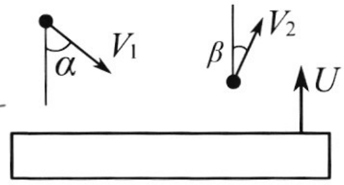
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02** Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



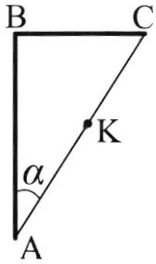
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

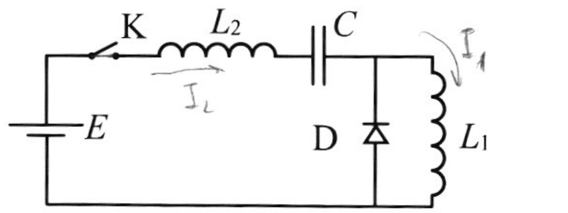
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

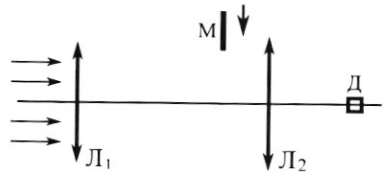
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

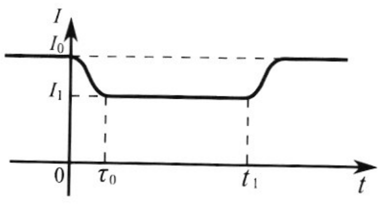
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями L_1 = 3L, L_2 = 2L, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами 1,5F_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 5F_0/4 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

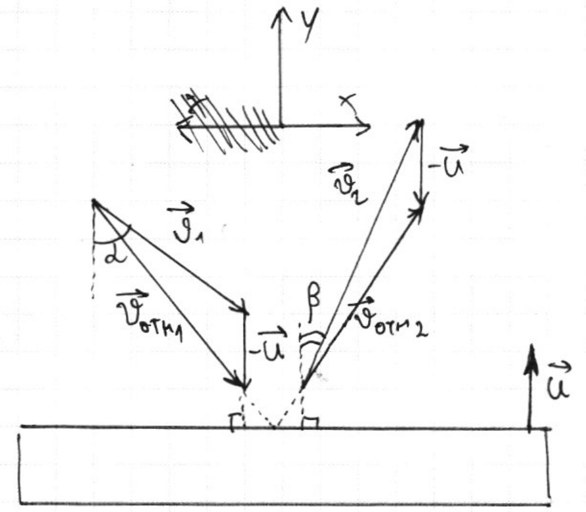
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) Т.к. плита массивная, то её в хорошем приближении можно считать ИСО.

2) Перейдём в СО плиты

3) Закон сложения скоростей:

$\vec{v}_1 = \vec{v}_{отн1} + \vec{u}$

$\vec{v}_2 = \vec{v}_{отн2} + \vec{u}$

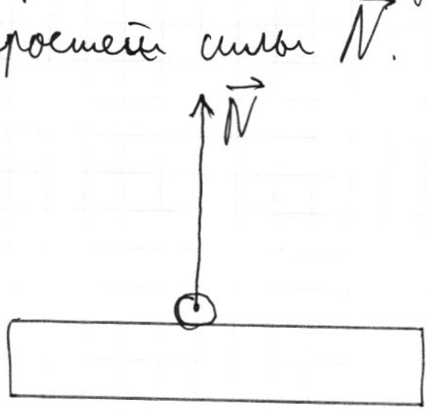
4) ЗСИ по оси x (т.к. трения нет):

x: $m v_{отн2x} - m v_{отн1x} = 0 \Rightarrow v_{отн1x} = v_{отн2x}$

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

$v_1 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \frac{1}{3} \Rightarrow v_2 = 2 v_1 = 12\ \frac{м}{с}$

5) Т.к. удар неупругий, то в момент удара часть кинет. энергии шарика пойдёт на работу ~~на~~ резко возросшей силы $\vec{N}$.



Закон изм. мех. энергии в (СО плиты):

$A_N = \frac{m v_{отн2}^2}{2} - \frac{m v_{отн1}^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_{отн2} \neq v_{отн1}$; $v_{отн1}^2 > v_{отн2}^2$

~~отн~~ A_N $(A_N < 0)$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

6) Закон изменения импульса по оси y:

$$y:\ mv_{2отн y} - mv_{1отн y} = N\Delta t$$

$$v_{2отн y} > v_{1отн y}$$

- $v_{2отн y} = v_2\cos\beta - u$
- $v_{1отн y} = -(v_1\cos\alpha + u)$

из 5) $\Rightarrow$

$$v_{1отн 1} > v_{2отн 2}$$

$$\sqrt{(v_1\cos\alpha + u)^2 + (v_1\sin\alpha)^2} > \sqrt{(v_2\cos\beta - u)^2 + (v_2\sin\beta)^2}$$

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

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

$$2u > v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$$

$$2u > v_2\sqrt{1-\sin^2\beta} - v_1\cdot\sqrt{1-\sin^2\alpha}$$

$$2u > 2v_1\sqrt{1-\frac{1}{9}} - v_1\sqrt{1-\frac{4}{9}}$$

$$2u > v_1\left(\sqrt{\frac{8}{9}}\cdot 2 - \sqrt{\frac{5}{9}}\right)$$

$$2u > \frac{v_1}{3}\left(4\sqrt{2} - \sqrt{5}\right)$$

$$u > \frac{v_1}{6}\left(4\sqrt{2} - \sqrt{5}\right)$$

$$u > (4\sqrt{2} - \sqrt{5})\ \frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$

2) $u > (4\sqrt{2} - \sqrt{5})\ \frac{м}{с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330\,K$

$T_2 = 440\,K$

$R = 8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$

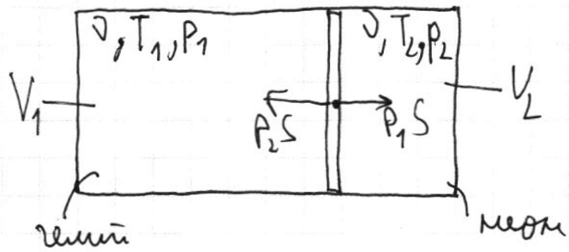
1) $\frac{V_1}{V_2}$ – ?

2) T – ?

3) Q – ?

Решение:

1) Рассмотрим сосуд в начальный момент:



т.к. поршень движется медленно то его скорость $v \approx const \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$

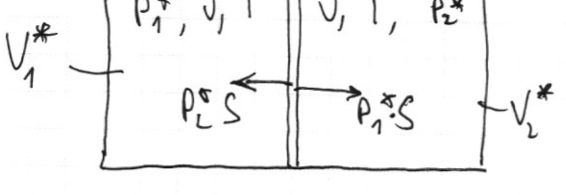
$\Rightarrow P_2 S = P_1 S \Rightarrow P_2 = P_1$

По Менделееву-Клапейрону: $P_1 V_1 = \nu R T_1$, $P_2 V_2 = \nu R T_2$ $\Rightarrow \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{V_1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330K}{440K} = \frac{3}{4} \Rightarrow V_1 = \frac{3}{4} V_2$$

2) Рассмотрим сосуд в конечном состоянии т.к. скорость всё время была const, то и в последний момент давления газов равны $\Rightarrow P_1^* = P_2^*$

$P_1^* V_1^* = \nu R T$, $P_2^* V_2^* = \nu R T$ $\Rightarrow V_1^* = V_2^*$



3) Рассмотрим процесс: т.к. сосуд теплоизолирован, то ~~$Q_{re} = -Q_{He}$~~ $Q_{re} = -Q_{He}$, где Q_{He} – теплота подведённая к неону

Q_{re} – теплота подведённая к гелию.

$Q_{He} = -Q < 0$ где Q – теплота, отведённая от ~~из~~ неона

• Первое нач. термодинамики:

• $Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He} \Rightarrow -Q = \Delta U_{He} + A_{He}$

• $Q_{re} = \Delta U_{re} + A_{re} \Rightarrow Q = \Delta U_{re} + A_{re}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U_{He} + A_{He} + \Delta U_{re} + A_{re} = 0$, где $A_{He} = -A_{re}$

• т.к. газы сжались/расширились на одинаковой объём и давления ~~за~~ газов время процесса равнялись друг другу

$\Delta U_{He} = -\Delta U_{re}$

$\frac{3}{2}\nu R(T - T_2) = -\frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$

$T - T_2 = -T + T_1$

$2T = T_2 + T_1 \Rightarrow T = \frac{T_2 + T_1}{2} = \frac{330K + 440K}{2} = \frac{770K}{2} = 385K.$

4) Рассмотрим изменение объёма неона:

• $\Delta V = V_2^* - V_2$

• $2V_2^* = V_1 + V_2 \Rightarrow \frac{3}{4}V_2 + V_2 = 2V_2^* \Rightarrow \frac{7}{8}V_2 = V_2^*$ $\Rightarrow$ $\frac{V_2}{V_2^*} = \frac{8}{7}$

$\Rightarrow \Delta V = \frac{7}{8}V_2 - V_2 = -\frac{1}{8}V_2$; неон сжался, а гелий расширился

5) $\frac{P_2^*}{P_2} = \frac{\nu R T}{V_2^*} \cdot \frac{V_2}{\nu R T_2} \Rightarrow \frac{P_2^*}{P_2} = \frac{V_2 \cdot T}{V_2^* \cdot T_2} = \frac{8}{7} \cdot \frac{385K}{440K} = \frac{\cancel{8}^{2}}{\cancel{7}} \cdot \frac{\cancel{5 \cdot 7 \cdot 11}}{\cancel{4 \cdot 11 \cdot 10}_{2}} = 1$

$\Rightarrow P_2^* = P_2 \Rightarrow$ ~~$A_{He} = -P_2^*(V_2$~~

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

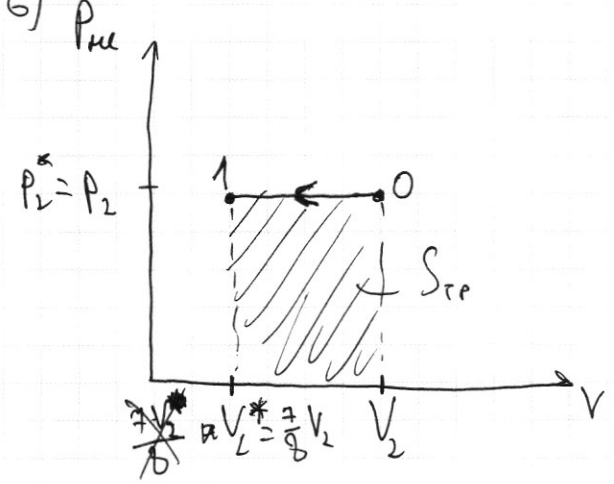
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

6)



$A_{He} = -S_{тр}$

$A_{He} = -P_2(V_2 - V_2^*) = -P_2 \cdot (V_2 - \frac{7}{8}V_2)$

$A_{He} = -\frac{1}{8} P_2 V_2$

$A_{He} = -\frac{1}{8} \nu R T_2$

Первое нач. термодин. для неона

$Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He}$

$-Q = \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) - \frac{1}{8}\nu R T_2$

$+Q = \frac{3}{2}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{1}{8}\nu R T_2 = \frac{13}{8}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R T$

$Q = \frac{13}{8}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R \frac{T_2}{2} - \frac{3}{2}\nu R \frac{T_1}{2}$

$Q = \frac{13}{8}\nu R T_2 - \frac{6}{8}\nu R T_2 - \frac{3}{4}\nu R T_1 = \frac{7}{8}\nu R T_2 - \frac{3}{4}\nu R T_1$

$Q = \nu R(\frac{7}{8}T_2 - \frac{3}{4}T_1) \approx 274{,}23$ Дж ≈ 274 Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$

2) $T = 385$ K

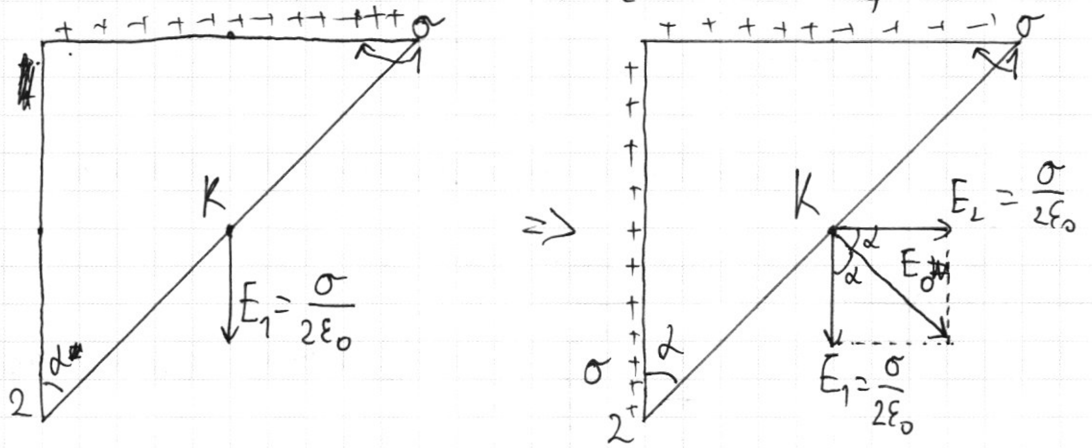
3) $Q = 274$ Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Рассмотрим задачу при $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ и $\alpha = \frac{\pi}{4}$

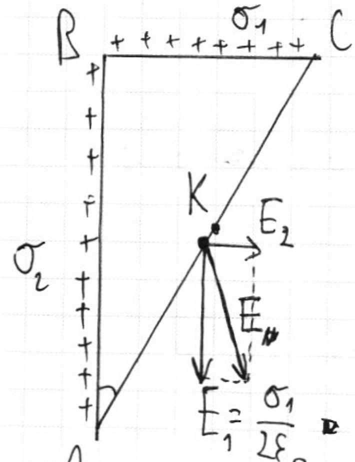
1)



- $\vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ (по принципу суперпозиции напряжённости эл. поля)
- $E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{2\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0}$

$\frac{E_0}{E_1} = \frac{\sigma\sqrt{2}\cdot 2\varepsilon_0}{2\varepsilon_0\,\sigma} = \sqrt{2}$ Напряжённость в т. K. увелич. в $\sqrt{2}$ раз.

2) Рассмотрим задачу при $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, $\alpha = \frac{\pi}{8}$:



$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ =>

$E_1 = 4E_2$

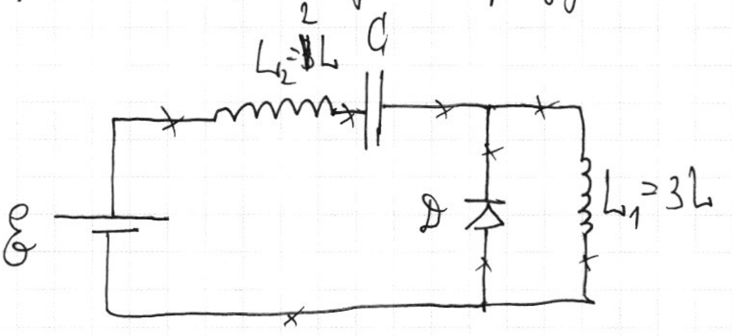
$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$E = \sqrt{\left(\frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{4^2+1} = \frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0}$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз увелич.
2) $E = \frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0}$

№4

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа K:



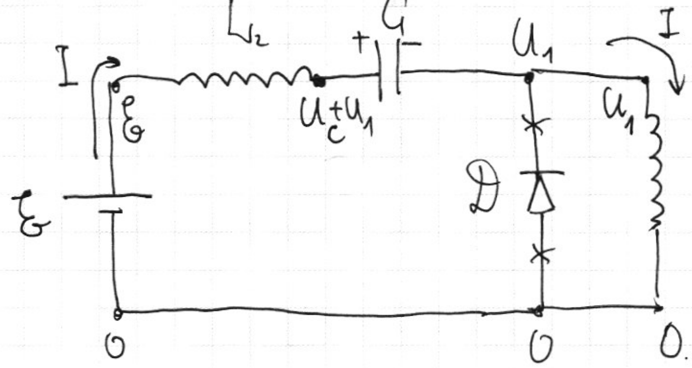
$I_2(0) = 0.$

$U_c(0) = 0 \quad (I_c = 0).$

$I_1(0) = 0$

$I_D(0) = 0$

2) Рассмотрим цепь в произвольный момент при закрытом D:



Метод узл. потенциалов

$\mathcal{E} = U_2 + U_1 + U_c$, где $U_2 = L_2 \cdot I'$, $U_1 = L_1 \cdot I'$, $U_c = \frac{q_c}{C}$

$\mathcal{E} = (L_2 + L_1) I' + \frac{q_c}{C}$, где $I = +C U_c' = +q_c'$

$\mathcal{E} = (L_2 + L_1) \cdot q_c'' + \frac{q_c}{C} \Rightarrow \mathcal{E} = 5L q_c'' + \frac{q_c}{C} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{5L} = q_c'' + \frac{q_c}{5LC}$

диф. уравн, где $\omega^2 = \frac{1}{5LC} \Rightarrow T_1 = 2\pi \frac{1}{\omega} = 2\pi\sqrt{5LC}$

$q_{0c} = C\mathcal{E}$ – заряд на ⊣⊢ в полож. равновесия

$q(t) = q_{0c} + A\sin\omega t + B\cos\omega t.$

$q(0) = 0 \Rightarrow 0 = q_{0c} + 0 + B \cdot 1 \Rightarrow B = -q_{0c} = -C\mathcal{E}$

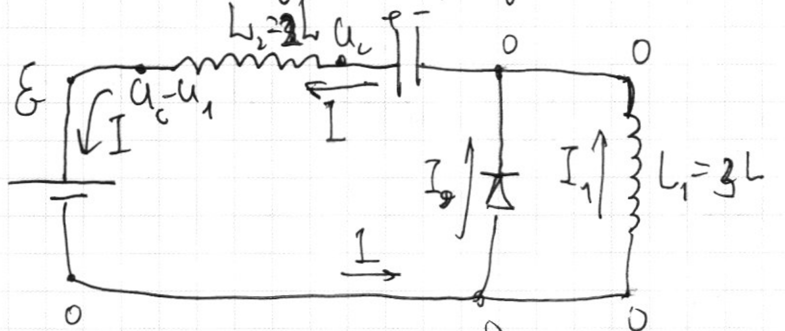
~~$I(0) = 0$~~ $I(t) = \omega A\cos\omega t - \omega B\sin\omega t$

$I(0) = 0 = \omega A \cdot 1 - 0 \Rightarrow A = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$q(t) = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos\omega t = C\mathcal{E}(1-\cos\omega t)$; $q_{MAX} = 2C\mathcal{E}$ через $t = \frac{T_1}{2}$

3) Рассмотрим цепь в произвольный момент при открытом D:



Ex. Метод узловых потенциалов

• Заметим что $U_1 = 0$, $U_1 = L I_1'$ $\Rightarrow I_1' = 0 \Rightarrow I_1 = const$

~~$\mathcal{E} = U_2 + U_C \Rightarrow \mathcal{E} = 3L\cdot I' +$~~

• $\mathcal{E} = U_c - U_1$ где $U_c = \frac{q_c}{C}$

$U_1 = 2LI'$; $I = -q_c'$

$\mathcal{E} = 2LI' + \frac{q_c}{C} \Rightarrow \mathcal{E} = 2L q_c'' + \frac{q_c}{C} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{2L} = q_c'' + \frac{q_c}{2LC}$

дифф. уравн. $\Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{2LC} \Rightarrow T_2 = 2\pi\frac{1}{\omega} = 2\pi\sqrt{2LC}$

$q_{0C} = C\mathcal{E}$

4) Рассмотрим цепь при $q = q_{MAX} \Rightarrow U_c = U_{cMAX} \Rightarrow I_c = 0 \Rightarrow$ тока нет в цепи $\Rightarrow I_1\left(\frac{T_1}{2}\right) = 0 \Rightarrow$ после того как D откроется, а сила тока I_1 сквозь через L_1 не изменится, то $I_1 = 0 = const$ до момента открытия

6) $q\left(\frac{T_1}{2}\right) = 2C\mathcal{E} = q_{max}$

$I\left(\frac{T_1}{2}\right) = 0.$

$q_0(t) = C\mathcal{E} + A\sin\omega t + B\cos\omega t$

при $t = \frac{T_1}{2} \Rightarrow 2C\mathcal{E} = C\mathcal{E} + A\cdot 0 + B\cdot 1.$

от начала отсчёта

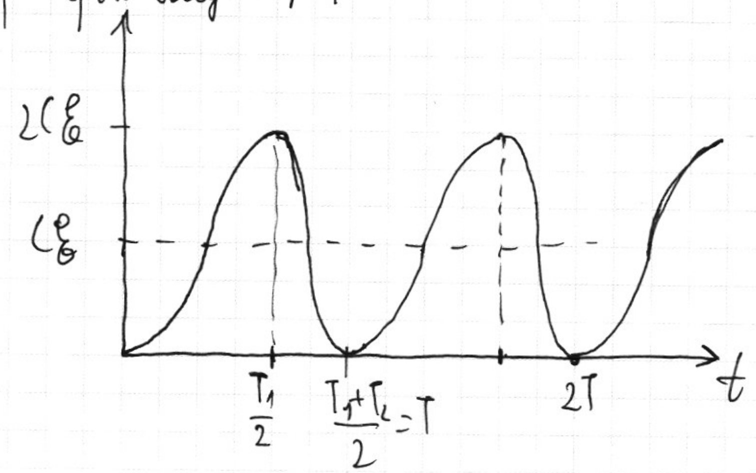
$C\mathcal{E} = B$

$\cdot\, I\left(\frac{T_1}{2}\right) = 0 \Rightarrow$

$\cdot\, I(t) = +A\omega\cos\omega t - B\omega\sin\omega t \Big| \Rightarrow 0 = A\omega + 0 \Rightarrow A = 0$

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

6) $q(t)$ – общий график:



$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{2\pi\left(\sqrt{5LC} + \sqrt{2LC}\right)}{2}$

$T = \pi\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)\cdot\sqrt{LC}$

7) $I_{01} = I_{1max} \Rightarrow$ при D закрытом и $U_C = \mathcal{E}$

ЗСЭ:

$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{5LI_{01}^2}{2} \Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{5LI_{01}^2}{2} \Rightarrow I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

8) Найдём макс ток при D открытом и $I_1 = 0$:

ЗСЭ: от $\frac{T_1}{2}$ до $\frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{4}$

$-C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{C(2\mathcal{E})^2}{2} + \frac{2L\cdot I_{02}^2}{2}$

$-C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{2LI_{02}^2}{2}$

$-C\mathcal{E}^2 + \frac{3}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{2LI_{02}^2}{2} \Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{2LI_{02}^2}{2} \Rightarrow I_{02} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{2L}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

$I_0 = \alpha \cdot J \cdot S_0$

$I_1 = \alpha \cdot J \cdot S_1$ $\Rightarrow \frac{I_0}{S_0} = \frac{I_1}{S_1} \Rightarrow \frac{S_1}{S_0} = \frac{I_1}{I_0}$

$\frac{-\pi r_M^2 + S_0}{S_0} = \frac{8}{9}$

r_M – радиус мишени.

$-\frac{\pi r_M^2}{S_0} + 1 = \frac{8}{9}$

$\frac{\pi r_M^2}{S_0} = \frac{1}{9}$

$9\pi r_M^2 = \pi \cdot \left(\frac{D}{8}\right)^2$

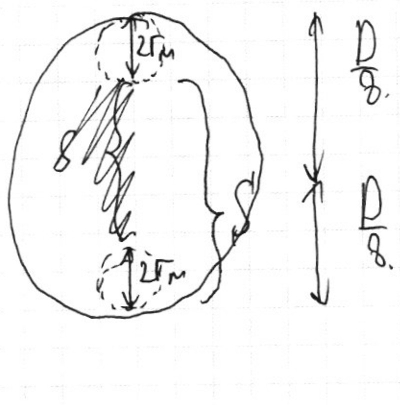
$9\pi r_M^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{64}$

$r_M = \frac{\cancel{1}}{3\cdot 8} D = r_M = \frac{D}{24}$

• за t_1 мишень прошла два своих радиуса т.к. дальше от $I_1 = const$

$v = \frac{2r_M}{\tau_0} = \frac{2\cdot 1}{\tau_0 3\cdot 8} D = \cancel{\frac{D}{4\tau_0}} = \frac{D}{12\tau_0}$

• после она прошла



$\cancel{S = \frac{2D}{8} - 2r_M = \frac{D}{4} - \frac{6}{8}D}$

$S = \frac{D}{4} - 2r_M = \frac{D}{4} - \frac{2D}{24}$

$S = \frac{D}{4} - \frac{D}{12} = \frac{3D}{12} - \frac{D}{12} = \frac{2D}{12} = \frac{D}{6}.$

$t_1 - \tau_0 = \frac{S}{v} = \frac{D\, 12\tau_0}{6 \cdot D} = 2\tau_0 \Rightarrow t_1 = 3\tau_0$

Ответ: 1) $\frac{F_0}{2}$; 2) $\frac{D}{12\tau_0} = v$; 3) $t_1 = 3\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

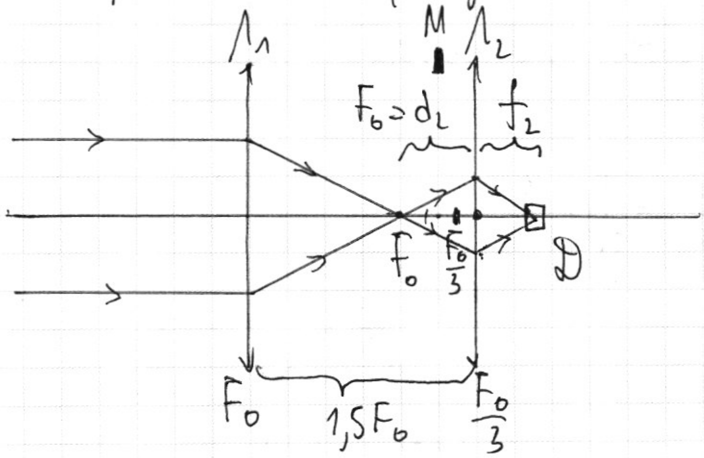
Ответ: 1) $T = \pi(\sqrt{5}+\sqrt{2})LC$

2) $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

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

№5

1) т.к. на линзу $Л_1$ падает ‖ пучок лучей, то он соберется в её фокусе



По ф.т.л.:

$$\frac{3}{F_0} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{3}{F_0} - \frac{1}{F_0} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{2}{F_0}$$

$f_2 = \frac{F_0}{2}$ от $Л_2$ до D

2) $I \sim P_{св}$

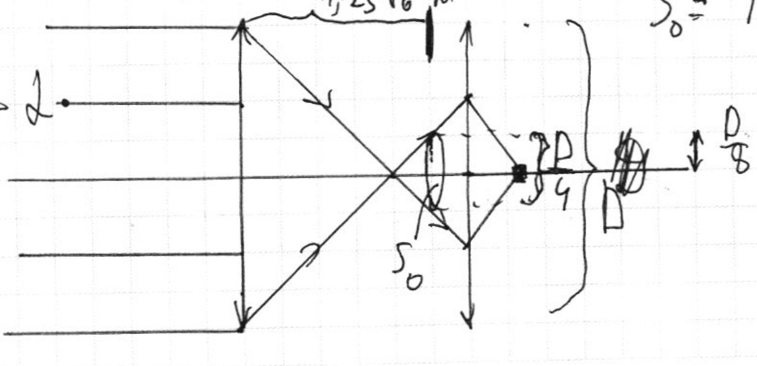
$I = \alpha \cdot P_{св}$

$I = \alpha \cdot S_{сеч} \cdot J_{св}$ где J – интенсивность света, S – площадь сечения

из геометрии рисунка $S_0 = \pi \cdot \left(\frac{D}{8}\right)^2$

$S_1 = \pi\left(\frac{D}{8}\right)^2 - \pi\left(\frac{h}{M}\right)^2$

~~$I_1 = \alpha \cdot I_0 = \alpha$~~



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

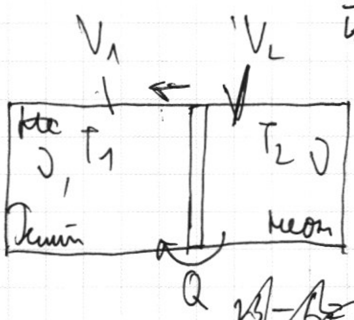
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{2}=\frac{6}{8}$

т.к.



Неон отдаёт тепло Гелию

I нач для Fe

$Q = \Delta U_1 + A_1$ / где A_1 вроде < 0

$-Q = \Delta U_2 + A_2$

$\frac{3\cdot 4}{2\cdot 4} = \frac{12}{8} + \frac{1}{8} - \frac{13}{8}$

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

$\frac{3}{4}\nu R(T_1+T_2) = \frac{3}{4}\nu R$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_1 V_2 = \nu R T_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{330}{440} = \frac{3\cdot 11}{4\cdot 11} = \frac{3}{4}$

$\boxed{V_1 = \frac{3}{4}V_2}$

$p V_1^* = \nu R T$

$p V_2^* = \nu R T$

$\frac{6}{25}$

$V_1^* = V_2^*$

$770 \,|\, 2$; 385

$\cancel{pV}$ $\quad \frac{V_2^*}{V_2} = \frac{p_2\cdot T}{p T_2} = \frac{7}{8}$ $\quad \Delta U_1 = \Delta U_2$

$\frac{3}{2}\nu R(T-T_1) = -\frac{3}{2}\nu R(T-T_2)$

$T - T_1 = -T + T_2$

$385 \,|\, 5$; 77

$p_2^* =$

$\frac{pV_2^*}{T} = \frac{p_2\cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p} = \frac{7}{8}\frac{T_2}{T}$, $\quad 2T = T_1 + T_2$

$T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{330+440}{2} = \frac{770}{2} = 385$

$-Q = \frac{3}{2}\nu R(T-T_2) +$

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

$\frac{p_2}{p} = \frac{7}{8}\cdot\frac{440}{385} =$

$p_2^* = \frac{\nu R T}{V_2^*} = \frac{8\nu R T}{7V_2} = \frac{8}{7}\cdot\frac{\nu R T}{V_2} = \frac{8}{7}\frac{\nu R(T_1+T_2)}{V_2\cdot 2} =$

$\frac{p_2}{p} = \frac{7}{8}\cdot\frac{4\cdot 11\cdot 10}{7\cdot 11\cdot 5} = 4 \Rightarrow p_2 = 4p$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$8{,}31 \cdot \frac{6}{25} (\frac{7}{8} 440 - \frac{3}{4} \cdot 330)$

$8{,}31 \cdot \frac{6}{25} (\frac{7 \cdot 4 \cdot 11 \cdot 10}{8} - \frac{3 \cdot 3 \cdot 11 \cdot 10}{4}) =$

$= 8{,}31 \cdot \frac{6}{25} \cdot \frac{11 \cdot 10}{\cancel{}} (\frac{7}{2} - \frac{9}{4}) =$

$\frac{7}{2} - \frac{9}{4} = \frac{14}{4} - \frac{9}{4} = \frac{5}{4}$

$8{,}31 \cdot \frac{\overset{3}{\cancel{6}}}{\cancel{25}} \cdot 11 \cdot \overset{2 \cdot 5}{\cancel{10}} \frac{5}{\cancel{4}_2} = \quad 8{,}31 \cdot 3 \cdot 11$

$$\begin{array}{r} \times\, 8{,}31 \\ 3 \\ \hline 24{,}93 \\ \times\, 11 \\ \hline 2493 \\ 2493 \\ \hline 274{,}23 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times\, 25 \\ 11 \\ \hline 25 \\ 25 \\ \hline 275 \end{array}$$

$274{,}23 = 274{,}23$ Дж

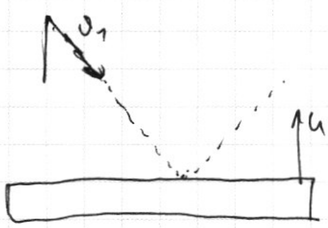
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

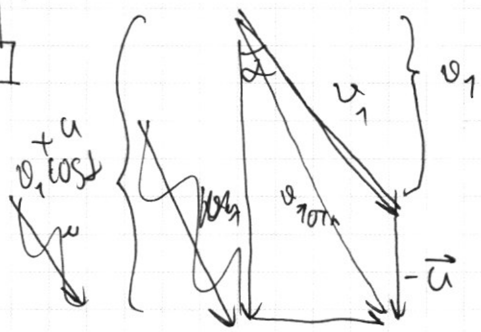
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{9-4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\cos\beta = \frac{1}{3} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\left(\frac{1}{3}\right)^2} = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$



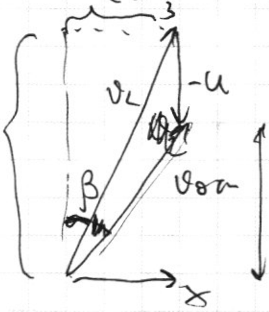
$\vec{v}_1 = \vec{u} + \vec{v}_{1\text{отн}}$



$v_1\frac{\sqrt{3}}{3} + u = -v_{1\text{отн}y}$

$v_{1\text{отн}} = v_1 \sin\alpha = \left(\frac{2v_1}{3}\right)$

Т.к. удар не упругий, то энергия шарика во время удара не сохраняется



$2v_1\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} = v_2\cos\beta$

$v_2\cos\beta - u = \frac{4\sqrt{2}v_1}{3} - u = v_{2\text{отн}y}$

ЗИ И в СО плиты

x: $v_1\sin\alpha$

$v_2\sin\beta - v_1\sin\alpha = \cancel{0\cdot\Delta t}\ 0$

$\cancel{v_2 = v}\ v_1\sin\alpha = v_2\sin\beta$

$v_2 = v_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}}$

$v_2 = 2v_1$

ЗИМп: ВСО

y: $N\Delta t = m v_{\text{отн}y_2} - m v_{\text{отн}y_1}$

$N\Delta t = m\left(\frac{4\sqrt{2}v_1}{3} - u\right) - m\left(-v_1\frac{\sqrt{5}}{3} + u\right)$

$N\Delta t = m\left(\frac{4\sqrt{2}v_1}{3} \cancel{-u} + v_1\frac{\sqrt{5}}{3} \cancel{+u}\right)$

$N\Delta t = \frac{mv_1}{3}\left(4\sqrt{2} + \sqrt{5}\right)$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ЗИМ + в СО ...:

$\frac{\cancel{m}v_{отн1}^2}{\cancel{2}} = \frac{\cancel{m}v_{отн2}^2}{\cancel{2}}$

$v_{1отн} = v_{2отн_2}$

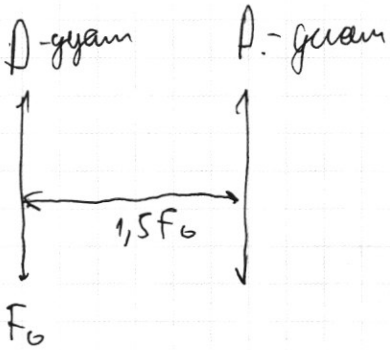
$v_{1отн} = \sqrt{(v_1\cos\alpha+u)^2+(v_1\sin\alpha)^2} =$

$v_{2отн} = \sqrt{(v_2\cos\beta-u)^2+(v_2\cos\beta)^2}$

У:

$v_1\cos\alpha = v_2$

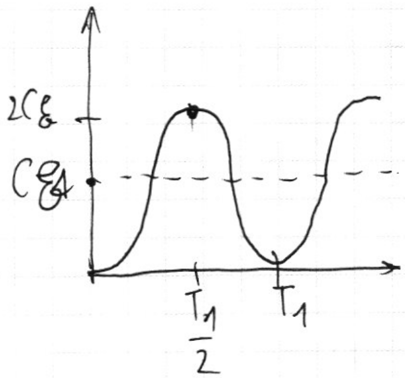
$u_ц =$



$q_{C0} = q_{0C} =$

$\omega^2 q_{0C} = \frac{\mathcal{E}}{5L}$

$\frac{q_{0C}}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L} = \mathcal{E} \Rightarrow q_{0C} = C\mathcal{E}$



$I(t) = C\mathcal{E}\left((1-\cos\omega t)'\right) = C\mathcal{E}\left(0-(\cos\omega t)'\right) = C\mathcal{E} - (-\sin\omega t$