Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

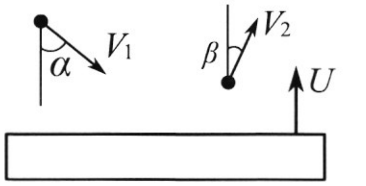
Класс 11

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.

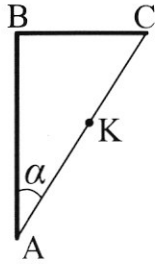
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1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

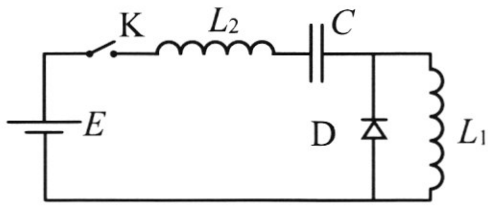
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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.



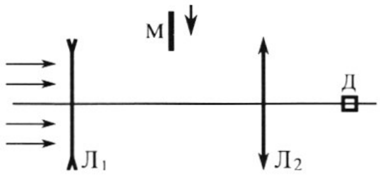
1) Найти период T этих колебаний.

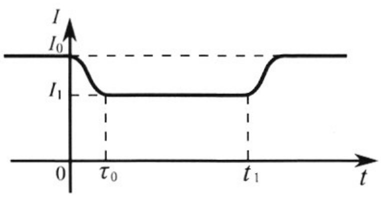
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.

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)

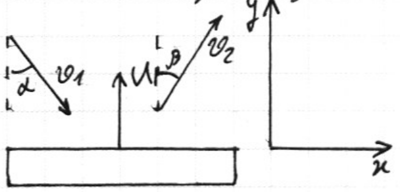
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

1) Т.к. плита массивная, то имеем дело с парадоксом большого тела, т.е. систему отсчёта плиты можно считать приблизительно инерциальной.

2) Т.к. плита гладкая, то во время соударения на шарик и на плиту действует только резко возрастающая сила реакции опоры

Значит в проекции на ось x импульс ~~шарика~~ шарика не изменяется

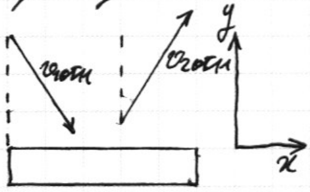


$$m v_1 \cdot \sin\alpha = m v_2 \cdot \sin\beta$$

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

$$\boxed{v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{10}{9} v_1} = 20 \text{ м/с}$$

3) Перейдём в систему отсчёта плиты:



В ней шарик ударяется о покоящуюся гладкую плиту, а это значит, что $v_{1отн} = v_{2отн}$, т.к. плита массивная.

Причём
$$\left.\begin{aligned} v_{1отн\,y} &= v_1 \cos\alpha + U \\ v_{2отн\,y} &= v_2 \cos\beta - U \end{aligned}\right\} \Rightarrow v_1 \cos\alpha + U = v_2 \cos\beta - U$$

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

$$v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cos\alpha = 2U$$

$$U = \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2}$$

$$\left.\begin{aligned} \cos\beta &= \sqrt{1-\sin^2\beta} = \frac{4}{5} \\ \cos\alpha &= \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{5}}{3} \end{aligned}\right\} \Rightarrow U = \frac{v_2 \cdot \frac{4}{5} - v_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = \frac{2}{5} v_2 - v_1 \frac{\sqrt{5}}{6}$$

$$\boxed{U = \frac{20}{45} v_1 - \frac{\sqrt{5}}{6} v_1}$$

$$U = 8 - 3\sqrt{5} \ (\text{м/с})$$

~~Ответ: 1) $v_2 = 20$ м/с~~

~~2) $U = 8 - 3\sqrt{5}$ м/с~~

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

(Нумеровать только чистовики)

4) Нужно учитывать и то, что возможно почти вся энергия шарика ушла в теплоту, т.е. $v_{отн\,2y} = 0$, тогда $v_2 \cos\beta = U$

$$U = \frac{4}{5}\cdot\cancel{\frac{2}{3}10}\,\frac{10}{9}v_1$$

$$U = \frac{8}{9}v_1 = 16 \text{ м/с}$$

Т.е. $U \in [8-3\sqrt{5};\ 16]$ м/с

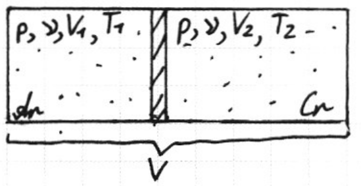
Ответ: 1) $v_2 = 20$ м/с

2) $U \in [8-3\sqrt{5};\ 16]$ м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1)



В начальный момент времени поршень находится в равновесии, а значит и слева и справа одинаковое давление

Теперь запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для каждого из газов:

$$\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{5}} \rightarrow V_1 = \frac{4}{5}V_2 \text{ и } V_1 + V_2 = V \Rightarrow \frac{9}{5}V_2 = V$$

$$V_2 = \frac{5}{9}V \text{ и } V_1 = \frac{4}{9}V$$

2) Т.к. поршень движется медленно, то его ускорение приблизительно ноль, а значит процесс, происходящий с аргоном, а также ~~гелием~~ криптоном является изобарическим, т.е. $p_{кон} = p$

Рассмотрим конечное положение поршня, для этого снова запишем два уравнения:

$$\begin{cases} pV_{к1} = \nu R T_к \\ pV_{к2} = \nu R T_к \end{cases} \Rightarrow \frac{V_{к1}}{V_{к2}} = 1 \Rightarrow V_{к1} = V_{к2}$$

, а т.к. кон. объёмы равны, то

$$V_{к1} = V_{к2} = \frac{1}{2}V$$

Теперь сравним начальное и конечное положения:

$$\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_{к1} = \nu R T_к \end{cases}$$

$$\begin{cases} p\cdot\frac{4}{9}V = \nu R T_1 \\ p\cdot\frac{1}{2}V = \nu R T_к \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{4}{9}}{\frac{1}{2}} = \frac{T_1}{T_к} \Rightarrow \frac{T_1}{T_к} = \frac{8}{9} \rightarrow \boxed{T_к = \frac{9}{8}T_1 = 360 K}$$

3) Заметим, что $\Delta V_1 = -\Delta V_2$, а значит работа расширения аргона равна ~~граб~~ минус работе сжатия криптона, то же самое и с изменением внутренних энергий газа $\Delta U_1 = -\Delta U_2$

$$\begin{cases} Q_1 = \Delta U_1 + A_1 \\ Q_2 = -\Delta U_1 - A_1 \end{cases} \Rightarrow Q_1 = -Q_2$$

, что помимо условия задачи доказывает, что система теплоизолирована

Итак $Q_1 = \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) + p\cdot\Delta V_1$

$$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{9}{8}T_1 - T_1\right) + p\left(\frac{1}{2}V - \frac{4}{9}V\right)$$

$$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{1}{8}T_1 + p\cdot\frac{1}{18}V$$

, $p\cdot V_1 = \nu R T_1 \rightarrow p\cdot\frac{4}{9}V = \nu R T_1 \rightarrow pV = \frac{9}{4}\nu R T_1$

$Q_1 = \frac{3}{16}\nu RT_1 + \frac{1}{18}\cdot\frac{9}{4}\nu RT_1$

$\boxed{Q_1 = \frac{3}{16}\nu RT_1 + \frac{1}{8}\nu RT_1 = \frac{5}{16}\nu RT_1} = \frac{5}{16}\cdot\frac{3}{5}\cdot 8{,}31\cdot 320 = \frac{3}{16}\cdot 320\cdot 8{,}31 = 6\cdot 83{,}1 = 498{,}6$ (Дж)

$Q = |Q_1| = |Q_2| = 498{,}6$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$

2) $T_к = 360$ K

3) $Q = 498{,}6$ Дж

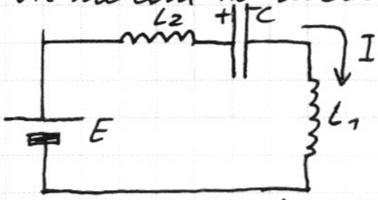
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

I часть

1) Первую половину периода колебаний (T_1) диод не пропускает ток, т.к. он течёт по часовой стрелке



Изначально (после замыкания ключа) в цепи тока нет, затем он начинает возрастать до своего максимального значения, а если ток максимален, то напряжения на катушках нет $\Rightarrow U_C = E$

$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)\cdot C}\cdot\frac{1}{2}$

$\boxed{T_1 = 3\pi\sqrt{LC}}$

Значит заряд конденсатора в ~~этот~~ момент $q_C = C\cdot E$, именно такой заряд прошёл через источник, а значит тот совершил работу $A_б = +CE\cdot E = CE^2$

Запишем закон сохранения энергии:

$$A_б = \frac{CE^2}{2} + \frac{(L_1+L_2)I^2}{2}$$

$$CE^2 - \frac{1}{2}CE^2 = \frac{(L_1+L_2)I^2}{2}$$

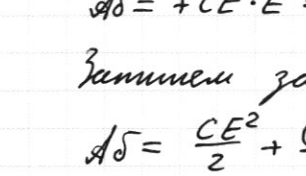
$$\frac{CE^2}{L_1+L_2} = I^2$$

$$\frac{CE^2}{9L} = I^2 \rightarrow \boxed{I = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}} = I_{01}}$$

, т.к. после достижения этого тока, он начнёт убывать, а после сменит направление и будет течь только через катушку L_2, т.к. диод будет открыт

II часть

2) После половины периода ток меняет направление и течь через катушку L_1 больше не будет, т.к. диод открыт и весь ток будет течь через него (~~ещё~~ напряжение на катушке 0, а значит ток через неё постоянен, но т.к. в нач. момент после T_1 ток равен 0, то он через катушку течь не будет до смены своего направления)



$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C}\cdot\frac{1}{2}$

$\boxed{T_2 = 2\pi\sqrt{LC}}$

1)* В дополнение к первому пункту найдём U_{max} – напряжение на конденсаторе перед сменой направления тока

$q_{max} = C \cdot U_{max} \Rightarrow A_б = +C \cdot U_{max} \cdot E$

ЗСЭ:

$A_б = \frac{C U_{max}^2}{2}$

$C U_{max} \cdot E = \frac{C U_{max}^2}{2}$

$U_{max} = 2E$

3) Изначально конденсатор заряжен до напряжения $U_{max} = 2E$ и тока в цепи нет, затем ток увеличивается и принимает максимальное значение $\Rightarrow$ напряжение на катушке L_2 отсутствует и $U_C = E$

Значит заряд конденсатора $q_C = CE$, именно такой заряд протечёт через источник против ЭДС, значит $A_б = -CE \cdot E = -CE^2$

Запишем закон сохранения энергии:

$A_б = \frac{CE^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2} - \frac{C \cdot 4E^2}{2}$

$-CE^2 - \frac{CE^2}{2} + 2CE^2 = \frac{L_2 I^2}{2}$

$\frac{CE^2}{2} = \frac{L_2 I^2}{2}$

$\frac{CE^2}{L_2} = I^2 \rightarrow \boxed{I = \frac{E}{2} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} = I_{02}}$

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

Ответ: 1) $T = 5\pi\sqrt{LC}$

2) $I_{01} = \frac{E}{3} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$

3) $I_{02} = \frac{E}{2} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

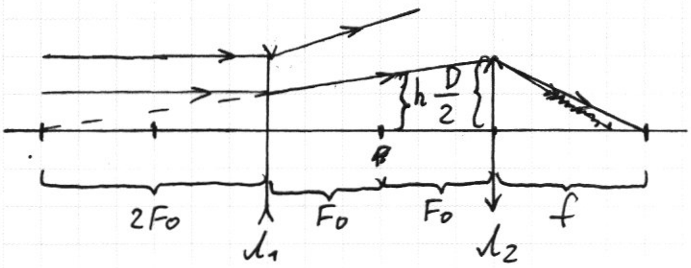
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

1) Найдём в какой точке система фокусирует лучи



Линза $Л_1$ рассеивает лучи, так, что их продолжения пересекаются в её фокусе

Для линзы $Л_2$ эта точка пересечения является действительным источником, она находится на расстоянии $4F_0$ от линзы $Л_2$

Запишем формулу тонкой линзы $Л_2$:

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

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

$\boxed{f=\frac{4}{3}F_0}$, на этом расстоянии от линзы $Л_2$ и находится фотодетектор

2) При движении мишень закрывает часть расходящегося пучка света, падающего на линзу $Л_2$, в результате чего ток фотодетектора уменьшается.

Изначально ~~она~~ мишень не находится в пучке падающем на линзу $Л_2$, а значит в него она заезжает постепенно, когда же она полностью в пучке она закрывает собой одинаковое кол-во света, пока она в пучке, а значит ток в этот момент постоянен.

Т.е. от 0 до τ_0 – заезд
от τ_0 до t_1 – движение в ~~[illegible]~~ пучке
от t_1 – выезд

3) Из подобия треугольников ~~ширина~~ радиус пучка на расстоянии F_0 от линзы $Л_2$ равен: $\frac{h}{\frac{D}{2}}=\frac{3F_0}{4F_0}\rightarrow h=\frac{3}{4}\cdot\frac{D}{2}=\frac{3}{8}D$, $S_п=\pi h^2=\pi\cdot\frac{9}{64}D^2$

$2h=\frac{3}{4}D$ – диаметр пучка

Пусть ~~пластинка~~ (мишень) имеет радиус r, тогда $S_м=\pi r^2$

4) Т.к. ток уменьшается до значения $I_1=\frac{7}{16}I_0$, то $S_м$
$S_м=\left(1-\frac{7}{16}\right)S_п\rightarrow S_м=\frac{9}{16}S_п \Rightarrow \frac{9}{16}\cdot\frac{9}{64}D^2=r^2 \Rightarrow r=\frac{9}{32}D$

5) Итак за время τ_0 мишень проходит расстояние равное $2r$, т.е. $\frac{18}{32}D$, тогда $\boxed{v = \frac{\frac{18}{32}D}{\tau_0} = \frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}}$

6) От 0 до t_1 мишень проходит расстояние равное диаметру пучка, т.е. $\frac{3}{4}D$

Тогда $\cancel{t_1 = 2v\cdot\frac{3}{4}D = \frac{9}{16}}$

$$\boxed{t_1 = \frac{\frac{3}{4}D}{v} = \frac{\frac{3}{4}D}{\frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}} = \frac{4}{3}\tau_0}$$

Ответ: 1) $f = \frac{4}{3}F_0$

2) $v = \frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}$

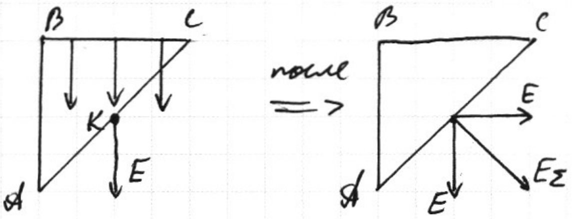
3) $t_1 = \frac{4}{3}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) В первом случае т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то грань BC равна грани AB

Т.к. BC и AB имеют одинаковые поверхностные плотности заряда, то напряжённость их полей одинакова и равна $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



E - напряжённость поля до заряда AB
E_Σ - напряжённость поля после заряда AB

E_Σ найдём по теореме Пифагора: $E_\Sigma = \sqrt{E^2 + E^2} = \sqrt{2}\,E$

Тогда $\frac{E_\Sigma}{E} = \sqrt{2}$ => $\boxed{\text{напряжённость увеличилась в } \sqrt{2} \text{ раз}}$

~~2) Во втором случае заряды перераспределяются так, чтобы поверхностная плотность заряда обоих пластин была равна~~

~~Сначала заряды были такие:~~ $\cancel{q_{BC} = \sigma \cdot S_{BC}}$
$\cancel{q_{AB} = \frac{2}{7}\sigma \cdot S_{AB}}$

~~Причём~~ $\cancel{tg\frac{\pi}{9} = \frac{S_{BC}}{S_{AB}} \Rightarrow S_{BC} = tg\frac{\pi}{9} \cdot S_{AB}}$

~~Причём~~ $\cancel{tg\alpha = \frac{S_{BC}}{S_{AB}} \Rightarrow S_{BC} = S_{AB} \cdot tg\alpha \Rightarrow q_{BC} = \sigma S_{AB} \cdot tg\alpha}$
$\cancel{q_{AB} = \frac{2}{7}\sigma \cdot S_{AB}}$

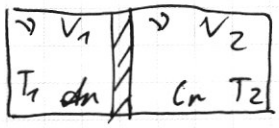
$\cancel{\sigma_K = \frac{\sigma + \frac{2}{7}\sigma}{2} = \frac{9}{14}\sigma}$

2) Во втором случае $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E_{AB} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$ => $E_\Sigma = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2}} =$
$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{53}{296}}$

Ответ: 1) увеличилась в $\sqrt{2}$ раза

2) $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{53}{296}}$

$T_1 = 320K$ $\nu = \frac{3}{5}$ моль
$T_2 = 400K$



$pV_1 = \nu R T_1$
$pV_2 = \nu R T_2$
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$

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

$\frac{9}{8} T_1$

$\frac{9}{10} T_2$

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

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

$p_к V_{1к} = \nu R T_к$
$p_к V_{2к} = \nu R T_к$

$V_{1к} = V_{2к}$

$pV_1 = \nu R T_1$
$p_к \frac{V}{2} = \nu R T_к$

$\frac{\cancel{p}V_1}{p\frac{V}{2}}$

$V_1 + V_2 = V$

$V_1 = \frac{4}{5} V_2$ $V_1 = \frac{4}{5}V - \frac{4}{5}V_1$ $T_2 = \frac{5}{4}$
$\frac{9}{5} V_1 = \frac{4}{5} V$
$V_1 = \frac{4}{9} V$

$$\frac{p \cdot \frac{4}{9} V}{p \cdot \frac{V}{2}} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_к}$$

$\frac{\frac{4}{9}}{\frac{1}{2}}$ $\frac{8}{9} = \frac{T_1}{T_к}$ $T_к = T_1 \cdot \frac{9}{8} = 320 \cdot \frac{9}{8} = 9 \cdot 40 =$
$= 360 K$

$\frac{9}{8} \cdot 320$ $9 \cdot 40$ 360

$Q_1 = \Delta U_1 + A$ $\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R (\frac{9}{8} T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{1}{8} T_1 = \frac{3}{16} \nu R T_1$

$Q_2 = \Delta U_2 - A$ $\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R (\frac{9}{10} T_2 - T_2) = -\frac{3}{20} \nu R T_2 = -\frac{3}{16} \nu R T_1$

$\frac{\cancel{5}}{16} \cdot \frac{3}{\cancel{5}}$

$\frac{3}{16} \cdot 8{,}31 \cdot 320$

$3 \cdot 2 \cdot 8{,}31$

$\frac{\cancel{5}}{\cancel{16}} \cdot \frac{3}{\cancel{5}} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{320}^{20} =$

$\begin{array}{r} 83 \\ \times\ 6 \\ \hline 498 \end{array}$

$3 \cdot 8{,}31 \cdot 20$

$6 \cdot 83{,}1 = 498{,}6$

Бг

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

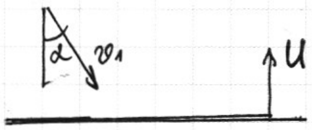
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



$\frac{\sqrt5}{3} v_1 \cancel{\frac{4}{5}} = v_2 \cdot \frac{4}{5}$

$v_1 \cos\alpha$

$\frac{4}{9}\ \frac{\sqrt5}{3}$ $\quad \cancel{v_2 = \frac{\sqrt5 \cdot 2}{15}}$

$v_2 \cdot \sin\beta = v_1 \cdot \sin\alpha$ $\quad \cancel{v_2 = \frac{\sqrt5 \cdot 5}{12} v_1}$

$v_1 \cdot \frac{\sqrt5}{3} + U =\cdot$

$v_1 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{3}{5}$ $\quad v_{1отн} = v_{2отн}$

$v_2 = \frac{2 v_1 5}{3\ 3}$

$v_1 \cos\alpha = \frac{\sqrt5}{3}$ $\quad v_1 \cdot \cos\alpha + U = v_{2отн}$

$v_2 \cos\beta =$ $\quad v_{2отн} = v_2 \cdot \cos\beta - U$

$\frac{10}{3} v_1$ $\quad v_1 \cos\alpha - v_2 \cos\beta = 2U$

$\frac{10}{3} \cdot 18$ $\quad 90$ м/с $\quad v_1 \cdot \frac{\sqrt5}{3} - v_2 \cdot \frac{4}{5} = 2U$

$v_1 \frac{\sqrt5}{3} - \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{5} v_1$

$v_1 \left(\frac{\sqrt5}{3} - \frac{8}{25}\right) = 2U$

$U = v_1 \left(\frac{\sqrt5}{6} - \frac{4}{25}\right)$

$\frac{4}{10} \cdot 18$ $\quad v_1 \frac{\sqrt5 \cdot 5^2 - 4 \cdot 6}{\frac{\sqrt{5^3} - 24}{150}}$

$\frac{4}{5} \cdot 9$ $\quad \frac{36}{5} = 7\frac{1}{5}$

$\frac{20}{45} \cdot 18 = \frac{20 \cdot 2}{5}$

$\frac{4}{9} \cdot 18 = 8$

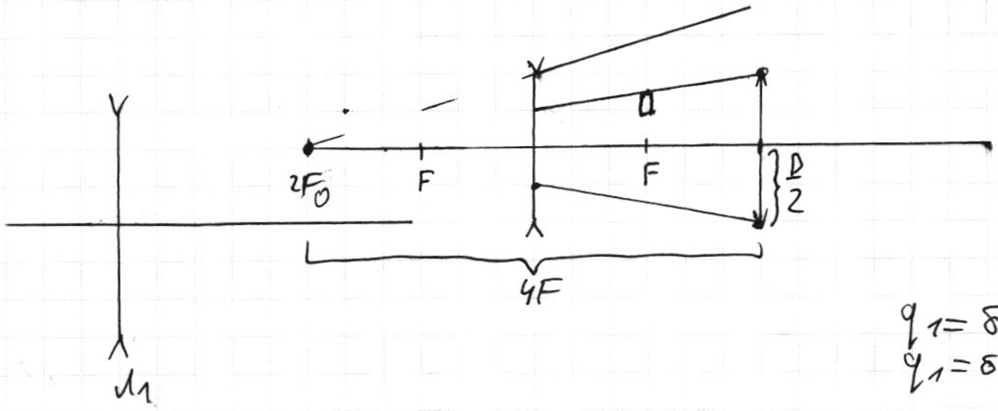
$9\ \frac{24 - 25\sqrt5}{}$ $\quad v_1 \cdot \frac{\sqrt5}{3}$ $\quad v_1 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{3}{5}$

$v_2 = \frac{10}{9} v_1$

$v_2 = 20$ м/с

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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



$-\frac{2}{7}\frac{\delta}{tg\alpha}+\frac{2}{7}\delta$

$q_1=\delta(S_{BC}-\frac{2}{7}S_{AB})$

$q_1=\delta(S_1-\frac{2}{7}S_2)-q_2$

$\frac{\delta(S_1-\frac{2}{7}S_2)-q_2(1-tg\alpha)}{S_2 tg\alpha}$

r

N $\frac{D}{2}\cdot\frac{3}{4}$ $\frac{3}{8}D$

$S_n=\frac{9}{64}\pi D^2$

$4\cdot 8$

16

$\frac{S_n}{S_м}=\frac{I_0}{\frac{9}{16}I_0}$

$S_n=\frac{16}{9}S_м$

$S_м=\frac{9}{16}S_n=\frac{9}{16}\cdot\frac{9}{64}$

$q_{BC}=\sigma\cdot S_{BC}$

$\frac{q_{BC}}{S_{BC}}=\sigma_1$ $\frac{q_{BC}}{S_{AB}tg\alpha}=\sigma_1$

$\frac{q_{AB}}{S_{AB}}=\sigma_1$ $\frac{q_{AB}}{S_{AB}}=\sigma_1$

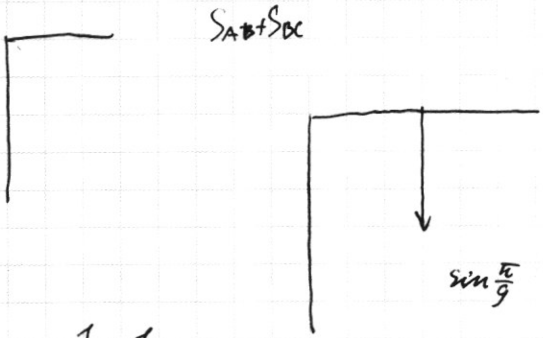
$\cancel{\delta^2}=r^2$

$\frac{9}{4\cdot 8}=\frac{9}{32}h=$

$S_{AB}+S_{BC}$

$\cancel{q_{BC}}$ $q_{BC}+q_{AB}=const$

$q_{BC}+q_{AB}\cdot tg\alpha$



$\sin\frac{\pi}{9}$

$\sin 20^0$

$\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{9}$

$\cancel{q_{AB}}$

$\sin\frac{\pi}{9}$

$\frac{9\pi}{18}-\frac{2\pi}{9}=\frac{7}{18}\pi$

$q=\delta(S_{BC}+\frac{2}{7}S_{AB})=q_1+q_2$

$\frac{1}{4}+\frac{1}{49}$

$\frac{49+4}{296}$ 53

$\cancel{4\,tg}$

$\frac{q_1+q_2 tg\alpha}{S_2 tg\alpha}=2\sigma_1$

$\frac{53}{296}$

$\sin 3\alpha=$

$\cos 3\alpha=\frac{1}{2}$

$\cos\alpha\cos 2\alpha-\sin\alpha\cdot\sin 2\alpha=\frac{1}{2}$

$\frac{\delta S_2(tg\alpha-\frac{2}{7})}{S_2 tg\alpha}$

$\cos\alpha(2\cos^2\alpha-1)-2\sin^2\alpha\cdot\cos\alpha=\frac{1}{2}$

$\cos\alpha(2\cos^2\alpha-1)-2(1-\cos^2\alpha)\cdot\cos\alpha=\frac{1}{2}$ $\delta+\frac{2\delta}{7tg\alpha}$

$\frac{9}{14}\delta$

$\frac{81}{196}$ $\frac{162}{196}$

$\cos\alpha(2\cos^2\alpha-1+2\cos^2\alpha-2$

$\frac{\delta+\frac{2}{7}\delta}{2}=\frac{9}{14}\delta$

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\frac{9}{14}\cdot\sqrt{2}$

$\cos\alpha(4\cos^2\alpha-3)$

$\cos\alpha($

☑ 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

$$Q_1 = \frac{3}{16}\nu R T_1 + \frac{1}{18}\cdot\frac{9}{4}\nu R T_1$$

$$Q_1 = \frac{3}{16}\nu R T_1 + \frac{1}{8}\nu R T_1 = \frac{5}{16}\nu R T_1$$

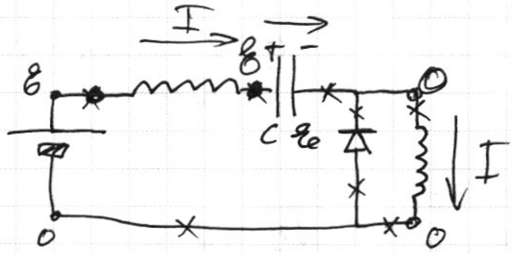
$LI' = U$

$U' = 0$

$I = 0$

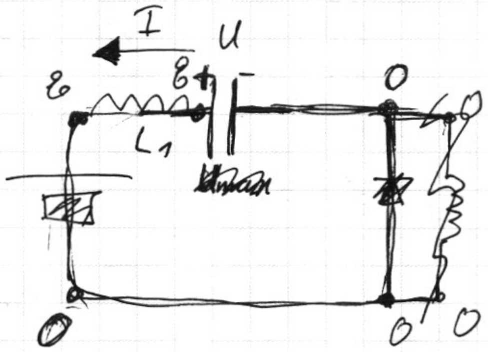
$CU' = I$

$U' = \frac{I}{C}$



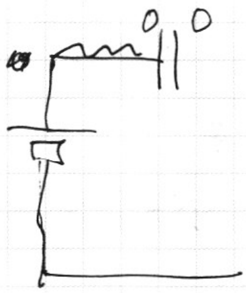
$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{(L_1+L_2)I^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2}$$

~~Umax~~



$U = LI'$

$U = const \Rightarrow I' = const \Rightarrow I = const$



☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)