Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

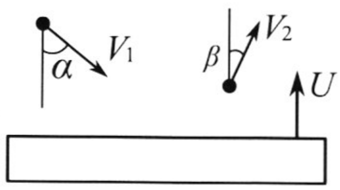
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 8$ м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{2}\right)$ 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.

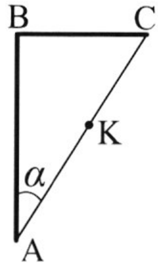
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота $T_1 = 300$ К, а кислорода $T_2 = 500$ 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 азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

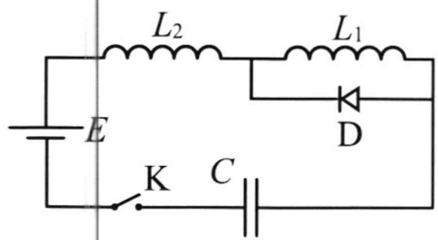
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. 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 $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, 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.

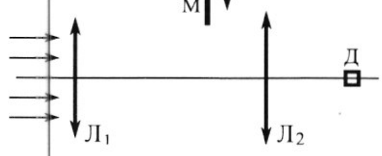


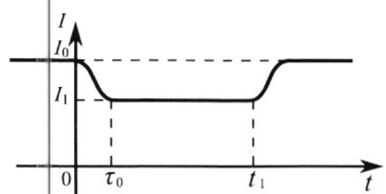
1) Найти период T этих колебаний.

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 фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





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

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

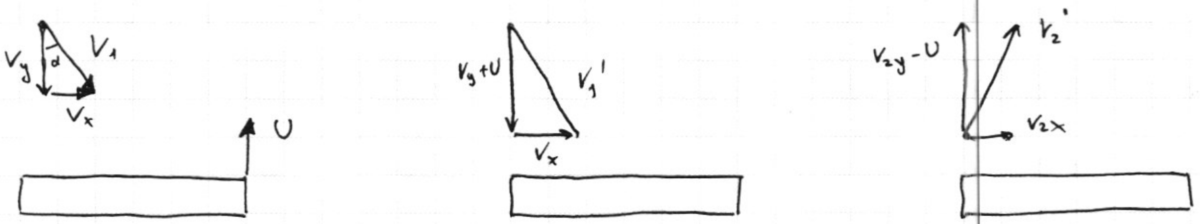
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

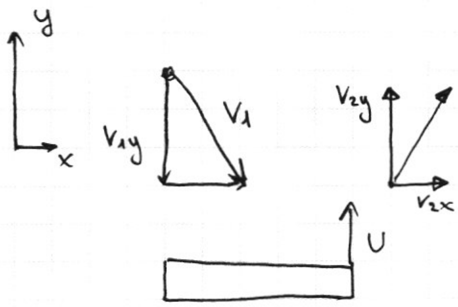
№ 1

Рассмотрим процесс взаимодействия (удара) шарика в СО плиты:

в ~~Л~~ ЛСО: в СО плиты: СО плиты после удара:



Т.к. удар неупругий, то ЗСЭ выполняться не будет, однако по-прежнему будет выполняться ЗСИ. Т.к. плита массивная, то её скорость не изм-ся в процессе взаимодействия. Запишем ЗСИ на Ox, пренебрегая изменением импульса плиты:



m - масса шарика

$$m V_1 \sin\alpha = m V_2 \sin\beta$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8 \cdot \frac{3 \cdot 2}{4 \cdot 1} = \frac{3}{2} \cdot 8 = 12 \text{ м/с}$$

Для того, чтобы найти возможные значения U, воспользуемся рассуждениями в СО плиты. Будем рассматривать вертик. (Oy) компоненту. В СО плиты шарик налетает на плиту с вертик. скоростью $V_1 \cos\alpha + U$. В пределе удар м.б. абсолютно упругий, тогда вертикальная компонента отразится, и в лабораторной СО шарик будет отлетать от плиты с вертик. скоростью $V_1 \cos\alpha + 2U$ при абсолютно упругом ударе. Тогда нетрудно найти U_{min} : $2U_{min} + V_1 \cos\alpha = V_2 \cos\beta$

$$\Rightarrow U_{min} = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2} = \frac{6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}}{2} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7} \approx 5,1 - 2,6 \approx 2,5 \text{ м/с}$$

При этом, конечно, стоит сказать, что скорость плиты м.б. направлена навстречу шарику т.к. изначальная вертик. скорость по модулю меньше конечной (значит, плита должна дать „положительную" прибавку).

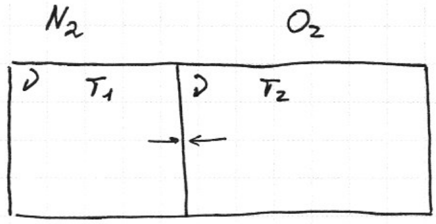
Максимальное же значение возникает из противоположной ситуации - абсолютно неупругого удара. Тогда скорость шарика полностью погасится в СО плиты, и начнет дв-ся вместе с ней. Тогда, из физических соображений понятно, что $U_{мак} = V_2 \cos\beta = \frac{12 \cdot \sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3} = 10,2 \text{ м/с}$

Ответ: 1) $V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \text{ м/с}$

2) $U \in \left(\frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2} ; V_2 \cos\beta\right) \in \left(2,5 \text{ м/с} ; 10,2 \text{ м/с}\right)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

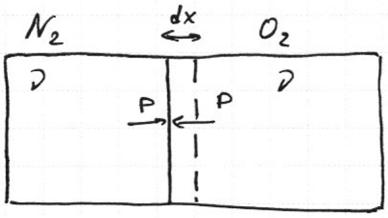


Т.к. газы отделяет подвижный поршень и с-ма нах-ся в механическом равновесии, то давления этих газов равны. Тогда можно записать:

$$P_{N_2} \cdot V_{N_2} = \nu R T_1$$
$$P_{O_2} \cdot V_{O_2} = \nu R T_2$$
$$\Rightarrow \frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{T_1}{T_2} \quad (\text{т.к. } P_{N_2} = P_{O_2}) = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow 1) \ \frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = 0,6$$

Рассмотрим процесс установления равновесия:



Пусть в некоторый момент времени поршень сместился на dx. Т.к. процесс происходит медленно, то давление газов равны. Рассмотрим работу газов:

$$\delta A = \delta A_{N_2} + \delta A_{O_2} \quad \delta A_{N_2} = -P_{N_2} dV \quad \delta A_{O_2} = P_{O_2} dV$$

$\Rightarrow \delta A = dV(P_{O_2} - P_{N_2})$, но т.к. $P_{O_2} = P_{N_2}$, то $\delta A = 0$!

$\Rightarrow$ внутренняя энергия сох-ся.

$$C_V = \frac{5}{2} R \Rightarrow i = 5$$

$$\frac{i}{2} \nu R T_{N_2} + \frac{i}{2} \nu R T_{O_2} = \frac{i}{2} \nu R T_1 + \frac{i}{2} \nu R T_2 \Rightarrow T_{N_2} + T_{O_2} = T_1 + T_2, \text{ где}$$

T_{N_2} – текущ. температура азота, T_{O_2} – кислорода.

Пусть T – установившаяся температура

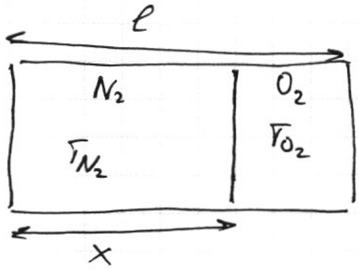
Тогда верно: $2T = T_1 + T_2 \Rightarrow T = \frac{300K + 500K}{2} = 400K$

Найдем искомое Q_{N_2}

Понятно, что $Q_{N_2} = \Delta U_{N_2} + A_{N_2}$

Для того, чтобы найти A_{N_2}, "найдем процесс"

Пусть ℓ – длина сосуда, S – площадь сечения, x – длина, к-ую занимает азот.



$P_{N_2} = P_{O_2} \Rightarrow \frac{\nu R T_{N_2}}{xS} = \frac{\nu R T_{O_2}}{(\ell - x)S}$

$T_{N_2} = 2T - T_{O_2} \Rightarrow T_{O_2} = 2T - T_{N_2}$

$\Rightarrow \frac{T_{N_2}}{x} = \frac{2T - T_{N_2}}{\ell - x} \Rightarrow T_{N_2}\ell - T_{N_2}x = 2Tx - T_{N_2}x$

$\Rightarrow T = \frac{T_{N_2} \cdot \ell}{2x} \Rightarrow T_{N_2} = \frac{2Tx}{\ell} = \frac{2TV_{N_2}}{V_0}$, где V_0 – объем сосуда $V_0 = \ell S$

$P_{N_2} \cdot V_{N_2} = \nu R T_{N_2} \Rightarrow P_{N_2} \cdot V_{N_2} = \frac{\nu R \cdot 2TV_{N_2}}{V_0} \Rightarrow P_{N_2} = \frac{2\nu RT}{V_0} = const$

$\Rightarrow$ процесс изобарный.

$Q_{N_2} = C_p \cdot \nu \cdot \Delta T = \frac{7}{2}\nu R \Delta T = -\frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot 100 = -831 \cdot \frac{3}{2} =$

≈ -1245 Дж $\quad Q_{O_2} = -Q_{N_2} = 1245$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = 0{,}6$

2) $T = 400K$

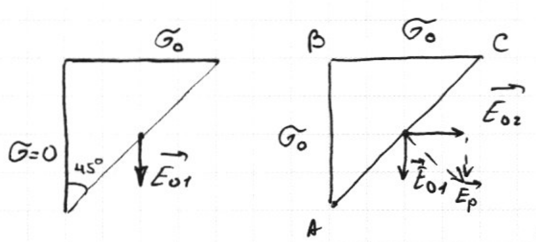
3) $Q_{O_2} = 1245$ Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

1) Вспомним, что поле беск. плоскости однородно и в СИ равно $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, причем направлено оно по нормали к самой плоскости.

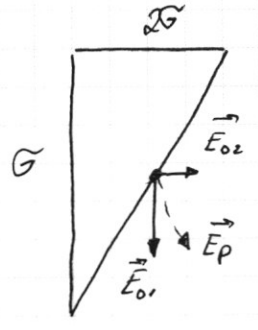
Рассмотрим зарядку пластины BC



Видно, что в рез-те зарядки второй пластины появится перпендикулярная компонента. Так как $\angle BAC = \frac{\pi}{4}$, $\angle CBA = \frac{\pi}{2}$, то все углы здесь равны либо $\frac{\pi}{2}$, либо $\frac{\pi}{4}$

Тогда понятно, что результатом $\vec{E}_{01} + \vec{E}_{02} = \vec{E_p}$, причем $|\vec{E}_{01}| = |\vec{E}_{02}| = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$. Тогда $E_p = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}$ => модуль напряженности в (·) K ув-ся в $\sqrt{2}$ раз, а сам вектор повернется на $\frac{\pi}{4}$ против часовой стрелки (с данной перспективы)

2) Пользуясь теми же соображениями, что и в п. 1 $|\vec{E}_{02}| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $|\vec{E}_{01}| = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\vec{E}_{01} \perp \vec{E}_{02}$



$$\Rightarrow E_p = \frac{4\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$$

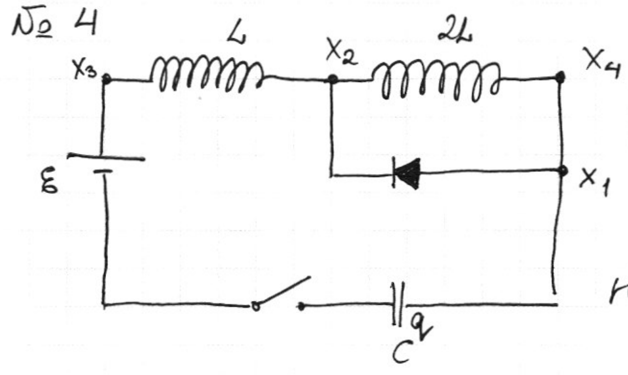
$\vec{E_p}$ направлен под углом $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$ к линии BA

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз

2) $\frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



$2L\dot{I} + L\dot{I} = L'\dot{I} \Rightarrow L' = 3L$ – когда диод закрыт.

Рассмотрим промежуток времени пока диод ~~открыт~~ закрыт. При этом понятно, что вначале он закрыт т.к. потенциал на его входе меньше потенциала на выходе. Докажем это. Пусть $\varphi_{x_1} = 0 \Rightarrow \varphi_{x_3} = \mathcal{E}$ (переход 2-3 источник; конденсатор сначала не заряжен). Мы предположили, что диод закрыт, тогда при записи з-на Кирхгофа можно „забыть" о существ. диода: $\mathcal{E} = 2L\dot{I} + L\dot{I} + U_C$; $U_C = 0$ (по усл.) $\Rightarrow \mathcal{E} = 3L\dot{I} \Rightarrow L\dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{3} \Rightarrow \varphi_{x_2} - \varphi_{x_3} = \frac{\mathcal{E}}{3} \Rightarrow \varphi_{x_2} = \frac{2\mathcal{E}}{3}$
$\Rightarrow \varphi_{x_2} > \varphi_{x_1} \Rightarrow$ диод закрыт, предположение верно.

Найдём, когда диод откроется. Понятно, что это произойдет тогда, когда $2L\dot{I}$ станет < 0 (контур $x_2 x_1 x_4$)

Запишем ур-ие колебаний:

$$\mathcal{E} = 3L\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow q(t) = q_0 \cos(\omega t) + C\mathcal{E};$$

т.к. $q(0) = 0$, то $q_0 + C\mathcal{E} = 0 \Rightarrow q(t) = -C\mathcal{E}\cos(\omega t) + C\mathcal{E}$

при этом $\ddot{q} = C\mathcal{E}\omega^2 \cos(\omega t)$ диод закроется при $C\mathcal{E}\omega^2 \cos(\omega t) = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2}\sqrt{3LC}$ $\left(\omega = \frac{1}{\sqrt{3LC}}\right)$

При этом $q(t_1) = C\mathcal{E}$, а $\dot{q}(t_1) = C\mathcal{E}\omega = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{3LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$\varphi_{x_2} > \varphi_{x_1} \Leftrightarrow \mathcal{E} - L\ddot{q} > q/C \Leftrightarrow \frac{q}{C} + 2L\ddot{q} > \frac{q}{C} \Leftrightarrow \ddot{q} > 0$ (диод закроется тогда, когда $\ddot{q} > 0$ не выполнится)

Таким образом мы объяснили причину возникновения колебаний г-з катушку L_1.

Диод вновь откроется при

$\varphi_{x_1} > \varphi_{x_2}$, однако $\varphi_{x_1} - \varphi_{x_2} = \mathcal{E} - L\ddot{q} - \frac{q}{C}$, но по пр. Кирхгофа $\mathcal{E} = L\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow$ диод больше не откроется. При этом ток в контуре $X_2 X_4 X_1$ будет все равно меняться в соответствии с внешним (отн. этого контура) током. Тогда понятно, что он может колебаться лишь так, чтобы его период совпадал с периодом вн. цепи т.е. $T = 2\pi\sqrt{L_1 C} = 2\pi\sqrt{LC}$

Из ур-ия для контура $X_3 X_2 X_1$ $\mathcal{E} = L\ddot{q} + q/C$ также понятно амплитудное значение $I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$ при этом амплитудным значением I_{M2} будет являться найденное ранее значение $I_{M2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

Ответ: 1) $T = 2\pi\sqrt{LC}$

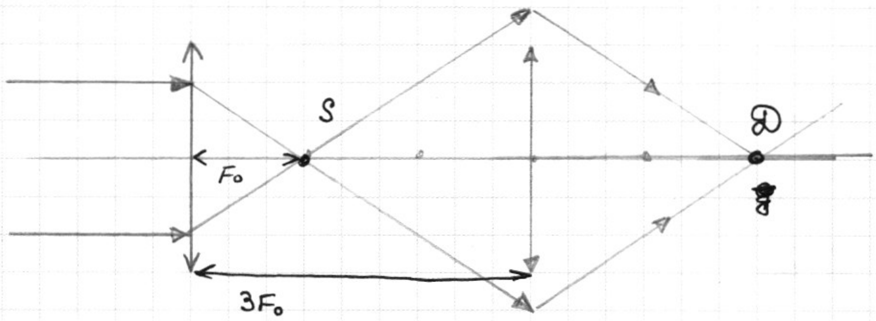
2) $I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

3) $I_{M2} = \mathcal{E}\sqrt{C/3L}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

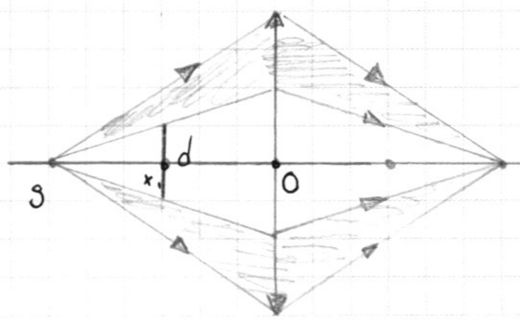
1) Известно, что в параксиальном приближении (мы можем им пользоваться т. к. $D \ll F_0$) все параллельные лучи сходятся в фокусе. Тогда после прохождения ч-з первую линзу лучи соберутся в её фокусе.



Нетрудно понять, что расстояние между S и $Л_2$ равно $2F_0$. Тогда, используя формулу тонкой линзы,

$$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow b = 2F_0$$ это и есть искомое расстояние.

Пусть d - диаметр мишени. Нарисуем рисунок, который поможет понять, какая часть исходной энергии дошла до детектора в тот момент, когда центр мишени пересекал главную оптическую ось линз:



Т.к. $SX_1 = F_0$; $X_1O = F_0$, то мишень поглотит $\frac{4d^2}{D^2}$ долю всей световой энергии.

Тогда останется лишь $\frac{D^2-4d^2}{D}$ от суммарной энергии. Т.к. мы знаем, что $I \sim P_{света}$; $P_{света} \sim S$, где S-освещенная часть линзы (площадь), то можно сказать, что $\frac{D^2-4d^2}{D^2} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{3}{4} \Rightarrow d = \frac{D}{4}$ $\boxed{d = 0,25D}$

Для того, чтобы найти V, достаточно понять, что τ_0 представляет собой время, в теч. к-го мишень „входила" в пуш света $\Rightarrow$ $d = V\tau_0 = 0,25D \Rightarrow$
$\Rightarrow V = \frac{D}{4\tau_0}$. Из этих же соображений можно определить t_1: $t_1 = \frac{\frac{D}{2} - d}{V} + \tau_0 = \frac{\frac{2D}{4} - \frac{D}{4}}{V} + \tau_0 =$
$= \frac{D}{4V} + \tau_0 = 2\tau_0$

Ответ: 1) $2F_0$

2) $V = \frac{D}{4\tau_0}$

3) $2\tau_0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\frac{\cancel{\text{}}T_1}{x} = \frac{\cancel{\text{}}(2T - T_1)}{l - x}$$ $PV = \nu R 2T \frac{V}{V_0}$ $P = kV$

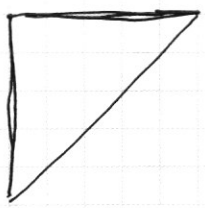
$lT_1 - T_1x = 2Tx - xT_1$

$x = \frac{lT_1}{2T} \Rightarrow V = \frac{V_0 T_1}{2T} \Rightarrow T_1 = \frac{2TV}{V_0}$

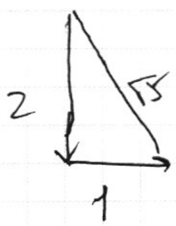
$\frac{T_1}{x} = \frac{2T - T_1}{l - x} \Rightarrow T_1 l \cancel{- T_1 x} = 2Tx \cancel{- T_1 x}$

$T_1 = \frac{2T \cdot V_1}{V_0}$ $\cancel{P_1V_1 = \nu R 2T \cdot \frac{V_1}{V_0}}$

$415 \times 3 = 1245$ 124J $45 \times 4 = 180$

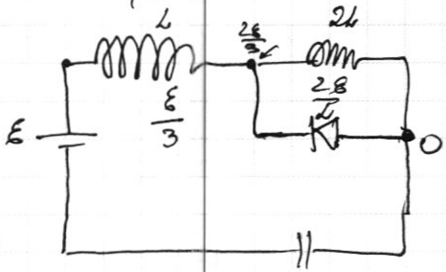


$I = \frac{Вт}{м^2}$



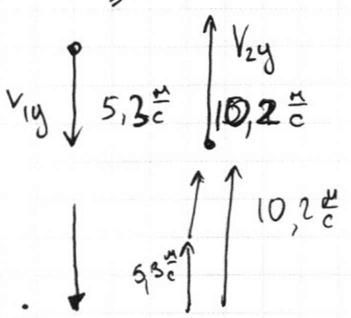
$\cancel{170 \times 6 = 1140}$

$170 \times 6 = 1020$



$V_{2y} \leq 2U + V_{1y}$

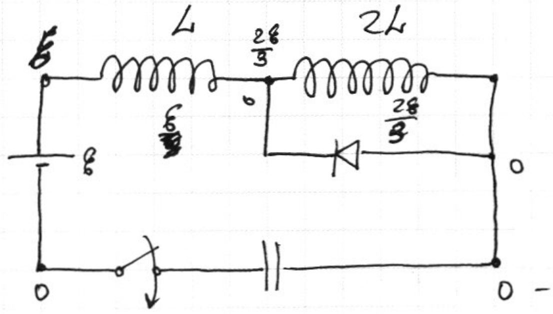
$10{,}2 - 5{,}3$ 5



$\mathcal{E} = 3L\dot{I} + \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} = 3L\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} = 3L\dot{I}$



$q = q_0 \sin\omega t$ $\cancel{\mathcal{E}}$ $+ C\mathcal{E}$

$\ddot{q} = -q_0\omega^2 \sin\omega t$

$\cancel{-q_0\omega^2 \cdot 3L + \frac{q_0 \sin\omega t}{C} = \mathcal{E}}$

$-3Lq_0\omega^2 \sin(\omega t) + \mathcal{E} + \frac{q_0}{C}\sin(\omega t) = \mathcal{E}$

$+3L\omega^2 = \frac{1}{C}$ $\omega = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$ $+C\mathcal{E}\omega\sin(\omega t)$

$\cancel{q(t) = q_0 \sin(\omega t) + C\mathcal{E}}$

$\cancel{\dot{q}(t) = q_0\omega\cos(\omega t)}$

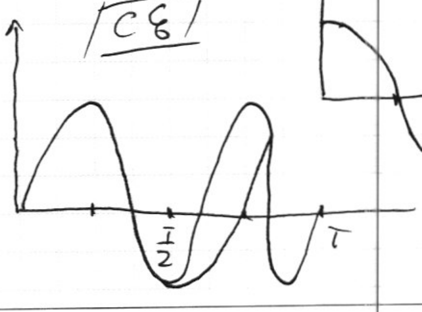
$\cancel{\ddot{q}(t) = -q_0\omega^2\sin(\omega t)}$

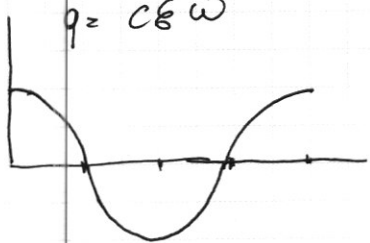
$q_0 = $

$\dot{q} = C\mathcal{E}\omega$

$\cos' = -\sin$

$\boxed{C\mathcal{E}}$





$q(t) = -C\mathcal{E}\cos(\omega t) + C\mathcal{E}$

$\dot{q}(t) = C\mathcal{E}\omega\sin(\omega t)$

$\ddot{q}(t) = C\mathcal{E}\omega^2\cos(\omega t)$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

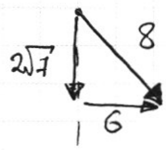
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

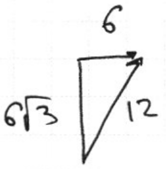
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{64-36} = \sqrt{28} = 2\sqrt{7}$ $\qquad \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\qquad 16-9$ $\qquad \frac{\sqrt{\ }}{4}$



$mV_1 \cos\alpha = mV_2 \cos\beta$

$36 \times 3 = 108$



$V_1 \cos\alpha = 2\sqrt{7}$ $\qquad V_2 \cos\beta = 6\sqrt{3}$

$\sqrt{28}$ $\qquad \sqrt{108}$

82×82

$1{,}71$ $\quad 171 \times 3 = 513$ $\quad 280 \times 280 = 4$

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

$27 \times 27 = 189,\ 54,\ 729$

$\frac{12 \cdot \sqrt{3}}{2}$ $\qquad V_2 \cos\beta = 2U$ $\qquad 5{,}13$

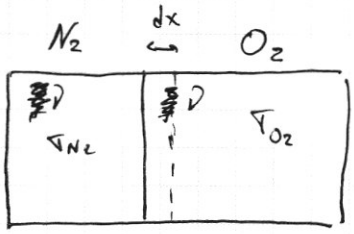
265

530

$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + Q$ $\qquad 51 - 26 = 25$ $\qquad 26 \times 26 = 156,\ 52,\ 676$

$2U = V_2 \cos\beta$

$\frac{8 \cdot 3}{4} = \frac{x \cdot L}{2}$



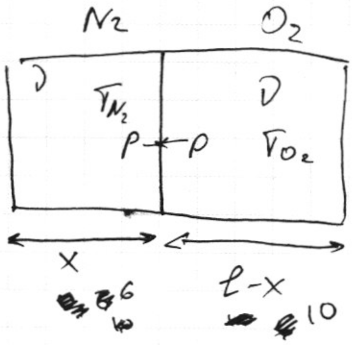
$i = \frac{5}{2}$ $\qquad PV = \nu RT$ $\quad 6 \times 171$

$Pdx = -Pdx$

$\delta A = 0\,?$

~~$\frac{5}{2}\nu R T_{N_2} + \frac{5}{2}\nu R T_{O_2} = \frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}$~~

~~$T_{N_2} + T_{O_2}$~~



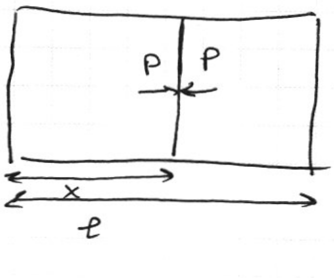
$\frac{6}{16}$

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

$V_1 \cos\alpha + 2U = \frac{2T - T_2}{x} = \frac{T_2}{l-x}$

$x_н = 0{,}6l$

$x_к = 0{,}5l$



$P = \frac{\nu RT}{V} = \frac{\nu RT}{xS}$

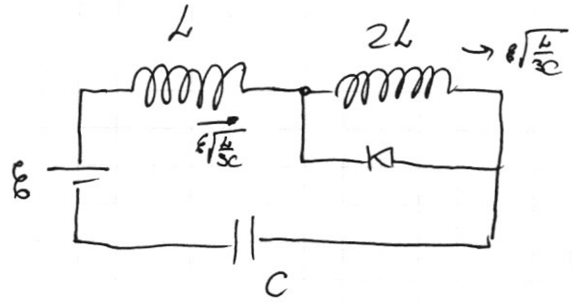
$\frac{\nu R T_1}{xS} = \frac{\nu R T_2}{(l-x)S} \Rightarrow \frac{\nu R (2T - T_1)}{xS} =$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$$\mathcal{E} - \ddot{q}L = \frac{q}{C}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \ddot{q}L$$

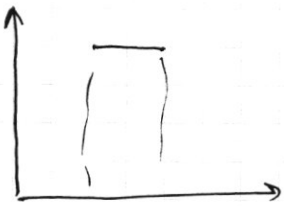
$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \ddot{q}\,3L$$

$$\frac{q}{C} + \ddot{q}\,3L = \frac{q}{C} + \ddot{q}L$$

$$\ddot{q} = 0$$

$$Q = \Delta U + P\cdot\Delta V$$

$$P = \frac{2\nu RT}{V_0} \qquad 2\nu RT$$



$$\left(\frac{6}{16} - \frac{8}{16}\right)\frac{2\nu RT}{\cancel{16}} = \frac{2\nu RT}{8} = \frac{2\nu RT}{8} = A$$

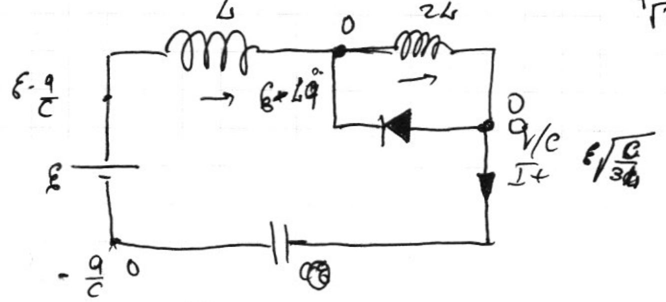
$$\Delta U = \frac{5}{2}\,\frac{\nu RT}{4} = \frac{5}{8}\nu RT$$

$$\frac{7}{8}\nu RT = \frac{7}{8}\cdot\frac{3}{7}\cdot 8{,}31\cdot 400 =$$

$$\frac{\cancel{7}}{\cancel{8}}\cdot\frac{3}{\cancel{7}}\cdot 8{,}31\cdot\frac{\cancel{4}00}{2} = \qquad = 3\cdot 8{,}31\cdot 50 = 6\cdot 100\cdot 8{,}31$$

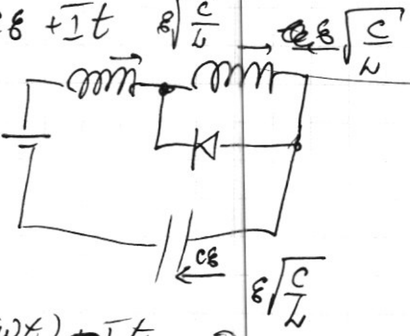
$$= 1{,}5\cdot 8{,}31\cdot 100$$

$$\frac{q\cdot C\mathcal{E}}{\sqrt{3LC}}\sin\omega t = C\mathcal{E}$$



$$\frac{q}{C} + L\ddot{q} = \mathcal{E} \qquad q(t) = q\cos(\omega t) + C\mathcal{E} + It \qquad \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

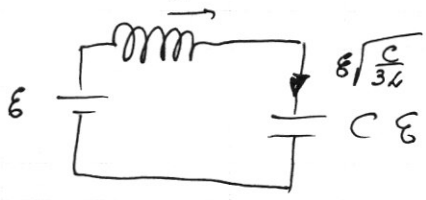
$$\dot{q}(0) = 0$$



$$L\ddot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E} \qquad q(t) = q_0\cos(\omega t) +$$

$$q(t) = -C\mathcal{E}\cos(\omega t) + C\mathcal{E} + It$$

$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - L\ddot{q} < 0 \qquad \mathcal{E} - \mathcal{E} + \frac{C\mathcal{E}}{C}\cos(\omega t) - \frac{It}{C} < 0$$



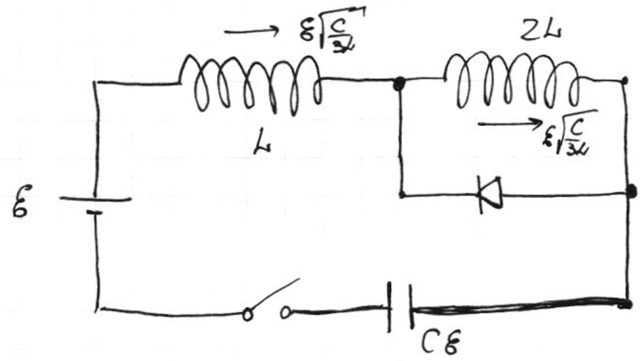
$$I_{max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$q(t) = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{LC}}\sin(\omega t) = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{3LC}}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

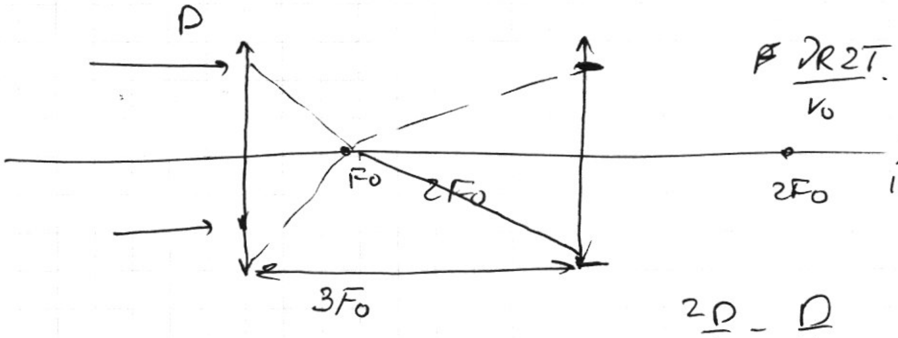


$\dot{q} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$B = \frac{\mathcal{E}}{2F_0} - \frac{1}{2F_0}$

$\frac{\nu R \cdot 2T}{V_0}(0,6-0,5)V_0 + \frac{5}{2}\frac{\nu R T}{4}$

$= \frac{\nu R\, 0,2T + 0,25T \cdot 5}{2}$



$\frac{\nu R 2T}{V_0} \cdot 0,1V_0 + \frac{5}{2}\cdot\frac{\nu R T}{4}$

$\frac{2}{10} + \frac{5}{8} = \frac{16+50}{80} = \frac{66}{80} = \frac{33}{40} =$

$\frac{33}{400}\cdot\frac{3}{7}\cdot 8,31\cdot 400 =$

$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{X} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow$

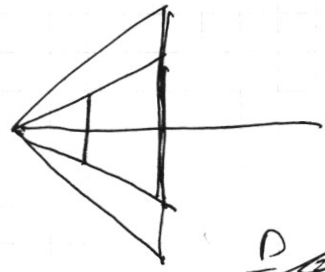
$\frac{\frac{2D}{4} - \frac{D}{4}}{V} = \frac{D}{4V} = \frac{D}{4V} + \tau_0$

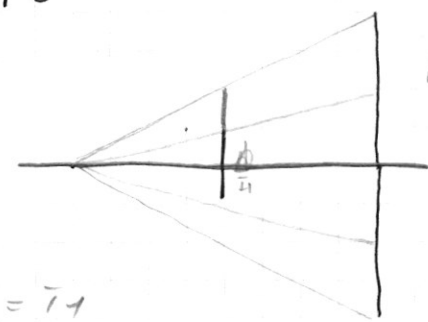
$4D^2 - 4d^2 = 3D^2 \quad 4D^2 - 16d^2 = 3D^2$

$4d^2 = D^2 \quad 16d^2 = D^2$

$\frac{D}{2}$

$d =$





$PV = \nu R \cdot \frac{2TV}{V_0}$

$p = const = \frac{\nu R 2T}{V_0}$

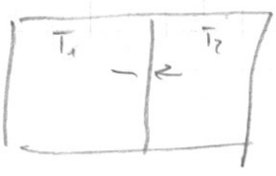
$\frac{\nu R 2T}{V_0}(0,6V_0 - 0,5V_0)$

$= 0,2\nu RT$

$= 0,2 \cdot \frac{3}{7}$

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

$2T - T_2 = T_1$



$\frac{\nu R T_1}{X} = \frac{\nu R(2T - T_1)}{\ell - X}$

$T_1 = \frac{2TX}{\ell}$

$\ell T_1 - T_1 X = 2TX - XT_1$

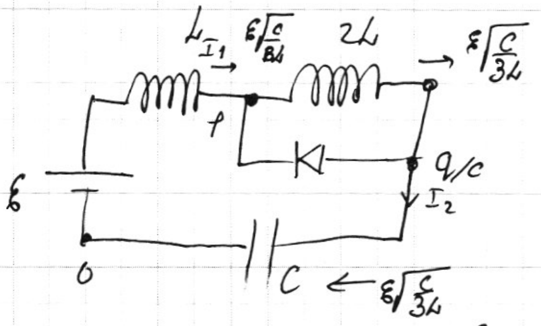
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$L\ddot{q} + q$

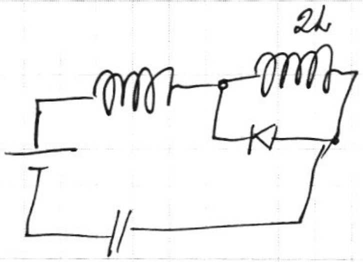
$L\dot{I}_1 + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

$L\dot{I}_1 + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

I_1 $\qquad L\dot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

$\mathcal{E} - L\dot{q} >$ $\qquad \frac{q}{C} >$

$\mathcal{E} - L\dot{q} - q/C$



$I_1 = I_2 - I_1$

$\frac{q}{\sqrt{LC}} = \frac{C\mathcal{E}\sqrt{C}}{C\sqrt{L}} =$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

$\frac{8\cdot 3}{4} = V_2 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow V_2 = 12$ м/с

$\frac{\sqrt{7}}{4} \cdot 8 = 2\sqrt{7} = 5,2$

$\frac{12}{2}\sqrt{3} = 6\sqrt{3}$

$170 \cdot 6 = 1020$

V_1 5,3 ; 10,2 ; 4,9 ; 5,3

2,45 ; 10,2 м/с

$T_1 + T_2 = 2T$

$PV = \nu RT$

$PV = \nu RT$

$\frac{\cancel{\nu R} T_1}{x} = \frac{\cancel{\nu R}(2T - T_1)}{l - x}$

$lT_1 - \cancel{xT_1} = 2Tx - \cancel{T_1 x}$

$T_1 = \frac{2Tx}{l}$; $PV = \frac{2TV}{V_0}$

$\frac{(2d)^2}{D^2}$; $\frac{D^2 - 4d^2}{D^2} = \frac{3}{4}$; $d = 0,25D$

$4D^2 - 16d^2 = 3D^2$

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

$V = \frac{D}{4\tau_0}$; $\frac{D}{4V} \cdot 2 = 2\tau_0$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)