Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

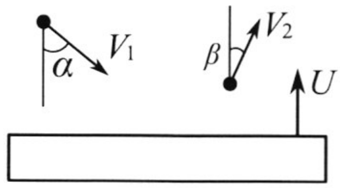
Класс 11

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.

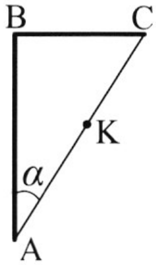
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 =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

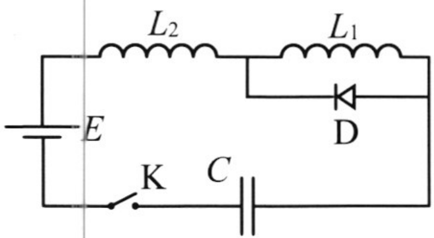
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

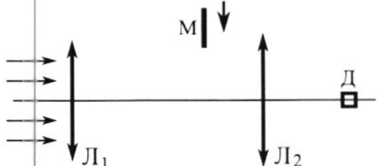


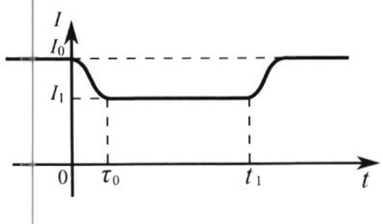
1) Найти период T этих колебаний.

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.

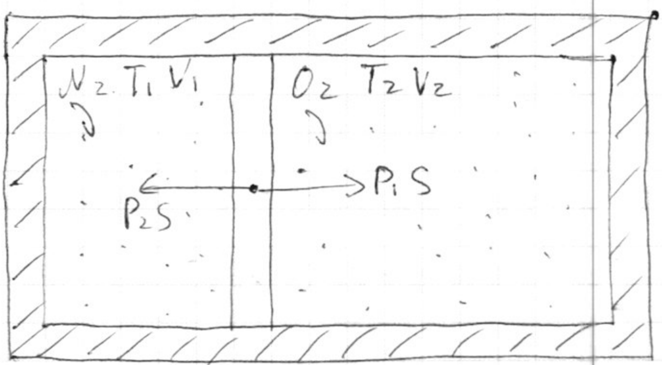
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.
$\nu = \frac{3}{7}$ моль
$T_1 = 300K$
$T_2 = 500K$
$C_V = \frac{5}{2}R$
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ?
2) $T = ?$
3) $Q = ?$

Решение:



1) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$(1)\begin{cases} P_1V_1 = \nu RT_1 \\ P_2V_2 = \nu RT_2 \end{cases}$$

Т.к. в начальный момент поршень находится в равновесии, то на него с обеих сторон действуют одинаковые силы давления газов, тогда $P = P_1 = P_2$ и система (1) примет вид:

$$\begin{cases} PV_1 = \nu RT_1 \\ PV_2 = \nu RT_2 \end{cases} \div \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}$$

2) Т.к. сосуд теплоизолированный, то к системе „азот + кислород + поршень" тепло не подводится, и от этой системы тепло не отводится, тогда верен закон сохранения энергии для этой системы. Приравняем энергию системы вначале к энергии системы в конце:

$E_1 = U_1 + U_2 = \frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2$

$E_2 = U_1' + U_2' = \frac{5}{2}\nu RT + \frac{5}{2}\nu RT$

Т.к. поршень в начале и в конце неподвижен, то его кин. энергия $E_{k1} = 0$ и $E_{k2} = 0$

$E_1 = E_2: \quad U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$

$$\frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}\nu RT + \frac{5}{2}\nu RT \quad \Big| : \frac{5}{2}\nu R$$

$$T_1 + T_2 = T + T$$

$$2T = T_1 + T_2$$

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

$$T = \frac{300 + 500}{2}$$

$$T = 400 K$$

3) Т.к. в ходе данного процесса поршень двигается медленно, то этот процесс можно считать равновесным, а значит давление газов не меняются в течении этого процесса, т.е. $P_1 = P_2 = P = const$, тогда этот процесс считается изобарным, который является политропным и происходит с постоянной молярной теплоёмкостью $C_p = C_V + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$

Количество теплоты отданное кислородом равно кол-ву теплоты, полученному азотом и рассчитывается формулой: $Q = C_p \nu \Delta T$

$$Q = C_p \nu (T - T_1)$$

$$Q = \frac{7}{2}R \cdot \frac{3}{7} \cdot (400 - 300)$$

$$Q = \frac{3}{2}R \cdot 100$$

$$Q = 150R = 124{,}65 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} \times\ 8{,}31 \\ 15 \\ \hline +\ 4155 \\ 831 \\ \hline 12465 \end{array}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) 400К; 3) ~~150R~~ 124,65 Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$V_1 = 8$ м/с

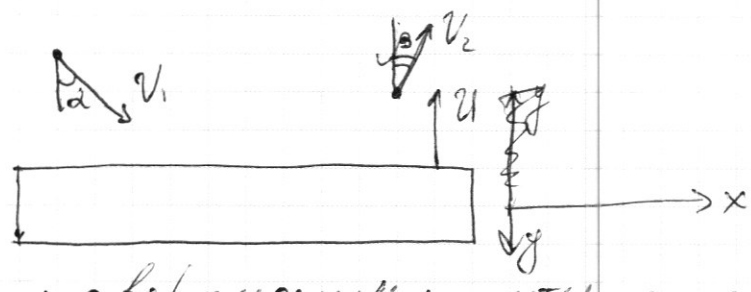
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

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

1) $V_2 = ?$

2) $U = ?$

Решение:



1) Т.к. поверхность плиты гладкая, то силы трения в системе „шарик+плита" отсутствуют, тогда на шарик по оси x не действуют никакие силы и его импульс по этой оси сохраняется: $P_{шx} = const$

$$mV_1\sin\alpha = mV_2\sin\beta$$

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

$$V_2 = V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

$$V_2 = 8\cdot\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}}$$

$$V_2 = 12 \text{ м/с}$$

2) Т.к. плита массивная, то перейдя в её СО можно пренебречь изменением её скорости в момент удара, тогда скорость шарика в этой СО и в начале и в конце будет одинакова по оси y: $V_1\cos\alpha + U = V_2\cos\beta - U$

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

$$U = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\upsilon = \frac{12\cdot\sqrt{1-\sin^2\beta} - 8\cdot\sqrt{1-\sin^2\alpha}}{2}$$

$$\upsilon = \frac{12\cdot\sqrt{1-\frac{1}{4}} - 8\cdot\sqrt{1-\frac{9}{16}}}{2}$$

$$\upsilon = \frac{12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4}}{2}$$

$$\upsilon = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}\ м/с$$

Ответ: 1) 12 м/с ; 2) $3\sqrt{3} - \sqrt{7}$ м/с.

№3.

$AB \perp BC$

$AK = KC$

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$\sigma_{BC} = \sigma_{AB}$ $\quad \frac{E_2}{E_1} = ?$

2) $\sigma_1 = 2\sigma > 0$

$\sigma_2 = \sigma > 0$

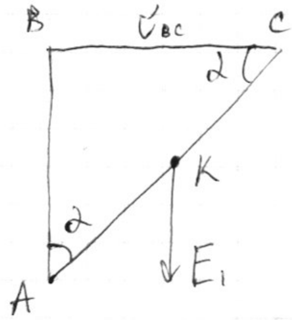
$\alpha = \frac{\pi}{7}$

$E = ?$

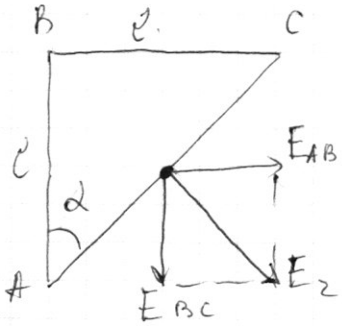
Решение:

1) Предположим, что $\sigma_{BC} > 0 \Rightarrow \sigma_{AB} > 0$

$E_1 = E_{BC} = \frac{\sigma_{BC}}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma'}{2\varepsilon_0}$



$\sigma_{BC} = \sigma_{AB} = \sigma'$



Т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$ и

$BC \perp AB$, то

ΔABC – р/б $\Rightarrow BC = AB$

Т.к. $BC = AB$ и

$\sigma_{AB} = \sigma_{BC} = \sigma'$, то

$|E_{BC}| = |E_{AB}| = \frac{\sigma'}{2\varepsilon_0} = E'$

$\vec{E_2} = \vec{E_{AB}} + \vec{E_{BC}}$ $\qquad$ По теор. Пифагора:

$$E_2 = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{2E'^2} = \sqrt{\frac{2\sigma'^2}{4\varepsilon_0}} =$$
$$= \frac{\sigma'}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{\sigma'}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}}{\frac{\sigma'}{2\varepsilon_0}} = \sqrt{2}$$

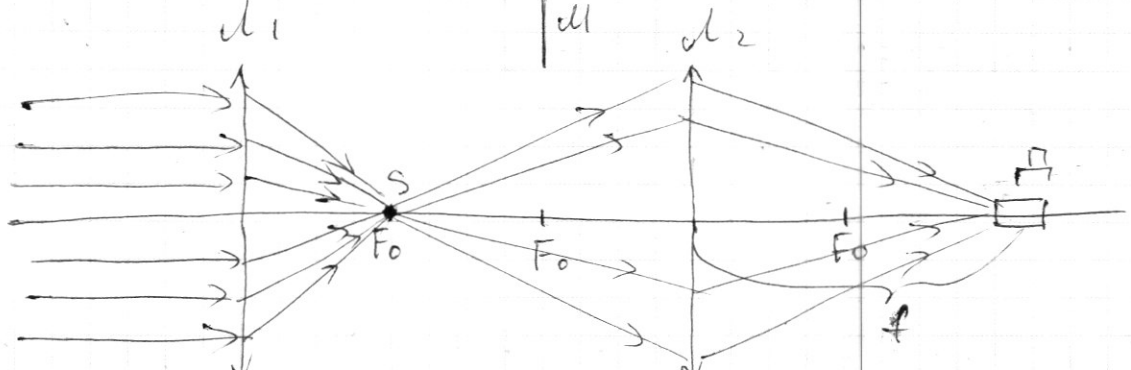
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.
F_0
D
τ_0

$y_1 = \frac{3}{4} y_0$

1) $f = ?$
2) $V = ?$
3) $t_1 = ?$

Решение:



1) ~~Параллельно падающей~~

Все лучи, падающие на собир. линзу параллельно её главной оптической оси, собираются в её фокусе с другой стороны линзы. => после преломления пучка света, падающего ~~по~~ на Л1 параллельно ГОО, образуется действительный предмет S для Л2 в фокусе Л1, => на расстоянии $2F_0$ от Л2. Т.к. предмет S находится в двойном фокусе линзы Л2, то и его изображение находится в двойном фокусе линзы Л2 с другой стороны линзы, т.е. S^* будет находиться на расстоянии $2F_0$ от линзы Л2, значит все лучи света после преломления в линзе Л2 пересекутся ~~в~~ на расстоянии $2F_0$ от линзы Л2 и там ~~же~~ ~~бу~~ свет будет фокусироваться на фотодетекторе, $\Rightarrow f = 2F_0$.

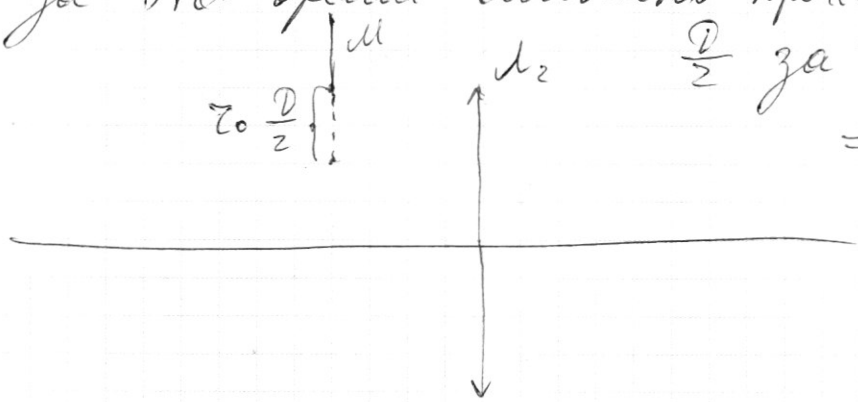
2) Т.к. сила тока пропорциональна мощности падающего на детектор пучка и ток уменьшился на $J_0 - J_1 = J_0 - \frac{3}{4}J_0 = \frac{1}{4}J_0$, то и площадь пучка света, падающего на линзу $Л_2$ уменьшится на $\frac{1}{4}S$ ~~$=\frac{1}{4}$~~

$$\begin{cases} S = \frac{\pi D^2}{4} \\ \frac{1}{4}S = \frac{\pi d^2}{4} \end{cases} \div \quad 4 = \frac{D^2}{d^2} \Rightarrow 4d^2 = D^2 \Rightarrow d = \frac{D}{2} -$$

– диаметр мишени

Т.к. ток изменился на $\frac{1}{4}J_0$ за время τ_0, то за это время мишень проходит расстояние $\frac{D}{2}$ за время τ_0, $\Rightarrow$

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



3) За время t_1 мишень проходит расстояние $\frac{3D}{2}$, т.к. при $t > t_1$ ток увеличивается и мишень начинает покидать плоскость линзы $Л_2$, тогда $t_1 =$ ~~$3\tau_0 - \frac{3D}{2}$~~ $\frac{3D}{2V} = \frac{3D}{2 \cdot \frac{D}{2\tau_0}} = 3\tau_0$

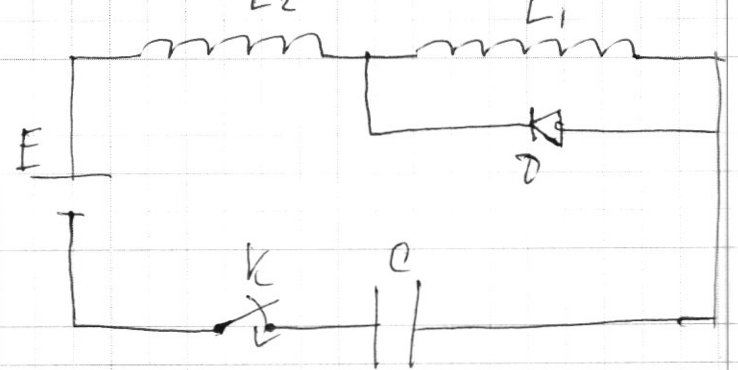
Ответ: 1) $2F_0$; 2) $\frac{D}{2\tau_0}$; 3) $3\tau_0$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

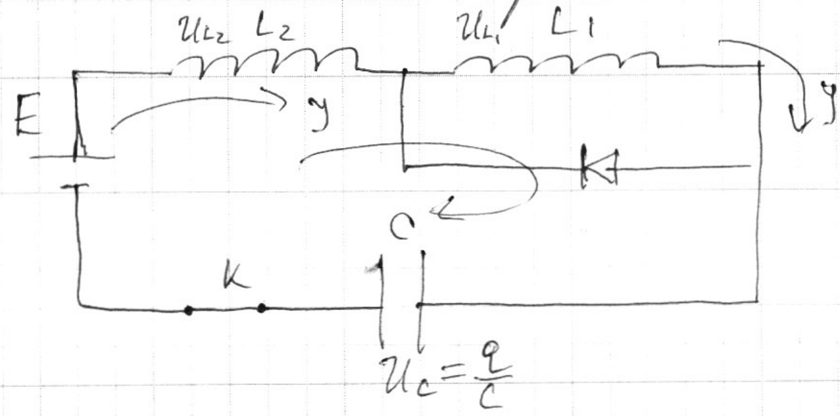
№4.
$L_1 = 2L$
$L_2 = L$
C

1) $T = ?$
2) $\mathcal{I}_{m_1} = ?$
3) $\mathcal{I}_{m_2} = ?$

Решение:



1) Рассмотрим произвольный момент времени:



Выберем обход так, как показано на рисунке и запишем ~~2-е правило Кирхгофа~~ Закон сохранения энергии

$$\cancel{E = U_{L_2} + U_{L_1} + U_C}$$

$$\cancel{E = \frac{L_2 \mathcal{Y}^2}{2} + \frac{L_1 \mathcal{Y}^2}{2} + \frac{q^2}{2C}} \quad A_{ист} = W_{L_2} + W_{L_1} + W_C$$

$$Eq = \frac{L_2 \mathcal{Y}^2}{2} + \frac{L_1 \mathcal{Y}^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$Eq = \frac{L_2 (\dot{q})^2}{2} + \frac{L_1 (\dot{q})^2}{2} + \frac{q^2}{2}$$ Возьмём производную от этого выражения по времени.

$$E\dot{q} = \frac{2L_2 \dot{q}\ddot{q}}{2} + \frac{2L_1 \dot{q}\ddot{q}}{2} + \frac{2q\dot{q}}{2}$$

$$E\dot{q} = L_2\dot{q}\ddot{q} + L_1\dot{q}\ddot{q} + \frac{q\dot{q}}{C} \quad | : \dot{q}$$

$$E = L_2\ddot{q} + L_1\ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$$E = 2L\ddot{q} + L\ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$$E = 3L\ddot{q} + \frac{q}{C} \quad | : 3L$$

$$\ddot{q} + \underbrace{\frac{1q}{3LC}}_{w^2} = \frac{E}{3L}$$

$$\begin{cases} w = \sqrt{\frac{1}{3LC}} \\ T = \frac{2\pi}{w} \end{cases} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{3LC}$$

2) Ток через катушку L_1 будет максимальным, когда $U_C = 0$.

По 2-му правилу Кирхгофа (обход оставляем тем же): $E = U_{L_2} + U_{L_1}$

$$E = L_2 I' + L I'$$

$$E = 3LI'$$

$$E = \frac{3L\Delta I}{\Delta t}$$

$$E\Delta t = 3L\Delta I$$

Т.к. амплитудное значение ток через катушку L_1 примет через половину периода, то просуммируем полученное выражение от $t = 0$ до $t = \frac{T}{2}$

$$E\sum\Delta t = 3L\sum\Delta I$$

$$\frac{ET}{2} = 3L(I_{m_1} - 0)$$

$$E\pi\sqrt{3LC} = 3LI_{m_1} \Rightarrow I_{m_1} = \frac{E\pi\sqrt{3LC}}{3L} = E\pi\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

3) Ток через катушку L_2 будет макс. через время $\frac{T}{4}$, тогда проделываем то же самое, что и в прошлом пункте $E = U_{L_2}$

$$E = L_2 I'$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E = \frac{L_2 \Delta Y}{\Delta t}$$

$$E \Delta t = L_2 \Delta Y$$

$$E \sum \Delta t = L_2 \sum \Delta Y$$

$$\frac{ET}{4} = 2L\, Y_{m2}$$

$$\frac{E\pi\sqrt{3LC}}{2} = 2L\, Y_{m2}$$

$$Y_{m2} = \frac{E\pi\sqrt{3LC}}{4L}$$

$$Y_{m2} = \frac{E\pi}{4}\sqrt{\frac{3C}{L}}$$

Ответ: 1) $2\pi\sqrt{3LC}$; 2) $E\pi\sqrt{\frac{C}{3L}}$; 3) $\frac{E\pi}{4}\sqrt{\frac{3C}{L}}$.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

u

$v_1 = 8$ м/с

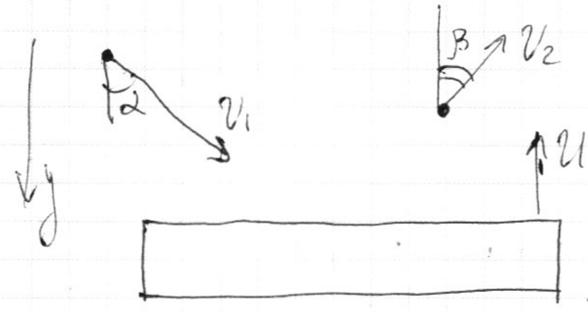
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

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

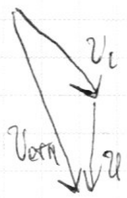
1) $v_2 = ?$

2) $u = ?$

Решение:



$v_{отн y} = v_1\cos\alpha - u$



ЗСИ:

~~$mv_1\cos\alpha - Mu = mv_2\cos\beta + MV$~~

~~$v_1\cos\alpha - Mu = v_2\cos\beta + MV$~~

Т.к. ~~плита~~ массивная, то в СО плиты ~~мы можем~~ пренебречь изменением её скорости, тогда ~~$v_{шy} = c$~~ $v_{ш отн y} = const$

$v_1\cos\alpha + u = v_2\cos\beta - u$

$v_1\cos\alpha$ $\quad 2u = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$

$u =$

Т.к. пов-ть плиты гладкая, то по x на шарик не действуют силы => $v_{шx} = const$

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

$v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8\cdot\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{8\cdot 3\cdot 2}{4} = 12$ м/с

$v_{отн1}\cos\gamma = v_{отн2}\cos\gamma$

$\vec{v_1} + \vec{u} = \vec{v_2} - \vec{u}$

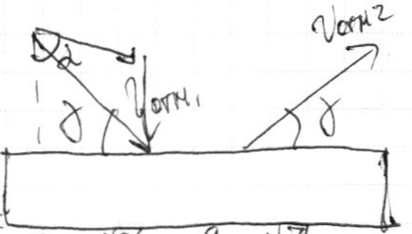
~~$\vec{v_1} - \vec{v_2} = 2\vec{u}$~~

$\vec{v_2} - \vec{v_1} = 2\vec{u}$

v_2

~~$v_{отн1} = v$~~

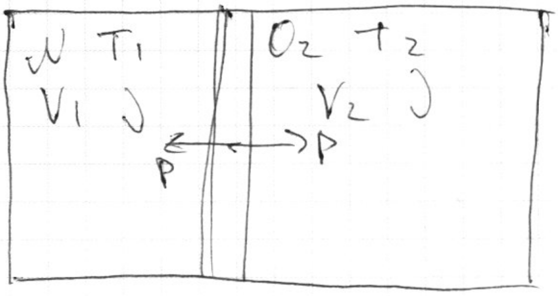
$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{MV^2}{2}$



$v_1\cos\alpha + u = v_2\cos\beta - u$

$\cancel{2}u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4}}{2} = \frac{6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}}{2} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

№2.



$$\begin{cases} PV_1 = \nu R T_1 \\ PV_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5} = 0{,}6$$

N_2 – двухатомный газ.

2) $U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$

$\cancel{\frac{5}{2}}\nu R T_1 + \cancel{\frac{5}{2}}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T + \frac{5}{2}\nu R T$

$T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400\,K$

3) Т.к. поршень движется медленно, то процесс можно считать равновесным и считать давление газов const:

$Q = C_p \nu \Delta T = (C_v + R)\nu(T - T_1) = \left(\frac{5}{2}R + R\right)\cdot\frac{3}{7}\cdot 100 =$

$= \frac{7}{2}R\cdot\frac{3}{7}\cdot 100 = 3R\cdot 50 = 150R$

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

$Q = \frac{3}{2}\nu R\cdot 100 +$

$$\begin{array}{r} \times\ 831 \\ 15 \\ \hline +\ 4155 \\ 831\ \ \\ \hline 12465 \end{array}$$

Ответ: $\frac{3}{5}$; 400 K; 150R.

№4.

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

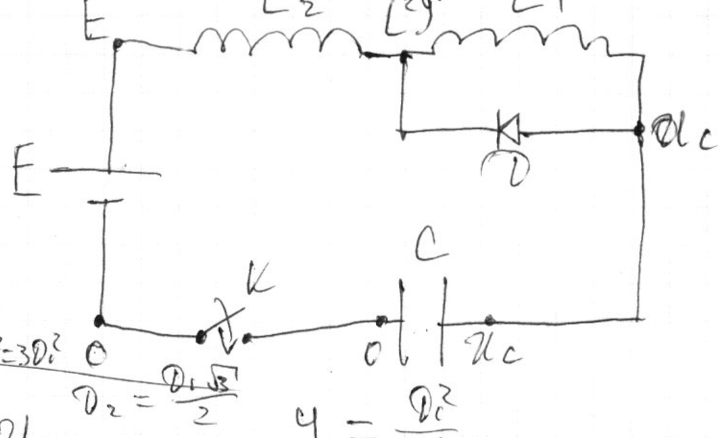
$\frac{3}{4}S = \frac{3\pi D^2}{16}$

$S = \frac{\pi D_1^2}{4}$

$\frac{3}{4}S = \frac{\pi D_2^2}{4}$

$\frac{4}{3} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \Rightarrow 4D_2^2 = 3D_1^2$

$D_2 = \frac{D_1\sqrt{3}}{2}$



$U_{L_1} = L_2 \cdot y_2' - U_c$

$4 = \frac{D_1^2}{D_2^2}$

$4D_2^2 = D_1^2$

$D_2 = \frac{D_1}{2}$

№4.

$E = \cancel{L_2} U_{L_2} + U_{L_1} + U_C$

В $t=0$: $E = U_{L_2} + U_{L_1}$

$E = U_{L_2}$

$E = L_2 y' + L_1 y'$

$E = 3Ly'$

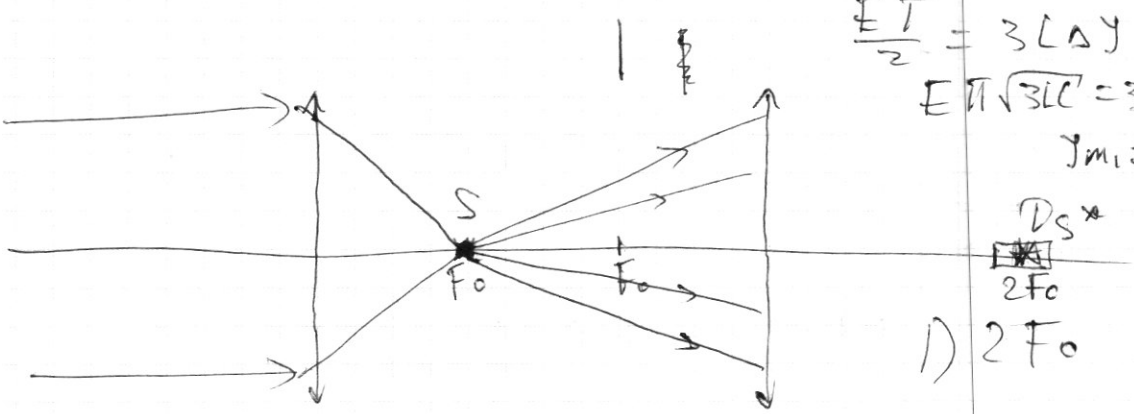
$E\Delta t = 3L\Delta y$

$\frac{ET}{2} = 3L\Delta y$

$E\pi\sqrt{3LC} = 3L(y_{m_1} - 0)$

$y_{m_1} = \frac{E\pi\sqrt{3LC}}{3L} =$

$D_S = E\pi\sqrt{\frac{C}{3L}}$



1) $2F_0$

$Eq = \frac{L_2(\dot q)^2}{2} + \frac{q^2}{2C} + \frac{L_1(\dot q)^2}{2}$

$E\ddot q = \frac{\cancel{2}L_2 \cdot 2\dot q\ddot q}{2} + \frac{2q\dot q}{2C} + \frac{L_1 \cdot 2\dot q\ddot q}{2}$

$E\dot q = \frac{2L \cdot 2\dot q\ddot q}{2} + \frac{q\cdot\dot q}{C} + L\dot q\cdot\ddot q$

$E = L_2 y'$

$E = 2Ly'$

$E\Delta t = 2L\Delta y$

$\frac{ET}{4} = 2Ly_{m_2}$

$\frac{E}{2}\pi\sqrt{3LC} = 2Ly_{m_2}$

$y_{m_2} = \frac{E\pi\sqrt{3LC}}{4L} = \frac{E\pi}{4}\sqrt{\frac{3C}{16L}}$

$\frac{t}{4\tau_0}$ $d = \frac{1}{4}D \Rightarrow V = \frac{D}{4\tau_0}$

3) $t_1 = \frac{2D}{}$

$t'' \left(\frac{1}{4}D\right)$

$t' \left(\frac{2}{4}D\right)$

t

$\frac{1}{4}D$

D

$t' = \frac{2D}{4V} = \frac{2D \cdot 4\tau_0}{4D} =$

$= 2\tau_0$

$t_1 = 3\tau_0$

$Eq = \frac{L_2\dot q^2}{2} + \frac{L_1\dot q^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$

$E\dot q = L_2\dot q\ddot q + L_1\dot q\ddot q + \frac{q\dot q}{C}$ $| : \dot q$

$E = L_2\ddot q + L_1\ddot q + \frac{q}{C}$

$E = 3L\ddot q + \frac{q}{C}$ $\quad \ddot q + \frac{q}{3LC} = \frac{E}{3L}$ (w^2)

$w = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$

$T = 2\pi\sqrt{3LC}$

☑ 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)»

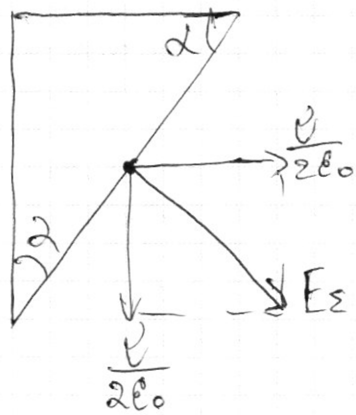
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

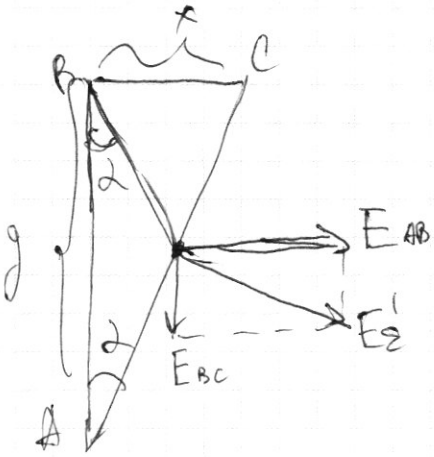
№3.

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$



$$E_\Sigma = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{2\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$$

~~не~~ в $\sqrt{2}$ раз



$$\sigma = \frac{q_1}{S_1}$$

$$2\sigma = \frac{q_2}{S_2}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{q_1 S_2}{q_2 S_1}$$

$$q_2 S_1 = 2q_1 S_2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{2q_1}{q_2}$$

$$x = y \operatorname{tg}\alpha$$

$$E = E_y \operatorname{tg}\alpha = E_y \operatorname{tg}\frac{\pi}{7} = \pi$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)