Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

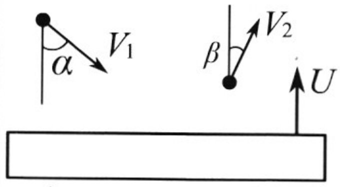
Класс 11

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.

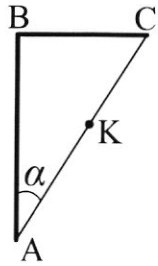
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ 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?

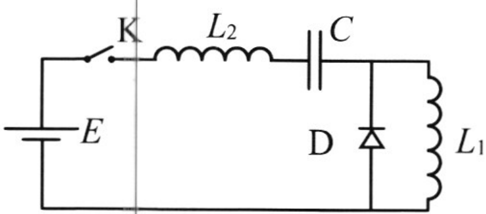
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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 $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. 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 $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, 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_2.

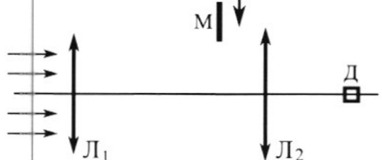


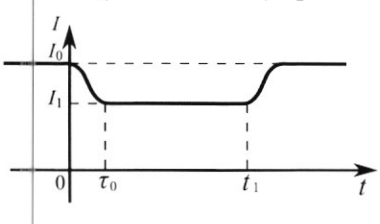
1) Найти период T этих колебаний.

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

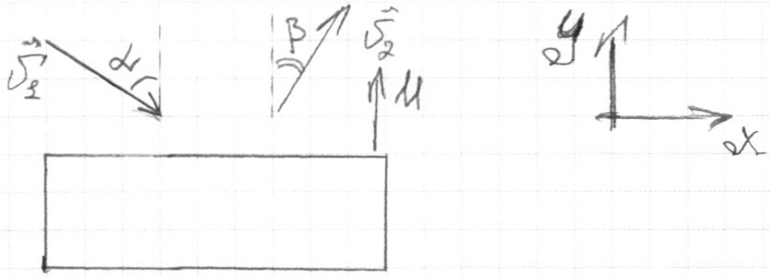
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) СО плиты: $v_{1x} = v_1 \sin\alpha$ $\quad v_{1y} = -v_1\cos\alpha - u$

$\begin{cases} F_{тр_x}\Delta t = \Delta p_x \\ N\Delta t = \Delta p_y \end{cases}$ $\quad v_{2x} = v_2\sin\beta \quad v_{2y} = v_2\cos\alpha - u$

$$\begin{cases} -\mu N\Delta t = m(v_{2x} - v_{1x}) \\ \cancel{\mu} \\ N\Delta t = m(v_{2y} - v_{1y}) \end{cases}$$

Получается у нас 3 неизвестных: μ; v_2; u значит следует предположить, что сил трения нет и импульсы до и после равны, тогда

$v_2\sin\beta = v_1\sin\alpha \Rightarrow v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

$\boxed{v_2 = 2v_1}$ $\boxed{v_2 = 12\ м/с}$

$v_1\cos\alpha + 2u = v_2\cos\beta$; $\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$;

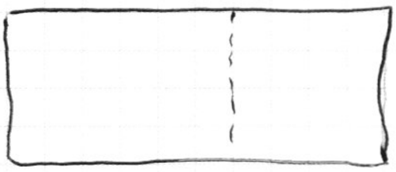
$6\frac{\sqrt{5}}{3} + 2u = 12\frac{\sqrt{8}}{3}$ $\qquad \cos\beta = \frac{\sqrt{8}}{3}$.

$2\sqrt{5} + 2u = 2\cdot 2\sqrt{8}$

$\boxed{u = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}\ (м/с)}$ $\qquad$ (Ответ: 1) 12 м/с 2) $2\sqrt{8} - \sqrt{5}$ м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



$p_{10} = p_{20}$

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

$p_{10} V_{10} = \nu_1 R T_1$

$p_{20} V_{20} = \nu_2 R T_2$

$$\boxed{\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_1}{T_2}}$$

$U_{10} = \frac{3}{2}\nu R T_1$

$U_{20} = \frac{3}{2}\nu R T_2$

$U_{1к} = \frac{3}{2}\nu R T$

$U_{2к} = \frac{3}{2}\nu R T$

Т. к. работы совершается внутри системы, то $U_{10} + U_{20} = U_{1к} + U_{2к}$

$\Downarrow$

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

$$\boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2}} \qquad \boxed{T = 385 K}$$

$A_1 = -A_2$

Т.к. в усл-ии сказано, что поршни передвигаются медленно, то $p_1 = p_2$ — во все моменты времени, значит:

$p_1 \underbrace{(V_1+V_2)}_{const} = \nu R \underbrace{(T_1+T_2)}_{const}$ следует из законов сохранения $\Sigma U = const$

$p = const$

$\Delta Q = C_p \nu \Delta T$

$\Delta Q_2 = \left|\frac{5}{2} R\nu (T - T_2)\right| = \frac{5}{2} \frac{8,31 \text{ Дж/моль·К} \cdot 6 \text{ моль} \cdot 55 K}{25} =$

$= \frac{5 \cdot 8,31 \cdot 6 \cdot 55}{2 \cdot 25} \text{Дж} = \frac{30 \cdot 11}{2 \cdot 5} \cdot 8,31 =$

$= 33 \cdot 8,31 \text{ Дж} \approx 265 \text{ Дж}$

Ответ: $\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$; $T = 385 K$; $\Delta Q_2 = 265 \text{ Дж}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

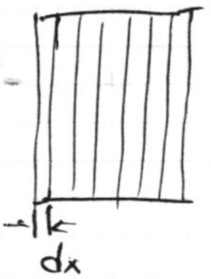
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Разобьём пластину на тонкие нити



$\rightarrow$

Теорема Гаусса:

$\Phi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$2\pi r l E = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$, где $\lambda = \sigma dx$

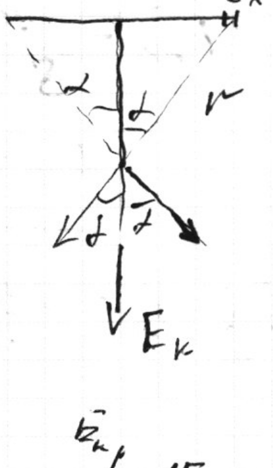
$\Downarrow$

напряжённость от одной тонкой нити:

$dE_1 = \frac{\sigma}{2\pi r \varepsilon_0} dx$

Если K — сер-на AC, то $\triangle BCK$ и $\triangle BKA$ — р/б

$\Downarrow$



$dE = dE_1 \cos\alpha$

$dE = \frac{\sigma \cos\alpha}{2\pi r \varepsilon_0} dx$, где

$dx = \frac{r\, d\alpha}{\cos\alpha}$

$\Downarrow$

$dE = \frac{\sigma \cos\alpha}{2\pi r \varepsilon_0} \frac{r}{\cos\alpha} d\alpha$

$\int_0^{E_K} dE = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} \int_{-\alpha}^{\alpha} d\alpha$

$E_K = \frac{\sigma\alpha}{\pi\varepsilon_0}$

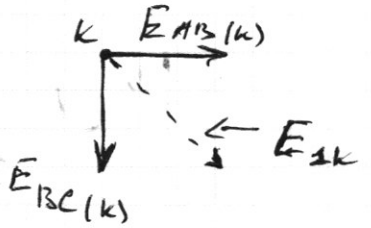
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\boxed{E_n = \frac{\sigma \alpha}{\pi \varepsilon_0}}$$

1) $E_{BC(k)} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\frac{\pi}{4} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

$E_{AB(k)} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\frac{\pi}{4} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

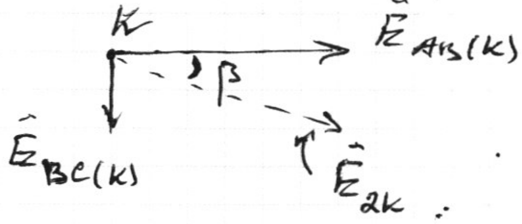


$E_{1k} = \frac{\sigma\sqrt{2}}{4\varepsilon_0}$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз.

2) $E_{BC(k)} = \frac{\sigma_2 \;\pi/8}{\pi\varepsilon_0} = \frac{4\sigma}{8\varepsilon_0} = \frac{4}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$E_{AB(k)} = \frac{\sigma_2 \;3\pi/8}{\pi\varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{8\varepsilon_0} = \frac{3}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$



$\operatorname{tg}\beta = \frac{4}{3}$

$E_{2k} = \sqrt{E_{BC(k)}^2 + E_{AB(k)}^2}$

$\cancel{E_{2k} = \frac{\sigma}{8\varepsilon}\sqrt{10\;25} =}$

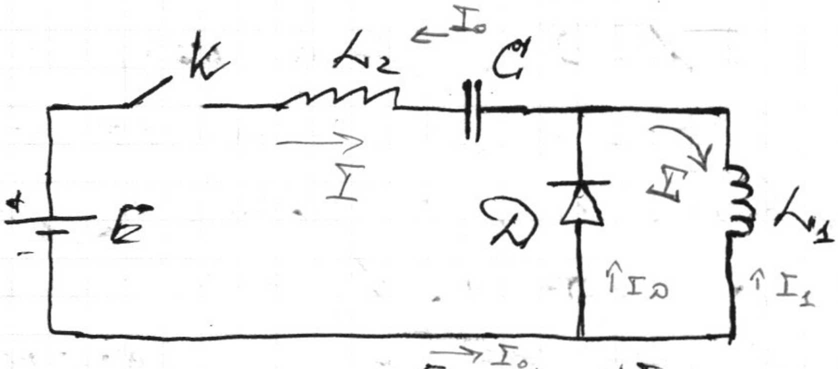
$$\boxed{E_{2k} = \frac{\sigma}{8\varepsilon_0}\sqrt{3^2+4^2} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}}$$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз

2) $E_{2k} = \frac{\sigma\sqrt{25}}{8\varepsilon_0} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}$; $\operatorname{tg}\beta = \frac{4}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



$$E - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = U_C$$

$$E = (L_1 + L_2)\frac{dI}{dt} + U_C$$

$$E = (L_1 + L_2)\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C}$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{(L_1+L_2)C}(q - EC) = 0$$

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

$$q - EC = q_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$

$$I = q_{max}\,\omega\,(-\sin(\omega t + \varphi))$$

$$I\big|_{t_0=0} = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

$$q\big|_{t=0} = 0 \Rightarrow 0 - EC = q_{max}$$

$$\begin{cases} q = EC(1 - \cos\omega t) \\ I = EC\omega\sin\omega t \end{cases}$$

Сначала ток будет течь от „+" источника, ч/з $L_2 \to C \to L_1$ к „−" ист-ка, так будет происходить пока ток в колебательном контуре не поменяет своего направления, это случится ч/з $t = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{5LC}$, далее катушка L_1 „разрядится" ч/з диод, а ток потечёт в обратном направлении от „−" ист-ка, ч/з диод $\to C \to L_2$ к „+" ист-ка. Из этого следует, что максимальная сила тока на L_1, достигается при $t = \frac{T}{4}$, а для L_2 найдём:

$$-E - L_2\frac{dI'}{dt} = \frac{q'}{C} \qquad q\Big|_{t=\frac{T}{2}} = -2EC$$

минус появился из-за направления

$$\frac{d^2q'}{dt^2} + \frac{1}{L_2C_1}(q'+EC_1) = 0$$

$$q' + EC_1 = q_{2max}\cos(\omega_2 t + \varphi) \qquad \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2C_1}}$$

$$I' = q_{2max}\,\omega_2\left(-\sin(\omega_2 t + \varphi)\right) \qquad I\Big|_{t=T/2} = 0$$

$$\Downarrow$$

$$-2EC + EC = q_{2max} \qquad \varphi = 0$$

$$q_{2max} = -EC \qquad T_2 = 2\pi\sqrt{2LC_1}$$

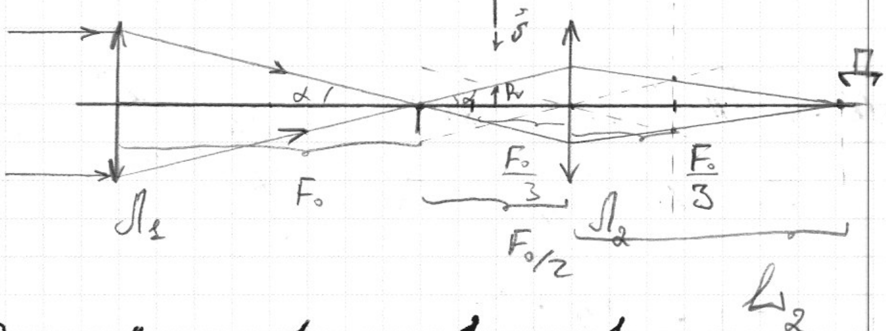
$$I' = EC_1\omega_2\sin(\omega_2 t) \leftarrow$$ из этого ур-ния следует, что макс сила тока для L_2:

$$I_{01} = EC\frac{1}{\sqrt{5LC_1}} = I(T/4) \qquad I_{02} = EC\frac{1}{\sqrt{2LC_1}}$$

Ответ: $T_1 = 2\pi\sqrt{5LC_1}$; $T_2 = 2\pi\sqrt{2LC_1}$; $I_{01} = E\sqrt{\frac{C_1}{5L}}$; $I_{02} = E\sqrt{\frac{C}{2L}}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



Для $Л_2$: $\frac{1}{F_0/2} + \frac{1}{L_2} = \frac{1}{F_0/3}$

$$\boxed{L_2 = F_0}$$

$\tau_0 = \frac{2r}{v}$ r – радиус мишени

В сечении пучка света сохраняется вел-на
$P = JS = const$, где J – интенсивность, S – площадь пучка

$J_0 \frac{\pi D^2}{4} = J_R \pi R^2$ R – радиус пучка в плоскости, где опускается мишень

$tg\alpha = \frac{D}{2F_0}$; $R\frac{1}{tg\alpha} = \frac{5}{4}F_0 - F_0 = \frac{F_0}{4}$

$R\left(\frac{D}{2F_0}\right)^{-1} = \frac{F_0}{4}$ => $R\cdot\frac{2F_0}{D} = \frac{F_0}{4}$ => $\boxed{R = \frac{D}{8}}$

Сила тока на фотодетекторе (равна) пропорц-на мощности => $I \sim J_2 S$

$$I_0 \sim J_0 \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\cancel{I_1 \sim J_R\left(\frac{\pi D^2}{4} - \pi r^2\right)}$$

$$J_0 \frac{\pi D^2}{4} = J_R \pi R^2$$

$$J_0 \frac{D^2}{4} = J_R \frac{D^2}{64}$$

$$I_1 \sim J_R\left(\pi R^2 - \pi r^2\right)$$

$$\boxed{J_R = 16 J_0}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{16 J_0 \left(\pi \, D^2/64 - \pi r^2\right)}{J_0 \, \pi D^2/4} = \frac{64}{D^2}\left(\frac{D^2}{64} - r^2\right)$$

$$\frac{I_1}{I_0} = 1 - 64\frac{r^2}{D^2}$$

$$\boxed{r = \frac{D}{8}\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}} \quad \boxed{r = \frac{D}{24}}$$

$$\boxed{v = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}} \quad \boxed{v = \frac{D}{12\tau_0}}$$

$$t_1 = \frac{2R - 2r}{v} = 2\frac{R - r}{v} = 2\,\frac{D/8 - D/24}{D}\,12\tau_0$$

$$t_1 = 24\left(\frac{1}{8} - \frac{1}{24}\right)\tau_0 = (3 - 1)\tau_0$$

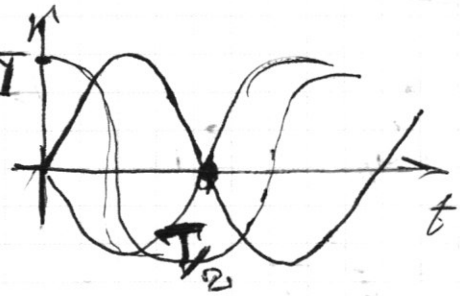
$$\boxed{t_1 = 2\tau_0}$$

Ответ: 1) $L_2 = F_0$; 2) $v = \frac{D}{12\tau_0}$; 3) $t_1 = 2\tau_0$.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(g)



(π)

$q \sim 1 - \cos\omega t$

$I \sim \sin\omega t$

$\cos\pi = -1$

$\Rightarrow q = 2EC$

$[C] = \frac{c}{\text{Ом}}$

$I_2 + I_1 = I_0$ $[L]\frac{A}{c} = B$

$A = \frac{B}{\text{Ом}}$

$[L] = \text{Ом}\cdot c$ $q_c = +2EC$

$-E = -U_c$

$\frac{c}{\text{Ом}\ \text{Ом}\cdot c}$

$E - L_2\frac{dI}{dt} \neq U_c$

$-E - L_2\frac{dI_c}{dt} = +U_c$ $/q_c\big|_{t=T/2} = -2EC$

$-E - L_2\frac{d^2q}{dt^2} = \frac{q}{C}$

$\frac{E\sqrt{C}}{\sqrt{5L}}$

$-E = L_2\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C}$

$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L_2C}(q + EC) = 0$

$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2C}}$ $-EC = q_{2m}$

$q + EC = q_{2m}\cos(\omega_2 t + \varphi_2)$

$I = q_{2m}\omega_2(-\sin(\omega_2 t + \varphi))$

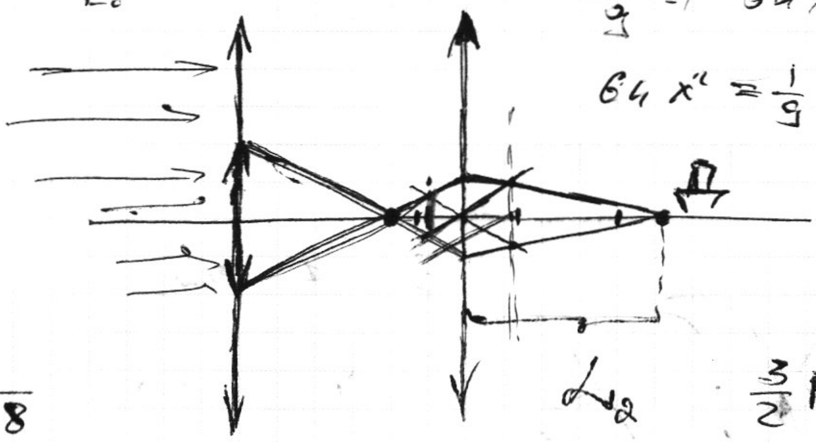
$I/_{t=T/2} = 0 \Rightarrow \varphi = 0$

$64\frac{r^2}{D^2} = 1 - \frac{\tau_1}{\tau_0}$

$\frac{8}{9} = 1 - 64x^2$

$64x^2 = \frac{1}{9}$

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



$x = \frac{1}{3 \cdot 8}$

$x = \frac{1}{24}$ $\quad \frac{2}{F_0} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F_0}$ $\quad x^2 = \frac{1}{9 \cdot 64}$ $\quad \frac{5F_0}{4} = 5$

$\frac{5}{4} \cdot 8 = 10$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$ $\quad \tau_0 = \frac{2r}{v}$

$f = \frac{F_0}{1}$ $\quad 2r = \tau_0 v$ $\quad I_0 - I_1 \sim$

$f = F_0$ $\quad \frac{D}{12}$ $\quad I_0 \sim J\pi D^2/4$

$I_1 \sim J\pi\left(\frac{D^2}{4} - r^2\right)$

$tg\,\alpha = \frac{D}{2F_0}$ $\quad \cancel{I_1 - I_0 \sim}$ $\quad \frac{J_0}{4} = J_R \frac{1}{64}$

$R = \left(\frac{5}{4} - 1\right)F_0\, tg\,\alpha$ $\quad \frac{I_0}{I_1} = \frac{D^2}{D^2 - 4r^2}$ $\quad J_R = 16 J_0$

$R = \frac{F_0}{4}\frac{D}{2F_0} = \frac{D}{8}$

$t_1 = \frac{D - 4r}{v}$ или $\frac{D}{v}$

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

$D_R = \frac{D}{4}$ $\quad t_1 = \frac{R - 2r}{v}$ $\quad \tau_0 = \frac{2r}{v}$

$R = \frac{D}{8}$

$P = const$ $\quad JS = const$

$tg\,\alpha = \frac{R\,4}{F_0}$ $\quad J_0\frac{\pi D^2}{4} = J_R \pi R^2$ $\quad t_2 = \frac{D_R - d}{v}$

☑ 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

$\Delta U_г + A_+ = Q_г$

$\Delta U_н + A_- = Q_н$

$Q_г = Q_н$

$A_+ = -A_-$

$\Delta U_г + A = Q$

$\Delta U_н - A = Q$

$A = \int p\, dV$

$33 \times 8{,}31$

3300×831: 3300, 9900, 26400, 2650,2300

гелий нагреется

неон остынет 2650,23

$2Q = \Delta U_н + \Delta U_г$

$\frac{5}{2}\,\frac{6}{25}\; 55\; 8{,}31 =$

$C_p = \frac{5}{2}$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$

2650 / 35

$= \frac{30 \cdot 11 \cdot 8{,}31}{2 \cdot 5} =$

$= 3 \cdot 11 \cdot 8{,}31 =$

$= 33 \cdot 8{,}31$

$T_г =$

$\frac{T - T_1 + T - T_2}{2}\,\frac{3}{2}\nu R = Q$

$33 \times 8 = 264$

$\frac{V_г}{V_н} = \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{2T - T_1 - T_2}{2}\,\frac{3}{2}\nu R = Q$

$385 - 330 = 55$

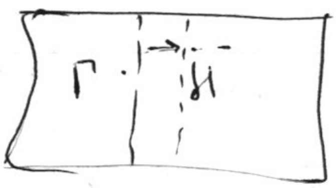
$440 - 385 = 55$

$V_г < V_н$

$A_г > 0 \quad = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$

$A_н < 0$

$\Delta U_г > 0$



$Q_г = -Q_н \quad \Delta U_н < 0 \quad = \frac{3}{2}\nu R(T - T_2)$

$330 + 440 = 770$

$\Delta U_г + A_г = -\Delta U_н + A_г$

$770 : 2 = 385$; -6, 17, -16, 10

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

$T - T_1 = T_2 - T$

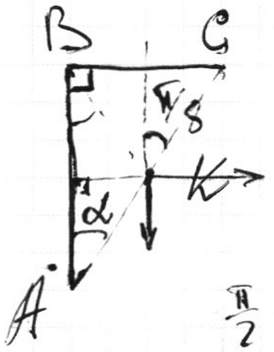
385

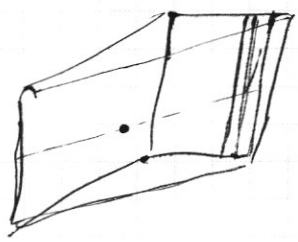
☑ черновик ☐ чистовик

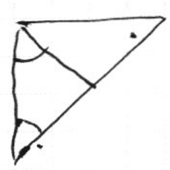
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

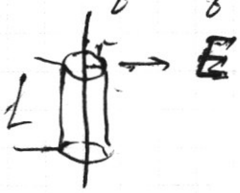
(Нумеровать только чистовики)



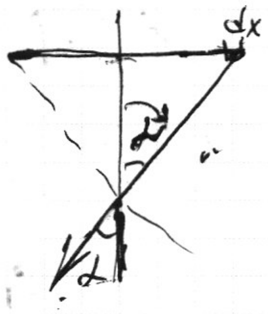




$\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{8}=\frac{4\pi}{8}-\frac{\pi}{8}=\frac{3\pi}{8}$ $\quad \lambda=\frac{\Delta q}{L}$ $\quad \frac{\Delta q}{\Delta x\, l}=\sigma$



$E\, 2\pi r L = \lambda L/\varepsilon_0$



$$E=\frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}$$

$\lambda=\sigma dx$ $\quad \frac{4\sigma\pi}{8\pi\varepsilon_0}$

$$dE=\frac{\sigma dx\ \cos\alpha}{2\pi r\varepsilon_0}$$

$\frac{l_1}{2}$

$$dx=\frac{r\,d\alpha}{\cos\alpha}$$

$$dE=\frac{\sigma dx\cos\alpha}{2\pi r\varepsilon_0}=\frac{\sigma\cos\alpha}{2\pi r\varepsilon_0}\frac{r\,d\alpha}{\cos\alpha}=\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}d\alpha$$

$$E=\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\,2\frac{\pi}{4}=\frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

$x=1$

$tg\,\alpha=\frac{x}{l_1}$ $\qquad E=\frac{\sigma\alpha}{\pi\varepsilon_0}$ $\qquad \cos\alpha=\frac{l_1}{r}$

$\frac{dx}{r^2}$ $\qquad r^2=l_1^2+x^2$

$\frac{dm}{1+m^2}=\operatorname{arctg} m$

E_m $\quad \frac{1}{4}+\frac{q}{4}=\frac{dx}{l_1^2+x^2}=\frac{d(x/l_1)\cdot l_1}{l_1^2\left(1+\frac{x^2}{l_1^2}\right)}=$

$=\frac{10}{4}=\frac{1}{l_1}\operatorname{arctg}\left(\frac{x_1}{l_1}\right)\Big|$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$dQ_1 = dQ_2$

$pdV + \frac{3}{2}\nu R dT_1 = -pdV - \frac{3}{2}\nu R dT_2$

$V_1 + V_2 = const = V_0$

$\Delta T_1 = \pm\Delta T_2$

$T_1 + T_2 = const$

$pV_0 = \nu R(T_1 + T_2)$

$dp = \frac{\nu R}{V_0}(dT_1 + dT_2)$

т.к. в уcл. поршни выравниваются медленно, то $p_1 = p_2$ - во все моменты времени, тогда

$p(V_1 + V_2) = \nu R(T_1 + T_2)$

$A = \left(\frac{V_0}{2} - V_1\right)p$

$\frac{3\pi}{8}$ $\frac{4}{8}$

$V_1 = \frac{3}{4}V_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$

$3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$

$V_1 + V_2 = V_0$

$A = \left(\frac{V_0}{2} - V_2\right)p$

$\frac{7}{4}V_2 = V_0$ $\frac{3}{4} + 1 = \frac{7}{4}$

$V_2 = \frac{4}{7}V_0$

$A = \left(\frac{V_0}{2} - \frac{4}{7}V_0\right)p =$

$8\sqrt{120}$

$= \left(\frac{7}{14} - \frac{8}{14}\right)V_0 p_0 = -\frac{V_0 p_0}{14} = \frac{\nu R(T_2 + T_1)}{14} = \frac{\nu R_0 T}{14}$

440
-355

$\frac{3}{2} + 6 = 7{,}5$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R$

$15 + 40 = 55$

$\frac{440}{55} = 8/14$

330 355
385

$\frac{330}{55} = 6/14$

$8 - \frac{3}{2} = 6{,}5$

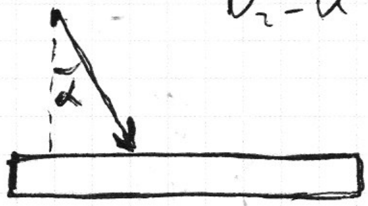
$\frac{8}{14} = \frac{4}{7}$ $\frac{6}{14} = \frac{3}{7}$

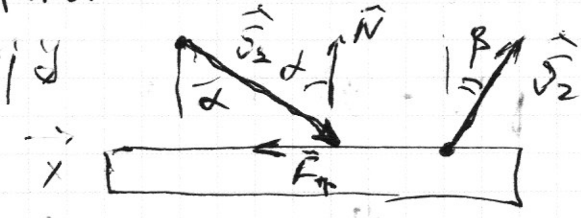
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_2 - u + v_1 + u = v_1 + v_2$





$$-F_{тр}\Delta t = m v_2' \sin\beta' - m v_1' \sin\alpha'$$

в СО плиты $\rightarrow$

$$N\Delta t = m v_2' \cos\beta' + m v_1' \cos\alpha'$$

$\vec{v_1}' = \vec{v_1} + \vec{u}$
$\vec{v_2}' = \vec{v_2} + u$ $\leftarrow$ в СО земли v_1, v_2

в СС плиты v_1', v_2'

$$\mu = \frac{m(v_2 \sin\beta - v_1 \sin\alpha)}{m \cdot 2u}$$

$\mu =$

$6\frac{\sqrt{5}}{3} + 2u = 12\frac{\sqrt{8}}{3}$

$\sqrt{5} + u = 2\sqrt{8}$

v_y: $v_1 \cos\alpha + 2u = v_2 \cos\beta$ $\leftarrow$ не факт :)

v_x: $v_2 \sin\beta = v_1 \sin\alpha$

$u = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$

$p_x = const$, если нет сил трения

$v_2 = 6\frac{2 \cdot 3}{3 \cdot 1} = 2 \cdot 6 = 12$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$v_2' \cos\beta' = v_1' \cos\alpha'$

$v_2' \cos\beta' = v_2 \cos\beta + u$

$v_1' \cos\alpha' = v_1 \cos\beta - u$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{8}}{3}$ $-(-v_1 \cos\alpha - u) =$

$v_1 + u = + v_2 - u$ $+ v_2 \cos\beta - u$

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

$v_2 = v_1 + 2u$ $v_1 \cos\alpha - u = -v_2 \cos\alpha + u$