



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

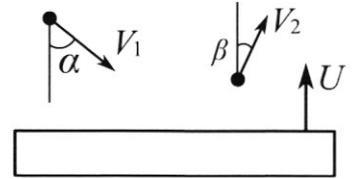
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью  $U$  вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость  $V_1 = 18$  м/с, направленную под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = \frac{2}{3}$ ) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью  $V_2$ , составляющей угол  $\beta$  ( $\sin \beta = \frac{3}{5}$ ) с вертикалью.



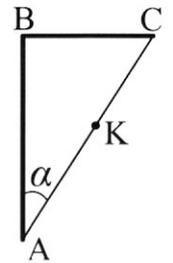
- 1) Найти скорость  $V_2$ .
- 2) Найти возможные значения скорости плиты  $U$  при таком неупругом ударе.

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 аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве  $\nu = 3/5$  моль. Начальная температура аргона  $T_1 = 320$  К, а криптона  $T_2 = 400$  К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными.  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

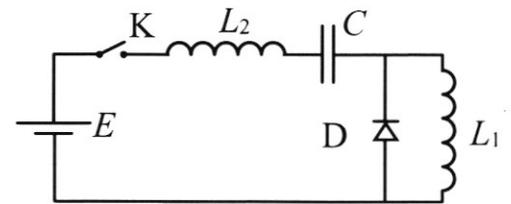
- 1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

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.



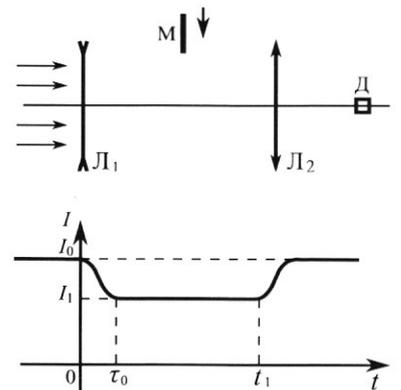
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол  $\alpha = \pi/4$ . Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = 2\sigma/7$ , соответственно. Угол  $\alpha = \pi/9$ . 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  $L_1 = 5L$ ,  $L_2 = 4L$ , 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  $L_1$  и  $L_2$  (см. рис.) с фокусными расстояниями  $-2F_0$  и  $F_0$ , соответственно. Расстояние между линзами  $2F_0$ . 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  $M$ , плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии  $F_0$  от  $L_1$ . На рисунке показана зависимость тока  $I$  фотодетектора от времени  $t$  (секундомер включен в момент начала уменьшения тока).  $I_1 = 7I_0/16$



- 1) Найти расстояние между линзой  $L_2$  и фотодетектором.
- 2) Определить скорость  $V$  движения мишени. 3) Определить  $t_1$ .

Известными считать величины  $F_0$ ,  $D$ ,  $\tau_0$ .



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① так как  $M$  шиты  $\Rightarrow m$  шарика, скорость шиты остается неизменной и относительная скорость тел не изменяется.

$$u = \text{const}$$

$$v_{01} = v_{02}$$

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

на систему действуют внутренние силы  $\Rightarrow$  импульсы сохраняются

$$\text{ЗЧ: } M\vec{u} + m\vec{v}_1 = M\vec{u} + m\vec{v}_2$$

$$\text{Ox: } m v_1 \sin \alpha = m v_2 \sin \beta$$

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

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

$$\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$v_2 = \frac{18 \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 20 \text{ м/с}$$

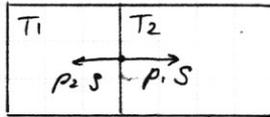
$$v_1 \cos \alpha + 2u = v_2 \cos \beta$$

$$u = \frac{v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha}{2}$$

$$u = \frac{20 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = 8 - 3\sqrt{5} \text{ м/с}$$

Ответ: 20 м/с ;  $8 - 3\sqrt{5}$  м/с

②



на поршень действуют силы давлений газов:

$$p_1 S = p_2 S$$

$$p_1 = p_2$$

пусть  $p_1 = p_2 = p$ , тогда

$$pV_1 = \nu RT_1$$

$$pV_2 = \nu RT_2$$

$$\frac{pV_1}{pV_2} = \frac{\nu RT_1}{\nu RT_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5} = 0,8$$

трения между поршнем и сосудом нет  $\Rightarrow$   
энергия сохраняется

$$3C\theta : \frac{i}{2} \nu RT_1 + \frac{i}{2} \nu RT_2 = \frac{i}{2} \nu RT + \frac{i}{2} \nu RT$$

газы одноатомные  $\Rightarrow i = 3$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_1 + T_2) = 3 \nu RT$$

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

$$T = \frac{320 + 400}{2} = 360 \text{ K}$$

$$Q_{\text{пол}} = A + \Delta U$$

\* процесс с аргоном изобарный  $\Rightarrow A = \nu R \Delta T = p \Delta V$

$$Q = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1)$$

$$Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot R (360 - 320) = 498,6 \text{ Дж}$$

Ответ: 0,8 ; 360 K ; 498,6 Дж

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③ напряженность поле пластины в воздухе ( $\epsilon = 1$ ):

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

1)  $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_1 = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\epsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\epsilon_0^2}} = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\epsilon_0}$$

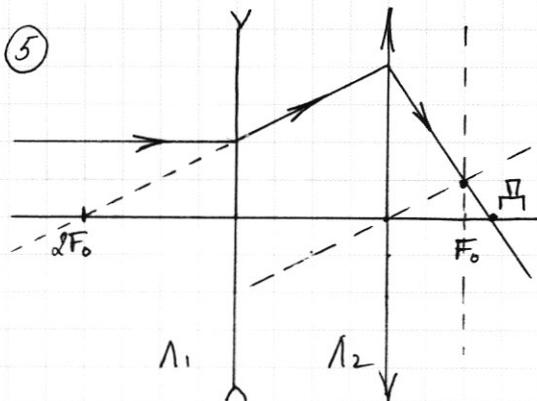
$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{2\epsilon_0}{\sigma} = \sqrt{2}$$

2)  $E_{BC} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$$E_{AB} = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{2\sigma}{2 \cdot 4\epsilon_0} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}$$

$$E = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{16\epsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\epsilon_0^2}} = \frac{\sigma\sqrt{53}}{4\epsilon_0}$$

Ответ:  $\sqrt{2}$ ;  $\frac{\sigma\sqrt{53}}{4\epsilon_0}$



Параллельный луч оси системы координат должен проходить через фотодетектор. После прохождения рассеивающей линзы продолжение луча пройдет

через заднюю задний фокус ( $2F_0$ ). Построим луч через главный оптический центр линзы  $L_2$ , параллельную лучу, до пересечения с передней фокальной плоскостью. Соединим точку попадания луча на линзу  $L_2$  и точку пересечения прямой с передней фокальной плоскостью.

Луч пересекает ГОС в точке нахождения детектора  $D$ . В связи с обратностью лучей, изображение фотодетектора находилось бы на расстоянии  $2F_0 + 2F_0 = 4F_0$  от линзы  $L_2$  (в системе только линзы  $L_2$ ).

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$f = 4F_0 ; F = F_0$$

$$d = \frac{Ff}{f-F}$$

$$d = \frac{F_0 \cdot 4F_0}{3F_0} = \frac{4F_0}{3} \rightarrow \text{расстояние от фотодетектора до линзы } L_2$$

$$D = \delta(t_1 - t_0)$$

$$I = \alpha P$$

$$I_0 = \alpha P_0$$

$$\frac{\alpha I_0}{16} = \alpha P_1$$

$$P_1 = \frac{\alpha I_0}{16}$$

$P = F\delta$ , где  $F$  — оптическая сила системы линз

$$F = F_1 + F_2 = -\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0}$$

$$\frac{\alpha I_0}{16} = \frac{1}{2F_0} \cdot \delta$$

$$\delta = \frac{\alpha I_0 F_0}{P}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$D = \frac{\pm I_0 F_0}{\rho} (t_1 - t_0)$$

$$t_1 - t_0 = \frac{\rho D}{\pm I_0 F_0}$$

$$t_1 = \frac{\rho D}{\pm I_0 F_0} + t_0$$

Ответ:  $\frac{4F_0}{3}$ ;  $\frac{\pm I_0 F_0}{\rho}$ ;  $\frac{\rho D}{\pm I_0 F_0} + t_0$

④ запишем уравнение Киргофа для большого контура:  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{si2} + U_C + \mathcal{E}_{si1}$

закон изменения тока и напряжения для конденсатора  $U = U_m \sin \omega t$

$$I = I_m \cos \omega t$$

катушки  $L_2$   $U = U_0 \cos \omega t$

$$I = I_0 \sin \omega t$$

$$T = 2\pi \sqrt{L_2 C'}$$

$$T = 2\pi \sqrt{4L C'} = 2\pi \cdot 2\sqrt{L C'} = 4\pi \sqrt{L C'}$$

максимальный ток на катушке  $L_2$  будет через четверть периода колебаний системы, такой же будет и на  $L_1$ , т.к. контур замкнут.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{si1} + U_m + \mathcal{E}_{si2}, \quad \mathcal{E} = U_m + \frac{\rho L I}{l}$$

$$\text{ЗСЭ: } A_{ист} + A_{вн} = \Delta W + Q$$

$$A_{ист} = W_p$$

$$C U_m \mathcal{E} = \frac{C U_m^2}{2} + \frac{5L I^2}{2} + \frac{4L I^2}{2}$$

$$\mathcal{E} = U_m + \frac{gLI \cdot 4}{T} = U_m + \frac{gLI}{\pi \sqrt{LC}} = U_m + \frac{gI \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}}$$

$$U_m = \mathcal{E} - \frac{gI \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}}$$

$$C\mathcal{E}(\mathcal{E} - \frac{gI \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}}) = \frac{C}{2}(\mathcal{E} - \frac{gI \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}})^2 + \frac{gLI^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$\cancel{gLI} \quad 2C\mathcal{E}^2 - \frac{18CIE \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}} = C\mathcal{E}^2 - \frac{18CIE \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}} + \frac{gLI^2 L}{\pi^2 C} + gLI^2$$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{gLI^2 L}{\pi^2 C} + gLI^2$$

$$C\mathcal{E}^2 = gLI^2 \left( \frac{g}{\pi^2 C} + 1 \right)$$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{gLI^2}{\pi^2 C} (g + \pi^2 C)$$

$$I^2 = \frac{C^2 \mathcal{E}^2 \pi^2}{gL(g + \pi^2 C)}$$

$$I = \frac{C\mathcal{E}\pi}{3} \frac{1}{\sqrt{L(g + \pi^2 C)}}$$

$$\text{Ответ: } 4\pi \sqrt{LC}; \quad \frac{C\mathcal{E}\pi}{3\sqrt{L(g + \pi^2 C)}}$$

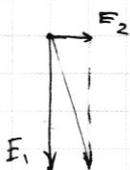
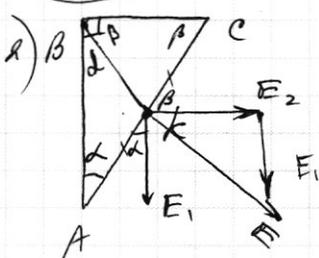
### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)  $E_* = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$E' = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

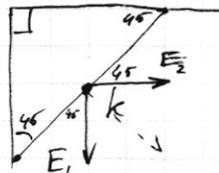
$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$\frac{E'}{E} = \sqrt{2}$



$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$E_2 = \frac{2\sigma}{7\epsilon_0} = \frac{\sigma}{7\epsilon_0}$



$U = U_m \sin \omega t$   
 $I = I_m \cos \omega t$

$\beta = 70^\circ$

$\frac{110}{9} = 200 \quad \epsilon = 9LI$

$E = E_2 + U_k + E_1 \quad I = 0$

$E = E_1 + E_2 \quad T = 2\pi\sqrt{LC}$

$\epsilon = \frac{4LI}{2}$

$E = 4LI$

$E = 4LI_2 + 5LI_1$

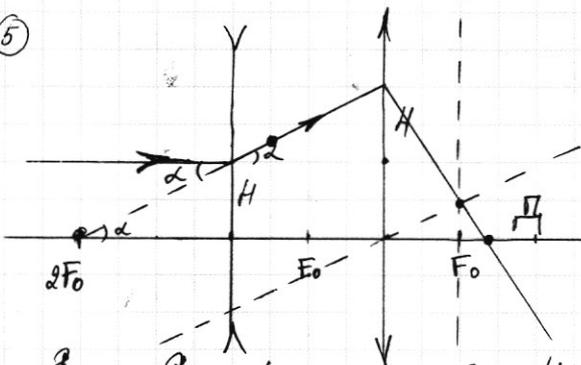
$E = \frac{L}{\epsilon} (4I_2 + 5I_1)$

$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\epsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{49\epsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{53\sigma^2}{4 \cdot 49\epsilon_0^2}} =$

$= \frac{\sigma \sqrt{53}}{2 \cdot 7\epsilon_0} = \frac{\sigma \sqrt{53}}{14\epsilon_0}$

$U = U_m$

5)



1)  $I_0$

2) когда индукция проследит  
в за время  $t_0$

в за время  $(t_1 - t_0)$

ток равен  $\frac{7 \cdot I_0}{16}$

$\frac{3}{3F_0} = \frac{2}{3F_0} + \frac{1}{F}$

$F = 3F_0$

$\frac{2}{2F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{F}$

$F = 2F_0$

$F = \frac{4F_0}{3}$

$E = U_k + E \sin 2 \quad (I = \frac{I_0}{2})$

$E = U_m + \frac{4LI}{T} \quad P = I^2 R$

$U_m E = \frac{U_m^2}{2} + \frac{4LI^2}{2} + \frac{5LI^2}{2}$

$U_m E = \frac{U_m^2}{2} + \frac{9LI^2}{2}$

$I = \frac{U_m}{2R} \cdot 2CE \left( \frac{E - 4LI}{\pi C} \right) = \frac{C}{2} \left( \frac{E - 4LI}{\pi C} \right)^2 \frac{9LI^2}{2}$

$\frac{4}{4F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{F}$

$F = \frac{4F_0}{3}$

$E = U_m + \frac{4LI}{\pi C}$

$E = U_m + \frac{4LI}{\pi C}$

$\frac{\sigma \sqrt{53}}{14\epsilon_0}$

$\frac{C}{2} \left( \frac{E - 4LI}{\pi C} \right)^2$

$I_{01}$  max рефр  $L$  кога  $\epsilon_{si 1} = \epsilon$   $\frac{18\sqrt{5}}{3} + 2u = \frac{20 \cdot 4}{5}$

~~$\epsilon$~~   $\epsilon$  разы коге за убавк.  
 $\epsilon = \epsilon_{si 2} + U_k + \epsilon_{si 1}$

$\frac{5L(I_{max} - 0)}{t} = \epsilon$   $605 + 2u = 16$

$2u = 16 - 605$

$u = 8 - 305$

$\epsilon = \epsilon_{si 2} + \epsilon_{si 1}$

$t = \frac{T}{2}$  ~~урава~~ ~~м~~

$\frac{3 \cdot 2 \cdot 10}{2}$   
 $60R$

$\epsilon = \epsilon_{si 1}$

$I_{max} = \frac{\epsilon T}{5L}$  ~~(урава)~~

$\epsilon = \epsilon_{si 1}$   $I_{max}$  рефр  $\frac{T}{2}$

$I_{max} = \frac{\epsilon T}{2 \cdot 5L} = \frac{\epsilon T}{10L} = I_{01}$

$60 \cdot 8,31$   
 $6 \cdot 83,1$

1) ~~урава~~

$\sqrt{v_1} \cos \alpha + u = \sqrt{v_2} \cos \beta - u$

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

~~$\sqrt{v_1} = \sqrt{v_2}$~~  ~~урава~~

$\sqrt{v_1} \sin \alpha = \sqrt{v_2} \sin \beta$

$\frac{\sqrt{v_1} \cdot 2}{3} = \sqrt{v_2} \cdot \frac{3}{5}$

$\frac{5 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 2}{3 \cdot 3} \sqrt{v_2} = 20 \text{ м/с}$

$9 \cdot 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} + 2u = \frac{20 \cdot 4}{5} \cdot 4$

$905 + 2u = 16$

$u = \frac{16 - 905}{2}$   ~~$\frac{16 - 905}{2}$~~

~~$18 \cdot \frac{9\sqrt{5}}{2}$~~

~~$64 \cdot 81,5$~~

256 36.5



$M \gg m$   
 $u = \text{const}$   
 $\sqrt{v_{rel}} = \text{const}$   
 ~~$\frac{u}{v}$~~   ~~$\frac{u}{v}$~~

$2u = \sqrt{v_2} \cos \beta - \sqrt{v_1} \cos \alpha$

$2u = \frac{20 \cdot 4}{5} - \frac{18 \cdot \sqrt{5}}{2} = 16 - 905$

$\frac{3 \cdot 16^2}{180} = 81,5$   
 $\frac{36}{180} = \frac{16 - 605}{2} = 8 - 305$

$\frac{3 \cdot 16}{16} = 96$   
 $\frac{16}{16} = 1$   
 $\frac{96}{16} = 256$

$\frac{81}{5} = 16,2$   
 $\frac{81}{5} = 16,2$

$\sin \alpha = \frac{2}{3}$

$\sin \beta = \frac{3}{5}$

$\cos \beta = \frac{4}{5}$

$\sqrt{v_1} \cos \alpha + u = \sqrt{v_2} \cos \beta - u$

$\sqrt{v_1} \sin \alpha = \sqrt{v_2} \sin \beta$

$\sqrt{v_2} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 20$

$\frac{4}{9} + \cos^2 \alpha = 1$

$\cos \alpha = \sqrt{\frac{9-4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\frac{18 \cdot 2}{3} = \sqrt{2} \cdot \frac{3}{5}$

$\frac{160 + 200}{260}$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①  $Mu - m\vec{v}_1 \cos \alpha = m\vec{v}_2 \cos \beta + Mu_2$

$v_2 - ?$   
 $u - ?$

$v_{отн} = const$

$u + v_1 \cos \alpha = u_2 - v_2 \cos \beta$

$\frac{Mu^2}{2} + \frac{m\vec{v}_1^2}{2} = \frac{Mu_2^2}{2} + \frac{m\vec{v}_2^2}{2}$

$u_2 = u + v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta$

$M \quad m \quad v_2 \quad u$

$\frac{1 + \frac{4}{9}}{9} + \cos^2 \alpha = 1$

$\cos \alpha = \frac{\sqrt{9-4}}{3} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\frac{9}{25} + \cos^2 \beta = 1$

$\cos \beta = \frac{\sqrt{25-9}}{5} = \frac{4}{5}$

$M \gg m$

$u = const$

$v_{отн} = const$

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

$\vec{v}_1 \approx \vec{u} \approx \vec{v}_2$



$v$   
 $u$

$u + v = v_2 - u$

$2u + v = v_2$

$u + v = u - v_2$

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

$2u + v_1 \cos \alpha = v_2 \cos \beta$

~~$Mu - m\vec{v}_1 \cos \alpha = Mu + m\vec{v}_2$~~

~~$\frac{Mu^2}{2} + \frac{m\vec{v}_1^2}{2} = Mu^2 + \frac{m\vec{v}_2^2}{2}$~~

$2u + 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 4}{5} \quad | \cdot 10$

$20u + 18 \cdot 5\sqrt{5} = 8\sqrt{2}$

$\sqrt{2} = \frac{20u}{8} + \frac{9 \cdot 5\sqrt{5}}{8 \cdot 4} = \frac{5u}{2} + \frac{45\sqrt{5}}{4}$

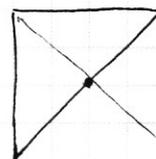
$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

~~$E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$~~   $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

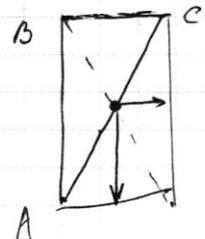
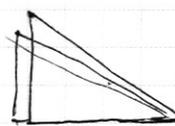
$E_1 = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

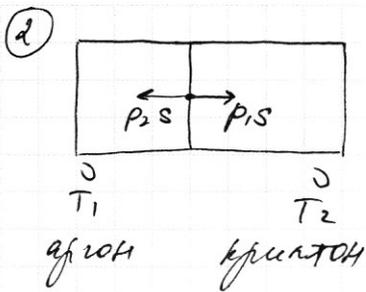
$E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sqrt{2} \sigma}{2\epsilon_0}$

$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$



$\frac{2\sigma/2}{\sqrt{2}\sigma/2} = \frac{\sigma/\sqrt{2}}{\sigma/\sqrt{2}}$





$D = D_1 + D_2$   
 $D = \frac{1}{2F_0} + \frac{2}{25F_0} = \frac{1}{2F_0}$

~~$\frac{1}{2F_0}$~~   
 $\frac{1}{2F_0} + \frac{2}{25F_0} = \frac{1}{2F_0}$   
 $\frac{1}{2} + \frac{2}{25} = \frac{1}{2}$   
 $\frac{13,1}{25} = \frac{1}{2}$   
 $\frac{498,6}{25}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5}$

$\frac{3\nu R T_1}{2} + \frac{3\nu R T_2}{2} = \frac{3\nu R T}{2} + \frac{3\nu R T}{2} = 3\nu R T$

$\frac{3T_1}{2} + \frac{3T_2}{2} = 3T$

$3T_1 + 3T_2 = 6T$

$T_1 + T_2 = 2T$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{320 + 400}{2} = \frac{720}{2} = 360 \text{ K}$

конденсатор  
 $I = I_m \cos \omega t$   
 $U = U_m \sin \omega t$

$T = 2\pi \sqrt{LC}$   
 $\epsilon = \epsilon \sin_2 + U_k + \epsilon \sin_1$

~~$I = I_m$~~   
 ~~$U = U_m$~~

нагрузка  
 $I = I_0 \sin \omega t$   
 $U = U_0 \cos \omega t$

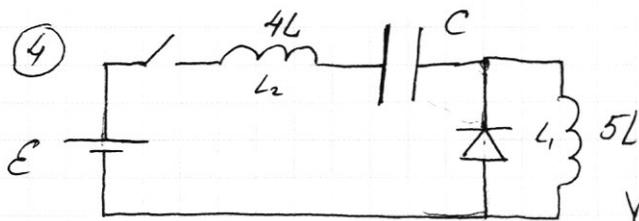
$p = \text{const}$

$Q_{\text{вн}} = p \Delta V + \frac{3\nu R \Delta T}{2} = \frac{5}{2} p \Delta V = \frac{5\nu R \Delta T}{2} = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} R \cdot (360 - 320) =$

$= \frac{3}{2} R \cdot 40 = 60R = 498,6 \text{ Дж}$

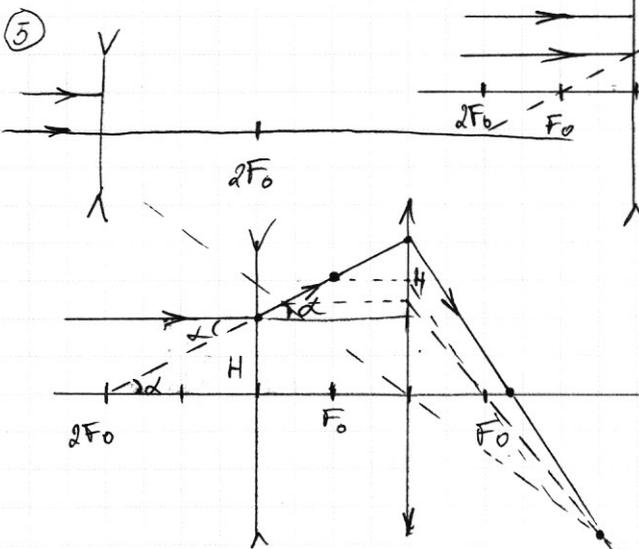
$\frac{110}{16} = \frac{\nu}{2F_0}$

$\frac{180}{4} = \frac{90}{2} = 450$



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

$p = \nu (t_1 - t_0)$



$D_1 = -\frac{1}{2F_0}$

$D_2 = \frac{1}{F_0}$

$16I = \frac{I_0}{16}$

$I = 2R \quad P_0 = \frac{I_0}{d}$

$I_0 = d P_0$

$\frac{110}{16} = d P!$

$P' = \frac{110}{16d} = \frac{7}{16} P_0$

$p = F \nu$

$P = D \nu$

~~$P_1 \neq P_2$~~

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E = 2E \sin \omega t + U_k$$

$$E = E_1 + U + E_2$$

$$E = \frac{5LI}{t} + U + \frac{4LI}{t}$$

$$\frac{5LI}{t} + \frac{4LI}{t}$$

$$\frac{9LI}{t}$$

$$t = \frac{T}{4} = \pi \sqrt{LC}$$

$$E = \frac{9LI}{\pi \sqrt{LC}} + U = \frac{9LI}{\pi \sqrt{LC}} + U$$

$$2CU E = \frac{CU^2}{2} + \frac{9LI^2}{2}$$

$$U = E - \frac{9LI}{\pi \sqrt{LC}} = E - \frac{9I \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}}$$

$$2CE \left( E - \frac{9I \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}} \right) = C \left( E - \frac{9I \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}} \right)^2 + 9LI^2$$

$$2CE^2 - \frac{18CEI \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}} = C \left( E^2 - \frac{18EI \sqrt{L}}{\pi \sqrt{C}} + \frac{81I^2 L}{\pi^2 C} \right) + 9LI^2$$

$$9LI^2 + \frac{81I^2 L}{\pi^2 C} = CE^2$$

$$9LI^2 \left( \frac{\pi^2 + 9}{C \pi^2} \right) = CE^2$$

$$\frac{CE \pi}{3} = \frac{1}{\sqrt{9L + \pi^2 LC}}$$

$$I^2 = \frac{CE^2}{9L(\pi^2 + 9)}$$

$$(3L + \pi \sqrt{LC})^2 - 2 \cdot 3L \pi \sqrt{LC}$$

$$(3L + \pi \sqrt{LC})^2 = 9L \sqrt{LC}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)