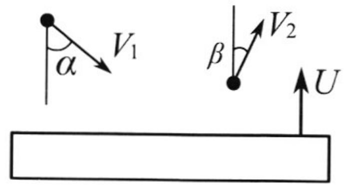
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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

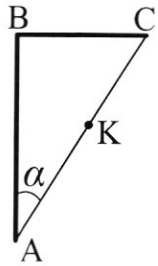


1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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

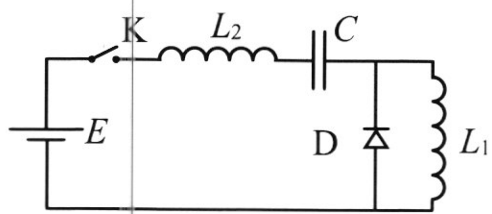
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 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 АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.

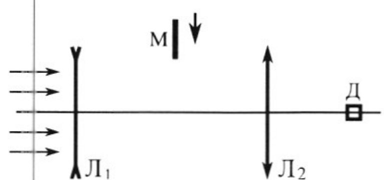


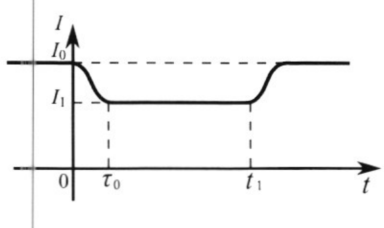
1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

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

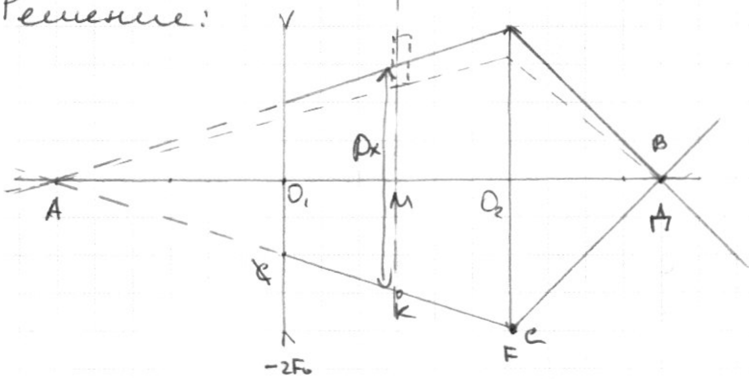
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Дано:
$F_1 = -2F_0$
$F_2 = F_0$
$I_1 = \frac{7I_0}{16}$
$D_л = D$
τ

1) f_x - ?
2) V - ?
3) t_1 - ?

Решение:



Чтобы не загромождать основные построения наклонных лучей (идущих // ГОО) не будет изображено. Изображать будем их ход и обратный ход после линзы.

Т.к. лучи шли // до расс. линзы, то их ~~до~~ обратный ход после преломления пересечётся в мнимом фокусе рассеивающей линзы, в т. А.

1) Тогда для собирающей это будет как ~~что~~ будто в точке А источник. Тогда его лучи соберутся в т. В. по формуле тонкой линзы для собир.:

$$\underbrace{\frac{1}{AO_2}}_{d} + \underbrace{\frac{1}{O_2B}}_{f_x} = \frac{1}{F_0} \qquad d = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0$$

$$O_2B = \frac{F_0 \cdot 4F_0}{3F_0} = \frac{4}{3}F_0$$ — расст. до ~~В~~ точки фокусировки лучей от второй линзы.

т.е. $f_x = \frac{4}{3}F_0$.

2) ~~Если~~ На графике участки, когда тень линза не полностью выглядят как кривые.

Т.к. тень движется равномерно, то

$D_л = V \cdot \tau_0$

Мощность света зависит от интенсивности падающего света, которая зависит от площади идущего пучка

Т.к. ~~пучок~~ узкий ($D_л \ll F_0$), то можно считать, что площадь света, ~~закрываемая~~ линзы в свой плоскости и ~~изменяет мощность~~

□ черновик ☑ чистовик Страница № 1

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

~~падающего света~~, т.е. $P' = P_0 \left(\frac{S_0 - S_M}{S_0}\right)$

$S_M = \frac{\Pi D_M^2}{4}$ ~~S_x~~

Площадь пучка в данной плоскости можно получить из подобия $\triangle AQC \sim \triangle AMK$.

то $\frac{4F_0}{\frac{D_л}{2}} = \frac{3F_0}{D_{x}}$ $D_x = \frac{3}{4} D_л$.

~~$S_x = \Pi D$~~ $S_0 = \frac{\Pi D_x^2}{4} = \frac{9 \Pi D_л^2}{64}$.

то $P' = P_0 \left(\frac{\frac{9}{64} D_л^2 - \frac{D_M^2}{4}}{\frac{9}{64} D_л^2} \right) = P_0 \left(\frac{9 D_л^2 - 16 D_M^2}{9 D_л^2} \right)$

т.к. ток пропорционален мощности, то

$I_1 \sim P'$ как $I_0 \sim P_0$ (I_1 – ток, когда мишень в области пучка, который пройдёт через собир. линзу)

то $\frac{I_1}{P'} = \frac{I_0}{P_0}$

$\frac{7}{16} = 1 - \frac{16}{9} \frac{D_M^2}{D_л^2}$ $\frac{16}{9} \frac{D_M^2}{D_л^2} = \frac{9}{16}$.

$D_M = \frac{9}{16} D_л$. $D_M = V \cdot t_0$, то $V = \frac{D_M}{t_0} = \frac{9 D}{16 t_0}$

3). t_1 – время, когда ~~линза~~ мишень зайдёт в пучок и своим нижним краем в конце этого времени начнёт выходить из пучка.

Мы уже нашли D_x – диаметр пучка, то

$t_1 = \frac{D_x}{V} = \frac{3}{4} \frac{D}{9} \frac{16 t_0}{D} = \frac{4}{3} t_0$.

Ответ: 1) $\frac{4}{3} t_0$ 2) $\frac{9}{16} \frac{D}{t_0}$ 3) $\frac{4}{3} t_0$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. Дано:

$\nu = 3{,}5$ моль

$T_1 = 320$ K

$T_2 = 400$ K

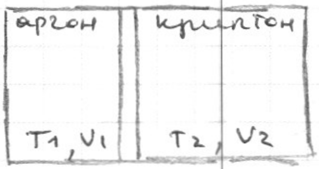
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль\cdot K}$

$\frac{V_1}{V_2}$ – ?

$T_{уст}$ – ?

Q – ?

Решение:



Объём сосуда пост., то

$V_1' + V_2' = const.$

1) Т.к. поршень не закреплён и двигается медленно, то давления с обоих сторон равны в любой момент.

Т.е. $p_1 = p_2 = p.$

Тогда

$\begin{cases} p\cdot V_1 = \nu R T_1 \\ p \cdot V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$ поделим у-я $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{5} = 0{,}8$

2) Т.к. сосуд теплоизолирован (теплоты извне нет, сумма работ 0), то

$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0.$

$\frac{3}{2}\nu R(T_{уст} - T_1) + \frac{3}{2}\nu R (T_{уст} - T_2) = 0.$

$T_{уст} = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360$ K.

3). $\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$ в любое время, то

$T_2 - T_2' = T_1' - T_1$ $\quad T_1' + T_2' = T_1 + T_2 = const.$

$p\cdot V_1' = \nu R T_1'$
$p\cdot V_2' = \nu R T_2'$ сложим $p(V_1' + V_2') = \nu R(T_1 + T_2).$

$V_1' + V_2' = V$, то

$p = \frac{\nu R(T_1 + T_2)}{V}$, т.е. $p = const.$

Тогда $|A_{газа}| = p\cdot|\Delta V|$ – работа соверш. газом. (модули работ газов =)

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$V_1 = \frac{4}{9}V$ (из $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8$). $V_{1кон} = \frac{V}{2}$ (т.к. $p_1' = p_2'$, $T_1' = T_2'$)

$$\Delta V = V\left(\frac{1}{2} - \frac{4}{9}\right) = \frac{V}{18}$$

то $|A_{газа}| = \frac{pV}{18} = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{18}$

- $Q_{отд} = A_{\substack{сосуд\\крипт.}} + \Delta U_{\substack{сосуд\\крипт.}}$ $\quad A^{крипт.}_{сосуд} = -|A_{газа}|$, т.к. $V^{крипт.}_{сосуд}\downarrow$

$$Q_{отд} = |A_{газа}| + \frac{3}{2}\nu R(T_{уст} - T_2)$$

$$Q_{отд} = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{18} + \frac{3}{2}\nu R\left(T_2 - \frac{T_1+T_2}{2}\right) =$$

$$= \nu R\left(\frac{T_1+T_2}{18} + \frac{3}{2}\left(\frac{T_2-T_1}{2}\right)\right) =$$

$$= \nu R\left(40 + \frac{3}{2}\cdot\frac{60}{2}\right) = 8{,}31 \cdot \cancel{3{,}5} \cdot \frac{3}{5} \cdot 95 =$$

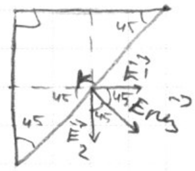
$= 24{,}93 \cdot 19 = 474$ Дж.

Ответ: 1) 0,8 2) 360 K 3) 474 Дж.

3. Дано:
1) $\alpha = \pi/4$
2) $\sigma_1 = 6$
$\sigma_2 = \frac{26}{7}$
$\alpha = \pi/9$

1) n − ?
2) E_n − ?

Решение:

1) 

Пусть $\vec{E}$ − напр. создаваемая одной пластиной по ~~втор~~ в т. K в конце будет напр. $\vec{E}$, т.е. $E_1 = E$

После добавят такой же заряд на вторую пластину, то её напряжённость тоже будет $\vec{E}'$. $|E_1| = |E_2| = |E|$

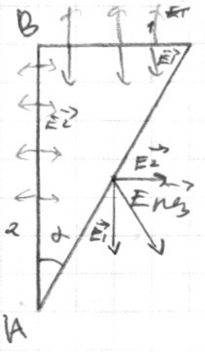
$\vec{E}_{рез} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ $\quad E_{рез} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$ (т.к. угол $45°$)

$E_{рез} = \sqrt{2}E$, то $n = \frac{E_{рез}}{E} = \sqrt{2}$ ~~≈~~ 1,4.

т.к. изм. поле в центре, E' то изменили, эффективно только перпендикуляр.

2) Пластина создаёт бесконечное поле, которое выходит $\perp$ её пов.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$E_{пл} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E_2 = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$

$E_2 \perp AB$, $E_1 \perp BC$, $BC \perp AB$, то $E_1 \perp E_2$.

то $\vec{E}_{рез} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$ — исходя из принципа суперпозиции.

$E_{рез} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$$E_{рез} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{49}} = \frac{\sqrt{53}}{14}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

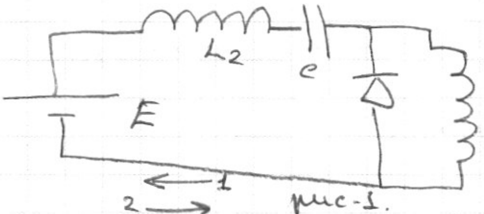
Ответ: 1) $7{,}4\sqrt{2}$ 2) $\frac{\sqrt{53}}{14}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

3.4. Дано:
$L_1 = 5L$
$L_2 = 4L$
E
C

1) T - ?
2) I_{01} - ?
3) I_{02} - ?

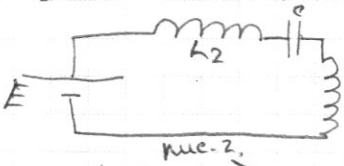
Решение:

1). В таких цепях источник обычно играет роль „смещения" положения равновесия, но формулы определения периода колебаний остаются неизменными.



~~Половину периода ток~~

Когда ток течёт в напр. 1, он не может течь через диод, то цепь выглядит вот так (рис. 2.)



Катушки соед. посл. значит $L_{общ} = L_1 + L_2$, то период колебаний в данной цепи

$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = 6\pi\sqrt{LC}$, $\omega_1 = \frac{1}{3\sqrt{LC}}$

Но когда ток потечёт в напр. 2 он потечёт через диод, а не катушку L_1.

т.е. цепь аналогична такой (рис. 3)

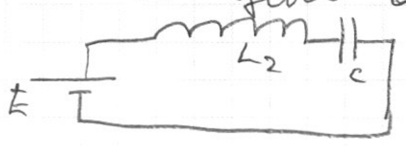


рис. 3.

Только в такой цепи:

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2C} = 4\pi\sqrt{LC}$. $\omega_2 = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$

Но, т.к. каждая из цепей используется только в одном напр., а не в оба, то каждый вариант работает по половине своего периода, т.е.

$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = 2\pi\sqrt{LC} + 3\pi\sqrt{LC} = 5\pi\sqrt{LC}$

3) В данной цепи ПР, положение равновесия когда на катушках напряжение равно нулю.

То напр. конденсатора в этот момент ~~Uст~~ $U_{C_{ПР}} = E$.

Нач. момент - крайнее полож. сист., в нем $U_{C_{край}} = 0$, то А

амплитудное напр. на конденсаторе

$U_A = U_{C_{ПР}} - U_{C_{край}} = E$.

$U_C = \frac{q_C}{C}$ $\quad q_C = C \cdot U_C$.

$q_{C\,max} = C \cdot U_{C\,max}$. $(U_{C\,max} = U_A)$.

~~$\dot{q}_{C\,max}$~~ $= I$ цепи

~~$q_{C\,max}$~~

$\dot{q}_C = I$ цепи, то

$q_{C\,max} \cdot \omega = I_{max}$ цепи.

$I_{max\,цепи} = C \cdot E \cdot \omega$

~~Катушка L_1 участвует только в одной~~

В одной половине процесса ($C L_1$ и L_2)

$I_{max} = \frac{C \cdot E}{3\sqrt{LC}} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

В другой половине (с L_2)

$$I_{max} = \frac{CE}{2\sqrt{LC}} = \frac{E}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Т.к. L_1 участвует только в одной половине процесса, то у неё только один амплитудный ток, т.е. $I_{01} = \frac{CE}{3\sqrt{LC}} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Но у второй катушки 2 амплитудных тока:

$\cancel{\frac{CE}{3\sqrt{LC}}}\ \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ и $\cancel{\frac{CE}{2\sqrt{LC}}}\ \frac{E}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$ Второй больше, то

$$I_{02} = \frac{CE}{2\sqrt{LC}} = \frac{E}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Ответ: 1) $\cancel{\frac{T}{2}}\ 5\pi\sqrt{LC}$ 2) $\cancel{\frac{CE}{3\sqrt{LC}}}\ \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ 3) $\cancel{\frac{CE}{2\sqrt{L}}}\ \frac{E}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

1. Дано:

$v_1 = 18\ \frac{м}{с}$

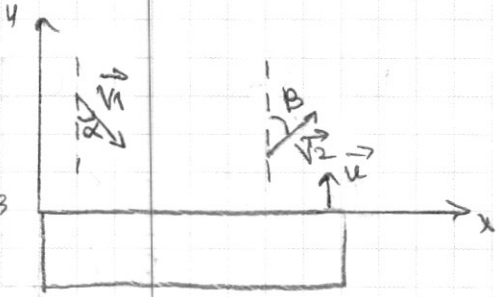
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

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

v_2 - ?

u - ?

Решение:



1) Введём оси x и y.

Пусть m — масса шара, M — масса плиты

$$m\vec{v_1} + M\vec{u} = m\vec{v_2} + M\vec{u_2}$$

Спроецируем на ось Ox:

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

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

2). $u_2 = u + \Delta u$, где Δu очень маленькое,

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ДЛИ, т.к. плита массивная и шарик не мог значительно изменить её скорости. Тогда запишем ЗСИ на ох:

$$mV_1\cos\alpha + Mu = mV_2 \overset{\cos\beta}{} + M(u - \Delta u)$$

$$M\Delta u = m(V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha) \quad (1)$$

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{M(u-\Delta u)^2}{2} + Q$$

Q – потери.

$$mV_1^2 + Mu^2 = mV_2^2 + Mu^2 + M\Delta u^2 - 2Mu\Delta u + 2Q$$

$M\Delta u^2$ очень маленькое, этим можно пренебречь, то.

$$m(V_1^2 - V_2^2) + 2Mu\Delta u = 2Q$$

подставим (1).

$$m(V_1^2 - V_2^2 + 2u(V_1\cos\beta - V_2\cos\alpha)) = 2Q$$

$Q > 0$, т.к. удар неупругий, то

$$V_1^2 - V_2^2 + 2u(V_1\cos\beta - V_2\cos\alpha) > 0.$$

$$u > \frac{V_2^2 - V_1^2}{2(V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha)}$$

$$u > \frac{76}{2\left(20\cdot\frac{4}{5} - \frac{18\cdot\sqrt{5}}{3}\right)}$$

$$u > \frac{38}{16 - 6\sqrt{5}} \qquad u > \frac{19}{8-3\sqrt{5}} \qquad u > \frac{19}{19}(8+3\sqrt{5})$$

$$u > 8 + 3\sqrt{5}\ (\text{м/с})$$

Ответ: 1) 20 м/с 2) $u > 8 + 3\sqrt{5}$ (м/с)

☐ черновик ☑ чистовик Страница №8

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

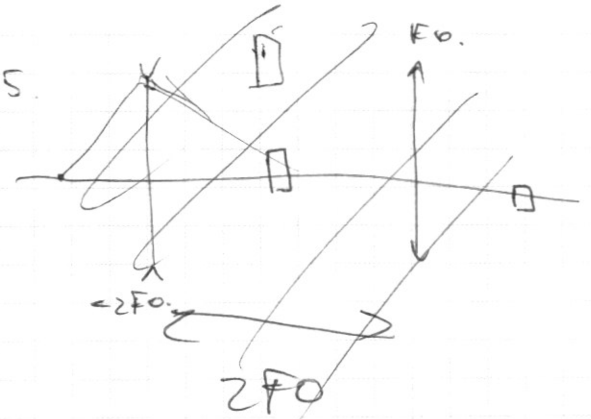
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



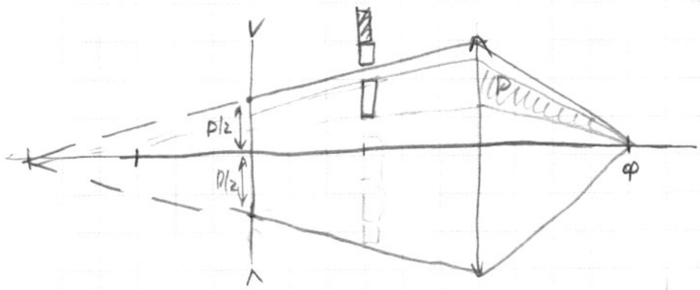
$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$$

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

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

$$\frac{dV_1}{V_1} - \frac{dV_2}{V_2} = \frac{dT_1}{T_1} - \frac{dT_2}{T_2}$$

ΔV_1



$$\frac{dp}{p} + \frac{dV_1}{\tau_0} = \frac{dT_1}{\text{вверхнии} \ \text{"вода"}}$$

$$\frac{dp}{p} + \frac{dV_2}{V_2} = \frac{dT_2}{T_2}$$

$$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta \qquad V_2 = \frac{16}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot 5 = 20\,\text{м/с}$$

$$Mu + mV_1\cos\alpha = Mu +$$

$$\frac{dp}{dp} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

dV_1

2. $pV_1 = \nu RT_1$ $\qquad \frac{p}{\nu R} = \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$.

$$\frac{32}{V_2} = \frac{40}{V_1}$$

$$\cancel{\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{T_2}}$$

$$\frac{4}{V_2} = \frac{5}{V_1} \qquad V_1 = \frac{5}{4}V_2.$$

$$V = \frac{9}{4}V_2 \qquad V_2 = \frac{4}{9}V \qquad V_1 = \frac{5}{9}V.$$

$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}. \qquad \cancel{\frac{\Delta T_1}{\Delta V_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta V_2}} \qquad T_1V_2 = T_2V_2$$

$$\cancel{\frac{T_1}{V_1} = T_1} \qquad \frac{T_1 - \Delta T_1}{V_1 + \Delta V_1} = \frac{T_2 + \Delta T_2}{V_2 + \Delta V_2}.$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$pV = \nu RT$

$$\begin{cases} p \cdot V_1 = \nu R T_1 \\ p \cdot V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

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

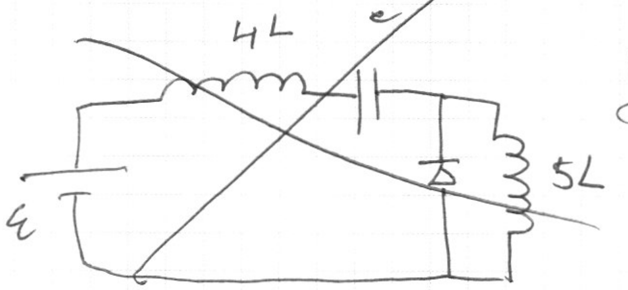
$|A_1| = A_2$

$\frac{V_1+\Delta V_1}{V_2 - \Delta V_2} = \frac{T_1 + \Delta T_1}{T_2 - \Delta T_2}$

$T_1 = 320 \quad v_0 = \frac{4}{9}\nu$

$T_2 = 400 \quad V_0 = \frac{5}{9}\nu$

$-\Delta T_2 \cdot \Delta V_1 - \Delta T_2$



$|Q| = \frac{3}{2}\nu R(T_x - T_1) + |A|$

$T_x' - T_1 = T_2 - T_x'$

$T_x = \frac{T_1 + T_2}{2}$

$dA = p \cdot dV$

$\Delta T_1 = \Delta T_2$

$p(V_1 + \Delta V_1) = \nu R(T_1 + \Delta T_1)$

$p(V_2 - \Delta V_2) = \nu R(T_2 - \Delta T_2)$

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

$T_2 \Delta V_1 + \Delta T \Delta V_1 + \Delta T V_1 =$
$= V_2 \Delta T + \Delta V_2 \Delta T + \Delta V_2 T_1$

$T_2 \Delta V_1 + \Delta T_2 \Delta V_1$

$\Delta T_2 V_1 = V_2 \Delta T_1 + \Delta V_2 \Delta T_1 + \Delta V_2 T_1$

$\Delta T(\Delta V_1 - \Delta V_2) + \Delta T(V_1 - V_2) = T_1 \Delta V_2 - T_2 \Delta V_1$

☑ 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

$Q = A + \Delta U$ $\quad$ ~~$T_1 + \Delta T_1 = T_2 - \Delta T_2$~~

~~$\Delta T_1 + \Delta T_2 = 80 = const$~~

$T_1' - T_1 = T_2 - T_2'$ $\quad$ $\Delta T_1 = \Delta T_2$.

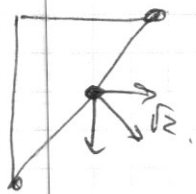
~~$T_1 + \Delta T$~~ $\quad$ если $p_1 = p_2$, то

$pV_1' = \nu R T_1 + \Delta T_1$

$pV_2' = \nu R T_2 - \Delta T_2$

$p(\underbrace{V_2' + V_1'}_{\text{общ. объём}}) = \nu R (T_1 + T_2)$

482
$\times$ 24,93
19
22437
2493
473,67



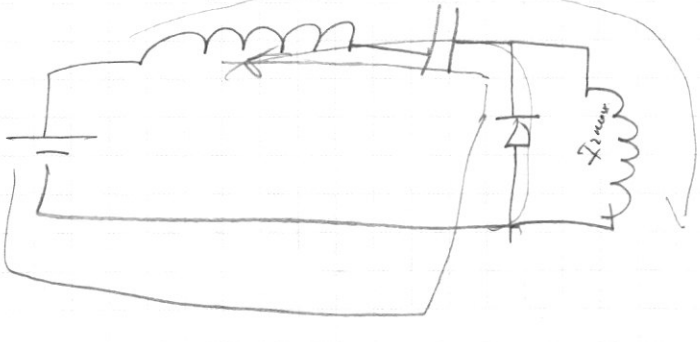
~~$Q_{отд} = |A| + \Delta U$~~

~~$Q_{пол} = \Delta U - A.$~~

$|Q_{отд}| = |\Delta U| + |A|$ $\quad$ 20+18

$|Q_{пол}| = |\Delta U| + |A|$ $\quad$ 38. 2.

До купе



черновик ☑ $\quad$ чистовик ☐ $\quad$ Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) $\quad$ (Нумеровать только чистовики)

~~U_A~~ ~~$C = q \cdot U$~~

$C = \frac{q}{U}$ ~~$8 + 3\sqrt{5}$~~

$q = CU$ $64 - 9 \cdot 5 =$

~~$U_{max} = 1$~~ $64 - 45$ 19

$q_{max} = C U_{max}$

$I_{max} = \omega C U_{max} =$

$=$

225×225

23×23, $22 \times 22 = 44 + 44 = 484$

$46 + 46 = 529$

$122 - 45 = 83$

~~V_{1x}~~ $18 \cdot \frac{2}{3} = x \cdot \frac{3}{5}$

$x = 20$

V_{1y} $18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{\sqrt{44}}{5} \cdot 20$

~~mV~~

~~$m6\sqrt{5} + Mu =$~~

$V_1 = 6\sqrt{5}$ $V_{2x} = 16$

$M\Delta u = m(16 - 6\sqrt{5})$

$\frac{Mu^2}{2} + 45m = 128m + \frac{Mu^2}{2} + \frac{M\Delta u^2}{2} + M u \Delta u$

$Mu\Delta u = 83m$

$u = 16 - 6\sqrt{5} = 83$

$u = \frac{83}{16 - 6\sqrt{5}} = \frac{83}{76}(16 + 6\sqrt{5})$ $256 - 180 = 76$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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