

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

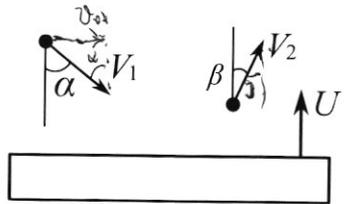
Класс 11

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 α ($\sin \alpha = \frac{3}{4}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{1}{2}$) 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.

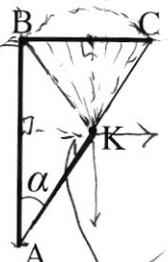
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота $T_1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

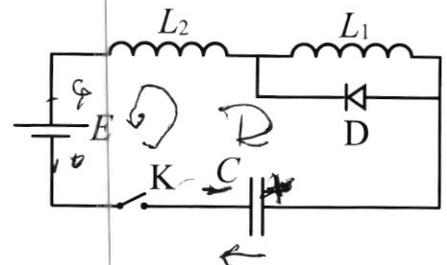


3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.

- 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.

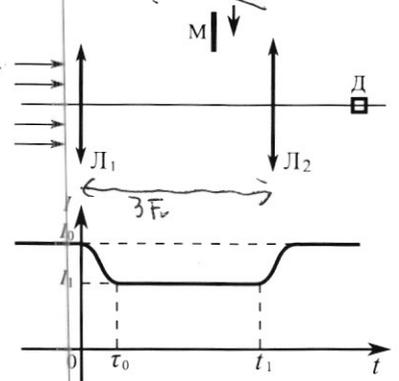


4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E , катушек с индуктивностями $L_1 = 2L, L_2 = L$, конденсатора емкостью C , диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1 .



- 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 L_1 и L_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 L_1 падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе D 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 L_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 L_2 и фотодетектором. $2F_0$
 2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1 .
 Известными считать величины F_0, D, τ_0 .



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N^{\circ} 1$

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

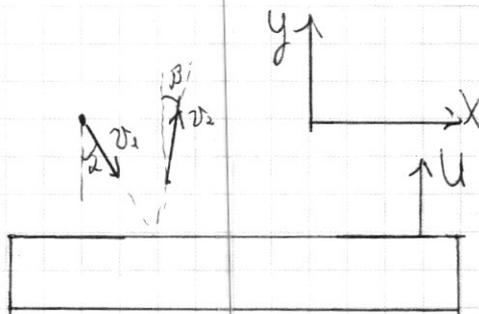
$$\sin \alpha = \frac{3}{4}$$

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

1) $v_2 = ?$

2) $U = ?$

1) При столкновении шарика с плитой, на него действует сила реакции опоры, направленная перпендикулярно поверхности, т.е. по оси Oy. Т.к. кол-во энергии сохраняется, т.е. по оси Ox импульс шарика сохраняется \Rightarrow



$$v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

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

2) При неупругом ударе выходящая скорость после удара должна быть меньше, чем скорость перед уд. ударом.

При абс. упр.:

$$v_{2y}' = v_{1y} + 2U$$

$$v_{2y} < v_{1y} + 2U$$

$$U > \frac{v_{2y} - v_{1y}}{2}$$

(изв. факт, до удара скорость в с.о. меньше, потом вылетит из неё в итоге два раза и модуль прибавим U)

$N=2$

Дано:

$$J = 3/4 \text{ моль}$$

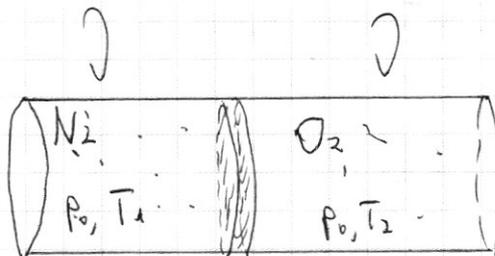
$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$T_2 = 500 \text{ К}$$

$$C_v = 5/2$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

1) Т.к. температуры газов выровняются медленно: будем



рассматривать процесс, как квазистатический, т.е. когда излучение друг за другом, медленно повышается р-ия

Поскольку давление в мск. мск. времени

будет равно $P_1 = P_2 = P_0$. (по ПЗ Н. для р-ия)

Запишем закон Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} P_0 V_{Ni} = \nu R T_1 \\ P_0 V_{O_2} = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_{Ni}}{V_{O_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \boxed{0,6}$$

б) $\frac{V_{Ni}}{V_{O_2}} - ?$

2) $T_K - ?$

3) $Q_{из} - ?$

2) Т.к. сосуд теплоизолирован, а работа соверш. газом равна по модулю и противоположна по знаку из сказанного ранее: $\delta Q = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta U + \delta W + \delta K = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U = 0$$

$$U = \frac{i}{2} \nu R T; \quad i = 5 \text{ (двухатомный газ)}$$

$$U_{K1} + U_{K2} = U_{O1} + U_{O2}$$

$$\frac{5}{2} \nu R T_K + \frac{5}{2} \nu R T_K = \frac{5}{2} \nu R T_1 + \frac{5}{2} \nu R T_2 \Rightarrow T_K = \frac{T_1 + T_2}{2} = \boxed{400 \text{ К}}$$

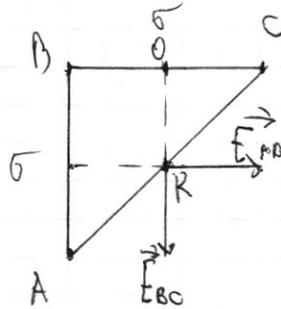
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\nu^{\circ 3}$

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

Напряжённость

от заряженной машины



Вс на её середине по узкой стороне будем направле-
но перпендикулярно ВС, т.к. ВD и DC равносторонние
треугольники. Пусть ВС создаёт в точке К: $E_{BC} = E_0$

т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow AB = BC$, то из симметрии $E_{AB} = E_{BC} = E_0$,

т.к. К на сер-пер. АВ и ВС и $q_{AB} = q_{BC}$ (из $AB = BC$).

$$AB \perp BC \Rightarrow \vec{E}_{AB} \perp \vec{E}_{BC} \Rightarrow E_{\perp} = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2} E_0 \Rightarrow \frac{E_{\perp}}{E_0} = \sqrt{2}$$

$$\frac{E_{\perp}}{E_0} = \sqrt{2}$$

2) Нормальная составляющая напряжённости
от наших машин может быть вычис-
лена по ф-ле

лема по ф-ле

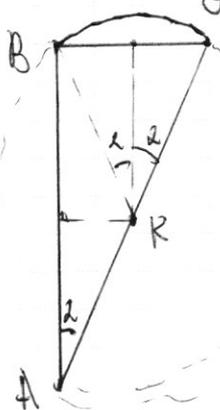
$$E_{\perp} = \frac{\Omega \cdot b}{4\pi\epsilon_0}$$

Ω - телесный угол,
подсмотренный взглядом
машины.

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

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

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



Найдите величину угла между AB и AC?

$$\Omega_{BC} = 4\pi \cdot \frac{BC}{1} \left(\begin{array}{l} \leftarrow \text{гипотенуза} \\ \text{с } BC \\ \text{и } 4 \text{ рад} \cdot R \end{array} \right)$$

или
Фед. укл

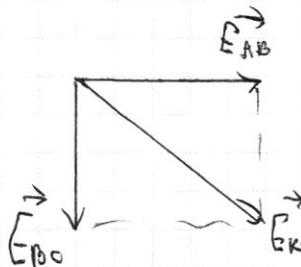
$$\Rightarrow 4\pi \cdot \frac{22 \cdot KB}{25\pi KB} = 42 = \frac{4\pi}{4} \Rightarrow E_{BC} = E_{LRC} = \frac{\frac{4\pi}{4} \cdot 25}{4\pi \cdot \epsilon_0} = \frac{25}{4\epsilon_0}$$

$$\Omega_{AB} = \frac{2\pi - 22}{2\pi} \cdot 4\pi = 2\pi - 42 = 2\pi - \frac{4}{4}\pi = \frac{10}{4}\pi$$

$$E_{AB} = \frac{\frac{5\pi}{4} \sigma}{24\pi \epsilon_0} = \frac{5\sigma}{14\epsilon_0}$$

Т.т.т.т.т.

$$E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{\frac{16\sigma^2 + 25\sigma^2}{14^2 \epsilon_0^2}} = \frac{5\sqrt{41}}{14\epsilon_0}$$



Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз

$$2) E_K = \frac{\sqrt{41} \cdot \sigma}{14\epsilon_0}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$N^{\circ} 4$$

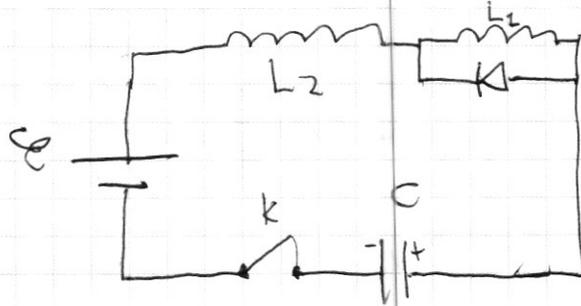
$$L_1 = 2L$$

$$L_2 = L$$

C

\mathcal{E}

OT-?



1) При замыкании

кнопки максимальная следующая колебания:

• половина периода: ток течёт по L_2 , а по L_1 нет, т.к. диод идеальный $\Rightarrow U_{L1} = 0$
(ток против час. стрелки \curvearrowright)

• вторую половину периода: ток течёт через обмотку т.к. диод обратен. направление

Рассмотрим эти половины:

$$\omega_1^2 = \frac{1}{L_2 C} \quad ; \quad \omega_2^2 = \frac{1}{(L_1 + L_2) C}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = T_{1/2} + T_{2/2} = \frac{\pi}{\omega_1} + \frac{\pi}{\omega_2} = \pi \sqrt{L_2 C} + \pi \sqrt{(L_1 + L_2) C} =$$

$$= \pi (\sqrt{L_2 C} + \sqrt{3L_2 C})$$

• Максимальный заряд на конденсаторе будет макс. мален \Rightarrow ток прекратится в момент, когда

$\frac{dQ}{dt} = 0$ — ток максимален (для данной катушки)

Рассмотрим гармонический ток:

Пусть ток увеличивается по час. стр. \rightarrow

Ток в катушке с индуктивностью (послед. соед.)

$$U_1 = U_2 = L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E} = U_0 + L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$

Пусть ток максимальный:

$$\text{А) } \mathcal{E} = U_0 = \mathcal{E}_0 \Rightarrow \mathcal{E}_0 = \mathcal{E} \text{ с. заряду катушки}$$

ЗС) для цепи:

$$A = Q + \Delta W \quad (\text{всприбори не } \leftarrow; Q \rightarrow 0)$$

$$A = \mathcal{E} \cdot q = \mathcal{E} q_2 = C \mathcal{E}^2$$

$$\Delta W = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} + \frac{L_1 I_{M1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{M1}^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} + \frac{3L I_{M1}^2}{2}$$

$$\frac{3L I_{M1}^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2}{2}$$

$$3L I_{M1}^2 = C \mathcal{E}^2$$

$$I_{M1} = \sqrt{\frac{C \mathcal{E}^2}{3L}}$$

3) Пусть ток уменьшается против час стрелки:

$$\mathcal{E} = U_0 + L_2 \frac{dI}{dt}$$

А) Ток максимальный \Rightarrow напряжение на катушке равно \mathcal{E}

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N^{\circ} 1$ (выражение):

Средней скорости $v_{zy} > u$ (числом элементов)

$$v_{zy} > u > \frac{v_{zy} - v_{zy}}{2}$$

$$v_{zy} = v_2 \cdot \cos \beta = v_2 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 12 = 6\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$v_{zy} = v_1 \cdot \cos \alpha = v_1 \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7} \text{ м/с}$$

$$6\sqrt{3} \text{ м/с} > u > \frac{6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}}{2} \text{ м/с}$$

$$u \in (3\sqrt{3} - \sqrt{7}; 6\sqrt{3}) \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $v_2 = 12 \text{ м/с}$

2) $u \in (3\sqrt{3} - \sqrt{7}; 6\sqrt{3}) \text{ м/с}$

$N=1$ (процесс)

$$A = Q + \Delta W$$

$$\varepsilon = U_c \Rightarrow q = \varepsilon C$$

$$\Delta W = \frac{C \varepsilon^2}{2} + \frac{L_2 I_{M2}^2}{2} = \varepsilon^2 C$$

$$L_2 I_{M2}^2 = \varepsilon^2 C$$

$$I_{M2} = \sqrt{\frac{\varepsilon^2 C}{L}}$$

Ответ: 1) $\pi (\sqrt{LC} + \sqrt{3LC})$

2) $\sqrt{\frac{C \varepsilon^2}{3L}}$

3) $\sqrt{\frac{C \varepsilon}{L}}$

$N=2$ (процесс)

$$pV = \nu R T$$

3) Ткан. ТА: $Q = A + \Delta U$

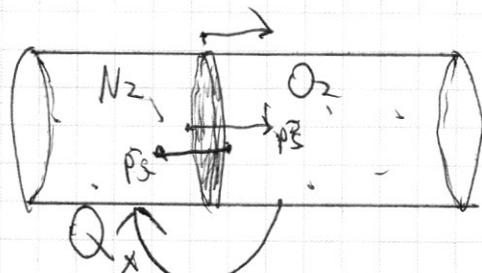
конечная внутрен. энергия

азота:

$$U_{KN_2} = \frac{5}{2} \nu R T_K$$

$$U_{ON_2} = \frac{5}{2} \nu R T_1$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu R T_{N_2}}{V} dV$$



$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_K - T_1)$$

Ответ: 1) 0,6 ; 2) 400K ; 3) $\frac{5}{2} \nu R (T_K - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (\frac{T_2 - T_1}{2})$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) (предположительно)

3) Заметим, что ~~сила~~ сила, действующая на поршень в любой момент времени равна, т.к. процесс квазистатический. Тогда работы, совершённые ими, равны.

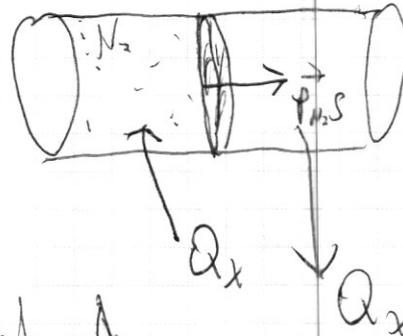
Рассмотрим работу, совершённую газом:

$$Q_x = A + \Delta U = A + \frac{5}{2} \nu R T_2 - \frac{5}{2} \nu R T_1$$

$$-Q_x = A + \frac{5}{2} \nu R T_1 - \frac{5}{2} \nu R T_2$$

$$A = \int_{V_{k20}}^{V_0} p \nu S dV$$

$$p \nu = \nu R T$$



$$\Delta U_{\text{газа}} = A$$

$$-A + Q_x = \Delta U$$

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

$$U_{\text{min}} = \frac{3 \cdot 12 - 4 \cdot 8}{3\sqrt{3} + 2\sqrt{4}} = \frac{36 - 32}{3\sqrt{3} + 2\sqrt{4}} = \frac{4}{3\sqrt{3} + 2\sqrt{4}} \text{ мДж}$$

$$U \in \left(\frac{4}{3\sqrt{3} + 2\sqrt{4}} \text{ мДж}, +\infty \right) \text{ удар неудар} \Rightarrow Q > 0$$

$\alpha = 45^\circ$

1) $\alpha = 45^\circ = 45^\circ$

Напряженность

в точке К - в середине

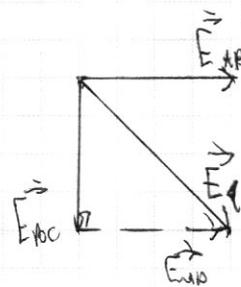
AC - напряженность

на сеп. перпен. к BC и AB. Очевидно, что она будет направл. ↓ срезу, т.к. наименьшие по оси перпен. срезу шмелемично уравновешивают друг друга.

$E_{BC} = E_{AB}$ (т.к. σ одинаковы и $AB = BC \rightarrow q_{AB} = q_{BC}$).

$E_{\uparrow} = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{2} \cdot E_{AB} = \sqrt{2} E_{BC}$

$\frac{E_{\uparrow}}{E_0} = \sqrt{2}$



2) $\sigma_1 = 2\sigma$; $\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = 45^\circ$

$\frac{S}{\sqrt{2}}$

$E_{\perp} = \frac{\sigma R}{4\pi\epsilon_0}$; R - радиус сферы.
 ↑
 перпендикулярная составляющая напряженности.

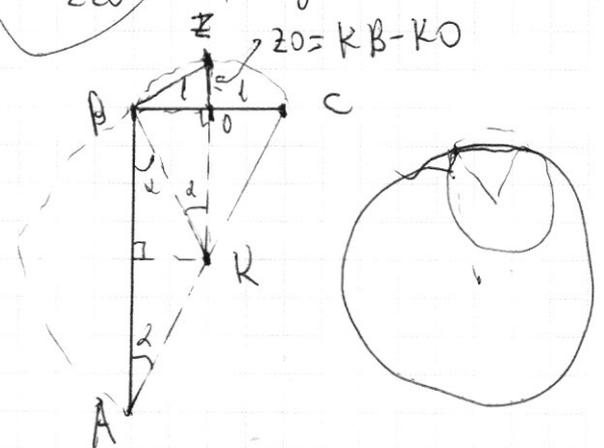
по теореме $\Omega = 2\pi$
 $f = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$; Ω - угол вид.

$S = 4\pi R^2$ - площадь сферы.

$\alpha = 45^\circ$

$R_{BC} = \frac{S_{BC}}{KB^2}$; $\sin \alpha = \frac{r}{KB}$

$(KB = \frac{r}{\sin \alpha})$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N^{\circ} 1$

и

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

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

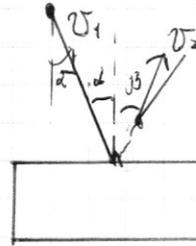
$$\sin \beta = \frac{1}{2}$$

1) v_2 - ?

2) u - ?

Парадокс или эм.?

1) Присмотревшись
стимулу на



марка g -уем шар-ин шаром,
направленная ортис. пов-ли \Rightarrow
 \Rightarrow координаты по Oy изменяем,
а по Ox не трогать $\Rightarrow v_x = \text{const}$ (меньше,
ремень)

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

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

$$2) \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}; \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

шар неупругий \Rightarrow если известны температуры, то
ЗСН использовать можно.

ЗСН: Oy :

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

В С.О. шаров:

ЗСЭ - ?

Q - масса и все шары

Шары массивные:

$$\text{ЗСНМЭ: } \frac{m v_1^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + Q$$

$$N_{\Delta T} = m v_1 v_2 = m (v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha) =$$

$$= m v_1 \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{7}}{4} \right) = \frac{m v_1 (3\sqrt{3} - \sqrt{7})}{4}$$

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

$$N=2$$

$$V = \frac{3}{4} \text{ моль}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

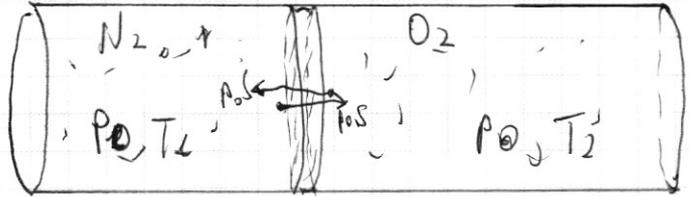
$$T_2 = 500 \text{ K}$$

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

$$R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$$

$$V_0 = ?$$

Т.к. все процессы
идут в равновесии
и медленно,
то можно считать их
как изохорные
процессы для
идеального газа.



1) В нач. мом. времени $P_1 = P_2 = P_0$ (изохорный процесс)

$$\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = ?$$

$$P_0 V_{N_2} = \nu R T_1$$

$$P_0 V_{O_2} = \nu R T_2$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = 0,6$$

$$V_{N_2} = 0,6 V_{O_2}$$

2) В равновесии температура идеального газа будет
одинаковой. Т.к. $\nu_1 = \nu_2 = \nu$
 $i = 5$ (одноатомный газ). $\Delta Q = 0$

$$U_1 = \frac{5}{2} \nu R T_1$$

$$U_2 = \frac{5}{2} \nu R T_2$$

$$\Delta U + \Delta Q = 0$$

$$\Delta U = 0$$

$$U_1 = U_2 = U_0$$

$$U_0 = \frac{5}{2} \nu R T_K = U_1 + U_2$$

$$\frac{5}{2} \nu R T_K = \frac{5}{2} \nu R (T_1 + T_2)$$

$$T_K = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400 \text{ K}$$

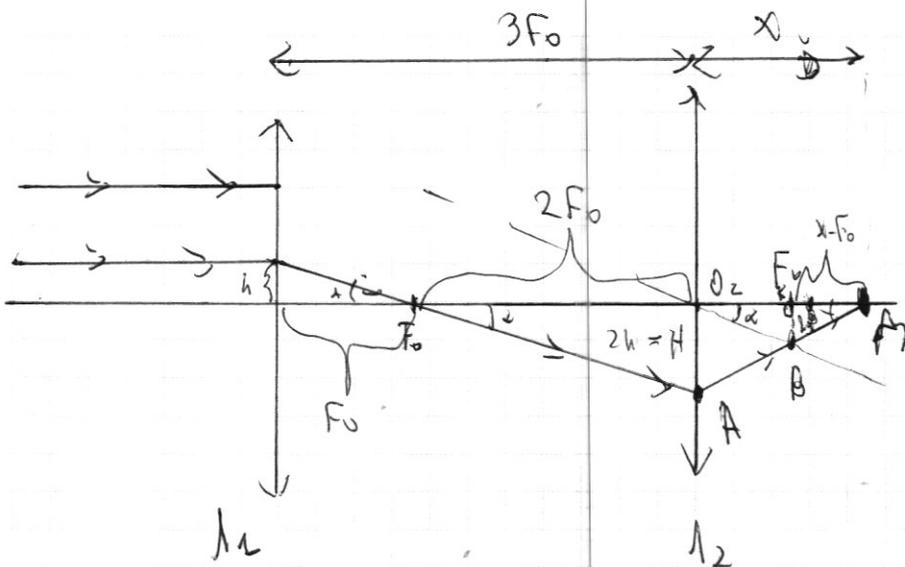
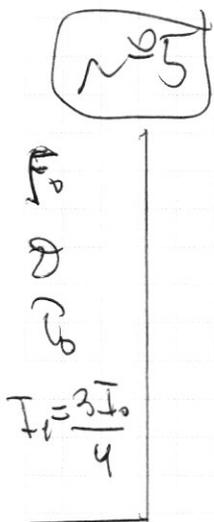
$$3) Q_{O_2 \rightarrow N_2} = ?$$

$$Q = A + \Delta U$$

Конечная внутр. энергия азота: $U_K = \frac{5}{2} \nu R T_K$

~~$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R T_K - \frac{5}{2} \nu R T_1 = A$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{F_0} = \frac{H}{2F_0}; \quad \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{hx}{F_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow hx = h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \triangle AOK \sim \triangle AO_2A:$$

$$K = 2 \Rightarrow \frac{O_2A}{AK} = \frac{x}{x - F_0}$$

$$x = 2x - F_0$$

$$x = 2F_0$$

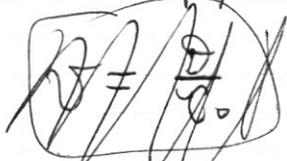
$$x = 2F_0$$

$$I = W \cdot v = \frac{W}{V} \cdot v$$

объемная плотность

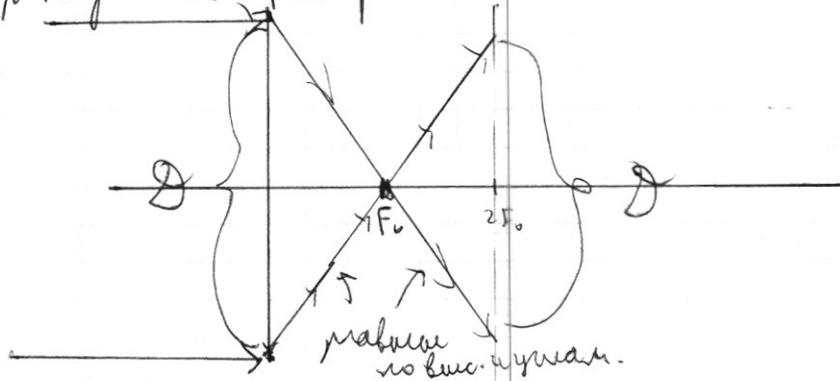


2) Определим диаметр луча на расстоянии $2F_0$ от L_1 .



Крайний диаметр.

$I \sim \rho$
← диаметр системы



интервалов, кинематическая связь пренебрежимо малой.

$$I_0 = 2 \cdot \frac{\pi D^3}{4}$$

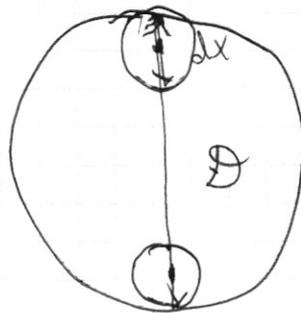
$$I_1 = 2 \cdot \frac{\pi dx^3}{4}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{dx^3}{D^3} = \frac{3}{4} \Rightarrow dx = \frac{\sqrt{3}}{2} D$$

$$v = \frac{dx}{t_0} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} D}{t_0}$$

$$3) t_1 = \frac{D - dx}{v} = \frac{D - \frac{\sqrt{3}}{2} D}{\frac{\frac{\sqrt{3}}{2} D}{t_0}} =$$

$$= \frac{2 - \sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2 \cdot t_0}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3} - 3}{3} t_0$$



$\rightarrow \rightarrow \rightarrow I \sim S$

№1 (программа)

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_1^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} - Mv_1 u + \frac{mv_2^2}{2} + Q$$

преждев. мильза?

$$+ \frac{M u^2}{2} \rightarrow 0$$

$$M_{\text{пл}} = m v_2 \cos \beta + m v_1 \cos \alpha$$

В С. О. мильза.

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + Q + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$-m v_1' \cos \alpha =$$



3 си: 0y:

$$m v_2 \cos \beta$$

$$M u - m v_2 \cos \alpha = M u - 4u +$$

$$+ m v_2 \cos \beta$$

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

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

$$u = \frac{\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + \frac{Q}{m}}{v_2 \cos \beta + v_1 \cos \alpha} = \frac{\frac{12 - 12}{2} - \frac{8 \cdot 8}{2}}{\sqrt{3} \cdot 12 + \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 8}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{2\sigma}{4\pi\epsilon_0}$$

$$KB = \frac{l}{\sin\alpha}$$

$$OZ = KB - OK$$

$$OK = \frac{l}{\cos\alpha}$$

$$\sigma_4 = 2\sigma$$

$$R_{BC} = \frac{BC}{A'C'} \cdot 4\pi$$

$$R_{AC} = 2\alpha \cdot KB$$

$$2\alpha \cdot KB = BC$$

$$2\pi \cdot KB = A'C'$$

$$R_{AC} = \frac{2\alpha \cdot 4\pi}{2\pi} = \frac{2}{\pi} \cdot 4\pi = 4\alpha = \frac{4\pi}{4}$$

$$R_{AB} = \frac{4\pi - 2\alpha}{2\pi} \cdot 4\pi = 2\pi - 4\alpha = 2\pi - \frac{4\pi}{4} = \frac{14\pi - 4\pi}{4} = \frac{10\pi}{4}$$

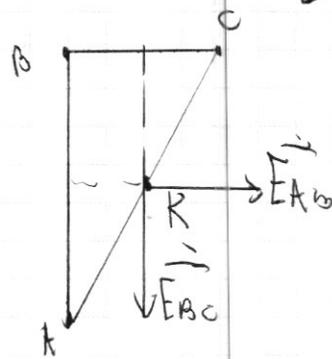
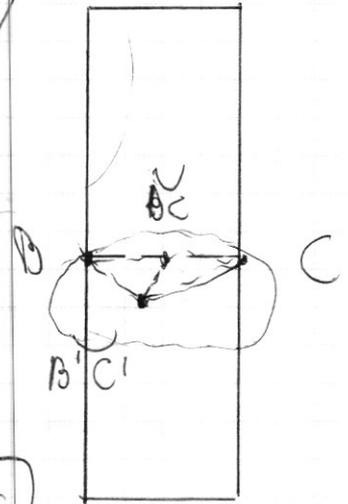
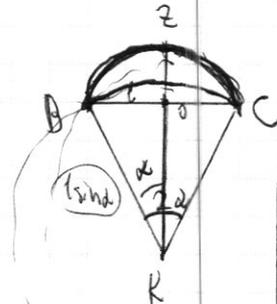
$$\sigma_{BC} = \sigma_4 = 2\sigma$$

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

$$E_{AB} = \frac{10\pi \cdot \sigma}{4\pi\epsilon_0} = \frac{5}{4\pi\epsilon_0} = \frac{5\sigma}{14\epsilon_0}$$

$$E_{BC} = \frac{4\pi \cdot 2\sigma}{4\pi\epsilon_0} = \frac{2\sigma}{4\epsilon_0} = \frac{4\sigma}{14\epsilon_0}$$

$$E_0 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{\frac{25\sigma^2 + 16\sigma^2}{14^2\epsilon_0^2}} = \frac{5\sqrt{41}\sigma}{14\epsilon_0}$$



$$14 \cdot 14 = 140 + 40 + 16 = 196$$

$$N=4$$

\mathcal{E}

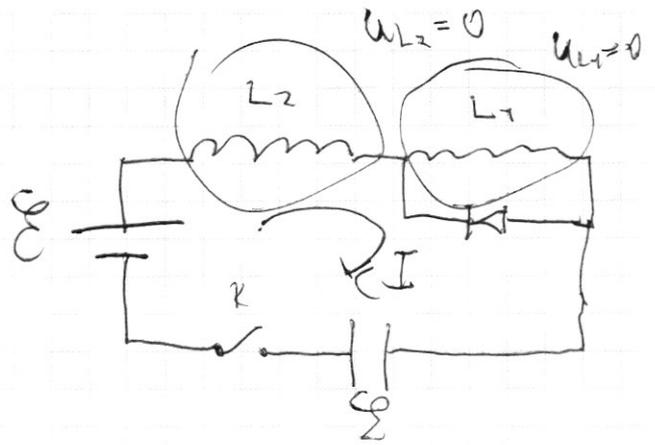
$L_1=2L$

$L_2=L$

C

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$$



1) Трансформация: $\omega_1^2 = \frac{1}{L_1 C}$

через диод

$$\omega_2^2 = \frac{1}{(L_1 + L_2) C}$$

через катушку

~~$T = \frac{2\pi}{\omega_1}$~~

$$T = \frac{2\pi}{\omega_1} + \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi\sqrt{L_1 C} + 2\pi\sqrt{(L_1 + L_2) C}$$

2) Энергия выемки сохр., т.к. идеальные приборы

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = W_{\max} = \frac{(L_1 + L_2) I_{M1}^2}{2} = \frac{L_2 I_{M2}^2}{2}$$

$$I_{M1}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_1 + L_2} \Rightarrow I_{M1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{L_1 + L_2}}$$

$$I_{M2}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_2} \Rightarrow I_{M2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{L_2}}$$

$L \frac{dI}{dt}$

$$\frac{LI^2}{2}$$

$$L_1 + L_2 - L \frac{dI}{dt} = 0$$

$I = \max$

Точка: $\frac{dI}{dt} = 0$

$$C\mathcal{E} = \mathcal{E} = \frac{Q}{C}$$

$$Q = \mathcal{E}C$$

$$L = \omega \cdot \frac{L}{\omega}$$

объем
маш

сложность

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) u -?

Век в ЛСО:

ЗСУ:

$$Mu - m v_1 \cos \alpha = M(u - \Delta u) + m v_2 \cos \beta$$

$$-M \Delta u + m v_2 \cos \beta = -m v_1 \cos \alpha$$

ЗСЭ:

$$\frac{Mu^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{M(u - \Delta u)^2}{2} + Q$$

$$m v_1^2 = m v_2^2 - 2M u \Delta u + \underbrace{M \Delta u^2}_{\rightarrow 0} + Q$$

$$m v_1^2 = m v_2^2 - 2M u \Delta u + Q \leftarrow \text{неизвестно.}$$

В С.О. век $\downarrow u$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + \frac{M \Delta u^2}{2}$$

$$2v_2^2 + u = v_1^2$$



$$v_1^2 = \sqrt{v_2^2 + u^2 + 2u \cdot v_2 \cos \alpha}$$

$$v_2^2 = \sqrt{u^2 + v_2^2 - 2u \cdot v_2 \cos \beta}$$

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

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

Три аб. упр.
сюр < чем
при аб. упр.
не больше.

