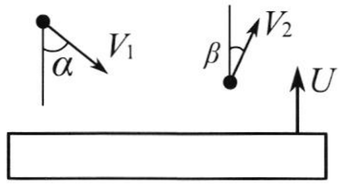
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

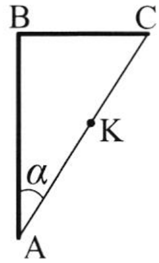
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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.

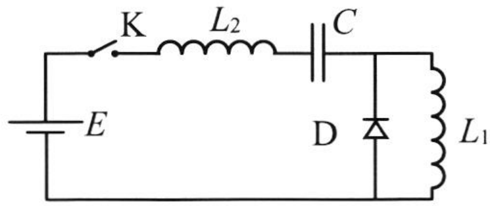
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?



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.

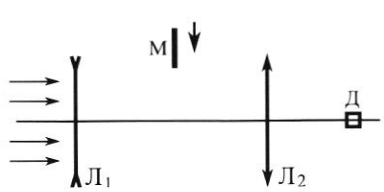
1) Найти период T этих колебаний.

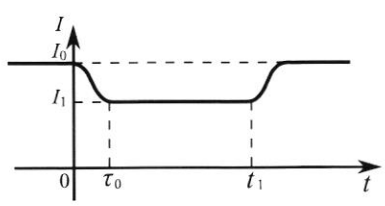
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.

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

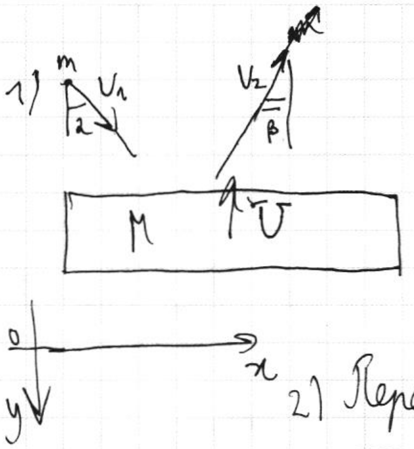
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

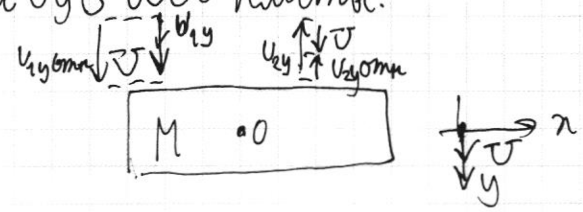


т.к. горизонтальная ~~проекция~~ поверхность гладкая, то применим ЗСИ по Ox для шарика:

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

$v_2 = v_1 \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = 20 \frac{м}{с}$.

2) Перейдём в ИСО плиты; тогда $v_{1y\,отн} = v_1 \cos(\alpha) + U$; $v_{2y\,отн} = -v_2 \cos(\beta) + U$. По ЗСИ на Oy в ИСО плиты:



$-MU + m v_{1y\,отн} = MU + m v_{2y\,отн}$

$v_{1y\,отн} = -v_{2y\,отн}$

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

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

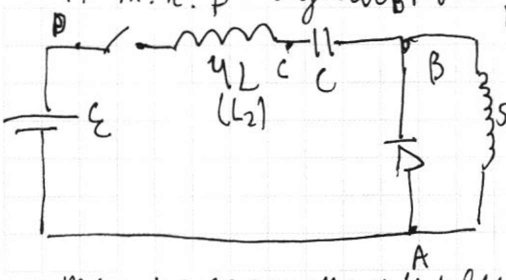
$U = 0{,}5 v_2 \sqrt{1-\sin^2(\beta)} - 0{,}5 v_1 \sqrt{1-\sin^2(\alpha)} = 0{,}5 \cdot 20 \cdot \sqrt{1-\frac{9}{25}} - 0{,}5 \cdot 18 \cdot \sqrt{1-\frac{4}{9}} =$

$= 10 \cdot \frac{4}{5} - 9 \cdot \frac{\sqrt{5}}{9} = 8 - \sqrt{5} \frac{м}{с}$.

Ответ: 1) $v_2 = 20 \frac{м}{с}$; 2) $U = 8 - \sqrt{5} \frac{м}{с}$.

№4.

1) т.к. D - идеальный, то $U_D = 0$, => ток через L_1 в направлении AB не потечёт, а потечёт через D. Тогда имеем колебания: энергия накапливается на катушках; конденсатор заряжается; ток на катушках уменьшается, уходя до 0; начинается ток в обратном направлении без катушки L_1, конденсатор разряжается.



2) => $T = 2 \cdot \frac{T_1}{4} + 2 \cdot \frac{T_2}{4}$, где T_1 и T_2 - периоды колебаний контуров $L_2 C$ и

$L_2 C L_1$ в отсутствии диода; тогда:

$$T = 0{,}5(T_1+T_2) = 0{,}5\cdot 2\pi\left(\sqrt{CL_2} + \sqrt{C(L_1+L_2)}\right) = \pi\cdot\left(2\sqrt{LC}+3\sqrt{LC}\right) = 5\pi\sqrt{LC}.$$

3) Запишем ЗСЭ для момента, когда ток течёт через L_1:

$\frac{L_1 I_x^2}{2} + \frac{q_x^2}{2C} + \frac{L_2 I_x^2}{2} + (-q_x)\cdot\mathcal{E} = 0$, где I_x - ток в этот момент; q_x - заряд конденсатора; $(-q_x\mathcal{E} = -A_{ист})$ =>

$$\frac{(5L+4L)}{2} I_x^2 + \frac{q_x^2 - 2q_x C\mathcal{E} + (C\mathcal{E})^2}{2C} - \frac{(C\mathcal{E})^2}{2C} = 0$$

$$\frac{9L}{2}\left(\frac{dq_x}{dt}\right)^2 + \frac{(q_x - C\mathcal{E})^2}{2C} = \frac{C^2\mathcal{E}^2}{2C} \quad |\cdot 2C \quad (\text{используем } C\mathcal{E} = const;\ d(q_x) = d(q_x - C\mathcal{E}))$$

$$\left(\frac{d(q_x - C\mathcal{E})}{dt}\right)^2\cdot 9LC + (q_x - C\mathcal{E})^2 = C^2\mathcal{E}^2, \Rightarrow \frac{d(q_x - C\mathcal{E})}{dt} = \frac{dq_x}{dt} = I_{01};$$

при $q_x = C\mathcal{E}$ имеем $(q_x - C\mathcal{E})^2 \to min$, =>

$$I_{01}^2\cdot 9LC = C^2\mathcal{E}^2$$

$I_{01} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ и является максимальным (направлен по часовой стрелке).

4) Запишем ЗСЭ для момента, когда ток течёт через D:

$$\frac{q_x^2}{2C} + \frac{L_2 I_x^2}{2} + (-q_x)\cdot\mathcal{E} = 0$$

$$\frac{(q_x - C\mathcal{E})^2}{2C} + \frac{L_2}{2}\left(\frac{dq_x}{dt}\right)^2 = \frac{(C\mathcal{E})^2}{2C} \quad |\cdot 2C$$

$(q_x - C\mathcal{E})^2 + 4CL\left(\frac{d(q_x - C\mathcal{E})}{dt}\right)^2 = C^2\mathcal{E}^2$; $I_2 = \frac{dq_x}{dt} = \frac{d(q_x - \mathcal{E}C)}{dt}$, =>

$I_2 \to max$ при $q_x = C\mathcal{E}$, т.к. $(q_x - C\mathcal{E}) \to min$, =>

$$4CL\, I_2^2 = C^2\mathcal{E}^2$$

$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} > I_{01}$, => $I_{02} = I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$ (направлен против часовой стрелки).

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

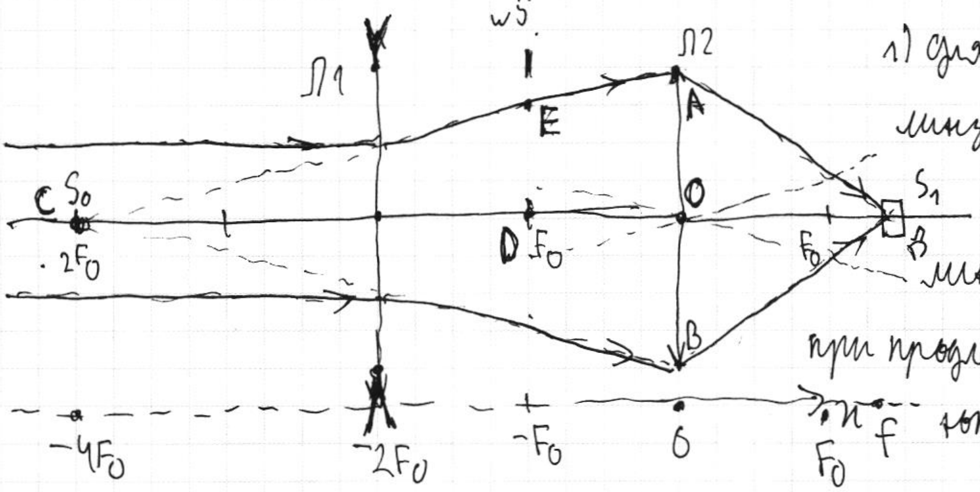
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Для тонкой рассеивающей линзы преломлённые лучи, падавшие на линзу параллельно, при продлении их назад попадают в одну точку фокальной плоскости, => можно считать, что они исходят из т. S_0 (т.к. изначально лучи параллельны ООО (основной оптической оси)).

2) Тогда по формуле тонкой линзы для Л2 имеем:

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f}$ для т. S_0 и изображения т. S_1;

$f = \frac{4}{3}F_0$ и фокусирует параллельные лучи, падающие в начале на Л1, => т. S_1 – фотодетектор, => между Л2 и В $\frac{4}{3}F_0$.

3) т.к. $I \sim P$, то $I \sim S_{св}$, где $S_{св}$ – „площадь" света, т.к. $P \sim S_{св}$ (все лучи проходят через эту площадь), => $\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_п - S_{пл}}{S_п}$, $S_{пл}$ – площадь пластинки, $S_п$ – площадь „пучка" света на $x = -F_0$.

Из △CAO ~ △CED имеем $R_п = \frac{1}{2}D \cdot \frac{3F_0}{4F_0} = \frac{3}{8}D$, => $S_п = \pi R_п^2 = \frac{9}{64}\pi D^2$;

тогда $\frac{7}{16} = 1 - \frac{S_{пл}}{S_п}$; $S_{пл} = \frac{9}{16} \cdot S_п = \frac{9 \cdot 9}{16 \cdot 64} \cdot \pi D^2 = \pi R_{пл}^2$; $R_{пл} = \frac{9}{32}D$ – радиус пластинки.

4) Тогда $L(t_0) = 2R_{пл} = \frac{9}{16}D = v \cdot t_0$; $v = \frac{9D}{16t_0}$ для пути пластинки за t_0 (т.к. вначале она не препятствовала свету, а после проходит сквозь „пучок" и не меняет ток).

5) За время t_1 пластинка проходит $\frac{3D}{4}$ (т.к. крайняя точка в начале касалась пучка при входе и касалась пучка при выходе), =>

$\frac{3}{4}D = vt_1$;

$t_1 = \frac{3D}{4v} = \frac{3D}{4 \cdot \frac{9D}{16t_0}} = \frac{16t_0}{4 \cdot 3} = \frac{4}{3}t_0$.

Ответ: 1) $\frac{4}{3}F_0$; 2) $V = \frac{9D}{16t_0}$; 3) $t_1 = \frac{4}{3}t_0$.

№2.

1) $\begin{cases} Q_{ар} = A_{ар} + \Delta U_{ар} \\ Q_{кр} = A_{кр} + \Delta U_{кр} \end{cases}$ по I закону термодинамики; при этом $Q_{ар} = -Q_{кр}$, т.к. цилиндр теплоизолирован и $A_{ар} = -A_{кр}$, т.к. криптон совершает работу над аргоном и внешние силы отсутствуют, =>

$-A_{ар} - \Delta U_{ар} = A_{кр} + \Delta U_{кр}$;

$\Delta U_{ар} = -\Delta U_{кр}$ (криптон охлаждается, аргон нагревается; =>)

$\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0)$

$T_0 - T_1 = T_2 - T_0$

$2T_0 = T_1 + T_2$; $T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360K$ – установившаяся температура

2) Из уравнений Менделеева-Клапейрона для первого положения поршня (индекс 1 – аргон; индекс 2 – криптон)

$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$; т.к. трения нет, то $p_1 = p_2$, => $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$; $\frac{V_2}{V_1} = 1,25$.

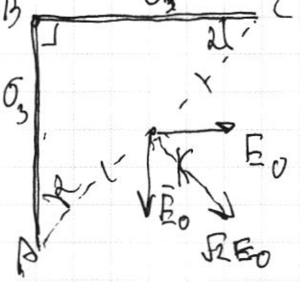
3) т.к. $p_1' = p_2'$ на протяжении всего процесса, то газы не совершают работы по движению поршня, ~~т.к.~~ (т.к. силы, действующие на поршень, будут ~~уравновешены~~ сбалансированы), => $|Q| = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8,31 \cdot 40 = 299,16$ Дж.

Ответ: 1) $1,25 = \frac{5}{4}$; 2) $360K$; 3) $299,16$ Дж.

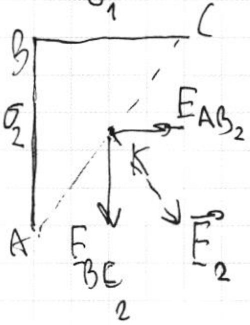
☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№3.

1) Для случая 1) в силу симметрии имеем $E_{AB_1}=E_{BC_1}=E_0$, =>
$E_{K1}=\sqrt{E_{AB_1}^2+E_{BC_1}^2}=\sqrt{2}\,E_0$ (т.к. $\alpha=45^\circ$; $\angle ABC=90^\circ$); $\frac{E_{K1}}{E_0}=\sqrt{2}$ раз.



2) по теореме Гаусса:
$2E_{пл}\cdot S_{пл}=\frac{q_{пл}}{\varepsilon_0}$; где $E_{пл}$ – напряжённость поля этой плоскости, $S_{пл}$ и $q_{пл}$ – её площадь и заряд, =>
$2E_{пл}\cdot S_{пл}=\frac{\sigma_{пл}S_{пл}}{\varepsilon_0}$; где $\sigma_{пл}$ – ~~распределения~~ плотность заряда на плоскости
$E_{пл}=\frac{\sigma_{пл}}{2\varepsilon_0}$, =>



3) для случая 2) имеем:
$E_{AB_2}=\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}=\frac{1}{7\varepsilon_0}\sigma$;
$E_{BC_2}=\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$;
$$E_2=\sqrt{E_{AB_2}^2+E_{BC_2}^2}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{49}+\frac{1}{4}}=\frac{\sigma}{14\varepsilon_0}\sqrt{4+49}=\frac{\sqrt{53}}{14}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}.$$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз; 2) $E_2=\frac{\sqrt{53}}{14}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

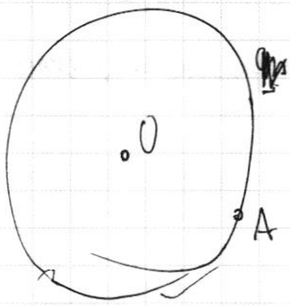
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$S_{сф} = 4\pi R^2$



$q_{сф} = 4\pi R^2 \sigma$

$\varphi_A = \frac{kq}{R} = \frac{4\pi R \sigma k}{} = \frac{R\sigma}{\varepsilon_0}$

$\varphi_O = \varphi_A = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$, при $R \to \infty$ $\varphi_O \to \infty$.

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№4.

$t_1 = \frac{1}{4} 2\pi \sqrt{C(L_1+L_2)}$; $t_2 = \frac{1}{4} 2\pi \sqrt{CL_2}$; $\Rightarrow T = 2t_1 + 2t_2 = \frac{1}{2} 2\pi \sqrt{C} \left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right) =$

$= \frac{1}{2} 2\pi \sqrt{C} \left(\sqrt{5L+4L} + \sqrt{4L}\right) = \frac{5}{2}\sqrt{LC} \cdot 2\pi = 5\pi\sqrt{LC}$.

$\frac{L_1 I_x^2}{2} + \frac{L_2 I_x^2}{2} \cdot \frac{q_x^2}{2C} + \frac{L_2 I_x^2}{2} - q_x \cdot E = 0$

$\frac{q_x^2}{2C} - q_x E + \frac{9L}{2} I_x^2 = 0$

$\frac{q_x^2 - 2q_x CE + E^2C^2}{2C} - \frac{E^2 C}{2} + \frac{9}{2} L \left(\frac{dq}{dt}\right)^2 = 0$

$\frac{(q_x - EC)^2}{2C} + \frac{9}{2} L \left(\frac{dq}{dt}\right)^2 = \frac{E^2 C}{2}$

$(q_x - EC)^2 + 9LC\left(\frac{dq}{dt}\right)^2 = E^2C^2 = \text{const}$

$(q_x - EC)^2 + 9LC\left(\frac{d(q_x - EC)}{dt}\right)^2 = \text{const}$

№3

$E_{Ax} = \frac{2\pi x \cdot \Delta x\, \sigma \cdot k \frac{h}{\sqrt{x^2+h^2}}}{(x^2+h^2)} =$

$= \frac{2\pi\, \Delta x^2\, \sigma k h}{(x^2+h^2)^{\frac{3}{2}}} =$

$\sigma = \frac{\sigma h}{4\varepsilon_0} \cdot \frac{\Delta(x^2+h^2)}{(x^2+h^2)^{\frac{3}{2}}} =$

$= \frac{\sigma h}{4\varepsilon_0} \cdot \frac{\Delta a^2}{a^3} = \frac{\sigma h}{2\varepsilon_0} \frac{1}{a^2}$

$E_A = \int_{h^2}^{\infty} E_x = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 h^3} -$

$SE = \frac{kq}{h^2} = \frac{k\sigma S}{h^2} = \Phi$

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

$\varphi_{Ay} = \frac{2\pi x \Delta y^2 \sigma}{y^2+x^2} k = k\frac{2\pi x \sigma \Delta(y^2+x^2)}{y^2+x^2} = 2\pi x \ln(y^2+x^2) \cdot \sigma k$

$\varphi_{A'y} = 2\pi(x+\Delta x) \ln(y^2+(x+\Delta x)^2) \sigma k$

$|\varphi_{Ay} - \varphi_{A'y}| = 2\pi\sigma k \cdot \Delta x \int_0^{\infty} (\ln(y^2+(x+\Delta x)^2) - \ln(y^2+x^2)) \cdot \Delta y$

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

1) $E_1 = \sqrt{2} E_0$

2) $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1+\frac{4}{49}} = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$

$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 h^2}$

$\frac{Кл}{м^2}$

$\frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$

$\frac{В}{м} = \frac{Дж}{Кл \cdot м} = \frac{Н}{Кл}$

$\frac{Н}{Кл} = \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2} \cdot \frac{Кл}{м^2}$

~~$q_{max} = 2EC \Rightarrow U_{max} = 2E$~~

$I_{max\,01}^2 = \sqrt{\frac{(\mathcal{E}C)^2}{9LC}} = \frac{\mathcal{E}C}{3}\sqrt{\frac{1}{LC}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$(q_x - \mathcal{E}C)^2 + 4LC I_{02}^2 = \mathcal{E}^2 C^2$

$I_{02}^2 = \frac{\mathcal{E}C}{2}\sqrt{\frac{1}{LC}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

~~1 2 3 4 5~~

$\frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$

$\frac{В}{м} \cdot м^2 = В \cdot м = \frac{Дж}{Кл} \cdot м = \frac{Н \cdot м^2}{Кл}$

☑ 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

№1.

1) $V_1 \sin(\alpha) = V_2 \sin(\beta)$

$V_2 = V_1 \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = 18 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{180}{9} = 20.$

$\cos(\beta) = \frac{4}{5}$

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

2) y

$V_{y1\,отн} = V_1 \cos(\alpha) + U$

$U_{y2\,отн} = (V_1 \cos(\alpha) + U)$

$V_{y2} = V_1 \cos(\alpha) - 2U;$

$|U_{y2}| = 2U + V_1 \cos(\alpha) = V_2 \cos(\beta)$

$U = \frac{V_2 \cos(\beta) - V_1 \cos(\alpha)}{2} = \frac{20 \cdot \frac{4}{5} - 18\frac{\sqrt{5}}{9}}{2} = 8 - \sqrt{5}\ \frac{м}{с}.$

№2.

1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{5}$; $V_1 = 4V_0$; $V_2 = 5V_0$

2) $p_0 V_1 = \nu R T_1$

$p_0 V_2 = \nu R T_2$

$p_2 V_1' = \nu R T_0$

$p_2 V_2' = \nu R T_0$

$\Rightarrow V_1' = V_2' = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{9}{2} V_0.$

$\frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) = \frac{3}{2} \cdot 2\nu R T_0$

$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360K$??

??????????

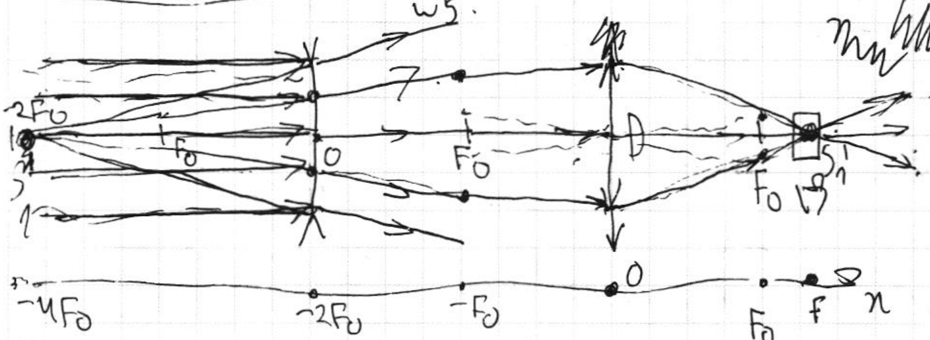
3) $A = p\Delta V +$

$\Delta U = \frac{3}{2}\Delta(pV) = \frac{3}{2}(p\Delta V + V\Delta p)$

$|Q| = \frac{1}{8} \cdot \frac{3}{2}\nu R|\Delta T| = \frac{\nu R(T_2 - T_0)}{2} = \frac{\frac{3}{8} \cdot 8{,}31 \cdot 360}{2} = 8{,}31 \cdot 108 \approx 897{,}48$ Дж.

$8{,}31 \times 108 = 6648 + 831 = 897{,}48$

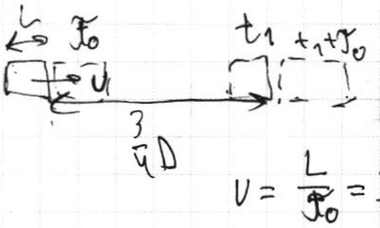
№5.



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

$\frac{3}{4F_0} = \frac{1}{f}$ $f = \frac{4}{3}F_0$

$3{,}31 \times 1{,}36 = 1986 + 993 + \ldots = 299{,}16$



$L = U\tau_0$

$\frac{3}{4}D = Ut_1$

$L = 2R'$, $\frac{P_0}{P_1} = \frac{16}{7} = \frac{S_0}{S_0 - S_{пл}} = \frac{\pi D^2}{\pi D^2 - 4\pi R'^2}$; $9D^2 = 64R'^2$

$R' = \frac{3}{8}D.$

$U = \frac{L}{\tau_0} = \frac{3D}{8\tau_0}$

$t_1 = \frac{3D}{4U} = \frac{3D}{4 \cdot \frac{3D}{8\tau_0}} = 2\tau_0.$

☑ 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

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)