Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

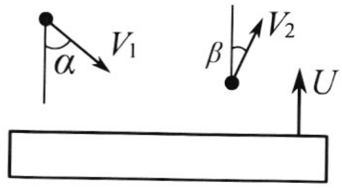
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 12 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{1}{2}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

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

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

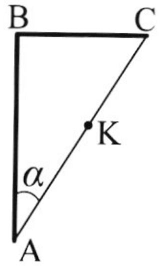
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 350 К, а азота T_2 = 550 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

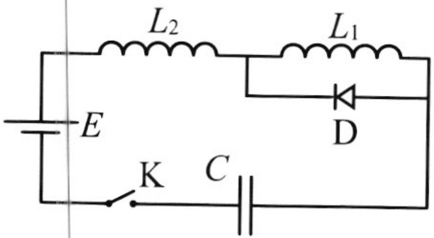
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. 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 $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, 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_1.

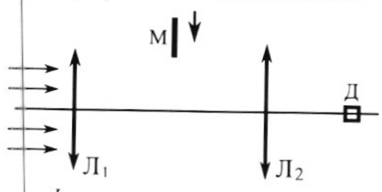


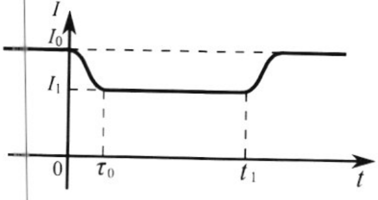
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $3F_0$ 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). $I_1 = 5I_0/9$.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано: Решение

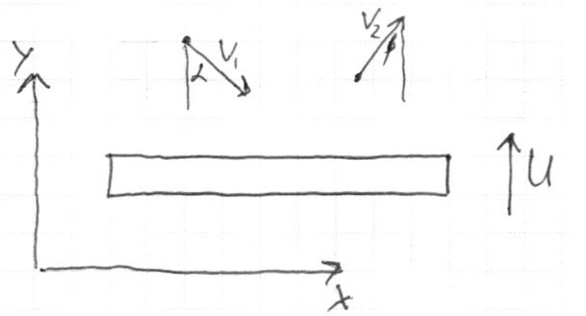
$V_1 = 12$ м/с

$\sin\alpha = \frac{1}{2}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

Найти:

V_2, U



1) Проекция импульса шарика на ось X сохраняется, т.к. по этой оси на него не действуют никакие силы

$\cancel{m} V_1 \sin\alpha = \cancel{m} V_2 \sin\beta$

$\frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = V_2 \Rightarrow \frac{12}{2 \cdot \frac{1}{3}} = \boxed{18 \text{ (м/с)}}$

2) Перейдём в систему отсчёта плиты

Скорости на вертикальную ось шарика станут:

$V_1 \cos\alpha + U$ — до удара — эта скорость отразится в противоположном направлении, т.к. в этой системе отсчёта плита покоится

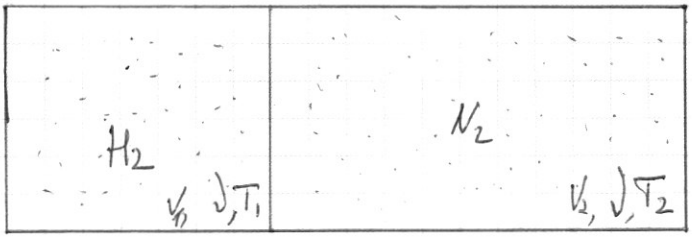
$-U + V_2 \cos\beta$ — после удара

после удара в изначальной системе отсчёта скорость шарика равна: $V_1 \cos\alpha + 2U = V_2 \cos\beta$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$. Получаем: $\frac{\frac{18 \cdot 2\sqrt{2}}{3} - \frac{12 \cdot \sqrt{3}}{2}}{2} = \boxed{6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}}$ (м/с)

Ответ: 18 м/с; $(6\sqrt{2} - 3\sqrt{3})$ (м/с)

№2



1) Уравнение для начального момента времени

$$\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{550}{350} = \boxed{\frac{11}{7}}$$

2) Т.к. в конечном состоянии температура газов одинакова и кол-во газа в одинаковом количестве, то, чтобы система находилась в равновесии, газы должны занимать одинаковый объём: $\frac{V_1+V_2}{2}$

Т.к. поршень двигается медленно и температура изменяется медленно, то можно считать, что процесс ~~изобарический~~ изобарный ($T\downarrow, V\downarrow, p = const$ – для азота; $T\uparrow, V\uparrow, p = const$ – для водорода)

$$\frac{2\nu R T_y}{(V_1+V_2)} = \frac{\nu R T_1}{V_1}$$; Из отношения объёмов выражаем $V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1}$

$$\frac{2T_y}{\cancel{V_1}(1+\frac{T_2}{T_1})} = \frac{T_1}{\cancel{V_1}} \Rightarrow T_y = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{550+350}{2} = \boxed{450 (K)}$$

3) $Q = \Delta U + A$

$\Delta U = \nu C_v (T_y - T_1)$

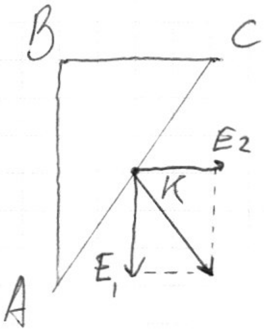
$A = p\Delta V = \nu R (T_y - T_1)$

получил водород

$$Q = \frac{7}{2}\nu R (T_y - T_1) = \frac{7}{2}\cdot\frac{6}{7}\cdot 8{,}31 \cdot 100 = \boxed{2493 (Дж)}$$

Ответ: $\frac{11}{7} = \frac{V_2}{V_1}$; $T_y = 450$ K; $Q = 2493$ Дж

№3



Бесконечные прямоугольные пластины создают однородное электрическое поле, направленное перпендикулярно пластине

1) Пусть E_0 – поле пластины BC. Если зарядить AB такой же поверхностной плотностью, то поле от этой пластины будет перпендикулярно самой пластине AB и полю пластины BC $\Rightarrow E_p = \sqrt{E_0^2 + E_0^2} = \sqrt{2}\,E_0 \Rightarrow \frac{\sqrt{2}\,E_0}{E_0} = \boxed{\sqrt{2} \text{ раз}}$

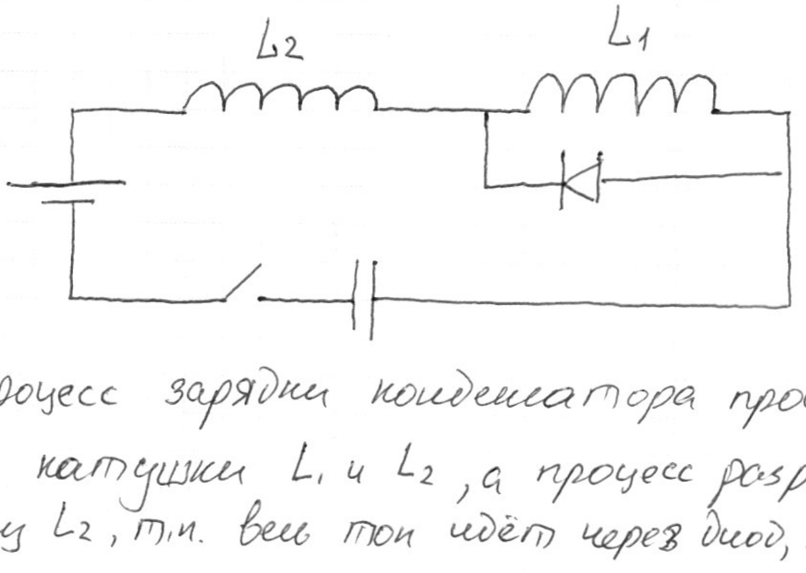
2) Поле пластины: $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = E$, где σ – поверхностная плотность заряда

$$\left.\begin{aligned} BA&: \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \\ CB&: \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0} \end{aligned}\right\} \quad E_p = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \boxed{\frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}}$$

Следовательно нам не важна точка в пространстве, где надо знать напряжённость.

Ответ: 1) $\sqrt{2}$; 2) $\frac{\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}\sigma$

№4.



1) Процесс зарядки конденсатора происходит через катушки L_1 и L_2, а процесс разрядки через катушку L_2, т.к. весь ток идёт через диод, ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_1 = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $T = \underbrace{T_1}_{\text{полупериод с } L_1 \text{ и } L_2} + \underbrace{T_2}_{\text{полупериод с } L_2}$

Запишем закон Кирхгофа для зарядки

1) $\ddot{q}(L_1+L_2) + \frac{q}{C} = E$ — получаем уравнение гармонических колебаний со смещённым положением равновесия

$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}}$

Закон Кирхгофа для разрядки

2: $\ddot{q}L_2 + \frac{q}{C} = E \Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{L_2C}}$

$T_1 = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$; $T_2 = \pi\sqrt{L_2C}$

$T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7} + \sqrt{3})$

2) I_{M_1} через L_1 будет при зарядке =>

из 1) получаем

$\underbrace{\ddot{q} + \frac{1}{7LC}(q + EC) = 0}$, где $\ddot{q} = \ddot{Q}$, $q + EC = Q$

сделаем замену $(q+EC)$ на Q

$Q = A\cos(\omega_1 t + \varphi)$

$q = A\cos(\omega_1 t + \varphi) - EC$

$I = -A\omega_1 \sin(\omega_1 t + \varphi)$

Найдём A и φ из начальных условий при $t=0$

$$\begin{cases} 0 = A\cos(\varphi) - EC \\ 0 = -A\omega_1 \sin(\varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi = 0 ; A = EC ; \boxed{I_{max1} = A\omega_1 = E\sqrt{\frac{C}{7L}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Максимальный ток через L_2 будет при разрядке

$$\ddot{q} + \frac{1}{3LC}(q + EC) = 0$$

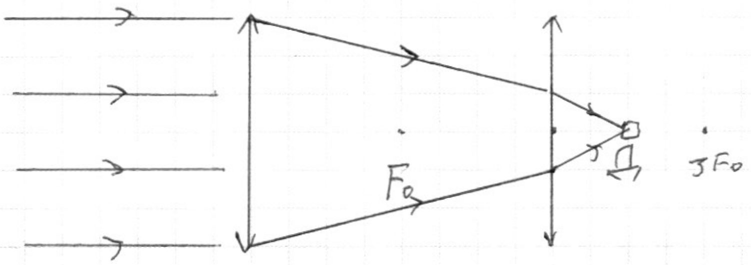
$$\left.\begin{array}{l} q = A\cos(\omega_2 t + \varphi) - EC \\ I = -A\omega_2 \sin(\omega_2 t + \varphi) \end{array}\right\}$$ из начальных условий находим

$A = EC$; $\varphi = 0$

$$\boxed{I_{m_2} = A\omega_2 = E\sqrt{\frac{C}{3L}}}$$ — он больше I_{m_1} (т.к. течёт через L_2)

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7} + \sqrt{3})$; $I_{m_1} = E\sqrt{\frac{C}{7L}}$; $I_{m_2} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$

N5



1) Воспользуемся формулой тонкой линзы.

Лучи входящие в $Л_1$ собираются в ее фокусе $3F_0$

Для $Л_2$ это получается мнимое изображение на расстоянии F_0, тогда

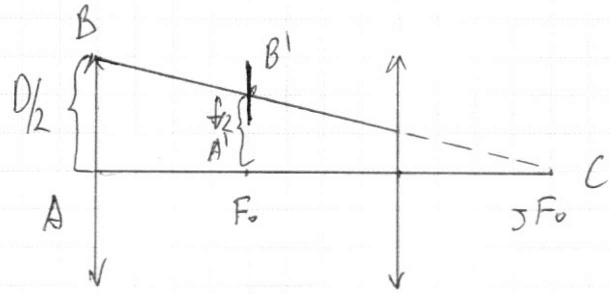
$$\frac{1}{d} - \frac{1}{F_0} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \boxed{d = \frac{F_0}{2}}$$

2) Когда монетка полностью собой перекрывает часть света, она "отбирает" $\frac{4I_0}{9}$ мощность света.

Т.к. интенсивность одинаковая в сечении пучка по условию, то можно записать следующее: $\frac{4 I_0}{\pi D^2} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{4 I_0}{9}$, где d - диаметр монетки, а I_0 - интенсивность

$\Downarrow$

$d = \frac{2}{3} D$, тогда скорость монетки, учитывая, что она полностью собой заслонила свет за τ_0, равна $\boxed{\frac{2D}{3\tau_0} = V}$

3) 

Рассмотрим треугольники ABC и $A'B'C$. Они подобны. Из них мы найдем ~~максимальное~~ сечение светового пучка после преломления в $Л_1$ на расстоянии F_0 от нее

$\frac{3F_0}{2F_0} = \frac{2D}{2f} \Rightarrow f = \frac{2}{3} D$, где f - диаметр сечения пучка

Заметим, что диаметр пучка совпадает с диаметром монеты $\Rightarrow \tau_0 = \cancel{t}$,

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

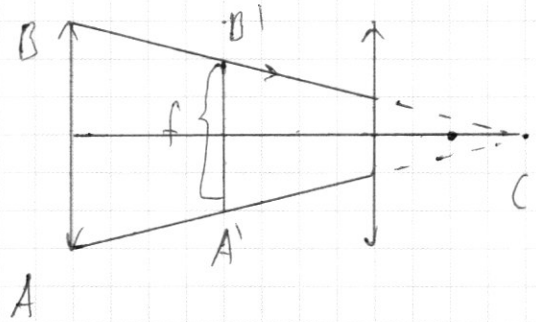
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Т.к. интенсивность одинаковая в сечении пучка, получаем, что диаметр монетки $\sim \frac{4I_0}{9} \Rightarrow d = \frac{4}{9}D$, где d - диаметр монетки

$\Downarrow$

$V = \frac{d}{\tau_0} = \frac{4D}{9\tau_0}$

3)

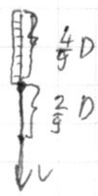


Рассмотрим $\triangle ABC$ и $\triangle A'B'C$. Они подобны. Из них можно найти площадь сечения пучка света идущую в системе линз

$\frac{D}{f} = \frac{3F_0}{2R_0} \Rightarrow f = \frac{2}{3}D$

Момент времени τ_0

$t_1 - \tau_0 = \frac{f-d}{V} = \frac{2D \cdot 9\tau_0}{9 \cdot 4D} = \frac{\tau_0}{2}$



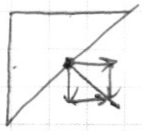
$\boxed{t_1 = \frac{3\tau_0}{2}}$

Ответ: $d = \frac{F_0}{2}$; $\boxed{V = \frac{4D}{9\tau_0}}$; $t_1 = \frac{3\tau_0}{2}$

№2

$E_1 =$

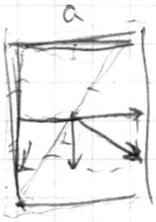
$E_2 = E_1$



$\sqrt{2}E$

$\begin{array}{r|l} 180 & 15 \\ \hline 15 & 36 \\ 30 & \\ 540 & \end{array}$

$tg\alpha = \frac{a}{b} \quad b = \frac{a}{tg\alpha}$



$\frac{q}{\varepsilon_0} = 2 S$

$\sqrt{\left(\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2}$

$\frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0} = E$

$2S_1 \cdot E_1 + 2S_2 E_2 = \frac{3\sigma S_1 + \sigma S_2}{\varepsilon_0}$

$\frac{a^2}{tg^2\alpha} E_1 + a^2 E_2 = \frac{\left(\frac{3\sigma}{tg^2\alpha} + \sigma\right)a^2}{2\varepsilon_0}$

№4.

$E - \mathcal{E}_{L_2} - \mathcal{E}_{L_1} = \frac{q}{C}$

$\ddot{q}(L_1 + L_2) + \frac{q}{C} - E = 0$

$\ddot{q} + \frac{1}{(L_1+L_2)C}\left(q - E(L_1+L_2)C\right) = 0$

$Q = q - E(L_1 + L_2)C$

$\frac{q}{\varepsilon_0} \quad \frac{1}{d} = \frac{1}{\varepsilon_0}$

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

$q = A\cos(\omega t + \varphi) + E(L_1 + L_2)C$

$E(L_1+L_2)C = A\cos\varphi \qquad A = E(L_1+L_2)C$

$\dot{q} = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) \qquad \dot{q}_{m_1} = \frac{E(L_1+L_2)C}{\cancel{\,}} \quad E\sqrt{(L_1+L_2)C}$

$0 = A\omega\sin(\cancel{\omega t} + \varphi)$

$\sin(\varphi) = 0$

$\varphi = 0$

$I_{m_2} = \frac{E(L_1+L_2)C}{\sqrt{L_2 C}}$

$E = \ddot{q}L_2 + \frac{q}{C}$

$\ddot{q} + \frac{q}{L_2 C} - E = 0 \qquad \ddot{q} + \frac{1}{L_2 C}(q - EL_2C)$

☑ 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) $V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

$V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{12\cdot 3}{2} = 18$ (м/с)

2)

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$V_1\cos\alpha + 2U = V_2\cos\beta$

$\frac{12\sqrt{2}-6\sqrt{3}}{2} = \boxed{6\sqrt{2}-3\sqrt{3}\ (м/с)}$

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

$I_0 \sim \frac{\pi D^2}{16}$

$\frac{4I_0}{9} \sim \frac{\pi \cdot R^2}{4}$

$\frac{9}{4} = \frac{D^2 \cdot A'}{36 g t}$

$\frac{2}{9}$

№2

H_2 350к	N_2 550к

$Q_{N_2} = \nu C_V \Delta T + A$

$Q_{H_2} = \nu C_V \Delta T + A$

$\frac{2\nu RT}{V_1+V_2} = \frac{\nu RT_1}{V_1}$ $\quad \frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2}$ $\quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $\quad \frac{\nu RT}{V}$

$\frac{2\nu RT}{V_1+V_2} = \frac{\nu RT_2}{V_2}$ $\quad \frac{\nu RT}{V_1'} = \frac{\nu RT}{V_2'}$ $\quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_1 V_1'}{T}$ $\quad \frac{\nu RT}{V}$

$\nu C_V dT_1 = A6.$

$\frac{2\nu RT}{(\frac{T_2}{T_1}+1)V_1} = \frac{\nu RT_1}{V_1}$ $\quad$ 582 $\quad \nu C_V \Delta T_1 + A = \nu C_V \Delta T_2 - A$ $\quad \nu C_V dT_2 = A$

$2\nu RT = \nu R(T_2+T_1)$

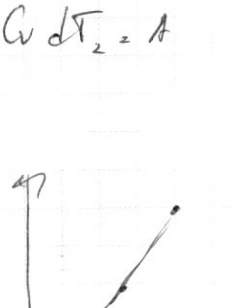
$T = \frac{T_2+T_1}{2}$ $\quad \nu RT$

$p \cdot dV$ $\quad \frac{\nu RT}{V}$ $\quad p\,dV = \nu R\,dT$

$\frac{\nu RT}{V}$ $\quad \cancel{2}\nu R\,dT$

$\frac{2\nu RT}{(V_1+V_2)} = p$

$Q = C_V +$ $\quad \frac{7}{2}\nu R\,dT$



☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

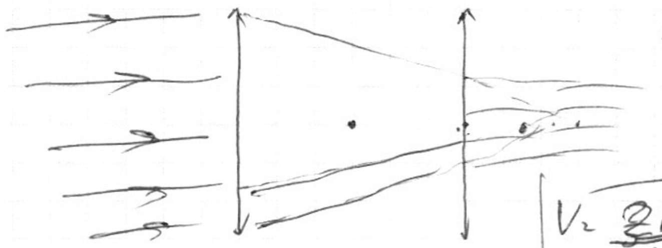
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5

$\frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} = \frac{1}{F_0}$ $\boxed{d = \frac{F_0}{2}}$

1)



2) $\frac{4I_0}{\pi D^2} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{4I_0}{9}$ $\boxed{d = \frac{2}{3}D \quad d = \frac{2}{3}D}$

$\frac{4I_0}{\pi D^2} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{4I_0}{9}$

$\boxed{V = \frac{2D}{3\tau_0} = V}$

$I_0 \sim D$

$\frac{4I_0}{9} \sim S$

$-\frac{1}{F_0} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_0}$

$\frac{9}{4} = \frac{\pi D^2}{4S}$

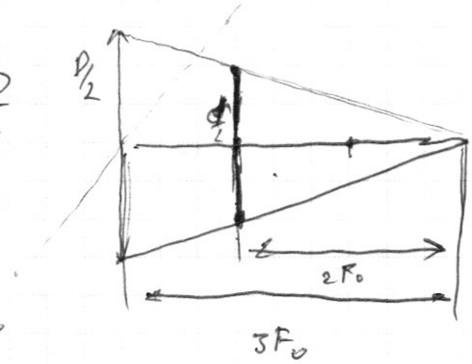
$I_0 - \frac{5I_0}{9} = \frac{4I_0}{9} \sim S$

1) $d = \frac{F_0}{2}$

$9S$

$S = \frac{\pi D^2}{9} = \frac{\pi d^2}{4}$

$\frac{3F_0}{2F_0} = \frac{D}{d}$



$d = \frac{2}{3}D$

$\frac{2D}{3}$

$d = \frac{2}{3}D$

$\frac{2D}{3\tau_0} = V$

$\frac{8}{3}\frac{D3}{2D}\tau_0$

$\frac{2}{3}\frac{D}{2}\frac{b}{a}\tau_0$

$\frac{D8}{8d} = \frac{3F_0}{2F_0}$ $\frac{D}{d} = \frac{3}{2}$ $\frac{2D}{3} = d$

τ_0

$\tau_1 = 2\tau_0$

$\tau_0 + \tau_0 = \boxed{2\tau_0 = \tau_1}$

$\frac{q}{C} + L_2\ddot{q} - E = 0$

$\ddot{q} + \frac{q}{3LC} - E = 0$ $\omega = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$ $E\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$\ddot{q} = \frac{1}{3LC}(q - EC)$

1) $\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$ $V_2 > V_1$

$\Delta U < 0$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{11}{7}$ $\Delta A < 0$ => не адиабата $V_1 = \frac{T_1}{T_2} V_2$

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

2) $\frac{2\nu R T}{(V_1+V_2)}$ $V_n = \left(\frac{V_1+V_2}{2}\right)$

$\frac{2\nu R T}{V_1+V_2} = \frac{\nu R T_1}{V_1}$ $\frac{2T}{V_1\left(\frac{T_2}{T_1}+1\right)} = \frac{T_1}{V_1}$ $T = \frac{T_2+T_1}{2} = \boxed{450K}$

$350 + 550 = 900$

$7+7+7+7+7$

3) $Q = \Delta U + A = C_V \nu (T - T_1) + \nu R (T - T_1) = \frac{7}{2} 8{,}31 \cdot \frac{6}{7} \cdot 100 = 2493$ (Дж)

$8{,}31 \times 300 = 2493{,}00$

№3 1) E $\sqrt{2} E$

E $\sqrt{2}$ - раз

$\frac{3 R_0 x}{2 R_0} = \frac{3 f}{D}$

$\frac{2}{3} - \frac{4}{9}$

$\frac{R_0 x}{2 \cdot 3 R_0}$

2) $\sqrt{\left(\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\frac{2}{9}$

$\frac{1}{3} = \frac{D}{3f}$

$D - \frac{2}{3} D$

$\frac{E_1}{\lg 2 L} + E_2 = \frac{\left(\frac{3\sigma}{\lg 2 L} + \sigma\right)}{2\varepsilon_0}$

$\frac{1}{3} \frac{D}{2} \frac{3\varepsilon_0}{R}$

$\frac{3\varepsilon_0}{2}$ $\frac{\varepsilon_0}{2}$

№4. $E = (L_1 + L_2)\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$EC = A\cos\varphi$ $\ddot{q} + \frac{q}{7LC} - \frac{E}{7L} = 0$

$0 = A\omega \sin(\varphi)$ $\ddot{q} + \frac{1}{7LC}(q - EC) = 0$

$\varphi = 0°$ $\ddot{Q}$

$A = EC$ $q = A\cos(\omega t + \varphi) + EC$

1) $T_1 = \pi\sqrt{7LC} + \pi\sqrt{3LC}$

2) $EC\sqrt{\frac{1}{7LC}} = E\sqrt{\frac{C}{7L}}$

3)

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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