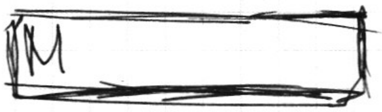
$\upsilon_1\cos\alpha + 2u = \upsilon_2\cos\beta$

$2u \leq \upsilon_2\cos\beta - \upsilon_1\cos\alpha$

$u \leq \frac{1}{\cancel{2}}\left(\frac{3}{2}\cdot 8\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 8\cdot\frac{\sqrt{5}}{4}\right) =$

$3\sqrt{3} - \sqrt{5}$

$u \geq$



$-m(\upsilon_1\cos\alpha + u) + M\cdot 0 =$

$= m(\upsilon_2\cos\beta - u) + M\cdot u'$

$1250 - 600 - 300 =$

$= 350$

$V_1 + V_2 = V_3 + V_4 = V$

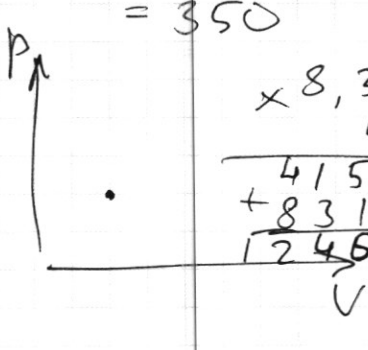
$\leftarrow$

$\frac{\cancel{\nu} RT_1}{p_1} + \frac{\cancel{\nu} RT_2}{p_2} = 2\frac{\cancel{\nu} RT_3}{p_3}$

$\frac{T_1 + T_2}{p_1} = \frac{2T_3}{p_3}$

$\cancel{2}\,|\,3$

Γ''



$\begin{array}{r} \times\, 8,31 \\ 150 \\ \hline 41550 \\ +\,831 \\ \hline 124650 \end{array}$

$p_1 =$

$V_3 = \frac{V}{2}$

$\cancel{V_2 + \frac{3}{5}V_2 = V}$

V_2

$V_1 + \frac{5}{3}V_1 = V$

$V_1 = \frac{3}{8}V$

$\mathcal{E} = 2L\dot{I} + U_c$

$\mathcal{E} = L\dot{I} - U_c$

$U_c = L\dot{I} - \mathcal{E}$

$p_1 = \frac{\nu RT_1}{\frac{3}{8}V} = \frac{\nu RT_2}{\frac{5}{8}V}$

$p_3 = \frac{\nu RT_3}{\frac{1}{2}V}$

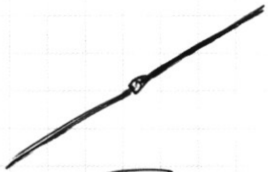
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$p_1 =$



$q = \sigma \pi r^2$

$\frac{q}{S} = \frac{\sigma}{d^2}$

$\frac{q}{S} = \frac{\sigma}{\pi r^2} = \sigma$

$5 \cdot 250 + 600 - 300$

$1250 + 300 = 1550$

$\frac{p_3}{p_1} = \frac{3}{4}\frac{T_3}{T_1}$

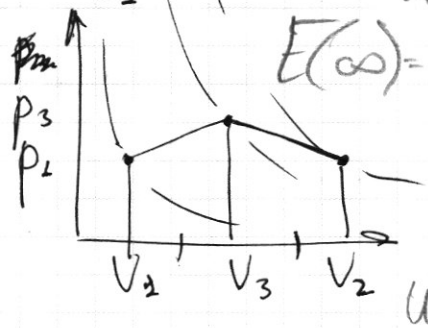
$\frac{p_4}{p_2} = \frac{\frac{5}{8}T_3}{\frac{1}{2}T_1} = \frac{5}{4}\frac{T_3}{T_1}$

$\frac{p_4 \cdot \cancel{p_1}}{p_3 \cdot \cancel{p_2}} = \frac{5}{4}\frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{4}{3}\frac{T_2}{T_3}$

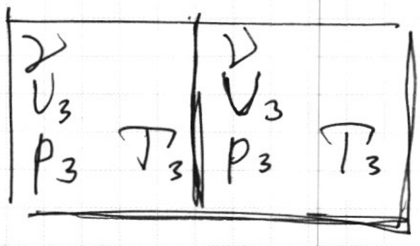
$\frac{p_3^2}{p_1^2} = \frac{15}{16}\frac{T_3^2}{T_1 T_2}$

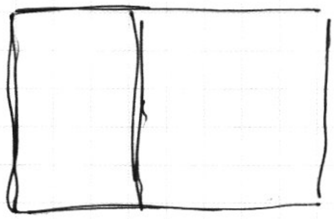
$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E(\infty) = 0$



$U = Ed$





$\frac{V}{2} p_3 = \nu R T_3$

$\frac{3}{8} V p_1 = \nu R T_1 \Leftrightarrow V \frac{5}{8} p_1 = \nu R T_2$

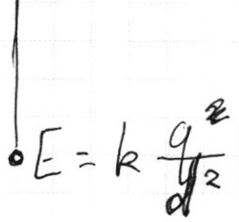
$\sigma = \frac{q}{S}$

$\Delta Q = \Delta U + A$

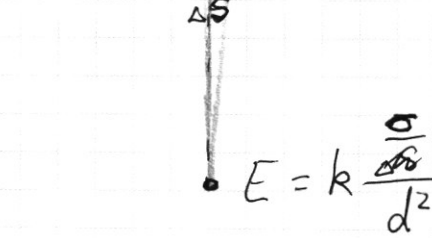
$\Delta Q = c_V \nu (T_3 - T_1) + \frac{p_1 + p_3}{2}(V_3 - V_1) =$

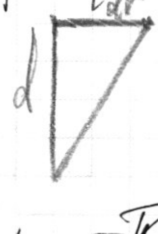
$= c_V \nu (T_3 - T_2) + \frac{p_1 + p_3}{2}\left|(V_3 - V_2)\right|$

$q = \sigma \frac{dS}{2}$



$\sigma = \frac{q}{S}$





$E = k\frac{\sigma\, dS}{d^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 d^2}\,\sigma \pi d r^2$

☑ 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

5 Дано:

F_0, D, $D \ll F_0$

$W_н + A = W_к + Q$ $= 0$

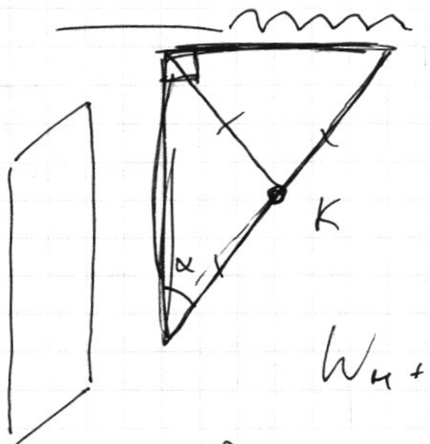
0 $=$ $=$

$\mathcal{E}(CU_c - 0)$ $\frac{CU_c^2}{2}$

$\mathcal{E}CU_c = \frac{CU_c^2}{2}$

$U_c = 2\mathcal{E}$

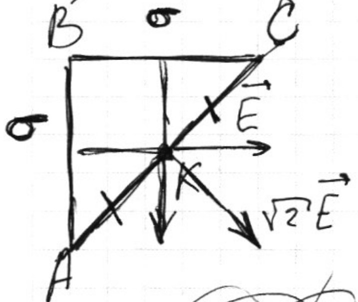
ωL [c]



$\frac{L}{C}$ $\frac{1}{\omega C}$ $[c]$

$\frac{1}{LC}$

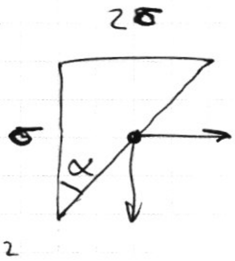
$W_н + A = W_к$



$0 + \mathcal{E}(CU_{c1} - 0) = \frac{L_1 I_{m1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{m1}^2}{2} + \frac{CU_{c1}^2}{2}$

$2\mathcal{E}CU_{c1} = (L_1 + L_2) I_{m1}^2 + CU_{c1}^2$

$C(2\mathcal{E}U_{c1} - U_{c1}^2) = (L_1 + L_2) I_{m1}^2$



$\frac{-(4\mathcal{E}^2 + 0)}{4 \cdot (-1)} = \mathcal{E}^2$

$C\mathcal{E}^2 = (L_1 + L_2) I_{m1}^2$

$I_{m1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_1 + L_2}$

$E = \frac{F}{q} = k\frac{q}{d^2}$ $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{S 2\varepsilon_0}$ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{d^2}$

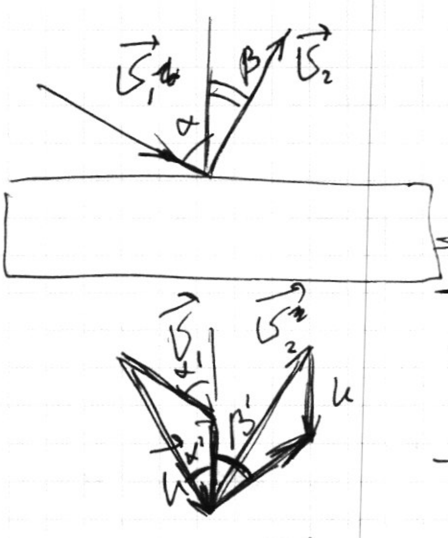
$\frac{C4\mathcal{E}^2}{2} + \mathcal{E}(CU_{c2} - C2\mathcal{E}) = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2} + \frac{CU_{c2}^2}{2}$

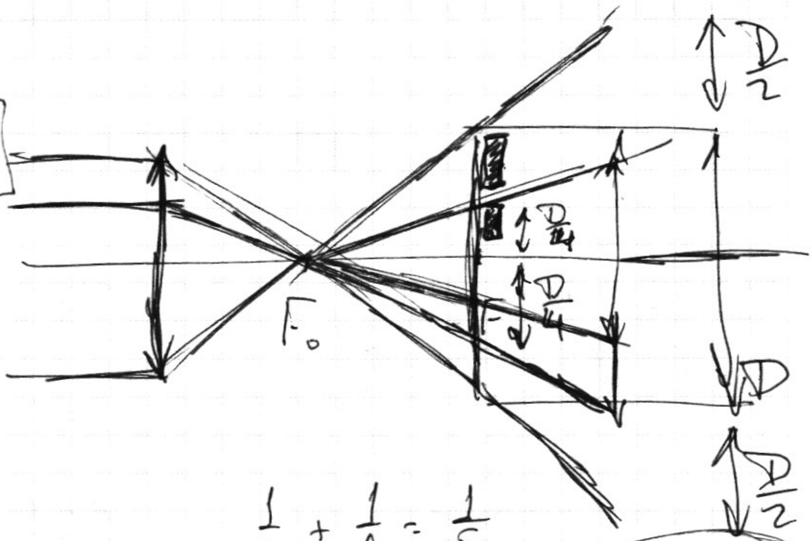
$4C\mathcal{E}^2 + 2C(2\mathcal{E}U_{c2} - 2\mathcal{E}^2 - U_{c2}^2) = L_2 I_{m2}^2$

$\frac{-(4\mathcal{E}^2 - 4 \cdot 2\mathcal{E}^2)}{-4} = \mathcal{E}^2 - 2\mathcal{E}^2$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)





$\alpha' = \beta'$

$\upsilon_1 \overset{\sin}{\cos}\alpha = \upsilon_2 \overset{\sin}{\cos}\beta$

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

$2u \geq \upsilon_2 \cos\beta - \upsilon_1 \cos\alpha$

$\cancel{m(\upsilon_1 \sin\alpha + u) = 0}$

$\cancel{m}(\upsilon_2 \sin\beta - u) > 0$

$\upsilon_2 \sin\beta > u$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0}$

$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0}$

$\frac{3}{4}\frac{D}{2} = \frac{3}{8}D$

$\frac{1}{b} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0}$

$\frac{1}{b} = \frac{2-1}{2F_0}$

$b = 2F_0$

τ_0

$\frac{3}{8}D$

$\upsilon = \frac{\frac{3}{8}D}{\tau_0}$

$\frac{\overset{6}{\cancel{12}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} - \overset{2}{\cancel{8}} \cdot \frac{\sqrt{7}}{\cancel{4}}}{2} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

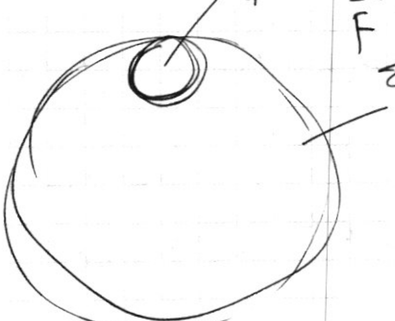
$t_1 = \frac{\left(\frac{D}{2} - \frac{3}{8}D\right)}{\upsilon} = \frac{D\tau_0}{8\frac{3}{8}D} = \frac{\tau_0}{3}$

$12\frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}$

$\frac{\pi d^2}{4}$

$\frac{1}{F} = -\frac{1}{F} + $

$\frac{\pi D^2}{4}$



☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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