Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

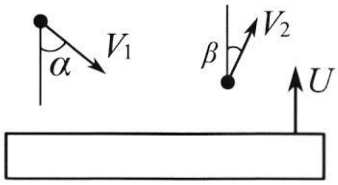
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



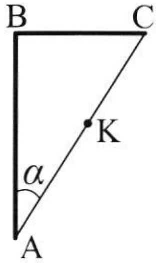
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

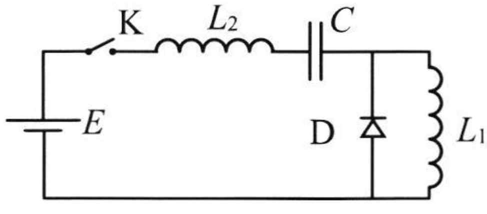
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

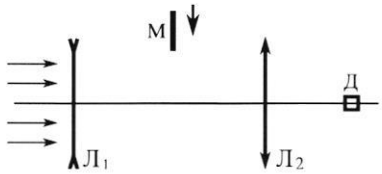
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

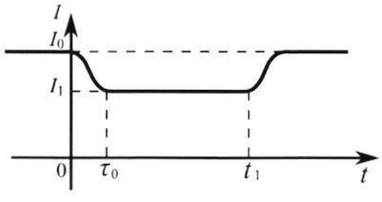
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 5

2) Пусть h - высота пучка света между линзами, S_0 - ~~ширина по~~ площадь пучка в этом месте ($S_0 = \pi h^2$)

$h = D \cdot \frac{3F_0}{4F_0} = \frac{3}{4}D.$

Ток проп. площади ~~линзы~~ r - ~~шир~~ радиус мишени.

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1}{S_0} = \frac{\pi h^2 - \pi r^2}{\pi h^2}$

$\frac{7}{16} = \frac{\pi h^2 - \pi r^2}{\pi h^2} \Rightarrow r = \frac{3}{4}h$

За время τ_0 мишень полностью погрузилась в поток $\Rightarrow \tau_0 = \frac{2r}{v} \Rightarrow v = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{2 \cdot \frac{3}{4}h}{\tau_0} = \frac{2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4}D}{\tau_0} = \frac{9D}{8\tau_0}$

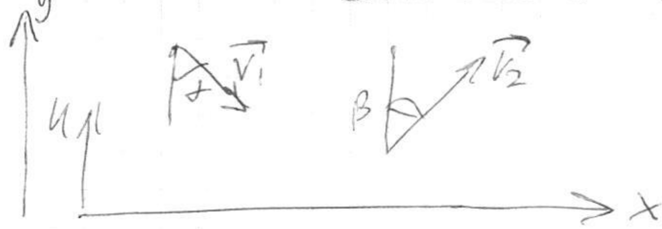
За время $t_1 - \tau_0$ мишень проходит через весь световой поток $\Rightarrow$

$\Rightarrow \begin{cases} 2h - 2r = v(t_1 - \tau_0) \\ r = \frac{3}{4}h \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{v\tau_0 + \frac{h}{2}}{v} = \frac{\frac{9D}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}D}{\frac{9D}{8\tau_0}} =$

$= \frac{12D\tau_0}{9D} = \frac{4}{3}\tau_0$

Ответ: 1) $\frac{4}{3}F_0$
2) $\frac{9}{8}\frac{D}{\tau_0}$
3) $\frac{4}{3}\tau_0$

Задание № 1



1) в направлении оси x на шарик не действовали силы (т.к. плита гладкая) ⇒

$\Rightarrow \Delta P_x = 0 \Rightarrow \cancel{m} V_1 \sin\alpha = \cancel{m} V_2 \sin\beta \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} =$

$= 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = 20\ м/с$

2) при упругом ударе

$$V_{2y} = V_2 \cos\beta = V_{1y} + 2u = V_1 \cos\alpha + 2u$$

Здесь при неупругом ударе

$V_2 \cos\beta < V_1 \cos\alpha + 2u \Rightarrow 2u > \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2} = 8 - \sqrt{5}$

$u > 8 - \sqrt{5}\ м/с$

при этом

$u < V_2 \cos\beta$ (т.к. шар отлетел от стенки)

$u < 20 \cdot \frac{4}{5} = 16\ м/с$

Ответ: 1) 20 м/с

2) $8-\sqrt{5} < u < 16$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

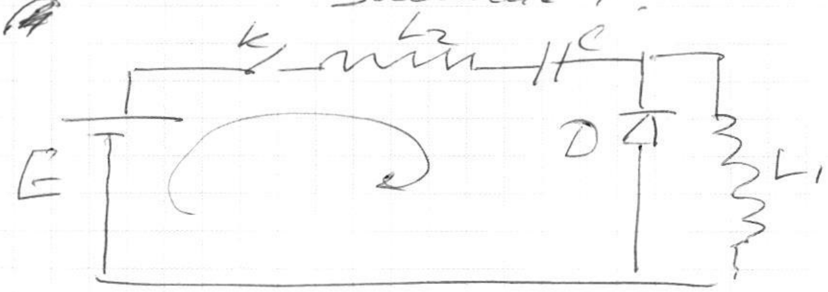
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 4.



пока ток идет по ч. стрелке через диод ток не идет =>

$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)} = 6\pi\sqrt{CL}$

$\Rightarrow E + \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = \frac{q}{C}$

$\ddot{q}(L_1+L_2) + \frac{q}{C} = \mathcal{E} \Rightarrow q = q_0 \sin(\omega t + \varphi_0) + \mathcal{E}C$

$I = \omega q_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$; $I(0) = 0$; I растет вначале =>

$\Rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

$q(0) = 0 \Rightarrow 0 = -q_0 + \mathcal{E}C \Rightarrow q_0 = \mathcal{E}C \Rightarrow$

$\Rightarrow I_m$ при токе по ч. стрелке $= \omega \mathcal{E}C =$

$= \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} =$, это и будет максимальный ток на L_1, т.к. ~~через~~ в отрицую сторону через L_1 ток не пойдет.

$= \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C \cdot 9L}} = \frac{\mathcal{E}C}{3\sqrt{CL}}$

пока ток идет против ч. стрелки.

$-E = L_2\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{L_2 C}} \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{4LC} = 4\pi\sqrt{LC}$

полный период $T_0 = \frac{T_1+T_2}{2} = 5\pi\sqrt{LC}$

Ответы:
1) $5\pi\sqrt{LC}$
2) $\frac{\mathcal{E}C}{3\sqrt{CL}}$
3) $\frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{LC}}$

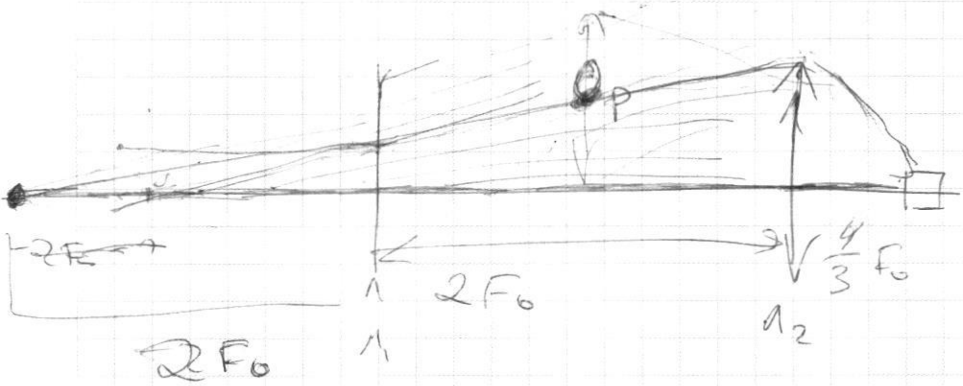
$q = q_0 \sin(\omega t + \varphi_0) - \mathcal{E}C$

$I = q_0 \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$

$I(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$, т.к. ток убывает

$q(0) = \mathcal{E}C \Rightarrow q_0 = 2\mathcal{E}C \Rightarrow I_{max} = q_0 \omega = \frac{2\mathcal{E}C}{\sqrt{L_2 C}} = \frac{2\mathcal{E}C}{2\sqrt{LC}} = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{LC}}$ //

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)



$F_1 = -2F_0$

$F_2 = F_0$

$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_0}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0}$$

$$x_0 = \frac{4F_0}{3} \qquad p = 3F_0 \operatorname{tg}\alpha = 3F_0 \cdot \frac{D}{2F_0}$$

τ_0 $\qquad$ $I_0 \sim S,$

$$I = I_0 \cdot k \cdot \frac{S}{S_0}$$

$$p = 3F_0 \cdot \frac{D}{4F_0} = \frac{3}{4}D \qquad IS = I_0 \qquad P_0 \sim I_0 S_0$$

$$P' \sim IS$$

$$p' \sim \cancel{(I-kS_{max}}\ I(S_0 - S$$

отн помощью ... $p \sim \tau_0$

проходит

$$\frac{3}{2}D = (t_1 - \tau_0)v \qquad \frac{6}{4}D : \frac{3}{2}D, \qquad v = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{3}{\tau_0 2}\sqrt{\frac{S_0}{\pi}}$$

$$(t_1 - \tau_0)$$

$$20 \cdot \frac{4}{5} - \frac{18 \cdot \sqrt{5}}{8} = \frac{16 - 2\sqrt{5}}{2} \qquad I_1 = I_0 \cdot \frac{S_0}{S}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_0}{S} = \frac{S_0}{S_0 - \pi R_m^2}$$

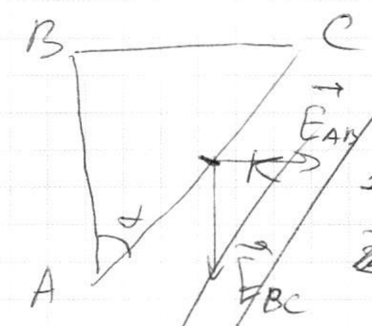
$$\frac{16}{7} = \frac{S_0}{S_0 - \pi r^2}$$

$$\cancel{7S_0 - 7\pi r^2 = 16S_0}$$

$$16S_0 - 16\pi r^2 = 7S_0 \qquad r^2 = \frac{9S_0}{16\pi} = \frac{3}{4}\sqrt{}$$

$$16\pi r^2 = 9S_0 \qquad r = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{S_0}{\pi}}$$

③



Задание 3

т.к. плоскости бесконечные.

1) $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

2) $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

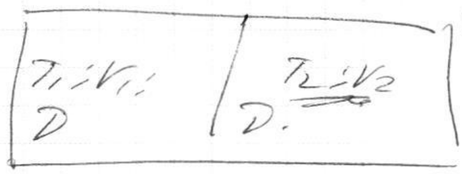
$E' = |\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}| = \sqrt{2}\, E_{BC} \Rightarrow \frac{E'}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

2) т.к. плоскости бесконечные

$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{14\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$

$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\frac{\sqrt{53}}{14}$

②



Задание 2

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

$p_1 = p_2$, т.к. поршень еще не двигался

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{320K}{400K} = 0.8$

2) ЗСЭ: T' – конечная температура

$\nu c_v T_1 + \nu c_v T_2 = 2\nu c_v T' + \nu R(T' - T_1)$

$3T_1 + 3T_2 = 6T' + 2T' - 2T_1$

$T' = \frac{5T_1 + 3T_2}{8} = 350K$

Ответ:
1) 0.8
2) 350K
3) 373,95 Дж

3) $\cancel{-Q_{отд} = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2) = \frac{3}{2}\nu R(-80)K}$

$Q = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2) =$
$= -\frac{3}{2}\nu R \cdot 50K = -\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5}\cdot 8.31 \cdot 50 = 373,95$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

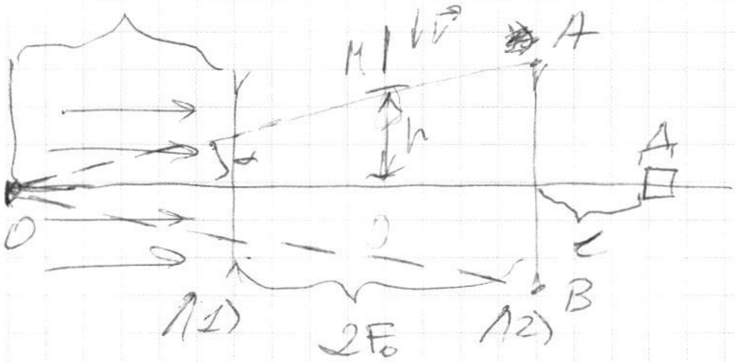
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание № 5.



$F_1 = -2F_0$;

$F_2 = F_0$

Пусть расст. от Л₂ до детектора равно L

1) свет, проходя параллельно гл. опт. оси линзы Л1, пойдет дальше так, чтобы продолжение лучей попало в фокус. В фокусе будет мнимый ~~втор~~ источник, который станет действ. источником для линзы Л₂.

Форм. тонк. линз. для линзы Л₂

$$\frac{1}{2F_0+2F_0} + \frac{1}{L} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow L = \frac{4}{3}F_0$$

Пусть O – точка фокуса Л₁, A – верхняя точка линзы Л₂; B – нижняя точка линзы Л₂

~~2) найдем высоту пучка света внизу рисунка, где мишень.~~

~~$h = \cancel{D\,tg\alpha} = D\ 3F_0\,tg\alpha = \frac{3F_0 \cdot D}{4F_0} = \frac{3}{4}D$; S_0 – площадь потока пучка в середине~~

~~Так пропорц. мощности $\Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1}{S_0} = \frac{S_0 - \pi r^2}{S_0}$, где r – радиус мишени~~

~~$\frac{7}{16} = \frac{S_0-\pi r^2}{S_0} \Rightarrow r^2 = \frac{9S_0}{16\pi} \Rightarrow r = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{S_0}{\pi}} = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{\pi h^2}{\pi}} = 3$~~

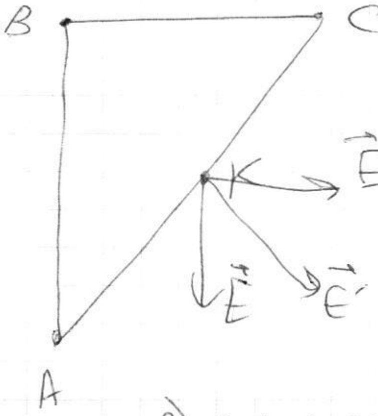
~~$v = \frac{2r}{\tau_0}$ (т.к. за время τ_0 мишень пол. в пучок света) $= \frac{3}{2\tau_0}\sqrt{\frac{S_0}{\pi}}$; 3) $\cancel{2h - r}$ $2h - 2r = v(t_1 - \tau_0) \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow t_1 = \frac{2h - 2r + v\tau_0}{v} =$~~

□ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Задание 3



1). в первом случае расстояние до плоскостей равны

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

$E'=\sqrt{2}E \Rightarrow \frac{E'}{E}=\sqrt{2}$

2) т.к. пластины бесконечны

$E'=\sqrt{E_1^2+E_2^2}=\sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}+\frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2}}=\frac{\sigma\cdot\sqrt{53}}{\varepsilon_0\cdot 14}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

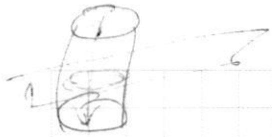
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

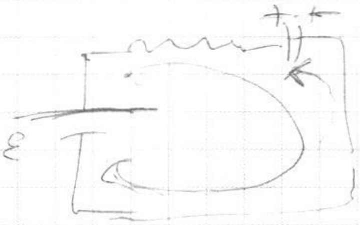


$\ddot{q} + \frac{q}{L_1 C} = -\frac{\mathcal{E}}{L_1}$

$q = q_0 \sin(\omega t + \varphi_0) - \mathcal{E}C$

$E \cdot 2\pi r^2 = \mathcal{D} \cdot \pi r^2$

$-\mathcal{E} + \mathcal{E}_i = \frac{q}{C} \quad \frac{\mathcal{S}}{2\varepsilon_0}$



$320 \cdot 5 =$

$= \frac{1600 + 1200}{8} =$

$= 200$

$q = q_0 \sin(\omega t + \varphi_0) - \mathcal{E}C \quad 1200 \frac{8}{150}$

$I = \omega q_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$

$I(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$

$\mathcal{E}C$

$\mathcal{E} = L\dot{I} + \frac{q}{C}$

$q = q_0 \sin(\omega t + \varphi_0) + \mathcal{E}C$

$I = \omega q_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$

$I(0) = 0 \Rightarrow \cos\varphi_0 \quad \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$

$q(0) = \mathcal{E}C \quad -q_0 + \mathcal{E}C$

$\mathcal{E}C =$

$h = \frac{3}{4} D$

$\frac{7}{16} = \frac{\pi h^2 - \pi r^2}{\pi h^2}$

$7\pi h^2 = 16\pi h^2 - 16\pi r^2$

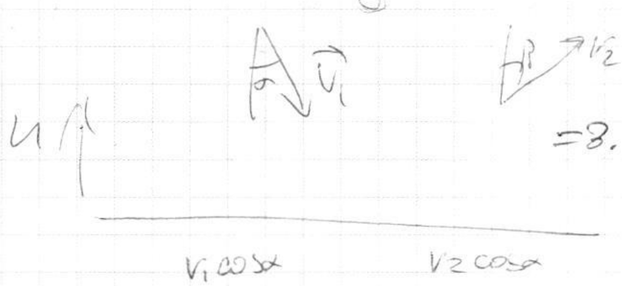
$16\pi r^2 =$

$9 \cdot 8{,}31 \cdot 5 =$

$= 8{,}31 \cdot 45$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times\ 45 \\ \hline 4155 \\ 3324 \end{array}$$

37395



$v_2 \cos\beta < v_1 \cos\alpha + 2u$

$u < \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2} < 16 - 2\sqrt{5}$

$v_1 \cos\alpha \quad v_2 \cos\alpha$

$v_1 \cos\alpha + u$

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

$2u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha = 20 \cdot \frac{4}{5} - \frac{18 \cdot \sqrt{5}}{9} =$

$= 16 - 2\sqrt{5}$

$Q = \Delta U$

$2Q = 2\Delta U_1 + \Delta U_2 = 3\nu R(T_2 - T_1)$

$u < v_2 \cos\beta$

$u < 2\sqrt{5}$

$v_2 \cos\beta \quad u > 16 - 2\sqrt{5}$

$u < v_2 \cos\beta < 20 \quad 16 - \sqrt{5} < u < 20$

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_i$

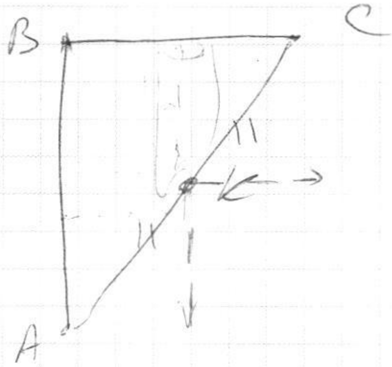
$\mathcal{E} = L\dot{I}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



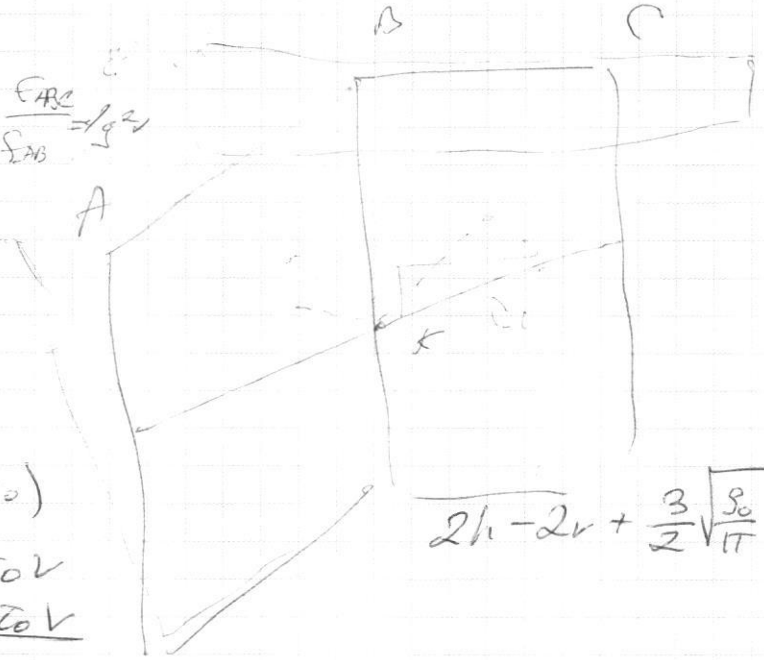
$$7\pi h^2 = 16\pi h^2 - 16\pi r^2$$

$$\pi r^2 = \frac{9}{16}\pi h^2 \Rightarrow r = \frac{3}{4}h$$

$\sqrt{2}$

$$\int E\,dS = \frac{q}{\varepsilon}$$

$$\frac{E_{ABC}}{E_{AB}} = \lg^2 \nu$$



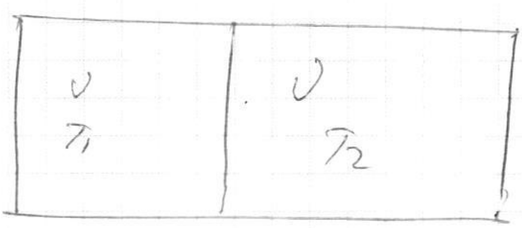
$$2h - 2r = v(t_1 - \tau_0)$$

$$2h - 2r = t_1 v - \tau_0 v$$

$$t_1 v = \frac{2h - 2r + \tau_0 v}{v}$$

$$2h - 2r + \frac{3}{2}\sqrt{\frac{S_0}{\pi}}$$

②



$$Q = \Delta U + p$$

$$0 = c_V(T' - T_1) + (T' - T_2) + c_p(T' - T_1)$$

$$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_1) + A$$

$$c_p(T' - T_1) = \frac{5}{2}\Delta T$$

$$Q_2 = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2) + A$$

$$\frac{3}{2}\Delta T +$$

$$T' - T_1 = T_2 - T'$$

$$\frac{9D}{8\tau_0} = \frac{9D}{8}$$

$$2T' = T_1 + T_2 \qquad T' = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360K$$

$$\frac{\frac{12D}{8}}{\frac{9D}{8}} = \frac{12}{9}$$

$$Q = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2) + A \qquad Q = c_p(T' - T)$$

$$c_p(T' - T) = c_p(T_2 - T')$$

$$2 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot \frac{9}{16} = \frac{9}{8\tau_0}(t_1 - \tau_0)$$

$$\frac{3}{2} - \frac{9}{8} = \frac{9 t_1}{8\tau_0} + \frac{9}{8} \qquad 2h - \frac{3}{2}h = vt_1 - v\tau_0$$

$$\frac{9t_1}{8\tau_0} = \qquad t_1 = \frac{2h - \frac{3}{2}h + v\tau_0}{v} = \frac{v\tau_0 - \frac{h}{2}}{v} = v\tau_0 -$$

$$2h - 2r = vt_1 - v\tau_0$$

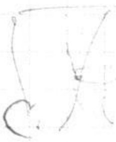
$$t_1 = \frac{2h - 2r + v\tau_0}{v} = \frac{2 \cdot \frac{3}{4}D - 2 \cdot \frac{9}{16}D + \frac{9}{8}D}{\frac{9D}{8}} = \frac{4 \cdot 3 - 9 + 9}{9}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$$\nu c_v T_1 + \nu c_v T_2 = c_v \cdot 2\nu (T') + A$$

$$A = c_p (T' - T_1) - c_v (T' - T_1) = R(T' - T_1)$$



C C

B B

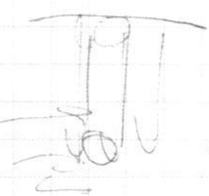
$$E = \frac{\sigma \cdot a\,da}{r} = \frac{\sigma a\,da}{r}$$

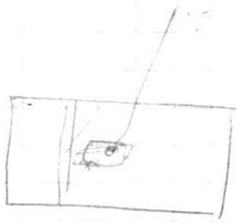
$$E = \frac{\sigma a^2}{2r}$$

$$\frac{\sigma a^2}{2r}$$

$\frac{\pi}{3}$

$\frac{BC}{2\sin\frac{\pi}{3}}$ $\frac{AC}{2\sin\frac{\pi}{3}}$ $AC\sin\frac{\pi}{3} - \frac{AC}{2\sin\frac{\pi}{3}}$





$\frac{\delta}{2\varepsilon}$

$Q_{Ap2} = \Delta U_{Ap2} + A$

Q

$Q = \frac{3}{2}\nu R($

$Q_{кон} = \Delta U + p\Delta V$

p

$Q = c_p$

$$p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1} \qquad p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$$

$u < V_2 \cos\beta =$

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

νR

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

Q

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

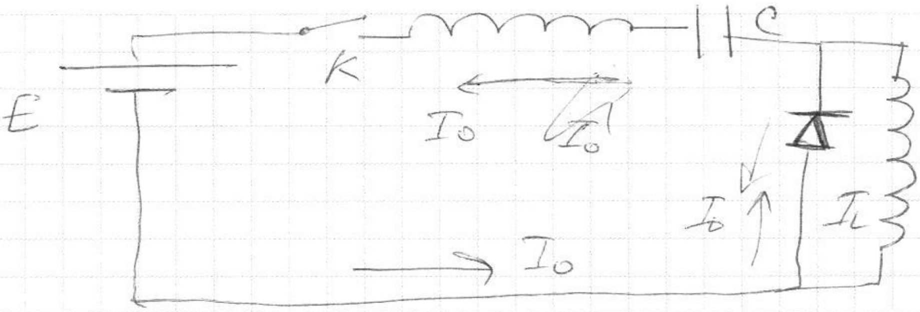
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{\frac{3}{2}h}{t_0} =$

$= \frac{\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}D}{t_0} = \frac{\frac{9}{8}D}{t_0} =$

$= \frac{9D}{8t_0}$

$c_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2}R$

$c_v = \frac{3}{2}R$ $\quad e$

~~$e_v(T'-T_1)$~~$+$

T ~~пол периода~~ $=$

$T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$

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

$-E - \cancel{L\dot{I}_0 - L\dot{I}_L} = \frac{q}{C}$

$-E - L_1\dot{I} - L_2\dot{I} = \frac{q}{C}$

$(L_1 + L$

$Q_{\text{обр}} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T =$

$= \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{8}\cdot 8{,}31\cdot 350 =$

$\frac{3}{2}\cdot 350\cdot 8{,}31 =$

$2800 \,|\, 8$, 24, 40, 350

175, $5 \,|\, 25$

$-E = L_1\dot{I} + \frac{q}{C}$

$\ddot{q} + \frac{q}{LC} = -E \qquad \omega = \sqrt{\frac{1}{L_1C}} \quad \frac{1}{2}T = 2\pi\sqrt{L_1C} = \pi\sqrt{L_1C}$

$\nu c_v T_1 + \nu c_v T_2 =$

$= 2\nu c_v T' + \nu R(T'-T_1)$

$T = \pi\sqrt{C(L_1+L_2)} + \pi\sqrt{L_2C} =$

$= \pi\left(\sqrt{(9L)\cdot C} + \sqrt{4L\cdot C}\right) = \pi\left(3\sqrt{LC} + 2\sqrt{LC}\right) =$

$= 5\pi\sqrt{LC}$

$\frac{3}{2}\nu T_1 + \frac{3}{2}\nu T_2 =$

$= 3\nu T' + \nu R(T'-T_1)$

$3T_1 + 3T_2 = 6T' + 2T' - 2T_1$

$5T_1 + 3T_2 = 8T'$

$T' = \frac{5T_1 + 3T_2}{8} =$

$= \frac{5\cdot 320 + 3\cdot 400}{8} =$

$= \frac{1600+1200}{8} =$

$= 200 + 150 =$

$= 4$

$\ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} \qquad \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}}{C}$

$q = q_0\sin(\omega t + \varphi_0) + \mathcal{E}C \qquad q_0 \neq 0$, т.к. I не пост.

$I = \cancel{I_0} - q\, q_0\omega\cos(\omega t + \varphi_0)$

$I(0) = 0; \quad q_0\cos\varphi_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$, т.к. ток расч

$g(0) = 0 \quad \sin t \qquad q(0) = q_0\sin(-\frac{\pi}{2}) + \mathcal{E}C = 0$

$-q_0 = -\mathcal{E}C \quad q_0 = \mathcal{E}C$

$I_{max} = q_0\omega = \omega\mathcal{E}C = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C\cdot 9L}} = \frac{\mathcal{E}C}{3\sqrt{CL}}$ //

350

☑ черновик ☐ чистовик

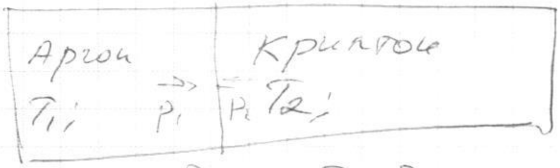
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2



$\nu = 3/5$ моль

$T_1 = \cancel{23}\,320\,K$

$T_2 = 400K$

1) $p_1 = p_2; \Leftrightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \mid \cdot V_1$

$\nu R T_1 = \nu R T_2 \cdot \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = 0.8$

2) ~~$Q T_1 \neq Q T_2$~~ Для аргона: $Q_{пол} = \Delta U + A_{аргона}$ Для криптона $Q_{пол} = \Delta U + A_{криптона}$

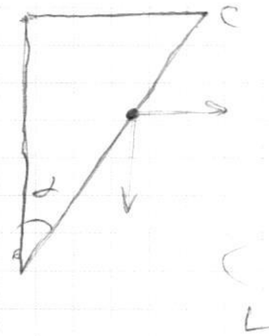
$c_V T_1 + c_V T_2 = c_p T' + c_V T'$

$Q_{аргона} = \cancel{Q_{криптона}}$ $c_p \cdot \Delta T = \frac{5}{2}\nu R \Delta T + \cancel{p\Delta V} =$

$E \cdot 2\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma \pi r^2}{\varepsilon_0}$ $= \frac{3}{2}\nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2}\nu R \Delta T$

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

3



$E_{\text{пл}1} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_2 = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}$ в $\sqrt{2}$ раз

4

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = \frac{q}{C}$

$-\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} =$

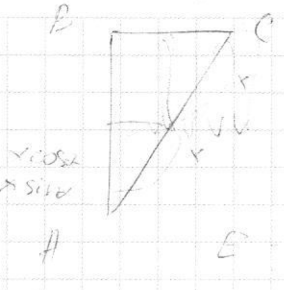
$\mathcal{E} = -L_1\ddot{q} + L_2\ddot{q}$

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + L_1\ddot{q} + L_2(\ddot{q})$ $\quad \omega = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}}$

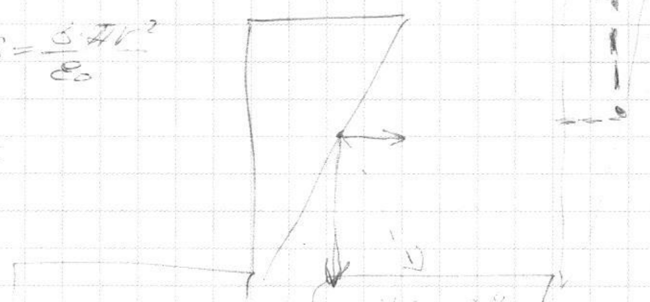
$\mathcal{E} = (L_1 + L_2)\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$\ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} = \mathcal{E}$



$$ES = \frac{\sigma \cdot \pi r^2}{\varepsilon_0}$$

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



$$E = 2\pi r^2$$

$$E_* = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma}{2\cdot 7\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2}} =$$

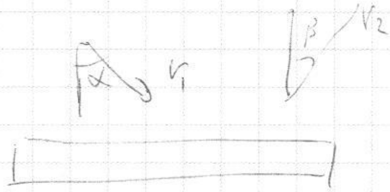
$$\frac{кл \cdot м^2}{2\cdot}$$

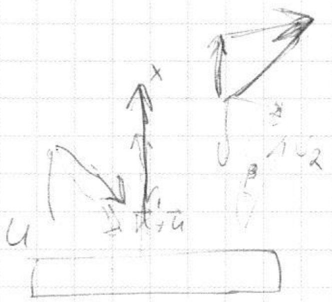
$$= \sqrt{\frac{53\sigma^2}{49 \cdot 4\varepsilon_0}} = \frac{\sqrt{53}\,\sigma}{7 \cdot 2\varepsilon_0}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{x^2\sin^2\alpha}{x^2\cos^2\alpha} = tg^2\alpha$$

$$v_{2o} = \vec{v}_2 - \vec{u}$$

1)





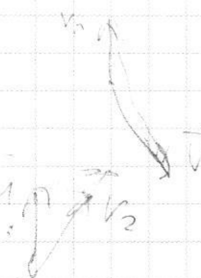
в СО плиты

$\vec{v}_{1o} = \vec{v}_{1п} + \vec{v}_1$ импульс в…

$\vec{v}_{1x} = \vec{v}_{1п} + \vec{v}_1$

$$\Delta p_x = \sum_{i=0}^{\infty} N\Delta t$$

$$\Delta p_x = \sum_{i=0}^{\infty} N\Delta t$$



$$p_0 = m(-u - v_1\cos\alpha) \qquad p_1 = m(-u + v_2\cos\beta)$$

$$m(-\cancel{u} + v_2\cos\beta + \cancel{u} + v_1\cos\alpha) = \sum_{i=0}^{\infty} N\Delta t$$

$$m(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha) = \sum_{i=0}^{\infty} N\Delta t$$

~~$mv_2\sin\beta - m$~~

$$m(v_2\sin\beta - v_1\sin\alpha) = 0$$

$$mv_2\sin\beta = mv_1\sin\alpha$$

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

$$v_2 = \frac{v_1\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} =$$

$$= 2 \cdot 2 \cdot 5 = 20\,\frac{м}{с}$$

m

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

$$m(v_2\cos\alpha - u) - m(-v_1\cos\alpha - u) = \sum_{i=0}^{\infty} N_x\Delta t$$

$$m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) = \sum_{i=0}^{\infty} N_x\Delta t$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)