Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

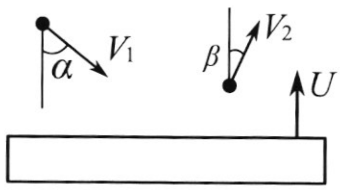
Класс 11

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.



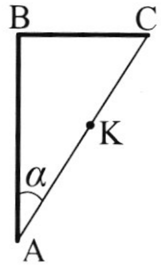
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

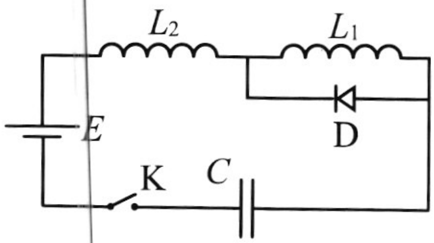
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

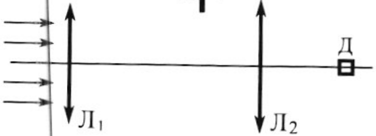
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

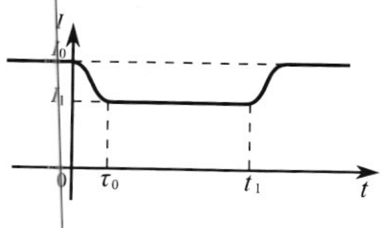
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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.

Задача 1

$v_1 = 8\ \frac{м}{с}$

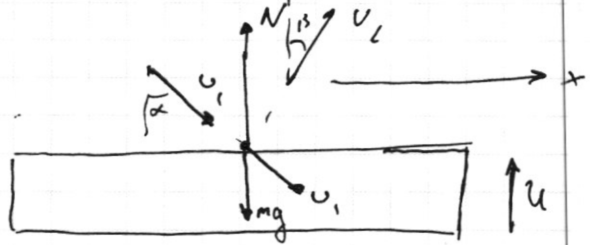
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

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

$v_2 = ?$

$u = ?$

1) Рассмотрим силы, действующие на шарик в процессе соударения с плитой



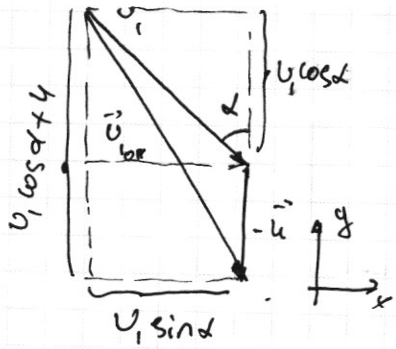
Видно, что по горизонтали на шарик не действует никаких сил => по оси X у шарика сохраняется импульс;

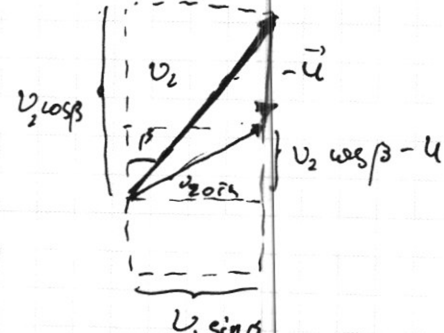
ЗСИ: X: $mv_1 \sin\alpha = mv_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_2 = 8 \cdot \frac{3 \cdot 2}{4 \cdot 1} = 12$ м/с

2) Т.к. плита массивная, то в СО плиты, изменением её скорости можно пренебречь (парадокс большого тела), тогда эту систему отсчёта можно приблизительно считать ИСО. Тогда, в этой СО, точка прил. силы реакции N неподвижна => $A_N = 0$ => в этой СО сохраняется энергия шарика

ЗСС: $\vec{v}_1 = \vec{v}_{отн_1} + \vec{u} \Rightarrow \vec{v}_{отн_1} = \vec{v}_1 - \vec{u}$; $\vec{v}_2 = \vec{v}_{отн_2} + \vec{u} \Rightarrow \vec{v}_{отн_2} = \vec{v}_2 - \vec{u}$



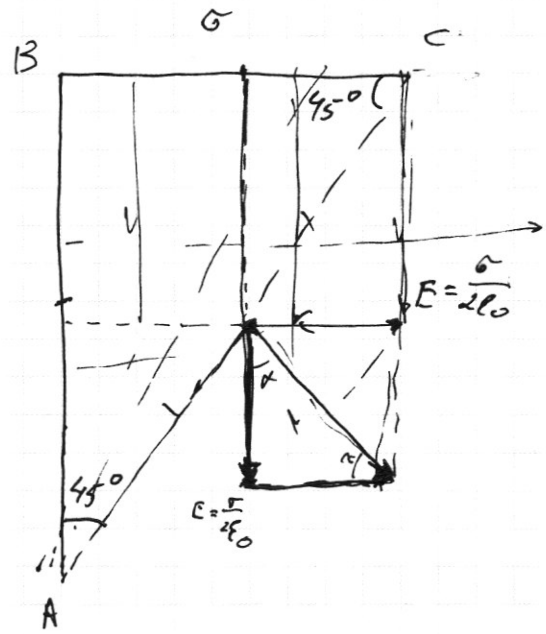


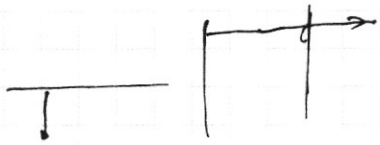
$$\begin{cases} v_{1отн_x} = v_1 \sin\alpha \\ v_{1отн_y} = v_1 \cos\alpha + u \end{cases}$$

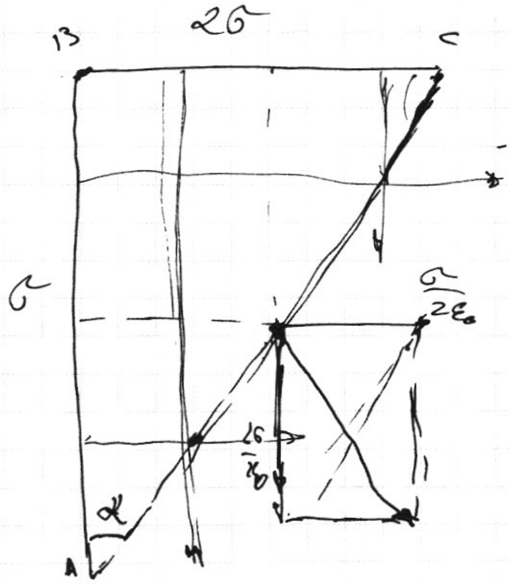
$$\begin{cases} v_{2отн_x} = v_2 \sin\beta \\ v_{2отн_y} = v_2 \cos\beta - u \\ v_{2отн_y} = u - v_2 \cos\beta \end{cases}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)







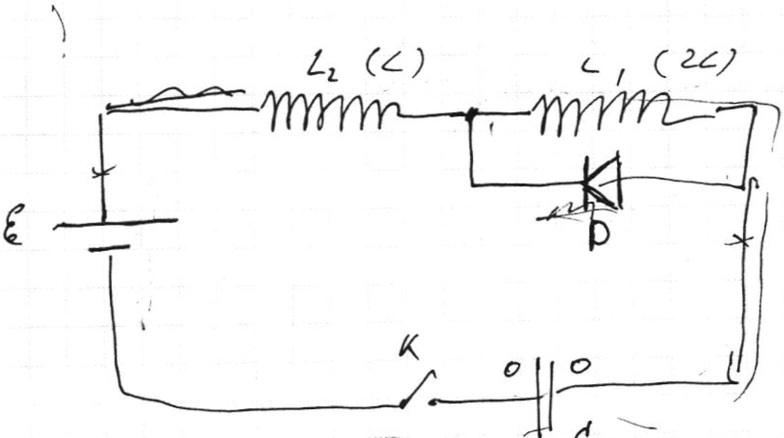
4) $\mathcal{E}$

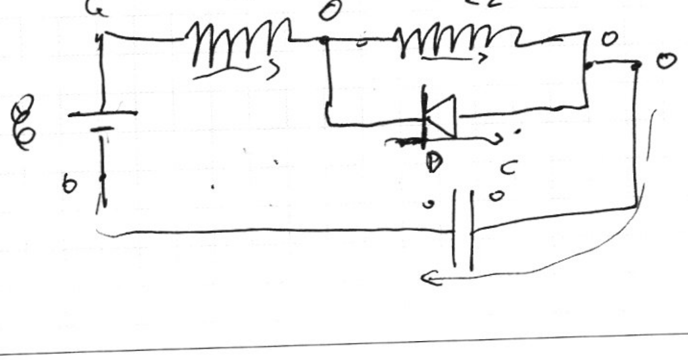
$L_1 = 2L$

$L_2 = L$

C

$U_D = \varphi_a - \varphi_K$





ℰ Т.к. колебания тока возникают в L_1, то диод D открыт =>

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

ЗСЭ: $\frac{mv_{1отн}^2}{2} = \frac{mv_{2отн}^2}{2} \Rightarrow v_{1отн_x}^2 + v_{1отн_y}^2 = v_{2отн_x}^2 + v_{2отн_y}^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_1^2\sin^2\alpha + v_1^2\cos^2\alpha + 2uv_1\cos\alpha + u^2 = v_2^2\sin^2\beta + v_2^2\cos^2\beta -$

$- 2uv_2\cos\beta + u^2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) \Rightarrow$

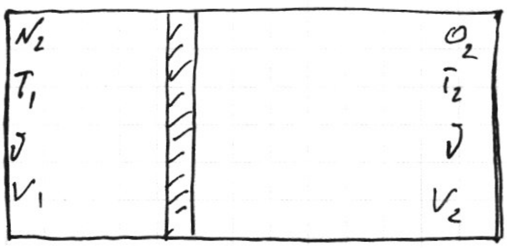
$$\Rightarrow u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)} \Rightarrow u = \frac{144-64}{2\left(8\cdot\frac{\sqrt7}{4} + 12\cdot\frac{\sqrt3}{2}\right)} =$$

$$= \frac{80}{4\sqrt7 + 12\sqrt3} = \frac{40}{2\sqrt7 + 6\sqrt3} = \frac{20}{\sqrt7 + 3\sqrt3}$$

Ответ: $v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12\ \frac{м}{с}$; $u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)} =$

$= \frac{20}{\sqrt7 + 3\sqrt3}$

Задача 2



$\nu = \frac{3}{4}$ моль

$T_1 = 300\,К$

$T_2 = 500\,К$

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

$R = 8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$

$\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}}_{кон} = ?$

$T = ?$

$Q = ?$

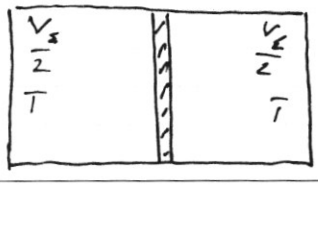
1) Т.к. ~~[illegible]~~ у поршня отсутствует ускорение, то силы, действующие на него со стороны двух газов одинаковые $\Rightarrow p_{N_2} = p_{O_2} = p_1$

Тогда, по ур-ию Менделеева - Клапейрона

$$\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ p_1V_2 = \nu RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5} \Rightarrow V_1 = 0{,}6V_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_\Sigma = V_1 + V_2 = 1{,}6V_2$$

2)



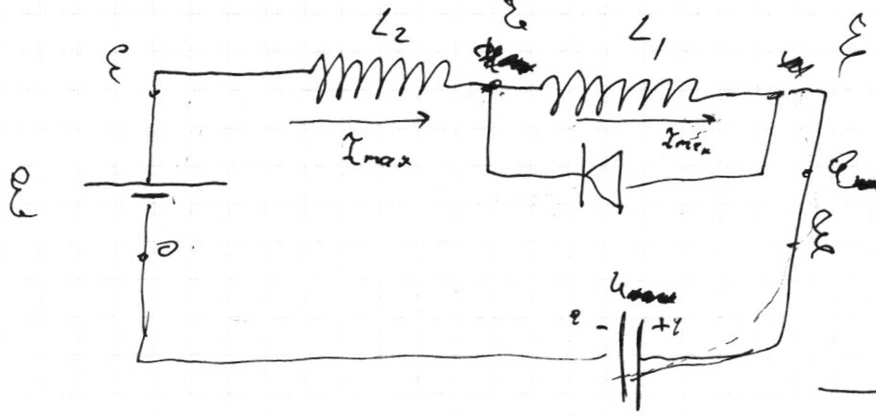
По закону об изменении мех. энергии для поршня:

$A_{N_2} + A_{O_2} = 0 \Rightarrow A_{N_2} = -A_{O_2}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

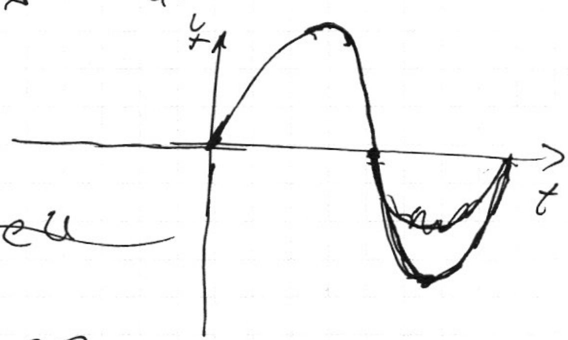
Рассмотрим цепь, когда $I_{L_1} = I_{L_1 max} \Rightarrow U_{L_1} = L_1 I_1' = 0$



$I = CU'$

$U_{L2} = \mathcal{E} - \varphi$

$U \cdot$

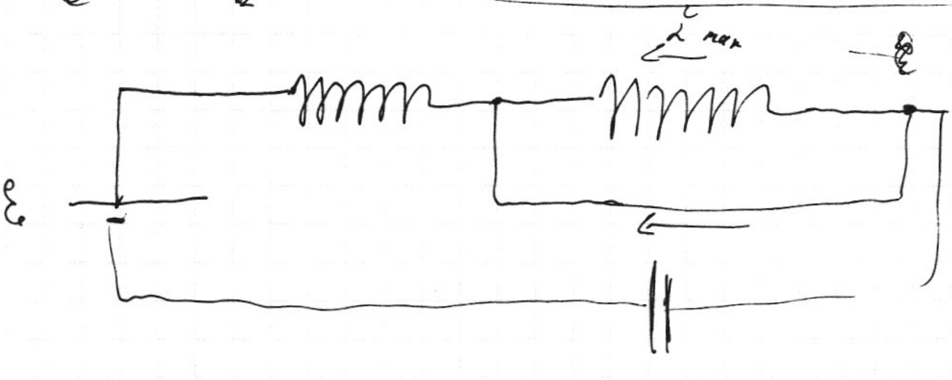


$W_1 = 0$

$W_2 = \frac{CU^2}{2}$

$\frac{CU^2}{2} + \frac{(L_1+L_2)I_{max}^2}{2} = CU$

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



$LI' = 0$

$I' = 0 \Rightarrow$

$I = kt, k$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда, по первому началу термодинамики:

$Q_{N_2} - \Delta U_{N_2} = -Q_{O_2} + \Delta U_{O_2} \Rightarrow Q_1 + Q_2 = \Delta U_{N_2} + \Delta U_{O_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ [т.к. к системе не подводилось тепла] $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U_{N_2} = -\Delta U_{O_2} \Rightarrow \frac{i}{2}\nu R(T-T_1) = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T) \Rightarrow$

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

3) Из тех же соображений, запишем ~~ЗСЭ~~ ЗИМЭ для этой системы от начала процесса до произвольного состояния, тогда:

$T^* + T^{**} = T_1 + T_2$, где T^* - температура N_2 в пр. момент времени, а T^{**} - температура O_2 в пр-ый момент времени $\Rightarrow$

$\Rightarrow \begin{cases} p^* V_i = \nu R T^* \\ p^*(V - V_i) = \nu R T^{**} \end{cases} \Rightarrow$ ~~$p^* V = \nu R (T_1 + T_2)$~~ $\Rightarrow p^* = \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{2} \Rightarrow$

$p^* V = \nu R (T_1 + T_2)$

$\Rightarrow p^* = p_1 \Rightarrow p = const \Rightarrow$ наш процесс изобарный

~~$Q_{N_2} = \Delta U_{N_2} + A_{N_2} = \frac{i}{2}\nu R(T - T_1) + p \cdot \frac{2}{10} V =$~~

$=$ ~~$\frac{3}{2}\nu R(T-T)$~~ $Q_{N_2} = C_p \nu \Delta T = [C_p = C_v + R] = (C_v + R)\nu \Delta T \Rightarrow$

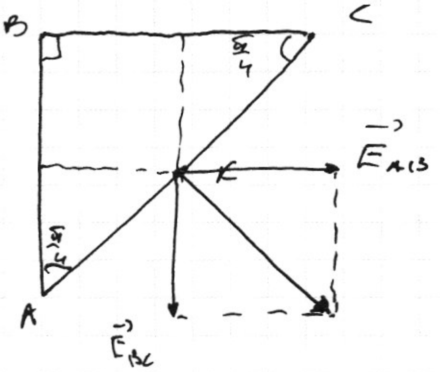
$\Rightarrow Q_{N_2} = \frac{7}{2}\nu R(T - T_1) \Rightarrow Q_{N_2} = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot 100 =$

$= \frac{3}{2} \cdot 831 = 1246{,}5$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5} = 0{,}6$; 2) ~~T=400~~ $T = \frac{T_1+T_2}{2} = 400K$; 3) $Q = (C_v + R)\nu\Delta T = 1246{,}5$ Дж

Задача 3

1)



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

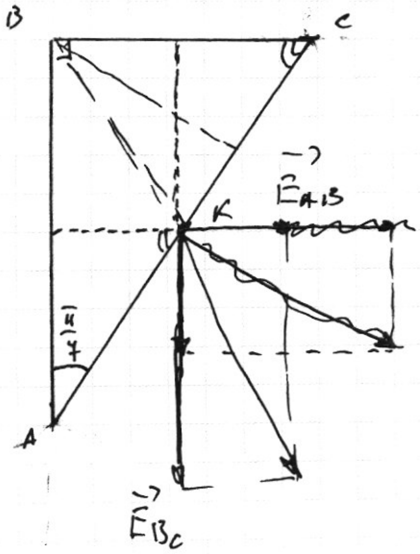
$\frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} = ?$

1) Если пластина BC заряжена, то напряженность, которую она создает в т. К. $E_{AB} = \frac{\sigma_{AB}}{2\varepsilon_0}$,

где σ_{AB} - пов. пл-сть зарядов пластины AB ; когда мы зарядим пл. BC, $E_{BC} = \frac{\sigma_{BC}}{2\varepsilon_0}$; т.к. $\sigma_{AB} = \sigma_{BC}$, то $E_{K_2} = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{AB}}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{AB}}{2\varepsilon_0}\right)^2} =$

$= \sqrt{2}\,\frac{\sigma_{AB}}{2\varepsilon_0} \Rightarrow \frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} = \sqrt{2}$

2)



$E_{BC} = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$\sigma_{BC} = \sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_{AB} = \sigma_2 = \sigma$

$E_K = ?$

$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_K = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} \Rightarrow$

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

$\Rightarrow E_K = \frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$

Ответ: ~~1) $\frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} = \sqrt{2}$; 2) $E_K = \frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$~~

1) в $\sqrt{2}$ раз ; 2) $E_K = \frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$

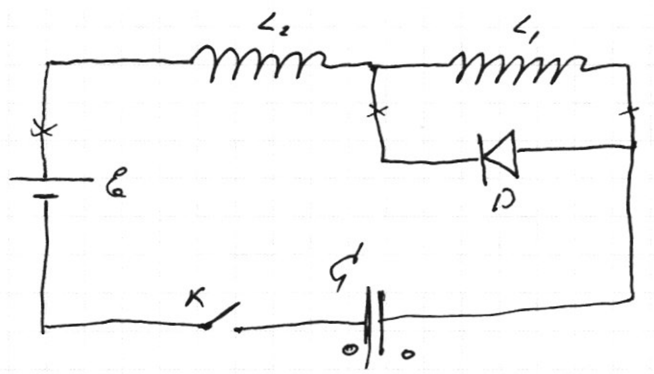
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



6

$L_1=2L$

$L_2=L$

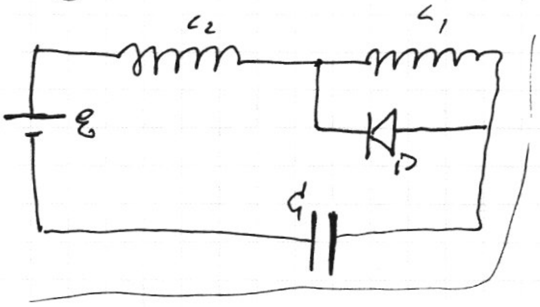
C

1) $T=?$

2) $I_{m_1}=?$

3) $I_{m_2}=?$

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа K; ~~Uс~~ Напряжение на –||– и ток через –mm– скачком не изменяется => $I(0)=0$; $U_C(0)=0$



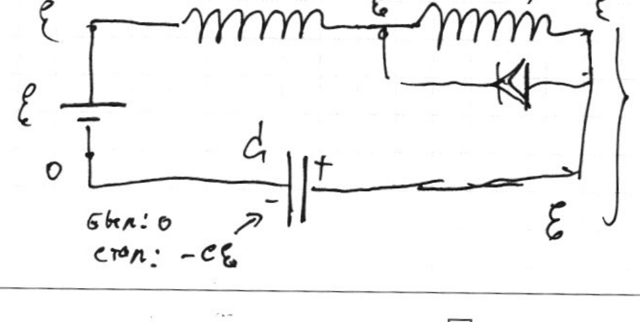
2) В дальнейшем ток начнёт циркулировать по часовой стрелке, проходя только через L_1 и L_2. Тогда, по ф-ле Томсона $T=2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$, ~~ток через~~

3) До момента когда диод откроется, максимальный ток через –mm– (L_1) соответствует максимальному току через –mm– (L_2). => [т.к. $U_{L_2}=L_2\cdot I'_{L_2}$; $U_{L_1}=L_1\cdot I'_{L_1}$] =>

=> $U_{L_2}=U_{L_1}=0$

$A_б = +C\mathcal{E}^2$

$\Delta W = \frac{(L_1+L_2)I_{m_1}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$



метод потенциалов

☐ черновик ☑ чистовик

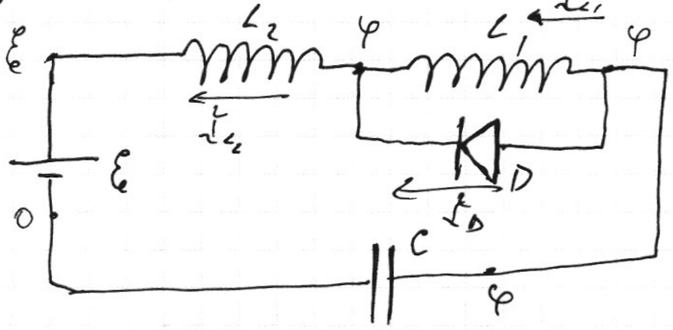
(Поставьте галочку в нужном поле)

ЗСЭ:

$$A_б = \Delta W + \underset{0}{\cancel{Q}} \Rightarrow C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{(L_1+L_2)I_{м_1}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{м_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$$

4) Рассмотрим цепь в произвольный момент времени, когда диод D открыт ($U_D=0$)



$U_{L_1} = 0 = L_1 I'_{L_1} \Rightarrow$

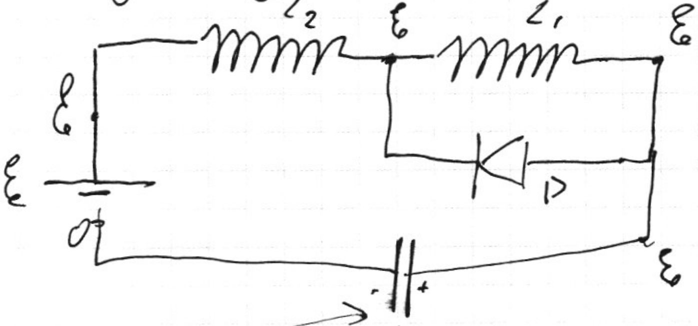
$\Rightarrow I'_{L_1} = const \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ток всей L_1 катушки

равен току на этой катушке непосредственно перед моментом, когда диод закрылся $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ равен 0 $\Rightarrow I_{L_2} = I_D$

5) Рассмотрим ситуацию, когда ток через катушку L_2 максимален $\Rightarrow U_{L_2} = L_2 \cdot I'_{L_2} = 0$



метод потенциалов

$A_б = C\mathcal{E}^2$

$\Delta W = \frac{L_2 I_{L_2 max}^2}{2}$

$Q = 0$

обкл: 0

стал: $-C\mathcal{E}$

ЗСЭ:

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{L_2 I_{м_2}^2}{2} \Rightarrow I_{м_2} = \sqrt{\frac{2C}{L_2}}\,\mathcal{E}$$

Ответ: 1) $T = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$; 2) $I_{м_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$;

3) $I_{м_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{2C}{L_2}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

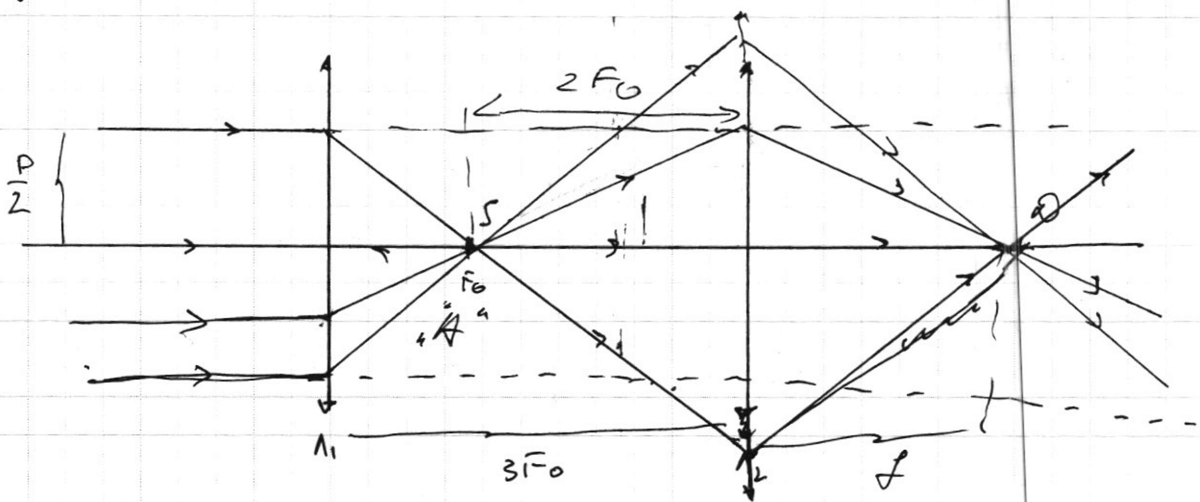
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

1) $f = ?$

2) $v = ?$

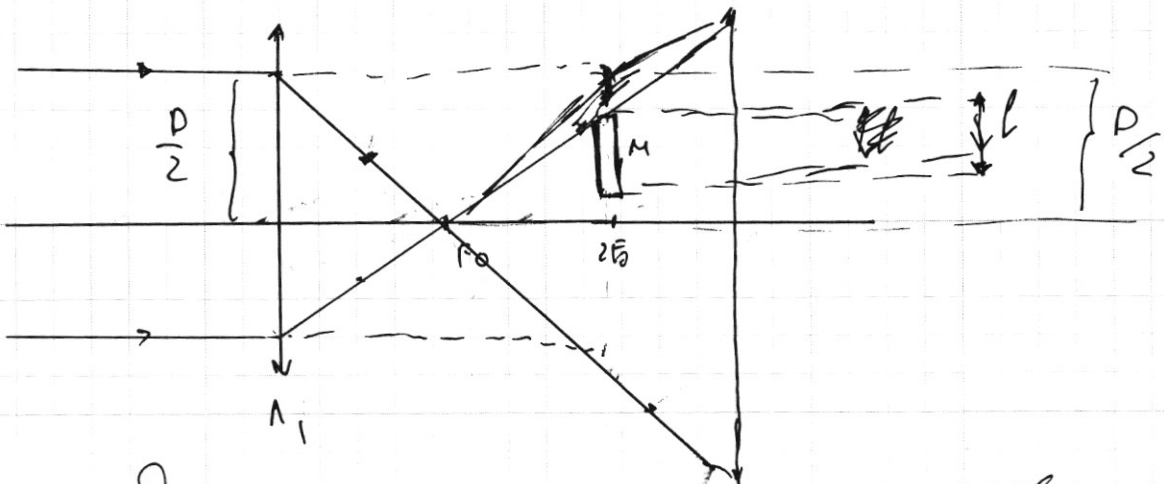
3) $t_1 = ?$



1) После прохождения первой линзы, лучи сфокусируются в фокусе этой линзы. Далее, пусть в точке A находится предмет S. Тогда, идущие от него лучи сконцентрируются в т. D на том же расстоянии от линзы, что и без этого предмета; тогда, по ф-ле тонкой линзы для $Л_2$: $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{f}$ =>

=> $\frac{1}{f} = \frac{1}{2F_0}$ => $f = 2F_0$

2) Т.к. $I \sim P_{св}$, то $I \sim$ числу падающих на фотодетектор лучей => когда ток упал до значения $I_1 = \frac{3}{4} I_0$, до фотодектора стало доходить только $\frac{3}{4}$ от всех лучей света. Можно заметить, что момент времени τ_0 соответствует моменту времени, когда линза полностью освещалась светом



Значит, длина мишени должна перекрывать $\frac{1}{4}$ от всех пучка света $\Rightarrow l = \frac{D}{4} \Rightarrow$

$\Leftrightarrow l = v\tau_0 \Rightarrow v = \frac{D}{4\tau_0}$

3) Время $t_1 - \tau_0$ соответствует времени, в течение которого мишень пребывала в пучке света.

Расстояние, которое прошла линза за это время равно $\frac{D}{2} \Rightarrow \frac{D}{2} = v(t_1 - \tau_0) \Rightarrow$ ~~$t_1 = \frac{D}{2v} = \frac{D \cdot 4\tau_0}{2D}$~~

$t_1 - \tau_0 = \frac{D}{2v} \Rightarrow t_1 = \tau_0 + \frac{D \cdot 4\tau_0}{2 \cdot D} = 3\tau_0$

Ответ: $f = 2F_0$; $v = \frac{D}{4\tau_0}$; $t_1 = 3\tau_0$

$$v_1^2\sin^2\alpha+(v_1\cos\alpha+u)^2=v_2^2\sin^2\beta+(v_2\cos\beta-u)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1^2\sin^2\alpha+v_1^2\cos^2\alpha+2v_1u\cos\alpha+u^2=v_2^2\sin^2\beta+v_2^2\cos^2\beta-2v_2u\cos\beta+u^2$$

$$T^*+T^{**}=T_1+T_2$$

$$\cancel{v_1^2\sin^2\alpha+v_1^2\cos^2\alpha}$$

$$\begin{cases} p\cdot V_i=\nu RT^* \\ p\cdot(V-V_i)=\nu RT^{**} \end{cases} \Rightarrow pV=\nu R(T_1+T_2)$$

$$v_1^2+2v_1u\cos\alpha=v_2^2-2v_2u\cos\beta \Rightarrow p=\frac{\nu R(T_1+T_2)}{V}$$

$$\Rightarrow u(2v_1\cos\alpha+2v_2\cos\beta)=v_2^2-v_1^2$$

(2)

$$u=\frac{v_2^2-v_1^2}{2(v_1\cos\alpha+2v_2\cos\beta)}$$

$\nu=\frac{3}{4}$ моль

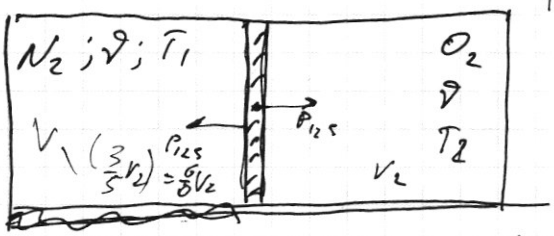
$T_1=300K$

$T_2=500K$

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

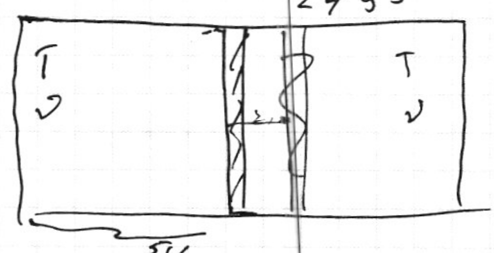
$R=8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot K}$

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



$8{,}31\times3=24{,}93$

$1246{,}5$



$$\begin{cases} pV_1=\nu RT_1 \\ pV_2=\nu RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$$

$$V_\Sigma=\frac{16}{10}V_2 \quad \Rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\frac{3}{5} \Rightarrow$$

$$\frac{V}{2}=\frac{8}{10}V_2 \quad \Rightarrow V_1=\frac{3}{5}V_2$$

$\cancel{A_{N_2}=0}$ $\quad A_{N_2}+A_{O_2}=0$

$$A_{N_2}=-A_{O_2}$$

г перенесении на $\frac{1}{10}V_2$

$$A_{N_2}=+p\cdot\frac{2}{10}V_2=\frac{2}{10}pV_2$$

$$A_{N_2}=\frac{1}{10}\quad \boxed{A_{N_2}=\frac{1}{5}\nu RT_2}$$

$$Q_{N_2}-\Delta U_{N_2}=-(Q_{O_2}-\Delta U_{O_2}) \Rightarrow Q_{N_2}+Q_{O_2}=\Delta U_{N_2}+\Delta U_{O_2}=0$$

$$\frac{i}{2}\nu R(T-T_1)=\frac{i}{2}\nu R(T_2-T)$$

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

$$\begin{cases} p^*\cdot\frac{8}{10}V_2=\nu RT \\ p\cdot\frac{6}{10}V_2=\nu RT_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{8p^*}{6p}=\frac{T}{T_1} \Rightarrow \frac{4p^*}{3p}=\frac{T}{T_1}=\frac{400}{300}=\frac{4}{3} \Rightarrow p^*=p$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

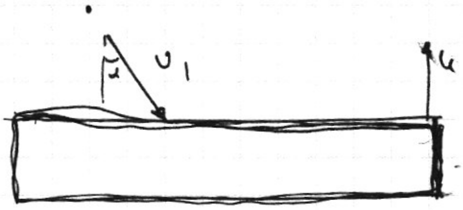
1) $v_1 = 8\frac{м}{с}$

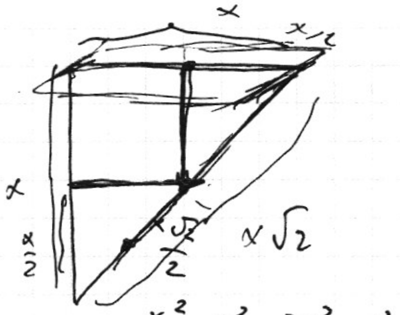
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

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

$v_2 = ?$

$u = ?$



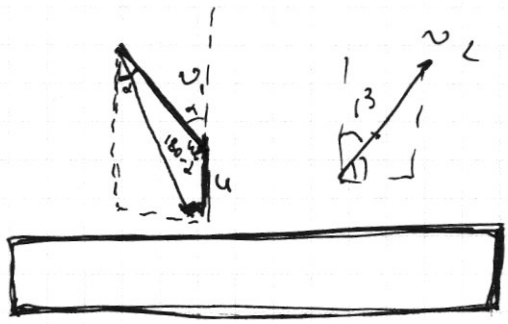


$\frac{x^2}{4} + \frac{x^2}{4} = \frac{2x^2}{4} = \frac{x^2}{2}$

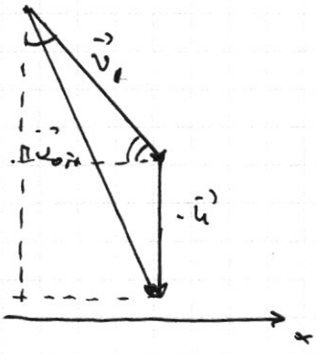
1) Перейдём в СО плиты; в этой СО угол падения равен углу отраж

$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер} \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$



ЗСС:

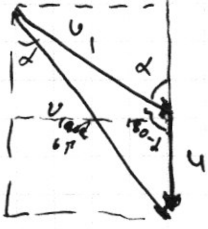


$v_{отн_x} = v_{1x} = v_1 \sin\alpha = \frac{3}{4} v_1$

Т.к. пов-ть плиты гладкая, то сил по оси X нет $\Rightarrow$ ЗСИ: $x \Rightarrow v_{1x\,отн} = v_{2x\,отн}$ (без перех.)

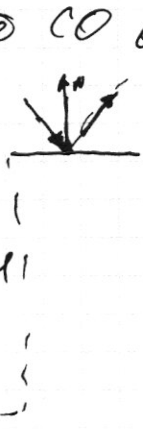
$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{3\cdot 2}{4\cdot 1} = \frac{3}{2} v_1 = 12$ м/с

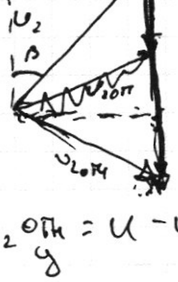
2) Перейдём в СО плиты; в этой СО выполняется ЗСЭ ([illegible])



$v_{1отн_x} = v_1 \sin\alpha$

$v_{1отн_y} = v_1 \cos\alpha + u$





$v_{2отн_x} = v_2 \sin\beta$

$v_{2отн_y} = v_2 \cos\beta - u$

$v_{2отн_y} = u - v_2 \cos\beta$