Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

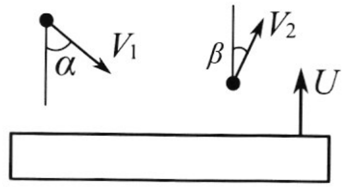
Класс 11

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.

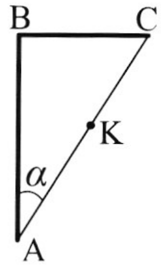
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 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?

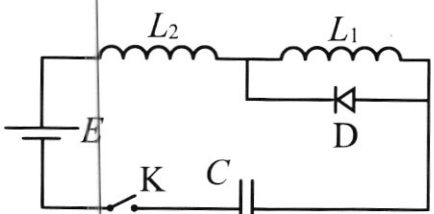
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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

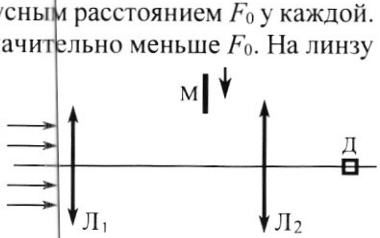


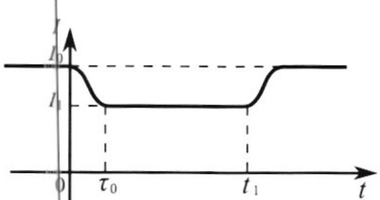
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

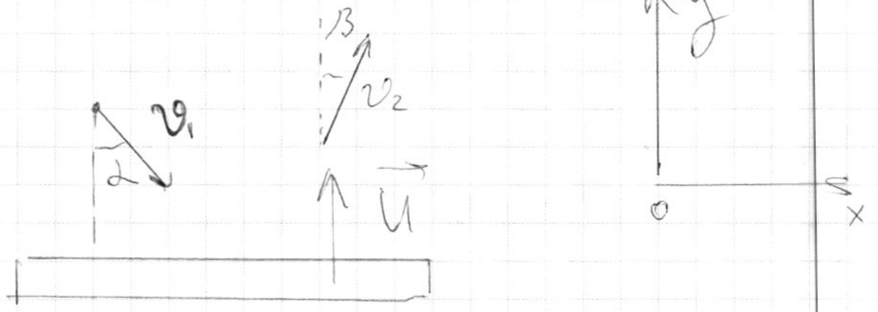
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{16}}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\cos B = \frac{\sqrt{3}}{2}$

1) Так как пластина гладкая

$F_{тр} = 0$

Значит $v_x = const$

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin B$

$\frac{3}{4} v_1 = \frac{1}{2} v_2$

$v_2 = \frac{3}{2} v_1 = \frac{3}{2} \cdot 8 = 12$ (м/с)

2) $|v_{1y}| = v_1 \cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4} v_1 = 2\sqrt{7}$ (м/с)

$v_{2y} = v_2 \cos B = \frac{\sqrt{3}}{2} v_2$

Если бы удар был абсолютно неупругий то $v_{2y} = u$ значит это крайнее максимальное значение скорости плиты т.к. $u \leq v_{2y}$ т.к. плита не может обогнать шарик (Шарик не может пройти сквозь плиту).

$u \leq \frac{\sqrt{3}}{2} v_2$

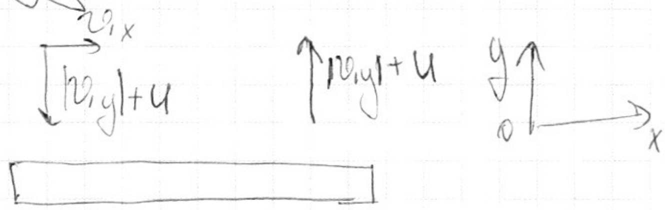
$u \leq 6\sqrt{3}$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Если бы вся энергия сохранилась и удар был бы упругим, это случай минимально возможной скорости плиты для существования такой ситуации, описанной в задаче.

Перейду в С.О. плиты.

$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{u}$



Это абсолютно упругий удар об стенку значит $|v_y| = const$ только меняет знак

Перейду в лаб С.О.

$$v_{2y} = |v_{1y}| + 2u$$

Т.е. в задаче $2u + |v_{1y}| > v_{2y}$ так как удар неупругий

$$u > \frac{1}{2}(v_{2y} - |v_{1y}|) = \frac{1}{2}(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$$

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

$$3\sqrt{3} - \sqrt{7} < u \leq 6\sqrt{3} \quad (м/с)$$

Ответ: 1) $v_2 = 12$ м/с

2) $3\sqrt{3} - \sqrt{7} < u \leq 6\sqrt{3}$ м/с

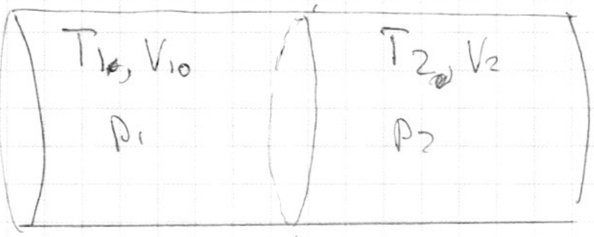
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 Азот Кислород $C_V = \frac{5}{2}R$

$\nu_1 = \nu$ $\nu_2 = \nu$

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$



1) $\frac{V_{10}}{V_{20}}$

2) T_K

3) $Q - ?$

1) Так как поршень двигается без трения то $\underline{p_1 = p_2}$ Клейперон-Менделеев для газов.

$$\left.\begin{aligned} p_1 V_{10} &= \nu R T_1 \\ p_2 V_{20} &= \nu R T_2 \end{aligned}\right) \div$$

$$\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5} = 0{,}6$$

2) Когда все процессы перенос тепла завершатся т.к. установится T_K при этом $p_{Азот} = p_{кислород}$ в любой момент

$$\left.\begin{aligned} p_1' V_1' &= \nu R T_K \\ p_2' V_2' &= \nu R T_K \end{aligned}\right) \div \implies V_1' = V_2'$$

Для Азота: $Q_1 = A_{г1} + \underbrace{\frac{5}{2}\nu R}_{C_V}(T_K - T_1)$

Для кислорода $Q_2 = A_{г2} + \frac{5}{2}\nu R(T_K - T_2)$

Так как сосуд внешне теплоизолирован то $Q_1 = -Q_2$

При этом $p_{Азот} = p_{кислород}$ в любой момент времени

и $dV_{Азот} = -dV_{кислород}$ т.к. $V_{Азот} + V_{кислород} = const$

$dA = p\,dV$

Значит $dA_{азот} = -dA_{кислород}$

$A_1 = -A_2$

$Q_1 + Q_2 = 0$

$A_1 + \frac{5}{2}\nu R(T_K - T_1) + A_2 + \frac{5}{2}\nu R(T_K - T_2) = 0$

$\cancel{A_1 - A_1} + \frac{5}{2}\nu R(2T_K - T_1 - T_2) = 0$

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

3) $p_1V_1 = \nu RT_1$ $p_2V_2 = \nu RT_2$

$dQ_{N_2} = p_{N_2}dV_{N_2} + \frac{5}{2}R\nu\,dT_{N_2}$ Азот N_2

$dQ_{O_2} = p_{O_2}dV_{O_2} + \frac{5}{2}R\nu\,dT_{O_2}$ + кислород O_2

$dQ_{N_2} + dQ_{O_2} = 0$

$0 = \cancel{p_{N_2}dV_{N_2} + p_{O_2}dV_{O_2}} + \frac{5}{2}R\nu(dT_{N_2} + dT_{O_2}) = 0$

$p_{N_2} = p_{O_2}$ $dV_{N_2} = -dV_{O_2}$

$dT_{N_2} = -dT_{O_2}$

из клайперона менделеева

$dV = \frac{\nu R\,dT}{p} - \frac{\nu RT}{p^2}dp$ ~~подставим~~

при этом $dV_{N_2} = -dV_{O_2}$

$\frac{\nu R\,dT_{N_2}}{p_{N_2}} + \frac{\nu R\,dT_{O_2}}{p_{O_2}} - \frac{\nu RT_{N_2}}{p_{N_2}^2}dp_{N_2} - \frac{\nu RT_{O_2}}{p_{O_2}^2}dp_{O_2} = 0$

" 0 т.к $p_{N_2} = p_{O_2}$ $dT_{N_2} = -dT_{O_2}$

$T_{N_2}dp_{N_2} + T_{O_2}dp_{O_2} = 0$

$dp_{N_2} = dp_{O_2}$ т.к $p_{N_2} = p_{O_2}$ но $T_{N_2} \neq T_{O_2} \neq 0$, $T_{N_2} \neq 0$

Значит $dp_{N_2} = dp_{O_2} = 0$ $p = const$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Значит процесс изобарический

$$Q = Q_{N_2} = p(V_K - V_{10}) + \frac{5}{2}R\nu(T_K - T_1)$$

$$Q = \nu R(T_K - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_K - T_1) = \frac{7}{2}\nu R(T_K - T_1)$$

$$Q = \frac{\cancel{7}}{2}\cdot\frac{3}{\cancel{7}}\cdot 8{,}31\cdot 100 = \frac{3\cdot 831}{2} = \frac{2493}{2} = 1246{,}5 \text{ Дж}$$

кислород передал Азоту

Ответ: 1) $\frac{V_{10}}{V_{20}} = 0{,}6$

2) $T_K = 400K$

3) $Q = 1246{,}5$ Дж

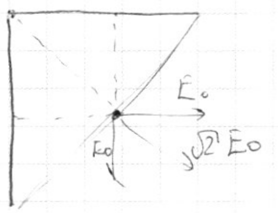
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

№3

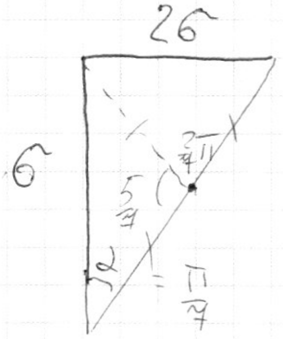
1)



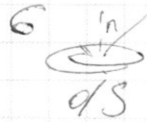
в $\sqrt{2}$

$\times 1{,}43$
$1{,}43$
429
572
143
$1{,}9{,}449$

2)



$\pi - \frac{2}{7}\pi = \frac{5}{7}\pi$

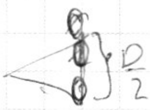


$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\sigma dS}{r^2} \cdot \cos\beta$ $d\Omega$

$\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \Omega$

за $\tau_0 = \frac{D}{4}$

$E_1 = \frac{2\sigma}{\cancel{4\pi}\varepsilon_0} \cdot \cancel{4\pi} \cdot \frac{\frac{2\cancel{\pi}}{7}}{2\cancel{\pi}}$



за $2\tau_0$ $\frac{2\sigma}{7\varepsilon\varepsilon_0}$

$E_2 = \frac{\sigma}{\cancel{4\pi}\varepsilon_0} \cdot \cancel{4\pi} \cdot \frac{\frac{5}{7}\pi}{2\pi} = \frac{5}{14} \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$

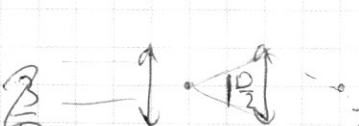
$E_0 = \sqrt{\frac{25}{14^2} + \frac{4 \cdot 4}{7^2 \cdot 4}} = \frac{\sqrt{25+16}}{14} = \frac{\sqrt{41}}{14} \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$

№4

$\pi(\sqrt{3LC} + \sqrt{LC})$ $\quad v = \frac{1}{4}\frac{D}{\tau_0}$

$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{3LI_{m1}^2}{2}$ $\quad \sqrt{\frac{1}{3}\frac{C}{L}} \cdot \mathcal{E}$

№5



$I_{m2} = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \mathcal{E}$

$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$ $\quad f = 2F_0$

$\frac{3}{4} = \frac{\frac{D^2}{4} - d^2}{\frac{D^2}{4}}$ $\quad \left(\frac{1}{4} - \frac{3}{16}\right) D^2 = d^2$ $\quad d = \frac{1}{4}D$

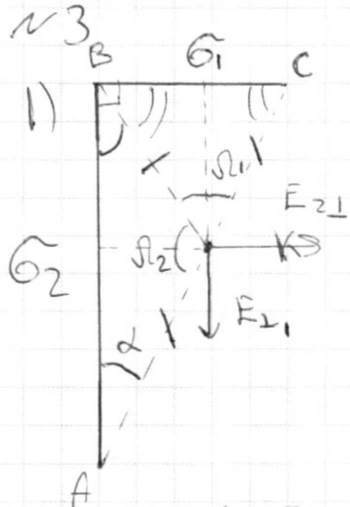
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

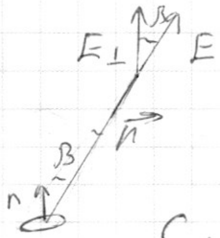
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1)



В силу симметрии положения K относительно пластины и той и другой будут существовать только компоненты поля перпендикулярные пластинам



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

$$dE_\perp = E\cos\beta$$

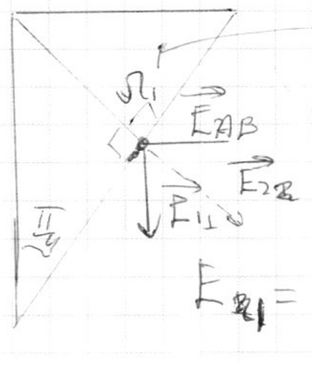
телесный угол

$$\int dE_\perp = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\cos\beta\, dS}{r^2} = d\Omega$$

$$E_\perp = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\Omega$$

E: ~~Можно разбить пространство на~~

при $\alpha = \frac{\pi}{4}$



$\Omega_1 = \frac{4\pi}{4} = \pi$ так как можем разбить пространство на 4 одинаковые области

$$E_{\perp 1} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0} = E_{BC\perp}$$

Если зарядить так же AB

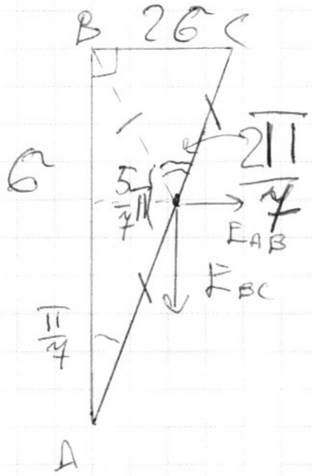
то ~~$E_1\Omega$~~ $E_{AB} = \cancel{\Omega E_1} \frac{1}{4\varepsilon\varepsilon_0}\sigma$

т.к. $\Omega_{AB} = \Omega_{BC} = \pi$

$$E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2}\ \frac{\sigma}{4\varepsilon\varepsilon_0}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$$

2)



$$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{7} = \frac{5}{14}\pi$$

$\Omega \sim$ углу

$$\Omega_{BC} = \frac{\frac{2}{7}\pi}{2\pi} \cdot 4\pi = \frac{4}{7}\pi$$

$$\Omega_{AB} = \frac{\frac{5}{7}\pi}{2\pi} \cdot 4\pi = \frac{10}{7}\pi$$

$$E_{BC} = \frac{2\sigma}{4\varepsilon_0\varepsilon\pi} \cdot \frac{4}{7}\pi = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{2}{7}$$

$$E_{AB} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{10}{7}\pi = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{5}{14}$$

$$E_0 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} \frac{\sqrt{\overset{16}{\cancel{2}}\cdot 4 + 25}}{14} = \frac{\sqrt{41}}{14}\frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

~~49~~ $\times$ ~~4~~ 196

из принципа суперпозиции $\vec{E}_0 = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$

Ответ: 1) $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2} \approx 1{,}44$

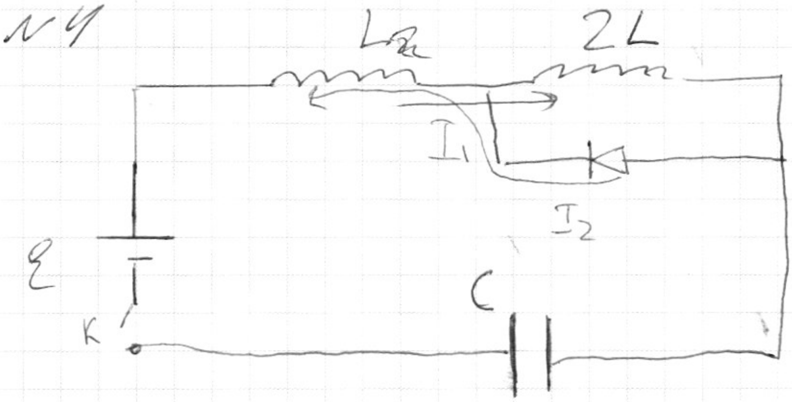
2) $E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{\sqrt{41}}{14}$

в вакууме $\varepsilon = 1$

ε_0 – диэлектрическая постоянная

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

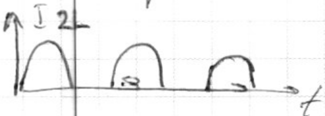


При замыкании ключа диод закр

Из кирхгофа:

1) $\mathcal{E} - 3L\ddot{q}_c = \frac{q}{C}$ $\quad \frac{q}{C} + 3L\ddot{q}_c - \mathcal{E} = 0$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$ q



Когда ток пойдет в обратную сторону диод откроется и весь ток пойдет через него и катушку L $\quad I_{2L} = 0$

$$\frac{q}{C} + L\ddot{q}_c - \mathcal{E} = 0$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

Значит ~~пер~~ Общий период это полупериода с частотой ω_1 и полупериода с частотой ω_2

$$T_0 = \pi(\sqrt{LC} + \sqrt{3LC})$$

Максимальные токи при $\frac{dI}{dt} = 0$

т.е $\mathcal{E}_{L, 3L} = 0$ $U_C = \mathcal{E}$ $q = C\mathcal{E}$

3I когда диод закрыт ток через L_2 и L_1

ЗСЭ:

$$q\mathcal{E} = \frac{3L I_{m_1}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$q = C\mathcal{E}$

$q_\mathcal{E} = q_C = CU_C$ (из закона сохранения заряда.

$$\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{3}{2}L I_{m_1}^2$$

$$I_{m_1} = \sqrt{\frac{1}{3}\frac{C}{L}}\,\mathcal{E}$$

Затем когда диод закрыт и ток только через $L_2 = L$

$$q\mathcal{E} = \frac{L I_{m_2}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}L I_{m_2}^2$$

$$I_{m_2} = \sqrt{\frac{C}{L}}\,\mathcal{E}$$

Ответ ~~$T_0 = \pi$~~

1) $T_0 = \pi(\sqrt{LC} + \sqrt{3LC})$

2) $I_{m_1} = \sqrt{\frac{C}{3L}}\cdot\mathcal{E}$

3) $I_{m_2} = \sqrt{\frac{C}{L}}\cdot\mathcal{E}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

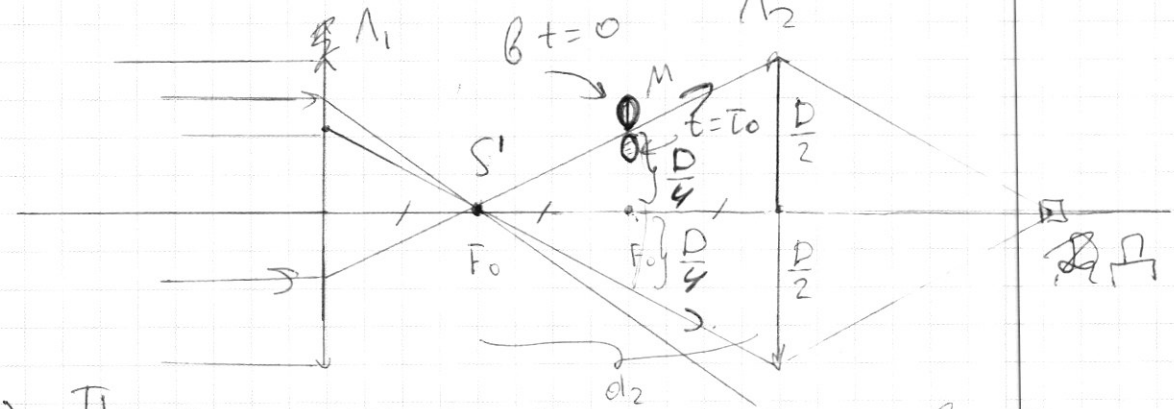
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

F_0, D, τ_0



1) Параллельные лучи соберутся в фокусе. В получится изображение S' предмет для $Л_2$

$d_2 = 2F_0$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ – формула тонкой линзы

$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{2F_0}$ $\boxed{f_2 = 2F_0}$ расстояние от $Л_2$ до Д

Так как итоговое изображение должно попасть в детектор.

2) $\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1}{S_0}$ ~~$S = \pi d$~~ $S = \pi \frac{D_0^2}{4}$

из условия т.к $I \sim S$ т.к I в сечении постоянна.

В момент начала снижения тока

Край мишени начинает преграждать путь лучам, в момент τ_0

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Каждая точка мишени преграждает путь какому-то лучу попадающему в Д путь

т.к. ~~площадь~~ ~~пол~~ диаметр пучка там $\frac{D}{2}$ из подобия

$$\frac{I_1}{I_0} = \cancel{\frac{D^2 - d^2}{D^2}} \quad \frac{\frac{D^2}{4} - d^2}{\frac{D^2}{4}} = \frac{3}{4}$$

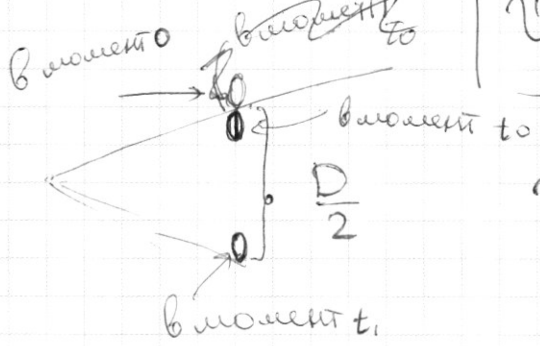
$$\cancel{\frac{1}{4}D^2 = d^2} \qquad \frac{D^2}{4} - d^2 = \frac{3}{16}D^2$$

$$\cancel{d = \frac{D}{2}} \qquad d^2 = \frac{1}{16}D^2$$

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

Значит за время τ_0 мишень сместилась на $d = \frac{D}{4}$ $\quad v\tau_0 = \frac{D}{4}$

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



$$vt_1 = \frac{D}{2}$$

$$t_1 \quad \frac{D}{2v} = 2\tau_0$$

Ответ: 1) $F_2 = 2F_0$

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

3) $t_1 = 2\tau_0$

$dA = p_1\, dV_1$

$p_1 V = \nu R T_1$ $\quad$ $p_1 dV_1 + V_1 dp_1 = \nu R dT_1$

$V_1 T_2 = V_2 T_1$

$dQ = \frac{5}{2}\nu R dT + p dV = \frac{5}{2}\nu R dT_1 + \nu R dT_1 - V_1 dp_1$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$V_1 + V_2 = V_0$

$dQ = pdV + \frac{5}{2}\nu R dT$

$V = \frac{\nu R T}{p}$

$\nu R dT + \frac{\nu R T}{p} dp + \frac{5}{2}\nu R dT$

$0 = \frac{T_1 dp_1}{p_1} + \frac{T_2 dp_2}{p_2}$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$ $\quad$ $p_1 = p_2$ $\quad$ $dp_1 T_1 + dp_2 T_2$

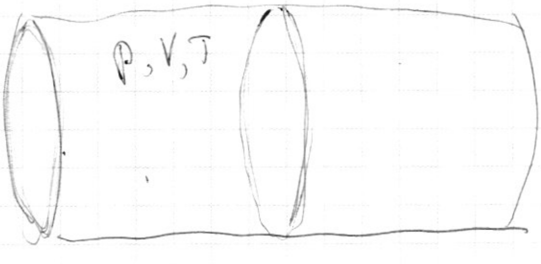
$p_2 V_2 = \nu R T_2$ $\quad$ $T_1 \neq T_2$

$dp_1 = 0$

$\frac{5}{2}(p_1 V_1 + p_2 V_2) = const$

$\cancel{p_1 dV_1 + dp_1}$

$\cancel{p_2 dV}$



$pV = \nu R T$

$p = \nu R \frac{T}{V}$

1) $\frac{3}{4} v_1 = \frac{1}{2} v_2$ $\quad$ $v_2 = \frac{3}{2} v_1 = 3 \cdot 4 = 12$ м/с

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\quad$ $u < \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot v_2$ $\quad$ $6\sqrt{3}$

$\sqrt{\frac{16-9}{4}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$2\sqrt{7} + 2u = 6\sqrt{3}$

$u = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

12465

$\frac{2}{?} \cdot 8{,}31 \cdot 100 \cdot \frac{3}{2}$ $\quad$ $3 \cdot 831 = 2493$

$2T_k = T_1 + T_2$

$T_k - T_1 = -(T_k - T_2)$

$dT_1 = -dT_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5} = 0{,}6$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{dQ =} \; pdV + \frac{3}{}$

$p\cancel{V} = \nu RT$

$dA_n = pdV$

$V_1 + V_2 = const$

$dV_1 = -dV_2$

$dA_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1} dV_1$

$p_1 dV_1 + V_1 dp_1 = \nu R dT_1$

$dA_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} dV_2$

$\cancel{\frac{\nu RT}{V}} \cancel{d} V$

$p_2 dV_2 + V_2 dp_2 = \nu R dT_2$

$dA = \nu R dT_1 - Vdp_1$

$\cancel{V_2 dp_2 + V_2 dp_2}$

$dQ = pdV + \frac{5}{2}\nu R dT$

$p_1 = p_2$

$p_1 dV_1 + V_1 dp_1 = \nu R dT_1$

$pV = \nu RT$

$dp = \frac{\nu R dT}{V} - \frac{\nu RT}{V^2} dV$

$p_1 dV_1 + \frac{5}{2}\nu R dT_1$

$\frac{\nu RT}{V} dV + V \cdot \frac{\nu R dT}{V} - \frac{\nu RT}{V^2} \cancel{dV} = \nu R dT$

$+ \cancel{p_2 dV_2} + \frac{5}{2}\nu R dT_2 = 0$

$dT_1 = -dT_2$

$p_1 dV_1 + Vdp_1 = -\cancel{p_2 dV_2} - V_2 dp_2$

$V_1 dp_1 + V_2 dp_2 = 0$

$dV_1 + dV_2 = 0$

$\cancel{p_2} \quad \frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2}$

$dA = pdV = \frac{\nu RT}{V_1} dV = \frac{\nu RT}{V_0 - V_2} dV_1$

$T_1 V_2 = T_2 V_1$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)