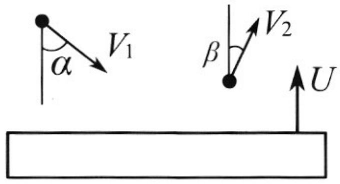
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.



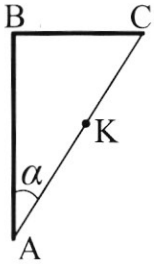
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

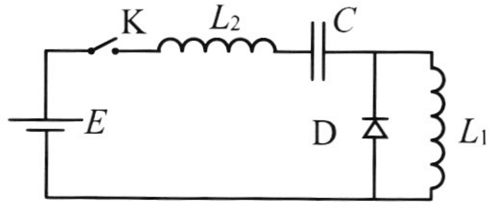
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

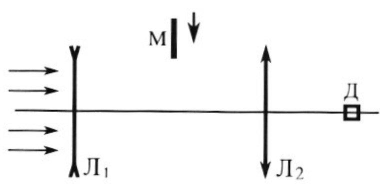
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

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.

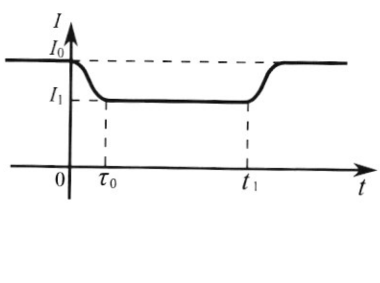


1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

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). $I_1 = 7I_0/16$



.

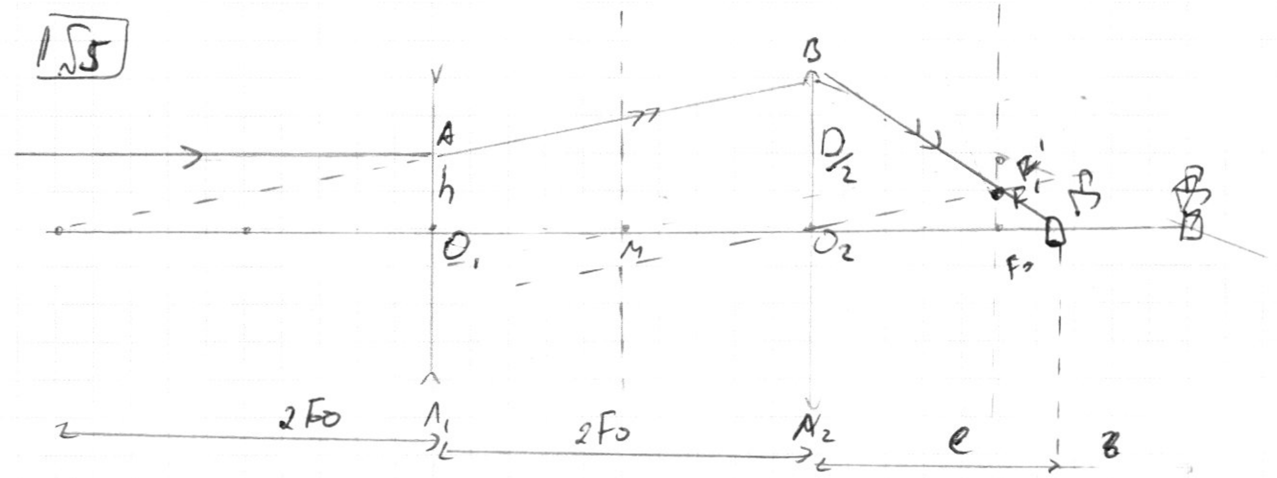


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1 №5



1) построим ход крайнего луча, попадающего на $Л_2$

введём h — радиус пучка лучей, попадающего на $Л_2$

тогда $\frac{D}{2h} = \frac{4F_0}{2F_0} \Rightarrow h = \frac{D}{4}$

$\exists$ l — расстояние от фотодедектора до $Л_2$.

$(AB) \parallel \cancel{(AF')} (O_2F')$
$2|F'O_2| = |AB| = 2F_0$ $\Rightarrow |F_0F'| = \frac{h}{2} \Rightarrow \frac{D}{2|F'F_0|} = \frac{l}{l-F_0} \Leftrightarrow \frac{D}{h} = \frac{l}{l-F_0} \Leftrightarrow$

$|O_2F_0| = \frac{1}{2}|O_1O_2| = F_0$ $\Leftrightarrow \frac{D\cdot 4}{D} = \frac{l}{l-F_0} \Leftrightarrow 4l - 4F_0 = l \Leftrightarrow F_0 = \frac{3l}{4} \Rightarrow l = \frac{4F_0}{3}$

2) $\exists$ d — диаметр мишени

т.к. $\frac{I_1}{I_0} = \frac{7}{16} < \frac{1}{2}$ то значит, что в момент времени τ_0

больше половины пучка было заслонено мишенью

$\frac{7}{16} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1}{S_0} = \frac{\pi h^2 - \pi\frac{d^2}{4}}{\pi h^2}$ — т.к. мощность света зависит от площади пучка проходящего через $Л_1$ и попадающего на $Л_2$)

$\Leftrightarrow \left(h^2 - \frac{d^2}{4}\right)\cdot 16 = 7h^2 \Leftrightarrow$

$9h^2 = 4d^2 \Leftrightarrow 3h = 2d \Rightarrow d = \frac{3}{2}h$

по условию мишень двигается в пл-ти проходящей через (·)M; в этой пл-ти ~~площадь~~ радиус искомого пучка лучей:

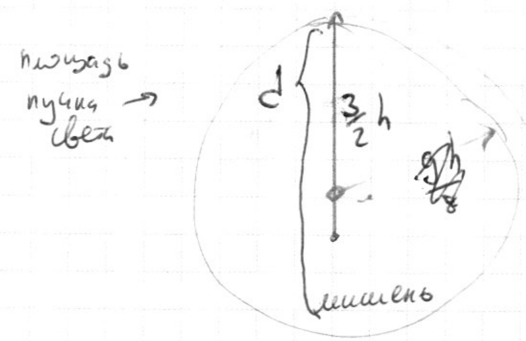
$$\frac{h'}{h} = \frac{3F_0}{2F_0} \Rightarrow h' = \frac{3}{2}h \qquad \text{тогда} \quad \frac{7}{16} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{\left(\frac{3}{2}h\right)^2\pi - \pi\frac{d^2}{4}}{\left(\frac{3}{2}h\right)^2\pi} \Leftrightarrow$$

т.к. мощность света пропорциональна площади пучка лучей

$$\frac{9}{4}h^2\cdot 7 = \left(\frac{9}{4}h^2 - \frac{d^2}{4}\right)\cdot 16 \Leftrightarrow 16d^2 = 81h^2 \Leftrightarrow 4d = 9h \Rightarrow d = \frac{9h}{4} = \frac{9D}{16}$$

2) • тогда время τ_0 показывает за какое время эта мишень опустилась до такого уровня, чтобы затмевать собой одну и ту же площадь света - это

произойдет тогда мишень полностью окажется в световом пятне.



т.е. она пройдет расстояние d

$$\tau_0 = \frac{d}{v} \Rightarrow v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{9D}{16\tau_0}$$

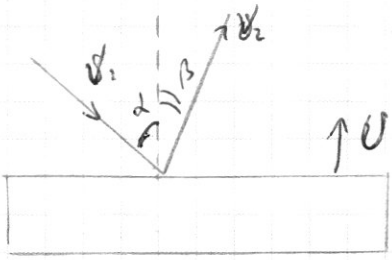
3) $\tau_1 - \tau_0 = \frac{3h-d}{v}$ - время, за которое мишень будет полностью находиться в световом пучке.

$$\Rightarrow \tau_1 = \frac{3h-d}{v} + \tau_0 = \frac{\frac{3D}{4} - \frac{9D}{16}}{\frac{9D}{16\tau_0}} + \tau_0 = \frac{\frac{12-9}{16}}{\frac{9}{16}}\tau_0 + \tau_0 = \frac{4}{3}\tau_0$$

Ответ: 1) $c = \frac{4F_0}{3}$ 2) $v = \frac{9D}{16\tau_0}$ 3) $\tau_1 = \frac{4}{3}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 Так как плита массивная ее скорость не меняется после соударения с шариком



по з-ну сохранения импульса по горизонтали

1) $V_1 \cdot \sin\alpha = V_2 \cdot \sin\beta$ (пов-ть плиты гладкая)

$\Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \cancel{18}^{2} \cdot \frac{2\cdot 5}{\cancel{3}\cdot 3} = 20\ \frac{м}{с}$

2) рассмотрим составляющую скорости по вертикали

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\quad \cos\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

до столкновения шарик двигается со скоростью $V_1\cos\alpha + U$ в системе отсчета плиты, $\exists$ k – число : $k \in [0;1]$ – и показывающее какую часть ~~кин~~ энергии шарик ~~потерял~~ остави потерял при столкновении (оно не упругое $\Rightarrow k \neq 0$) ~~$\frac{m(V_1\cos\alpha)^2}{2}(1-k) = mV_1\cos\alpha$~~

$\frac{m v_{y1}^2}{2}(1-k) = \frac{m v_{y2}^2}{2} \Rightarrow v_{y2} = v_{y1}\sqrt{1-k}$ – скорость после отскока

тогда после отскока скорость шарика по верт $(U + V_1\cos\alpha)\sqrt{1-k}$

переходим в систему отсчета земли $\Rightarrow$ ~~$v = V_2\cos\beta = (U + V_1\cos\alpha)$~~

$\Rightarrow v = V_2\cos\beta = (U + V_1\cos\alpha)\sqrt{1-k} + U \Rightarrow U = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha\sqrt{1-k}}{\sqrt{1-k}+1}$

$\exists\ \sqrt{1-k} = t \Rightarrow t \in [0;1)$

$\exists\ f(t) = \frac{a-bt}{t+1} \Rightarrow f'(t) = \frac{-b(t+1)-(a-bt)}{(t+1)^2} = \frac{\cancel{-bt}-b-a+\cancel{bt}}{(t+1)^2} =$

$= -\frac{b+a}{(t+1)^2} < 0 \Rightarrow f(t) \searrow$ на $[0;1)$, при этом на этом отрезке

$b \geq 0$, $a \geq 0$ функция монотонна и принимает все значения.

$t \in [0;1)$

т.о. $a = V_2 \cos\beta$ $b = V_1 \cos\alpha$ $\Leftrightarrow f(0) \geq f(t) \geq f(1) \Leftrightarrow$

$$V_2 \cos\beta \geq U \geq \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$$

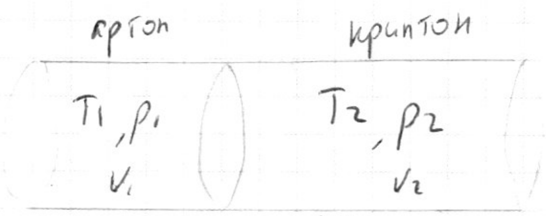
столкновение абсолютно не упругое, т.е. шарик останется лежать на плите, что всё таки нельзя назвать отскоком.

т.о. $20 \cdot \frac{4}{5} > U > \frac{20 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} \Leftrightarrow 16 \frac{м}{с} > U > 8 - 3\sqrt{5}$

т.о. $U \in \cancel{(20,} (8-3\sqrt{5}; 16) \frac{м}{с}$

Ответ: 1) $V_2 = 20 \frac{м}{с}$ 2) $U \in (8-3\sqrt{5}; 16) \frac{м}{с}$

$\boxed{№2}$



1) поршень двигается без трения => в начальный момент времени $p_1 = p_2 \Leftrightarrow$

$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$ $\Leftrightarrow \frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$

$\Rightarrow V_{арг} : V_{крип} = 4:5.$

2) Сосуд теплоизолирован + трения нет => полная внутренняя энергия двух газов не меняется $\Rightarrow \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2} \cdot 2\nu RT_к \Rightarrow T_к = \frac{T_1 + T_2}{2} =$

$= \frac{400 + 320}{2} = 360K$ – установившаяся температура

3) $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_к) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 40 = \frac{9 \cdot 8{,}31 \cdot 40}{10} \approx 299$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_{арг}}{V_{крипт}} = \frac{4}{5}$ 2) $T_{кон} = 360K$ 3) $\Delta U = 299$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

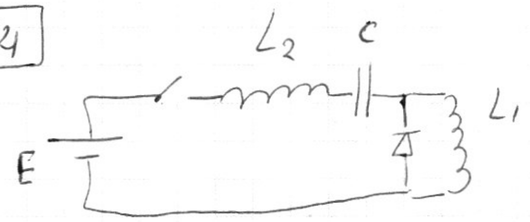
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



$L_1 = 5L$

$L_2 = 4L$

1) $E = L_2 \dot{I} + \frac{Q}{C} + L_1 \dot{I} \Leftrightarrow$

$E = (L_1 + L_2)\ddot{Q} + \frac{Q}{C} = 9L\ddot{Q} + \frac{Q}{C} \Leftrightarrow$

$\ddot{Q} = -\frac{Q}{9LC} + \frac{E}{9L} \Leftrightarrow$

$\cancel{Q(t) = (\cos\omega t - 1)\cdot\frac{E}{9L}}, \cancel{\omega = \sqrt{\frac{1}{9LC}}}$

~~зависимость заряда на конденсаторе от времени~~

$\Rightarrow \cancel{I(t) = \dot{Q}(t) = E}$

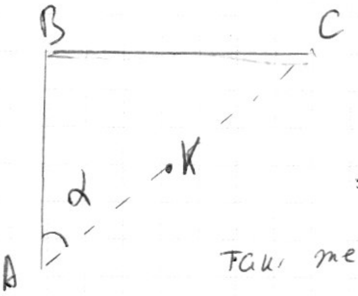
$\Leftrightarrow \omega^2 = \frac{1}{9LC}$ – частота собственных колебаний

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{9LC}}} = 2\pi\cdot 3\sqrt{LC} = 6\pi\sqrt{LC}$

Ответ: $T = 6\pi\sqrt{LC}$

$Q(t) = (1 - \cos\omega t)\frac{E}{C} + \cancel{\frac{E}{9L}\cdot\frac{t^2}{2}}\ldots$

1. №3

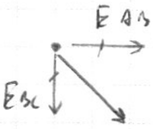
1) 

$\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow |AB| = |BC|$

$\Rightarrow$ пластины равны между собой

$\Rightarrow$ ~~при~~ ~~знак~~ если зарядить пластину AB так же как BC то они будут „оказывать одинаковое влияние" на (·) K $\Rightarrow$ напряженность электрического поля увеличится в $\sqrt{2}$ раз (т.к. $AB \perp BC$)

напряженности, создаваемые этими пластинами

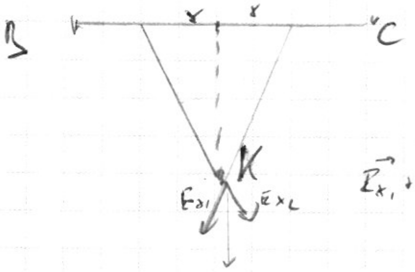


(1) равны по модулю, но имеют разное напр-ие

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ - на пов-ти пластин.

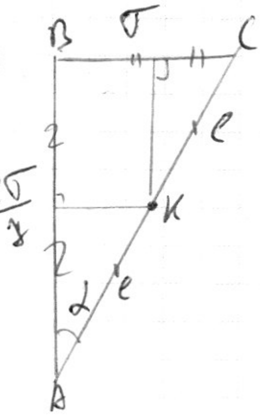
(2) обе пластины создают в (·)K поле напр $\perp$ их пов-тям т.е напряженность поля $\perp$ BC (AB)



т.е. горизонтальной составляющей нет (она как бы самосокращается)

$\vec{E}_{x_1} + \vec{E}_{x_2} = \vec{E}_{x_1 x_2 \perp}$

в случае AB ~~нет~~ верт. составляющей.

2) 

$E_{AB} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0} \cdot \frac{|AB|^2}{\left(\frac{|BC|}{2}\right)^2} =$

$\exists\ AC = \ell \Rightarrow |AB| = 2\ell\cos\frac{\pi}{9}$

$|BC| = 2\ell\sin\frac{\pi}{9}$

$= \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0} \cdot \frac{4\ell^2\cos^2\frac{\pi}{9}}{\ell^2\sin^2\frac{\pi}{9}} = \frac{8\sigma}{7\varepsilon_0} ctg^2\frac{\pi}{9}$

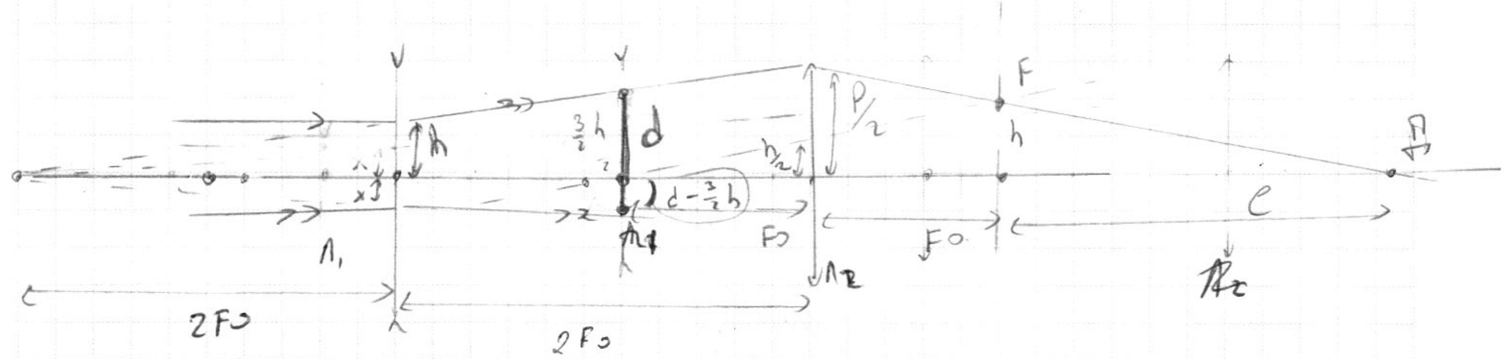
$E_{BC} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{|BC|^2}{\left(\frac{|AB|}{2}\right)^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{4\ell^2\sin^2\frac{\pi}{9}}{\ell^2\cos^2\frac{\pi}{9}} = \frac{4\sigma}{\varepsilon_0} tg^2\frac{\pi}{9}$

тогда $E_0 = \sqrt{\vec{E}_{AB}^2 + \vec{E}_{BC}^2} \sqrt{\frac{64\sigma^2}{49\varepsilon_0^2} \cdot ctg^4\frac{\pi}{9} + \frac{16\sigma^2}{\varepsilon_0^2} \cdot tg^4\frac{\pi}{9}} =$

$= \frac{4\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49} ctg^4\frac{\pi}{9} + tg^4\frac{\pi}{9}}$

Ответ: $E = \frac{4\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49} ctg^4\frac{\pi}{9} + tg^4\frac{\pi}{9}}$

№5



$\frac{D}{2h} = \frac{4F_0}{2F_0} \Rightarrow h = \frac{D}{4}$ $\qquad \frac{D}{2h} = \frac{F_0+l}{l} = \frac{F_0}{l}+1 \Leftrightarrow \frac{D\cdot 4}{2D} = \frac{F_0}{l}+1 \Rightarrow F_0 = l$

1) $2F_0$.

2) $k = \frac{h^2}{\left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{\left(\frac{D}{4}\right)^2}{\left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{\frac{D^2}{16}}{\frac{D^2}{4}} = \frac{1}{4}$ → лучей попадает на Л

$\exists\, d$ – которая диаметр мишени

$\frac{d+\frac{3}{2}x}{h} = \frac{3F_0}{2F_0} \Leftrightarrow \frac{d+\frac{3}{2}x}{\frac{D}{4}} = \frac{3}{2}$

а) $I_1 = \frac{1}{16}I_0 \qquad \frac{I_1}{I_0} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{2}D} = \frac{\frac{x+h}{D}}{\left(\frac{h}{\frac{D}{2}}\right)} = \frac{\frac{x+h}{D}}{\frac{2h}{D}} = \frac{x+h}{2h} = \frac{1}{16}$

$(x+h)\cdot 16 = 14h$

$16x+16h = 14h$

$k_1 = \qquad k_1 = \frac{x+h}{D}$

$k_1 = \frac{S_1}{S_0} = \frac{\frac{\pi x^2}{2}+\frac{\pi h^2}{2}}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{(x^2+h^2)\cdot 2}{D^2}$

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{k_1}{k_0} = \frac{\frac{(x^2+h^2)2}{D^2}}{\frac{1}{4}} = \frac{\frac{\left(x^2+\left(\frac{D}{4}\right)^2\right)2}{D^2}}{\frac{1}{4}} = \frac{\left(x^2+\frac{D^2}{16}\right)\cdot 8}{D^2} = \frac{1}{16} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{8x^2}{D^2} + \frac{D^2\cdot 8}{16D^2} = \frac{1}{16} < \frac{1}{2} \Rightarrow d > \frac{3}{2}h \qquad \Leftrightarrow \frac{3}{2}\,\frac{D}{4}\left(\frac{\sqrt{7}}{2\sqrt{2}}+1\right)$

б) $\frac{d-\frac{3}{2}h}{x} = \frac{3F_0}{2F_0} = \frac{3}{2} \Leftrightarrow d-\frac{3}{2}h = \frac{3}{2}x \Rightarrow d = \frac{3}{2}(x+h) = \frac{3}{2}h\left(\sqrt{\frac{7}{8}}+1\right) \Leftrightarrow$

$\frac{7}{16} = \frac{x^2}{2h^2} \qquad \frac{7}{16} = \frac{S_1}{S_0} = \frac{\frac{\pi x^2}{2}}{\pi h^2} = \frac{x^2}{2h^2} \Leftrightarrow \frac{x^2}{h^2} = \frac{7}{8} \Leftrightarrow x = h\sqrt{\frac{7}{8}} = \frac{D}{4}\sqrt{\frac{7}{8}}$

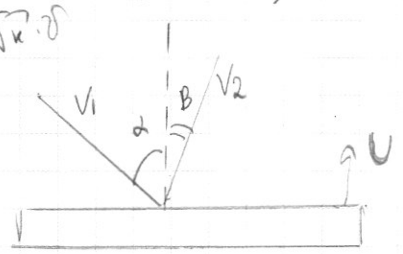
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$\frac{m v_1^2}{x} \cdot k = \frac{m v'^2}{x}$

$v = \sqrt{k} \cdot v$



$$\begin{cases} (V_1 \cos\alpha + U) \cdot k + U = V_2 \cdot \cos\beta \\ V_1 \cdot \sin\alpha = V_2 \cdot \sin\beta \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \end{cases}$$

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

(1) $\Leftrightarrow V_1 \cos\alpha \cdot k + U(k+1) = V_2 \cos\beta \Rightarrow U = \frac{V_2 \cos\beta}{V_1 \cos\alpha k}$ $U = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha k}{(k+1)}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$ $\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$f(x) = \frac{a - bk}{k+1} = \frac{a - bx}{x+1}$ $f'(x) = \frac{-b(x+1) - 1(a - bx)}{(x+1)^2} = \frac{-bx - b - a + bx}{(x+1)^2} =$

$k \in [0; 1]$

$= \frac{-a - b}{(x+1)^2}$

$f(x) \downarrow$ т.е. она принимает все значения от $f(0)$ до $f(1)$

$U_{max} = \frac{V_2 \cos\beta}{1} \ominus$ $U_{min} = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2} = \frac{20 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = 8 - 3\sqrt{5}$

$\ominus \frac{20 \cdot 4}{5} = 16 м/с$ Ответ: $[8 - 3\sqrt{5}; 16]$

$\times \begin{array}{r} 8{,}31 \\ 36 \\ \hline 4986 \\ 2493 \\ \hline 299{,}16 \end{array}$

№2

арг прингт

$T_1 = 320K$ $T_2 = 400K$

$\nu = \frac{3}{5}$ моль

1) $p_1 = p_2$ $pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$

$\frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$

2) $U_0 = \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2$ $U_к = \frac{3}{2} 2\nu R T_к \Leftrightarrow \frac{3}{2} \cdot 2\nu R T_к = \frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) \Rightarrow T_к = \frac{T_1 + T_2}{2} =$

$= \frac{400 + 320}{2} =$

$T_к = 360K$

$= \frac{720}{2} = 360K$

3) $U_{кр} = \frac{3}{2}\nu RT_2$ $\Delta U = -\frac{3}{2}\nu RT_к + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_к) =$

$U_{арг} = \frac{3}{2}\nu RT_1$

$= \frac{3}{2}\nu R \cdot = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 40$

≈ 300 Дж.

$\times \begin{array}{r} 8{,}31 \\ 36 \\ \hline 4986 \\ 2493 \\ \hline 299{,}16 \end{array}$

$\frac{E}{gL} \cdot \Omega \sin \Omega t$

E

$Q(t) = 0$

$Q(t) = Q \cdot \cos \Omega t$

$\dot{Q} = -Q \omega \sin \Omega t$

$\ddot{Q} = -\dot{Q}\, \Omega^2 \sin \Omega t$

$Q(t) = Q_0 \cos \Omega t$

$Q(0) = 0$

$Q(t) = Q_0 \cos \Omega t - Q_0$

$\sin(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)$

$\sin 2\alpha = \sin((\alpha+\beta)+(\alpha-\beta)) = \sin(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta) + \sin(\alpha-\beta)\cos(\alpha+\beta)$

$E = Sq \cdot \frac{k_n}{C^2}$ $E \geq F$

$Q = 0$

$\Omega + A = 0$

σ $E = \frac{1}{4\pi}$

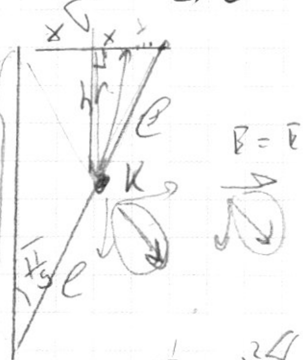
h

$C = \frac{q}{U} \Rightarrow U = \frac{q}{C}$

$Q = \frac{E}{\cdot}$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot r$

$E \cdot c$



$\frac{\pi}{2}$

$E = E_1 + E_2$

$q = \sigma \cdot x^2$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\sigma x^2}{r^2}$

4,5	5
4,5	4,5

$a^2 t^2 + \frac{1}{t^2} = (at + \frac{1}{t})^2 - 2a$ $F = Eq$

$C = \frac{q}{U}$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} x^2 \sum \left(\frac{1}{r^2}\right)$

$r^2 = h^2 + x^2$

$\sum\left(\frac{1}{r^2}\right) = 2 \sum_{x=0}^{x = l\sin\frac{\pi}{5}} \frac{1}{(l\cos\frac{\pi}{6})^2 + x^2} = 2 \int_0^{l\sin\frac{\pi}{5}} \frac{1}{l^2\cos^2\frac{\pi}{6} + x^2} = 2 \cdot \frac{1}{l^2 \cos^2 \frac{\pi}{6}} \cdot \operatorname{arctg} \frac{x}{l\cos\frac{\pi}{6}} \Big|_0^{l\sin\frac{\pi}{6}}$

$= \frac{2}{l^2\cos^2\frac{\pi}{6}} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{l\sin\frac{\pi}{5}}{l\cos\frac{\pi}{6}} - \operatorname{arctg} 0\right) =$

$\frac{\pi}{6}$

$= \frac{2}{l^2\cos^2\frac{\pi}{6}} \cdot \frac{\pi}{6}$

$\int \frac{1}{1+x^2} = \operatorname{arctg} x$ $\frac{1}{x^2}$

$\int \frac{1}{a^2 + x^2} = \operatorname{arctg}$

$\frac{1}{a^2} \int \frac{1}{1 + (\frac{x}{a})^2} = \frac{1}{a^2} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{x}{a}\right)$

$\int^b x = x^4$

$(1 - \cos \Omega t) \frac{E}{c} + \frac{E t^2}{2 g L} \frac{E}{c}$

$\ddot{x} = -\Omega^2 x + A$ $x = \cos \Omega t + \frac{A t^2}{2}$

☑ 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 (продолж)

$$v = \frac{d}{v_0} = \frac{\frac{3}{2}\frac{D}{4}\left(\frac{\sqrt{7}}{2\sqrt{7}}+1\right)}{v_0}$$

$$v_1 = \frac{\frac{3}{2}h - \left(d - \frac{3}{2}h\right)}{v} = \frac{3h-d}{v} = \cancel{\frac{3D}{4} - \frac{3}{2}\frac{D}{4}\left(\frac{\sqrt{7}+\sqrt{8}}{\sqrt{8}}\right)}$$

$$= \cancel{3h - \frac{3}{2}\frac{D}{4}} = \frac{\frac{3D}{4} - \frac{3D}{8}\left(\frac{\sqrt{7}+\sqrt{8}}{\sqrt{8}}\right)}{\frac{3D}{8}\frac{\sqrt{7}+\sqrt{8}}{\sqrt{8}}} \cdot v_0 = \left(\frac{3D}{4\cdot\frac{3D}{8}\left(\frac{\sqrt{7}+\sqrt{8}}{\sqrt{8}}\right)} - 1\right) v_0 =$$

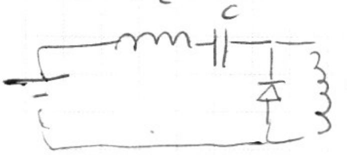
$$= \left(\frac{8\sqrt{8}}{4(\sqrt{7}+\sqrt{8})} - 1\right) v_0 = \frac{2\sqrt{8}-\sqrt{7}-\cancel{\sqrt{8}}}{\sqrt{7}+\sqrt{8}} v_0 = \frac{\sqrt{8}-\sqrt{7}}{\sqrt{7}+\sqrt{8}} v_0 =$$

$$= \frac{(\sqrt{8}-\sqrt{7})^2}{1} v_0 = \frac{8 - 2\sqrt{8\cdot 7}+7}{1} v_0 = (15 - 4\sqrt{14}) v_0$$

$$\frac{1}{i\omega C} = \frac{1}{e^{\frac{\pi}{2}}\omega C} = \frac{-i}{\omega C}$$

$$= \frac{e^{-\frac{\pi}{2}}}{\omega C}$$

№4



$$\frac{1}{i\omega C} \quad i\omega L$$

$$\mathcal{E} = L_2 \cancel{\frac{dI}{dt}} + C$$

$$C = \frac{q}{U} \Rightarrow U = \frac{q}{C}$$

$$i\omega 4L + i\omega 5L + \frac{1}{i\omega C} = i\omega 9L + \frac{1}{i\omega C} = i\omega \cdot 9L - \frac{i}{\omega C} =$$

$$= \frac{i\omega^2 \cdot 9LC - i}{\omega C} = i \cdot \frac{(9\omega^2 LC - 1)}{\omega C}$$

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

$$e^{\frac{\pi}{2}} = i e^{\frac{\pi}{2}} \quad e^{\varphi} = \cos\varphi + i\sin\varphi$$

$$\dot{\mathcal{E}} = \dot{I} \cdot e^{\frac{\pi}{2}} \frac{(9\omega^2 LC - 1)}{\omega C} \Rightarrow$$

$$\mathcal{E} = e^{i} \qquad e^{\frac{\pi}{2}} = i$$

$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E}\cdot\omega C}{(9\omega^2 LC - 1)\cdot e} = \frac{\mathcal{E}\omega C e^{\frac{\pi}{2}}}{1 - 9\omega^2 LC}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$$

$$\mathcal{E} = 4L\cdot\dot{I} + 5L\dot{I} + \frac{Q}{C}$$

$$\ddot{Q}\,9L + \frac{1}{C}Q - \mathcal{E} = 0 \;/9L \Rightarrow \ddot{Q} = -\frac{1}{9LC}Q + \frac{\mathcal{E}}{9L}$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 x$$

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

$$Q = \left(\cos\sqrt{\frac{1}{9LC}}\,t\ (\omega s_0) - 1\right)\cdot\left(\frac{\mathcal{E}}{9L} - 2\right)$$

$$Q(0) = 0.$$

$$x = \cos\omega t$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)