Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

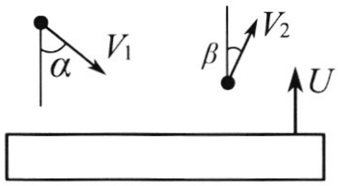
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



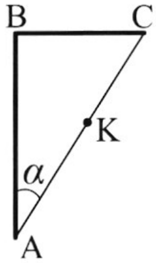
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ 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 гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

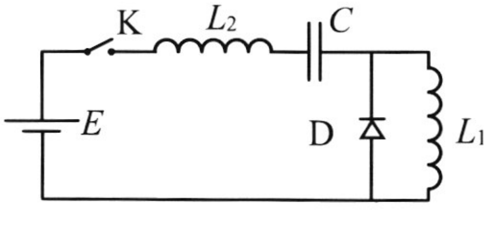
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

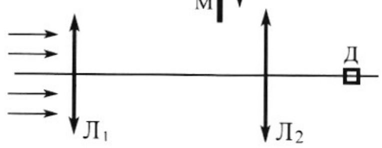
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

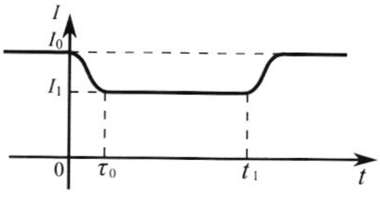
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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 F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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)»

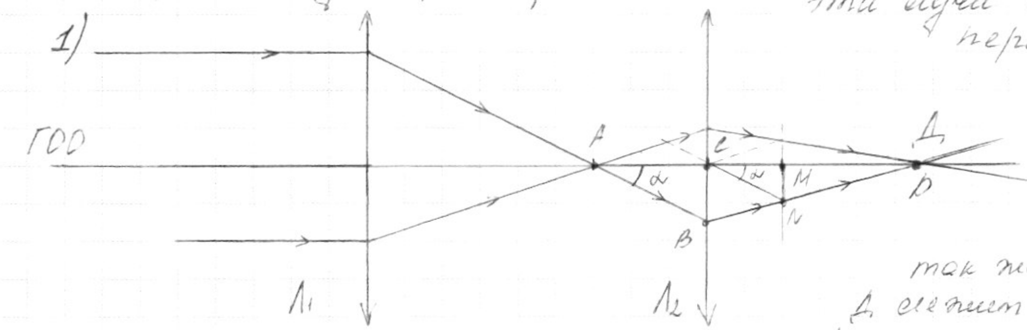
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Построим ход пары лучей.

1)



Эти лучи однозначно пересекаются на ГОО, т.к. существует луч, прошедший через центры обеих линз, который так же попадает в Д, => Д лежит на этом ни разу не преломившемся луче, т.е. на ГОО

р-им ΔACB: пусть $\angle CAB = \alpha$, $AC = 1{,}5F_0 - F_0 = 0{,}5F_0$

$CB = \frac{AC}{\cos\alpha}\sin\alpha = AC\,tg\alpha = \frac{F_0 tg\alpha}{2}$

р-им ΔCMN: $CN \parallel AB$ (т.к. N - побочный фокус линзы $Л_2$) $\Rightarrow \angle MCN = \alpha$

$CM = \frac{F_0}{3} \Rightarrow MN = CM\,tg\alpha = \frac{F_0 tg\alpha}{3}$

р-им ΔCBD и ΔMND: $\angle BCD = \angle NMD = 90^\circ$, $\angle MDN$ - общий $\Rightarrow$

$\Delta CBD \sim \Delta MND$ по I признаку $\Rightarrow \frac{MN}{CB} = \frac{MD}{CD} = \frac{MD}{MD + CM}$

$\frac{F_0 tg\alpha \cdot 2}{3F_0\,tg\alpha} = \frac{2}{3} = \frac{3MD}{3MD + F_0} \Rightarrow MD = \frac{2F_0}{3}$

Пусть расстояние между линзой $Л_2$ и фотодетектором равно l. $l = CD = CM + MD = \frac{F_0}{3} + \frac{2F_0}{3} = F_0$

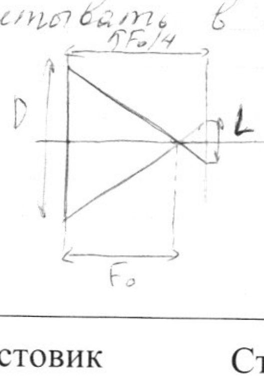
2) Ток фотодетектора начинает уменьшаться, когда мишень начинает „преграждать путь" некоторым лучам света; заканчивается, когда мишень оказывается полностью освещено; ток начинает увеличиваться, когда мишень начнёт выходить из „зоны освещённости", и снова станет постоянным, когда мишень полностью выйдет из этой зоны. Тогда понятно, что если d - диаметр мишени, то $v = \frac{d}{\tau_0}$

Т.к. $I \sim P$, а $P \sim S$, $I \sim S$ (S - площадь, которую освещает пучок, в этой задаче нас интересуют отношения площадей, поэтому площади будем рассчитывать в плоскости мишени)

$\frac{I_0}{\alpha} = P_{max} \sim \frac{\pi L^2}{4}$

$\frac{I_1}{\alpha} = \frac{8I_0}{9\alpha} = P_{min} \sim \left(\frac{\pi L^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right)$

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{9}{8} = \frac{\pi L^2 \cdot 4}{4\pi(L^2 - d^2)} = \frac{L^2}{L^2 - d^2}$



Из подобия $L = \frac{D}{4}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$L^2 = 9d^2 \Rightarrow d = \frac{L}{3} = \frac{D}{12} \Rightarrow v = \frac{D}{12\tau_0}$

3) За время $t_1 - \tau_0$ машина пройдёт расстояние $L - d = \frac{2L}{3} = \frac{D}{6}$

$v(t_1 - \tau_0) = \frac{D}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{D}{6v} + \tau_0 = \frac{D \, 12\tau_0}{6D} + \tau_0 = 2\tau_0 + \tau_0 = 3\tau_0$

Ответ. $l = F_0$, $v = \frac{D}{12\tau_0}$, $t_1 = 3\tau_0$

2. 1) Т.к. поршень находится в равновесии, давления на него со стороны гелия и неона равны $p_{He} = p_{Ne}$

По уравнению Менделеева-Клапейрона $\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4} = 0{,}75$

2) Т.к. тепло извне в сосуд не поступает, трения нет, а $A_{He} = -A_{Ne}$, суммарная внутренняя энергия газов не меняется.

$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2}\nu R T + \frac{3}{2}\nu R T \;\Big|\cdot \frac{2}{3R\nu}$

$T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{330K + 440K}{2} = \frac{770}{2}K = 385K$

Ответ $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}75$; $T = 385K$

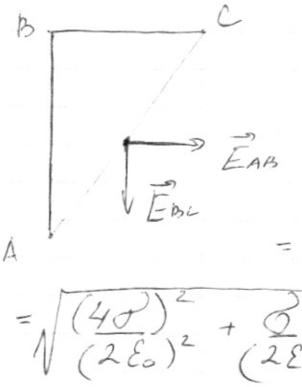
1. Т.к. поверхность плиты гладкая, на шарик во время удара не действует горизонтальных сил $\Rightarrow$ импульс в проекции на горизонтальную ось сохраняется.

$m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$ (m - масса шарика)

$v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{6\,м/с \cdot 2 \cdot 3}{3 \cdot 1} = 2v_1 = 12$ м/с

3. Напряжённость поля, созданного бесконечной равномерно заряженной пластиной, вычисляется по формуле

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



1) Сначала $\vec{E}_1 = \vec{E}_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Потом $\vec{E}_2 = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AC} \Rightarrow$

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

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{2\varepsilon_0}{\sigma\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

2) $E_3 = \sqrt{E_{0AC}^2 + E_{0BC}^2} = \sqrt{\frac{(4\sigma)^2}{(2\varepsilon_0)^2} + \frac{\sigma^2}{(2\varepsilon_0)^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. Рассмотрим отдельно ~~случаи~~, когда диод закрыт, и когда открыт.

Когда диод открыт, напряжение на нём равно нулю => на катушке L_1 напряжение тоже равно нулю => ток через неё постоянен.

В этом случае ~~$\mathcal{E}(\Delta q)$~~ $\mathcal{E} = U_2 + U_C = 2L\dot{I} + \frac{q}{C} = 2L\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$\frac{q}{C} - \mathcal{E} + 2L\ddot{q} = 0 \quad (q - C\mathcal{E}) + 2CL(\ddot{q} - C\mathcal{E}) = 0$ мы получили уравнение гармонических колебаний с $\omega_1 = \cancel{\sqrt{CL}}\ \sqrt{2CL}$

Когда диод закрыт, ток через обе катушки одинаков.

$\mathcal{E} = 2L\dot{I} + 3L\dot{I} + \frac{q}{C} = 5L\ddot{q} + \frac{q}{C} \quad q - C\mathcal{E} + 5L\ddot{q}C = 0$

$(q - C\mathcal{E}) + 5CL(\ddot{q} - C\mathcal{E}) = 0$

$\omega_2 = \sqrt{5CL}$

~~Ток~~ Колебания тока через L_2 состоят из 2-х частей: когда диод ~~от~~ закрыт (пока ток течёт в положительное направление и т. п.) $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{2CL}}$, а когда открыт (ток течёт против действия источника), $T_2 = \frac{2\pi}{\sqrt{5CL}}$

☐ 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

$q_m = 2C\mathcal{E}$ $\quad m v_1 \cos\alpha - m v_2 \cos\beta = \Delta(Mv) = M\Delta v = Mv - Mu$

$-(v_1\cos\alpha + u)$ $\quad \frac{p^2}{2m} = E_k$ $\quad 3m^2 v_1^2 = p^2$

$\frac{mv_1^2}{2} = -\frac{p^2}{2m} + \frac{mv_2^2}{2}$ $\quad \frac{mv_1^2}{2} - \frac{4mv_1^2}{2} = -\frac{3mv_1^2}{2}$ $\quad \frac{3mv_1^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$

$v_1^2 m^2 (\cos^2\alpha + 4\cos^2\beta)$ $\quad \frac{5}{9} + 4\cdot\frac{8}{9} = \frac{37}{9}$ $\quad -\left(\frac{3}{2}\nu R\cdot 55 + A\right) =$

$-mv_1(\cos\alpha + 2\cos\beta) = p = Mv - Mu$ $\quad = -\frac{3}{2}\nu R 55 - A$

$u = \frac{Mv + mv_1(\cos\alpha + 2\cos\beta)}{M} = \frac{M(u - \Delta v) + mv_1(\cos\alpha + 2\cos\beta)}{M}$

$\frac{T_{He}}{V_{He}} = \frac{T_{Ne}}{V_{Ne}}$ $\quad \delta A = p\,dV = \frac{\nu RT}{V} dV$ $\quad dV_{He} = -dV_{Ne}$

$\delta A_{He} = \frac{\nu R T_{He}}{V_{He}} dV = \cancel{\frac{\nu R T_{Ne}\,dV}{V_{Ne}}} = -\delta A_{Ne}$ $\quad \delta Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R\,dT_{He} + \frac{\nu R T_{He}}{V_{He}} dV_{He}$

$\delta Q_{Ne} = -\delta Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R\,dT_{Ne} - \cancel{\frac{\nu R T_{Ne}}{V_{Ne}}}\ \frac{\nu R T_{He}}{V_{He}} dV_{He}$

$\cancel{pV}$ $\quad p_1(V_1 + \Delta V) = \nu RT$ $\quad V_1 + \Delta V = V_2 - \Delta V$

$p(V_2 - \Delta V) = \nu RT$ $\quad 2\Delta V = V_2 - V_1 = 0{,}25 V_2$ $\quad \boxed{\frac{7V_2}{48}}$ кон.

$\Delta V = \frac{V_2}{8}$ $\quad V_1 < \Delta V$

He: $T\uparrow$, $pV\uparrow$; $p\downarrow V\uparrow$, $p\uparrow V\uparrow$ $\quad$ Ne: $T\downarrow$, $pV\downarrow$; $p\downarrow V\downarrow$, $p\uparrow V\downarrow$

$V_{He}\uparrow$ $\quad V_{Ne}\downarrow$ $\quad Q_{Ne} < 0$

~~До $q = q_{max}$~~

$\frac{U_2}{U_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{2}{3}$ $\quad \mathcal{E} = U_1 + U_2 + U_C = \frac{5}{3}U_1 + U_C$

$\frac{dq}{dt} = I = 0$ $\quad 2C\mathcal{E} = CU_C$

$I(t)$

$q_{max} = 2C\mathcal{E}$ $\quad \frac{3LI^2}{2} + \frac{2LI^2}{2}$ $\quad \frac{5LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = q\mathcal{E}$

~~$I\mathcal{E} = I_0U_1 + I_1U_1 + IU_2 + U_CI = U_1I + IU_2 + U_CI$~~ $\quad 5L\cancel{I}\cdot\frac{dI}{dt} + \frac{2q\cancel{I}}{2C} = \cancel{I}\mathcal{E}$

~~$\mathcal{E} = U_1 + U_2 + U_C$~~

$U_C + U_2 = \mathcal{E}$ $\quad \left(\frac{\mathcal{E}}{5L} - \frac{q}{5CL}\right)t = I(t)$ $\quad \frac{C\mathcal{E} - q}{5CL}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

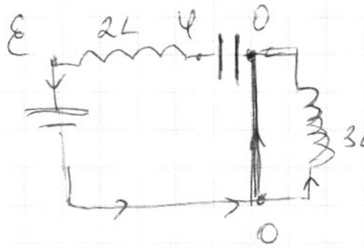
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\mathcal{E}q \quad \cancel{2C\mathcal{E}^2} = \cancel{\frac{4C\mathcal{E}^2}{2}} \quad \cancel{2C\mathcal{E}^2}$

$\mathcal{E}q = \frac{2LI^2}{2} + \frac{3LI_{01}^2}{2} + \cancel{\frac{C\mathcal{E}^2}{2}}\ \frac{q^2}{2C}$

$2C\mathcal{E}^2 = LI^2 + \frac{3LI_{01}^2}{2}$

$2\mathcal{E}q - 2LI^2 - \frac{q^2}{C} = 3LI_{01}^2$



$\cancel{2\mathcal{E}I = 4L\frac{dI}{dt}}$

$2L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \varphi = \mathcal{E} - \frac{q}{C} = \cancel{0}$

$\cancel{2LI}\ 2L\ddot{q} = \mathcal{E} - \frac{q}{C} \Big| \cdot C \qquad \boxed{q - C\mathcal{E}} = y \quad \ddot{y} = \ddot{q}$

$\cancel{1} \quad q - C\mathcal{E} + 2CL\ddot{q} = 0$

$y + 2CL\ddot{y} = 0 \qquad \sqrt{2CL} = \omega \qquad q - C\mathcal{E} =$

$\cancel{I(t) = A\cos(\omega t)} \qquad q = Y\cos(\sqrt{2CL}\,t) + C\mathcal{E}$

$q(t) = Q\cos(\sqrt{2CL}\,t) + C\mathcal{E} \qquad \sqrt{2CL}$

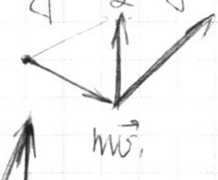
$\sqrt{2CL}\,Q\sin(\sqrt{2CL}\,t) \qquad \sqrt{\frac{5}{2}CL}$

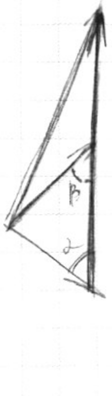
$\mathcal{E} = \frac{5U_L}{2} + U_C = \frac{5U_L}{2} + \frac{q}{C} \qquad \cancel{pdV} = \frac{\nu RT}{V}dV$

$C\mathcal{E} - q = \frac{5CL}{2}\frac{dI}{dt} \quad \cancel{2m\vec{v}_2} \quad 2\frac{LI^2}{2} + \frac{3LI^2}{2}$

$q - C\mathcal{E} + \frac{5CL}{2}\ddot{q} = 0$

$\cancel{q} \quad y + \frac{5LC}{2}\ddot{y} = 0$





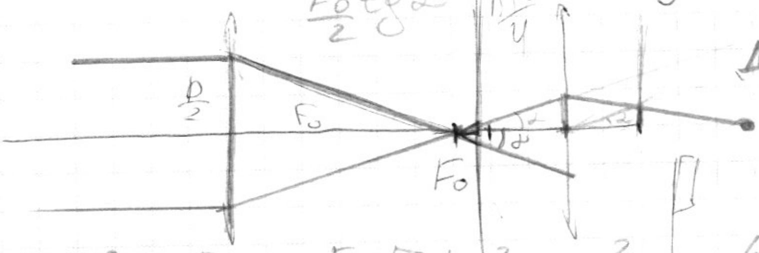
$\frac{T_{нe}V_{нe}}{V_{нe}} = \frac{T_{нe}V_{нe}}{V - V_{нe}}$

$M(u+v) = \sqrt{m^2v_1^2 + 4m^2v_1^2 - \cancel{4}m^2v_1^2\cos(180-\alpha-\beta)}$

$\frac{m}{M} \ll 1 \qquad \frac{u+v}{v_1\sqrt{1+4-\cos(180-\alpha-\beta)}} \ll 1$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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



$\frac{3x-F_0}{3x} = \frac{F_0 tg\alpha}{3} \cdot \frac{2}{F_0 tg\alpha} = \frac{2}{3}$

$6x = 9x - 3F_0$

$3x = 3F_0 \quad x = F_0$

$I = \alpha P$

$\frac{4F_0}{3}$

$\alpha P_{max} = I_0 \quad \frac{P_{max}}{P_{уст}} = \frac{9}{8}$

$\alpha P_{уст} = \frac{8I_0}{9}$

$\frac{8P_m}{9} = P_{уст}$

$\frac{D-d}{v} = t_0 - \tau_0$

$kS = P \qquad \frac{k\pi D^2}{4} = P_m$

$k\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right) = \frac{k\pi}{4}(D^2 - d^2) = P_{уст}$

$\frac{D^2}{D^2-d^2} = \frac{9}{8} \qquad D^2 = 9d^2$

$3d = D$

$\frac{2D}{3v} = t_1 - \tau_0$

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

$\frac{D}{3\tau_0} = v$

$\frac{3}{2}\nu RT \qquad \frac{2L}{3v} = \frac{2D \cdot 12\tau_0}{3 \cdot 4 D} = 2\tau_0$

$\frac{3}{2}\nu R(T-T_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T)$

$\frac{d}{\tau_0} = v = \frac{D}{12\tau_0}$

$-v_1\cos\alpha - u = v_{отн} \qquad CO$ - плита

$\frac{p}{m} = v_2\cos\beta - u + v_1\cos\alpha + u$

$\delta A = pdV = \frac{\nu RTdV}{V}$

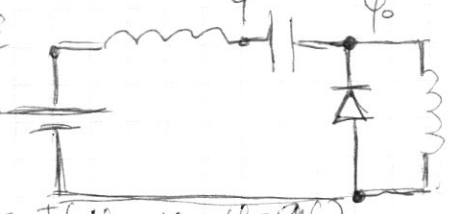
$2T = T_1 + T_2 \qquad Q = A + \Delta U$

$\frac{3}{2}\nu R(T-T_2)$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$\mathcal{E}I = \frac{\Delta W_C}{dt} + \frac{\Delta W_L}{dt} + P_D$

$\mathcal{E}I =$



$-\varphi_0 I_D - \varphi_0 I_L +$

$+(\varphi + \varphi_0)I + (\varphi - \mathcal{E}_0)I = I\mathcal{E}$

$\varphi = \mathcal{E} - \varphi_0$

$I_L\varphi_0 + I_0\varphi_0 = I(\varphi_0 - \varphi + \varphi - 2\mathcal{E})$

$\varphi_0(I_L + I_0) = I(\varphi_0 - 2\mathcal{E})$

$\varphi_0 = \varphi_0 - 2\mathcal{E}$

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

$\frac{D}{4}$

$P_m = \frac{k\pi D^2}{16 \cdot 4}$

$\frac{P_m = \alpha I_0}{P_{уст} = \alpha \frac{8I_0}{9}} \qquad \frac{P_m}{P_{уст}} = \frac{9}{8}$

$P_{уст} = \frac{k\pi D^2}{16 \cdot 4} - \frac{k\pi d^2}{4}$

$\frac{D^2}{16\left(\frac{D^2}{16} - d^2\right)} = \frac{D^2}{D^2 - 16d^2} = \frac{9}{8}$

$D^2 = 9 \cdot 16 d^2$

$d = \frac{D}{12}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

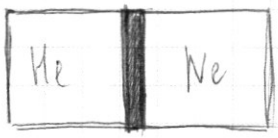
$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 2v_1 = 12$ м/с $\quad \cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ $- v_1\cos\alpha + u +$

$- m v_1 \cos\alpha + Mu = m v_2 \cos\beta + Mv \qquad m \ll M \qquad \cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$ m

$m(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha) = M(u - v) \qquad Nt = m v_1(\cos\alpha + 2\cos\beta)$

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

$\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$



$\frac{\nu RT}{V_{He}} = \frac{\nu RT}{V_{Ne}}$

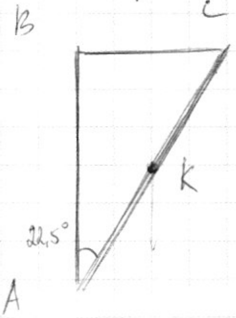
$V_{He} = V_{Ne}$

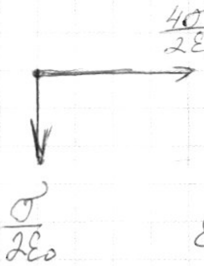
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad \frac{\nu R T_{He}}{V_{He}} = \frac{\nu R T_{Ne}}{V_{Ne}} \qquad \cancel{pSx} \qquad \frac{V_1+V_2}{2}$

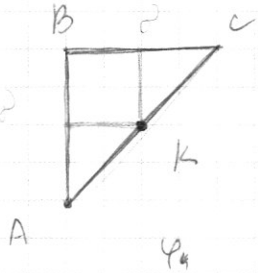
$S\, p_{He} \quad S\int p_{Ne}\, dx = A \qquad dx = \frac{dV}{S} \qquad \frac{\nu R T_{He}}{V_{He}} = \frac{\nu R T_{Ne}}{V_{Ne}}$

$\delta A = p_{Ne}\, dV = \frac{\nu RT}{V} dV$

в $\sqrt{2}$ раз



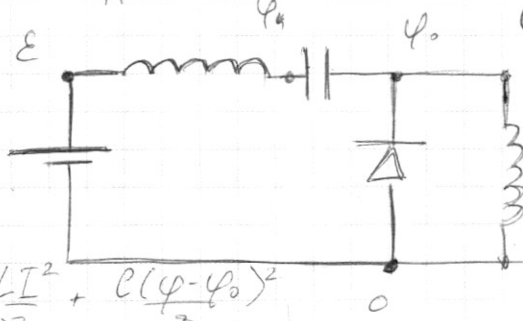




$\frac{4\sigma^2}{\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} = \frac{9\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} \quad \frac{17\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}$

$\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$

$Q = 0$



$\Delta U_{Ne} + \Delta U_{He} + A = 0$

$2L\frac{dI_2}{dt} = \mathcal{E} - \varphi$

$\varphi - \varphi_0 = \frac{q}{C} \qquad 2\mathcal{E}q = \frac{5LI^2}{2} + \frac{C(\varphi-\varphi_0)^2}{2}$

$\frac{dq}{dt} = I_2 \qquad \frac{\varphi_0}{3L} = \frac{\mathcal{E}-\varphi}{2L} \quad 2\mathcal{E}q = 5LI^2 + \frac{q^2}{C}$

$p_1 = p_2$

$V_1\uparrow \quad V_2\downarrow$

$T_1\uparrow \quad T_2\downarrow$

$3\mathcal{E} - 3\varphi = 2\varphi_0$

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

$C\left(\varphi - \frac{3(\mathcal{E}-\varphi)}{2}\right) = \frac{(5\varphi - 3\mathcal{E})}{2}C = q \qquad q_{max} = C\mathcal{E}$

$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$

x

$\frac{dq}{dt} = \frac{C}{2}\frac{d(5\varphi - 3\mathcal{E})}{dt} = \frac{C\, 5\, d\varphi}{2\, dt} \qquad \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}$

$3 \quad I_2 = I_1 + I_m$

$M - m v_1(\cos\alpha + 2\cos\beta) = M(u - v_x)$

$p_D = u I_D = u(I_2 - I_1)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА