Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

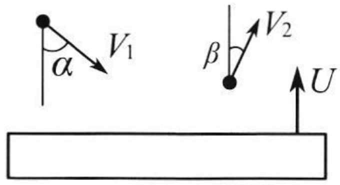
Класс 11

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.

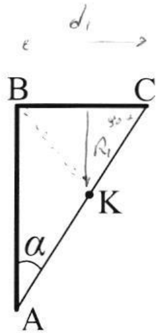
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 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?

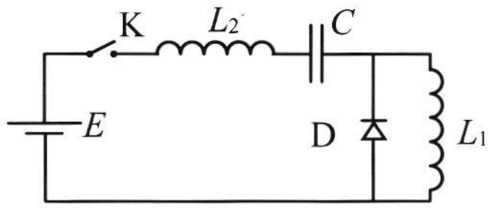
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

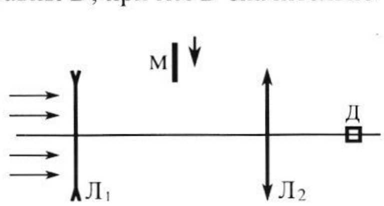


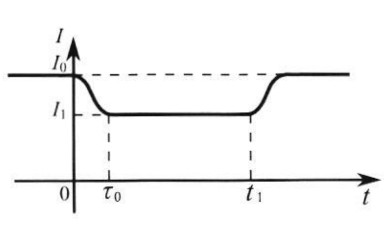
1) Найти период T этих колебаний.

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.

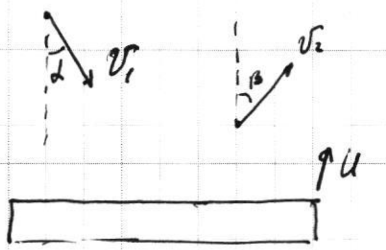
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

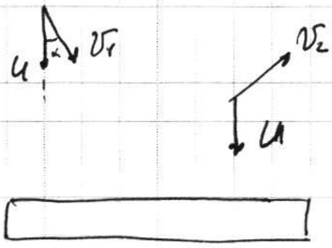
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



v_0 (

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{3}{5}$



1). Перейдём в С.О. плиты

Тогда

v_x при ударе разворачивается

v_y – не меняется

$\Downarrow$

$$v_1 \cdot \sin(\alpha) = v_2 \cdot \sin(\beta)$$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 20 \text{ м/с}$$

2) В С.О. плиты

$$\frac{m(\bar{v}_1 + \bar{u})^2}{2} = \frac{m(\bar{v}_2 + \bar{u})^2}{2}$$

$$(\bar{v}_1 + \bar{u})^2 = (\bar{v}_2 + \bar{u})^2$$

$$(\bar{v}_1 - \bar{u})^2 = v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cdot \cos(\alpha)$$

$$(\bar{v}_2 + \bar{u})^2 = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cdot \cos\beta$$

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

$$\cos(\beta) = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

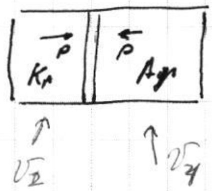
$$v_2^2 - v_1^2 = 2u(v_1\cos(\alpha) + v_2\cos(\beta))$$

$$u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos(\alpha) - v_2\cos\beta)} = \frac{400 - 324}{2(6\sqrt{5} - 16)} = \frac{19}{3\sqrt{5} + 8} \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 20 м/с 2) $\frac{19}{3\sqrt{5}+8}$ м/с

№2

1) В начальный момент



$$\left.\begin{aligned} p \cdot V_1 &= \nu R T_1 \\ p \cdot V_2 &= \nu R T_2 \end{aligned}\right\} :$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{5}$$

2) Т.к. поршень движется медленно, ~~можно~~ => ~~считать~~, ~~что~~ давление немного увеличивается и сразу же ~~увеличивается~~ увеличивается объём => можно считать, что давление const и увел/уменьш. объём и температура

$$\begin{aligned} p \cdot V_1' &= \nu R T \\ p \cdot V_2' &= \nu R T \end{aligned} \Rightarrow V_1' = V_2'$$

$$\left.\begin{aligned} Q_{Ar} &= p(V_2 - V) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T) \\ Q_{Kr} &= p(V - V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) \end{aligned}\right\} - \qquad Q_{Kr} = Q_{Ar}$$

$$0 = p(V - V_1 - V_2 + V) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1 - T_2 + T)$$

$$0 = \underbrace{2pV}_{2\nu RT} - \underbrace{p(V_1 + V_2)}_{\nu R(T_1 + T_2)} + \frac{3}{2}\nu R \cdot 2T - \frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2)$$

$$\frac{5}{2}\nu R(T_1 + T_2) = 5\nu RT \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360\,^\circ K$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

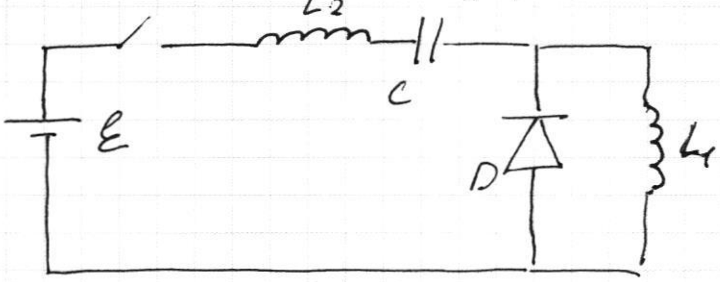
3) $Q_{кр} = p(V_2 - V) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T) = \nu RT_2 - \nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT$

$Q_{кр} = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{8 \cdot 3 \cdot 8{,}31}{2 \cdot 5} \cdot (400 - 360) = 60 \cdot 8{,}31 =$

$= \cancel{498}\ 498{,}6$ Дж

<u>Ответ</u>: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$; 2) $T = 360°K$ 3) $Q_{кр} = 498{,}6$ Дж

№4



$L_1 = 5L$

$L_2 = 4L$

1) Как происходят колебания:
Конденсатор заряжается до $U = \mathcal{E}C$, ток идёт через катушки L_1 и L_2
Когда ток изменит ~~свое~~ направление и конденсатор будет разряжаться, ток потечёт через диод и катушку L_2 =>

$T = T_1 + T_2$ $\qquad T_1$ 1) $\mathcal{E} - L_2\frac{di}{dt} - \frac{q}{C} - L_1\frac{di}{dt} = 0$

T_1' - период колебаний → $\ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} = \mathcal{E}$

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

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$2)\ \mathcal{E} - L_2 \frac{dI}{dt} - \frac{q}{C} = 0$$

T_2' - период колебаний $\rightarrow \ddot{q} + \dfrac{q}{CL_2} = \mathcal{E}$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{T_2'}{2} = \pi\sqrt{L_2 C}$$

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

2) $$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{(L_1+L_2)\,I_{01}^2}{2}$$

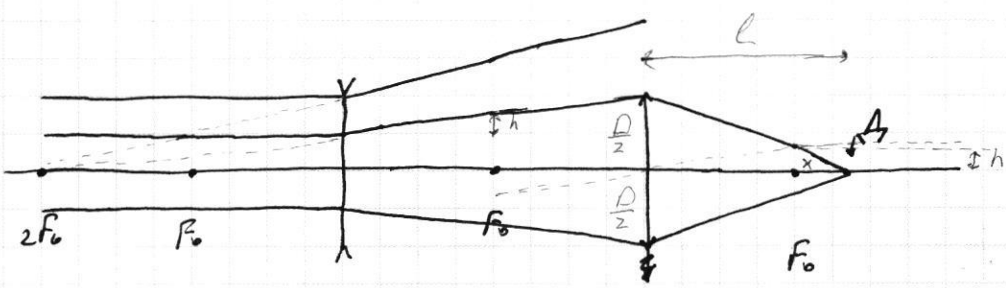
$$I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \frac{\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}}{3}$$

3) $$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2\, I_{02}^2}{2}$$

$$I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} = \frac{\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}}{2}$$

<u>Ответ:</u> 1) $T = 5\pi\sqrt{LC}$; 2) $I_{01} = \dfrac{\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}}{3}$ 3) $I_{02} = \dfrac{\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}}{2}$

№5



1) $\dfrac{h}{F_0} = \dfrac{D}{8F_0}$ $\quad h = \dfrac{D}{8}$ $\qquad \dfrac{x}{h} = \dfrac{2(F_0 + x)}{D}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$x \cdot D = 2h(F_0 + x)$$

$$4x\cancel{D} = \cancel{D}(F_0 + x)$$

$$F_0 = 3x \quad x = \frac{F_0}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l = \frac{4F_0}{3}$$

2) Посмотрим на график зависимости тока от времени. видно, что за время τ_0 мишень полность „заехала" в пучок света и закрыла его часть $\Rightarrow$

$\Rightarrow v_м = \frac{L_м}{\tau_0}$ где $L_м$ – длина мишени

из графика видим, что ток уменьшился на $\frac{9}{16} y_0$

$\Rightarrow$ мишень загородила $\frac{9}{16}$ пучка света, попадающего во вторую линзу.

Ширина пучка в месте, где проходит линза

$H = \frac{D}{2} + 2h = \frac{D}{2} + \frac{D}{4} = \frac{3D}{4} \Rightarrow$ линза закрыла

$\frac{9}{16} \cdot \frac{3}{4} D = \left(\frac{3}{4}\right)^3 D = L_м \Rightarrow v_м = \left(\frac{3}{4}\right)^3 \frac{D}{\tau_0}$

3) $\frac{3}{4} D = v_м \cdot (\tau_0 + t_1)$

$$\frac{\cancel{3}}{\cancel{4}} D = \left(\frac{3}{4}\right)^{\cancel{3}2} D + \left(\frac{3}{4}\right)^{\cancel{3}2} D \frac{t_1}{\tau_0}$$

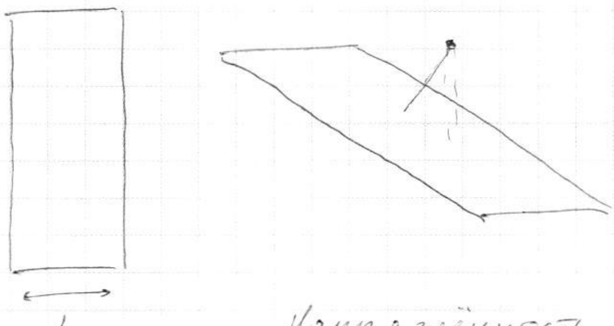
$$1 - \frac{9}{16} = \frac{9}{16} \frac{t_1}{\tau_0} \Rightarrow 7\tau_0 = 9t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{7}{9}\tau_0$$

<u>Ответ</u>: 1) $l = \frac{4}{3} F_0$ 2) $v_м = \left(\frac{3}{4}\right)^3 \frac{D}{\tau_0}$ 3) $\frac{7}{9} \tau_0$

☐ черновик ☑ чистовик

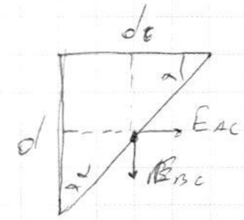
(Поставьте галочку в нужном поле)

№3



Напряжённость в точке, находящейся на ~~высоте~~ расстоянии R над бесконечно длинной пластиной шириной d, равно

$$E = \frac{\sigma d}{\pi \varepsilon_0 R}$$



1) $$E_{BC} = \frac{\sigma \cdot d}{\pi \varepsilon_0 \, d/2} = \frac{2\sigma}{\pi \varepsilon_0}$$

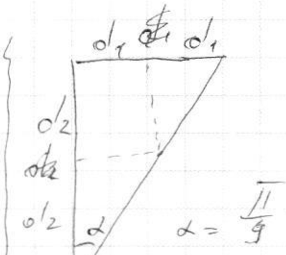
$$E_{AB} = E_{BC} = \frac{2\sigma}{\pi \varepsilon_0}$$

т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$

треугольник р/б

$$E = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{2} \cdot \frac{2\sigma}{\pi \varepsilon_0}$$

$$\frac{E}{E_{BC}} = \sqrt{2}$$



$\alpha = \frac{\pi}{9}$

2) $$E_{BC} = \frac{\sigma_1 \cdot 2d_1}{\pi \varepsilon_0 d_2}$$

$$E_{AC} = \frac{\sigma_2 \cdot 2d_2}{\pi \varepsilon_0 d_1}$$

$$E = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AC}^2} = \sqrt{\frac{4\sigma^2 \cdot tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right)}{(\pi \varepsilon_0)^2} + \frac{16\sigma^2}{49\, tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right)}} =$$

$$\frac{2d_1}{2d_2} = tg\left(\frac{\pi}{9}\right)$$

$$= \frac{2\sigma^2}{\pi \varepsilon_0} \sqrt{tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right) + \frac{4}{49\, tg^2 \frac{\pi}{9}}}$$

Ответ: 1) $\frac{E}{E_{BC}} = \sqrt{2}$ 2) $E = \frac{2\sigma^2}{\pi \varepsilon_0} \sqrt{tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right) + \frac{4}{49\, tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right)}}$

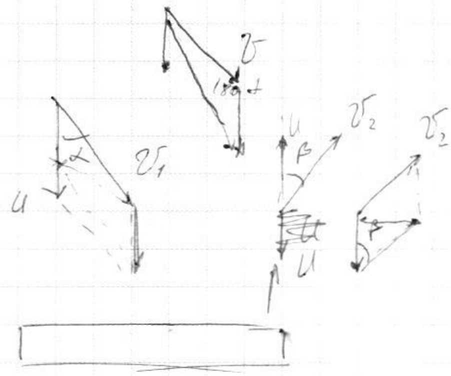
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{3}{5}$

$v_{x_1} = v_1 \cdot \cos(\alpha) + U$

$v_{y_1} = v_1 \cdot \sin(\alpha)$

$v_{y_2} = v_2 \cdot \sin(\beta)$

v_x - розвор

v_y - не меняется

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

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

$v_1 \cdot \sin(\alpha) = v_2 \cdot \sin(\beta)$

$v_2 = v_1 \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{\cancel{18}^{2} \cdot 2 \cdot 5}{\cancel{3} \cdot 3} = 20$

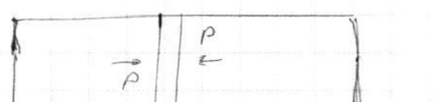
$v_{x_2} = v_{1x} + 2U$

$v_2 \cdot \cos(\beta) = v_1 \cdot \cos(\alpha) + 2U$

$v_2 \cdot \frac{4}{5} = v_1 \cdot \sqrt{\frac{5}{9}} + 2U$

$\cancel{16}^{8} = \cancel{18}^{9} \sqrt{\frac{5}{9}} + \cancel{2}U$

$U = 8 - 3\sqrt{5}$



$p \cdot v_1 = \nu R T_1$

$p \cdot v_2 = \nu R T_2$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

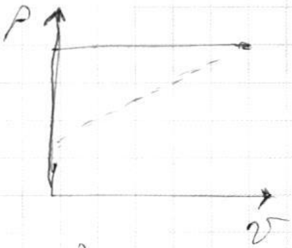
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$p_2 V_1' = \nu RT$

$p_2 V_2' = \nu RT$

$V_1' = V_2'$



$\frac{(p_2-p)(V_2-V)}{2} + \frac{3}{2}\nu R(T_2-T) = Q$

$Q = \frac{(p_2-p)(V-V_1)}{2} + \frac{3}{2}\nu R(T-T_1)$

$2pV = 2\nu RT$

$Q = p\cdot(V_2-V) + \frac{3}{2}\nu R(T_2-T)$

$Q = p(V-V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T-T_1)$

$pV_1 = \nu RT_1$

$0 = p(V - V_1 - V_2 + V)$

$0 = p\cdot 2V - p(V_1+V_2) + \frac{3}{2}\nu R\, 2T - \frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2)$

$5\nu RT = \nu R(T_1+T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2)$

$8\nu RT = \frac{8}{2}\nu R(T_1+T_2)$

$T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{720}{2} = 360\ K$

$8{,}31 \times 60 = 498{,}60$

$498{,}6$ Дж

$Q = p\cdot(V_2-V) + \frac{3}{2}\nu R(T_2-T) =$

$= \nu RT_2 - \nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT =$

$= \frac{5}{2}\nu R(T_2-T) = \frac{5}{2}\nu\cdot R\cdot 40 = 100\,\nu R =$

$= 100\cdot\frac{3}{5}\cdot 8{,}31 = 60\cdot 8{,}31 =$

$9LC + 4LC = 3\sqrt{LC} + 2\sqrt{LC}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

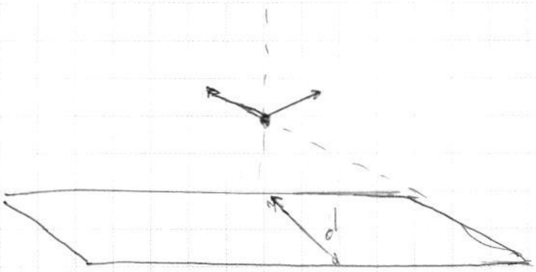
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

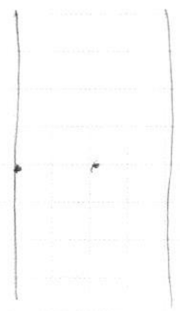
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

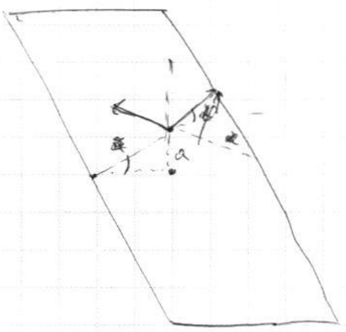
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$\sigma = \frac{q}{S}$

$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_2^2}{2}$



$2\int \frac{d\varphi}{ds} \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\sigma \cdot ds}{a}$

$I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

$C\mathcal{E}^2 = \frac{(L_1+L_2)I^2}{2}$

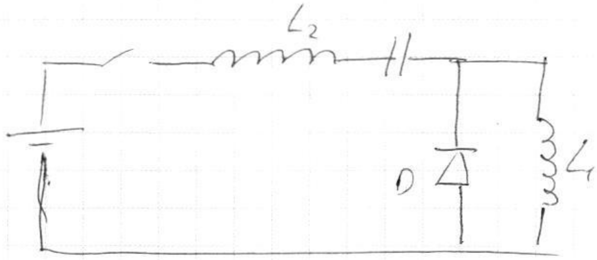
$I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{2C\cancel{\mathcal{E}^2}}{L_1+L_2}}$

$L_1 = 5L$

83

$L_2 = 4L$

C



$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_2^2}{2}$

$\mathcal{E} - L_2 \frac{dI}{dt} - \frac{q}{C} - L_1 \frac{dI}{dt} = 0$

II

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

$T_1 = \pi \cdot \sqrt{(L_1+L_2)C}$ $\quad T_1+T_2 = \pi\sqrt{C}\cdot\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right)$

$T_2 = \pi \cdot \sqrt{L_2 C}$

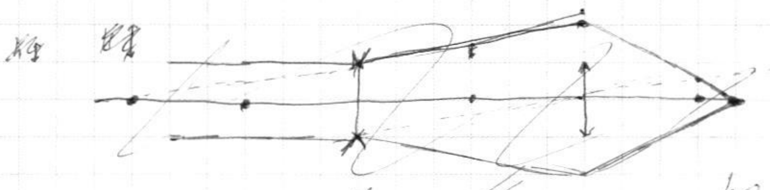
$T_1 + T_2 = \cancel{\pi\sqrt{C}\sqrt{L_1}}\ \pi\sqrt{C(L_1+L_2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

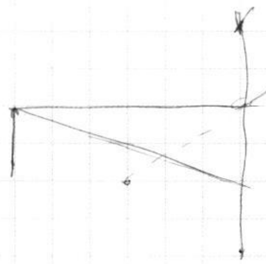
(Нумеровать только чистовики)

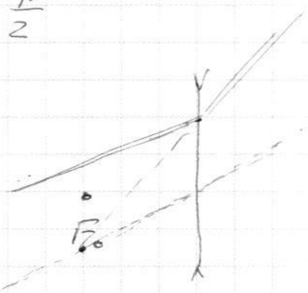


$h = \frac{D}{4}$

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

$\Rightarrow h$





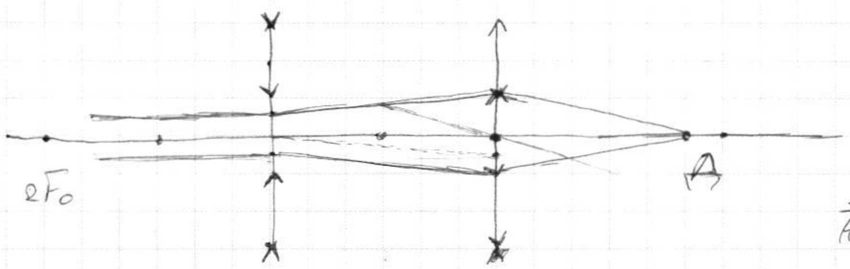
$\frac{h}{x} = \frac{D}{F+x}$

$\frac{D(F+x)}{4} = Dx$

$DF + Dx = 4Dx$

$F = 3x$

$\cancel{x = \frac{F}{3}}$



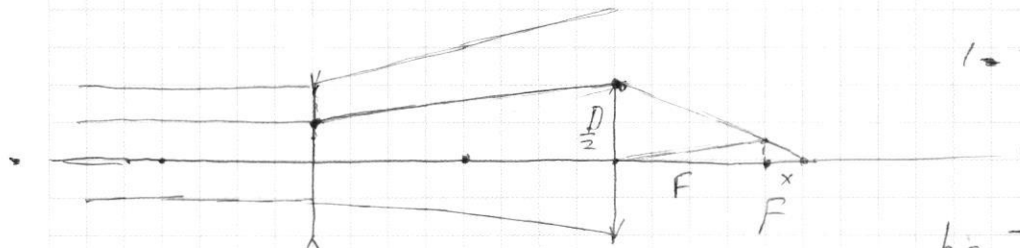
$\frac{3D}{4} = v_м (T_0 + t_1)$

$\frac{3}{4}\cancel{D} = \left(\frac{3}{4}\right)^{\cancel{3}\,2} \cancel{D} + \left(\frac{3}{4}\right)^{\cancel{3}\,2} \cancel{D} \cdot \frac{t_1}{T_0}$

$1 - \frac{9}{16} = \frac{9}{16} \frac{t_1}{T_0}$

$\Rightarrow h \quad 7 = 9 \frac{t_1}{T_0}$

$h = \frac{D}{8} \qquad t_1 = \frac{7}{9} T_0$



$\frac{\cancel{D}}{4\cancel{8}x} = \frac{\cancel{D}}{\cancel{2}(F+x)} \qquad F + x = 4x \qquad x = \frac{F}{3}$

$F = 3x \qquad l = \frac{4}{3} F$

$L_м = \frac{v}{T_0} T_0 \qquad \cancel{L_м = \frac{9}{16} D}$

$\cancel{v = L_м \cdot T_0 = \frac{9 D T_0}{16}} \qquad \frac{D}{8} + \frac{D}{8} + \frac{D}{2} = \frac{D}{4} + \frac{2D}{4} =$

$L_м = \frac{9}{16} \cdot \frac{3D}{4} = \left(\frac{3}{4}\right)^3 D$

$\frac{3D}{4}$

$v_м = \left(\frac{3}{4}\right)^3 \cdot \frac{D}{T} \qquad \frac{3D}{4} = v_м \cdot (T_0 + t_1)$

$-\left(\frac{3}{4}\right)^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \frac{t_1}{t_0} \qquad \frac{3\cancel{D}}{4} = \left(\frac{3}{4}\right)^{\cancel{3}\,2} \frac{\cancel{D}}{\cancel{T_0}} + \left(\frac{3}{4}\right)^{\cancel{3}\,2} \frac{\cancel{D}}{T_0} \cdot t_1$

☑ черновик ☐ чистовик

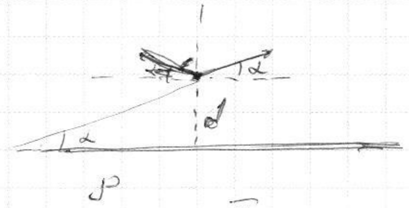
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \quad \frac{q \cdot \sigma}{\varepsilon_0} \quad = \quad \frac{q}{\varepsilon_0} = a_q \frac{q}{\varepsilon_0}$

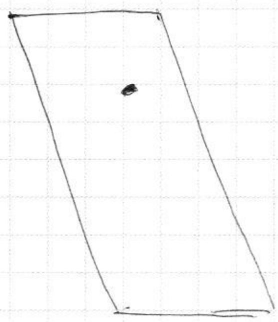
$\sigma = \frac{q}{S}$

$\frac{q \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d\,l}$

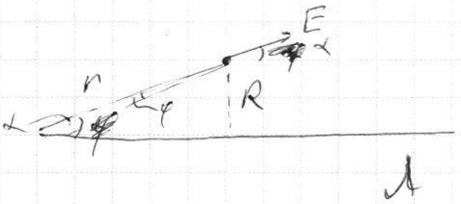


$d = l\,tg(\alpha)$

$\cos^{-1}\ tg \cdot \sin$



$$2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\rho \cdot x\, d\alpha}{tg(\alpha) \cdot d^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \cdot \sin(\alpha)$$

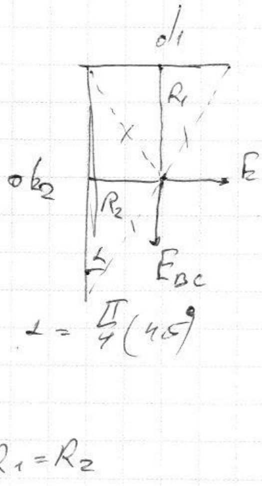


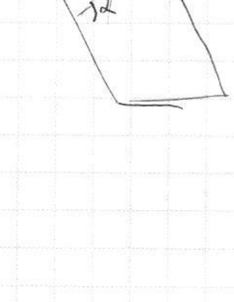
$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Кл}{м^2}$

$dl = r \cdot d\varphi$

$$E = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda \cdot r \cdot d\varphi}{r^2} \quad \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 \cdot R} \quad \frac{Кл}{м^2} \cdot \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}$$

$$\int \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R} \cdot \sin(\alpha) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R} \quad \frac{\sigma\, d}{2\pi\varepsilon_0 R}$$





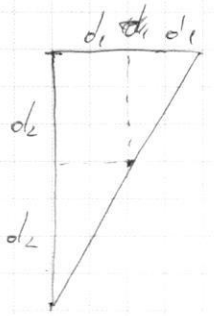
1) $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0 R_1 R_2} \quad \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0 R_1 \cdot R_2}$

$E_{AB} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0 R_1 R_2}$

$\alpha = \frac{\pi}{4} (45°)$

$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2}\, E$

$R_1 = R_2$



$$E_{BC} = \frac{\sigma_1 \cdot 2d_1}{2\pi\varepsilon_0 \cdot d_2}$$

$\frac{180}{9} = 20^\circ$

$\frac{2d_1}{2d_2} = tg(\alpha)$

$$E_{AB} = \frac{\sigma_2 \cdot 2d_2}{2\pi\varepsilon_0 d_1}$$

$\frac{32}{40}$ $\frac{4}{5}$

$$E_{BC} = \frac{\sigma \cdot 2 d_2\, tg(\frac{\pi}{9})}{2\pi\varepsilon_0}$$

$v_2 \cdot \cos\frac{4}{5} = 16$ м/с

$$E_{AB} = \frac{2\sigma \cdot 2\, d_2}{7 \cdot 2\pi\varepsilon_0 \cdot d_2\, tg(\frac{\pi}{9})}$$

$\sqrt{4} < \sqrt{5} < \sqrt{9}$

2 3

$$\sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \frac{\sigma^2 \cdot tg^2\frac{\pi}{9}}{(\pi\varepsilon_0)^2} + \frac{4\sigma^2}{49\, tg^2(\frac{\pi}{9})} =$$

$$= \frac{\sigma^2}{(\pi\varepsilon_0)^2}\left(tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right) + \frac{4}{49\, tg^2(\frac{\pi}{9})}\right)$$

$2{,}4 \times 2{,}4$: 96, 48, 5

$2{,}1 \times 2{,}1$: 21, 42

$2{,}3 \times 2{,}3$: 69, 46

$2{,}2 \times 2{,}2$: 44, 44, 4,84

$v' = v_1^2 + u^2 - 2$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + Q$$

$\cos(30) = -\cos(180)$

$\cos(90-\alpha) = \sin(\alpha)$

$$v' = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cdot \cos(180-\alpha)$$

$8 + 3\sqrt{5}$

14,6

$$v' = v_1^2 + u^2 + 2vu\cos(\alpha)$$

$\frac{38}{6{,}6+8} =$

18×18: 144, 18, 324

18×8 9×8 $= 12$ $\cancel{12}$

$$\frac{mv'^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + Q$$

$= \frac{38}{14{,}6}$ $\frac{19}{7{,}3} \approx 2{,}5$

$18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 6\sqrt{5}$

$$m(v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cdot \sqrt{\tfrac{5}{9}}) = v_2^2 + \cancel{u^2} - 2v_2 u \cdot \frac{4}{5}$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2u\left(\frac{\sqrt{5}}{9}v_1 + v_2 \cdot \frac{4}{5}\right)$$

$$u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2\left(\frac{\sqrt{5}}{9}v_1 + \frac{4}{5}v_2\right)} = \frac{400 - 324}{2(6\sqrt{5} + 16)} = \frac{\cancel{76}\ 38}{\cancel{4}(3\sqrt{5}+8)}$$

19

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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