

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

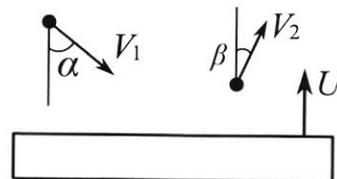
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарем)

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 α ($\sin \alpha = \frac{2}{3}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{3}{5}$) с вертикалью.

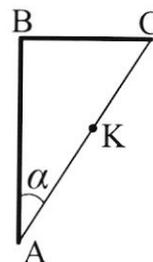


- 1) Найти скорость V_2 .
 - 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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?

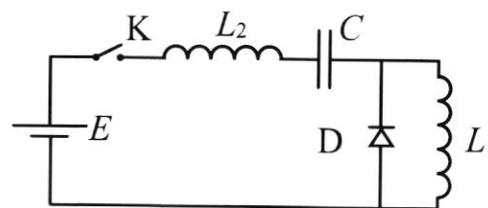
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

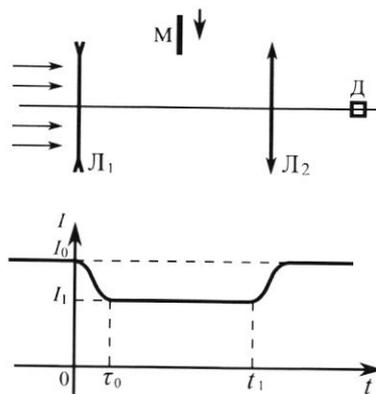
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

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 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 , τ_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

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

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

$$v_1 = 18 \frac{м}{с}$$

Решение:

1)

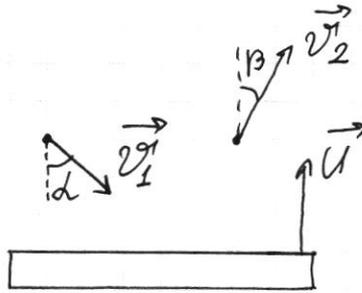


Рис.1

2) Перейдём в систему отсчёта, связанную с массивной плитой

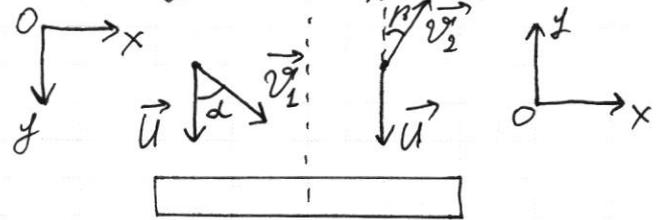


Рис.2

v_2 - ?

U - ?

3) Из рис.2. и

закона сохранения импульса

при центральном

ударе:

$$mU + m\vec{v}_1 = m\vec{v}_2 + mU$$

На Ox :

$$(*) m v_1 \sin(\alpha) = m v_2 \cdot \sin(\beta)$$

На Oy :

$$(**) mU + m v_1 \cos(\alpha) = m v_2 \cos(\beta) - mU$$

$$4) U_2 \quad (*) \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin(\alpha)}{\sin(\beta)}$$

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

$$5) v_3^{**} \Rightarrow 2U \cdot m = m v_2 \cdot \cos(\beta) - m v_1 \cos(\alpha)$$

↓

$$U = \frac{v_2 \cos(\beta) - v_1 \cos(\alpha)}{2}$$

$$v_3^{(4)} \Rightarrow U = \frac{1}{2} \left(\frac{\cos(\beta) \cdot v_1 \cdot \sin(\alpha)}{\sin(\beta)} - v_1 \cos(\alpha) \right) =$$

$$= \frac{v_1}{2} \left(\frac{\sqrt{1 - \sin^2(\beta)} \cdot \sin(\alpha)}{\sin(\beta)} - \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} \right)$$

$$U = \frac{18 \frac{m}{c}}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{1 - \frac{9}{25}} \cdot \frac{2}{3}}{3/5} - \sqrt{1 - \frac{9}{9}} \right) =$$

$$= 9 \frac{m}{c} \left(\frac{5 \cdot 2 \cdot \frac{4}{5}}{9} - \frac{\sqrt{5}}{3} \right) = (8 - 3\sqrt{5}) \frac{m}{c}$$

Ответ: 1) $v_2 = 20 \frac{m}{c}$

2) $U = (8 - 3\sqrt{5}) \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

$$D = \frac{3}{5} \text{ мкмоль}$$

$$T_1 = 320 \text{ К}$$

$$T_2 = 400 \text{ К}$$

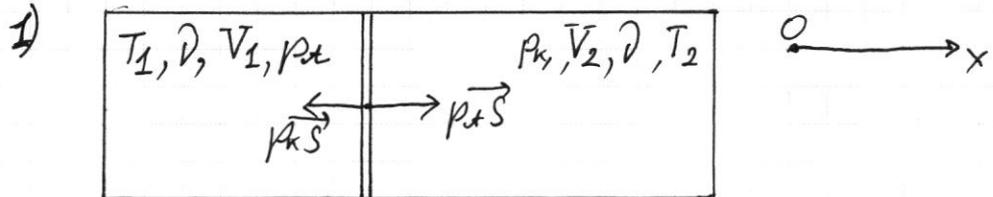
$$\kappa = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

1) $\frac{V_2}{V_1} - ?$

2) $T - ?$

3) $Q_{\text{кат}} - ?$

Решение:



, где S - площадь поршня

p_A и p_K - начальные значения давлений аргона и криптона соответственно

V_1 и V_2 - начальные объёмы аргона и криптона соответственно

2) По II-ому закону Ньютона:

$$0 = p_K S - p_A S \Rightarrow \text{на } O_x: p_K S = p_A S$$

$$p_K = p_A = p_0 (*)$$

3) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$p_K V_2 = \nu R T_2 = p_0 V_2 \xrightarrow{(**)} p_0 V_1 = p_A V_1 = \nu R T_1$$

$$p_0 = \frac{\nu R T_2}{V_2} (**)$$

$$p_0 = \frac{\nu R T_1}{V_1} (***)$$

4) Приравнявая (**) и (***) \Rightarrow

$$= \frac{5}{4} = 1,25$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{V_1} \Rightarrow V_2 / V_1 = T_2 / T_1 = \frac{400}{320} = 1,25$$

5) Пусть $2V$ - объем сосуда $\Rightarrow 2V = V_1 + V_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{из (4)} \Rightarrow 2V = V_1 + V_1 \frac{T_2}{T_1} = V_1 \cdot \frac{T_1 + T_2}{T_1}$$

$$\Downarrow$$

$$V = V_1 \frac{T_1 + T_2}{2T_1} \text{ (***)}$$

6) По ур-ню Менделеева-Клайперона для конечного, равновесного состояния $\Rightarrow T$ -температура двух газов

$$p_A' V_1' = \nu R T$$

$$p_K' V_2' = \nu R T$$

p_A' и p_K' - давления аргона и криптона соответственно

V_1' и V_2' - объемы аргона и криптона соответственно

По II-ому закону Ньютона из (2) \Rightarrow давления аргона и криптона всегда равны

$$\Downarrow$$

Пусть $p_A' = p_K' = p \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p V_1' = \nu R T \\ p V_2' = \nu R T \end{array} \right\} \Rightarrow V_1' = V_2' = V$

7) Из (6) и (***) $\Rightarrow p \cdot V_1 \frac{T_1 + T_2}{2T_1} = \nu R T$

8) Т.к. газам будет совершена одинаковая по модулю работа (т.к. давления всегда равны и ΔV -одинаковые (изм. объема) \Rightarrow и т.к. ν -одинаковое $\Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{320\text{K} + 400\text{K}}{2} = \frac{720\text{K}}{2} = 360\text{K}$

$$p_0 = p \Rightarrow \text{постоянное давление (т.к. } p_0 V = \nu R (T_1 + T_2) \Rightarrow p V = \nu R \frac{T_1 + T_2}{2})$$

9) По первому началу термодинамики для криптона: $Q = \underbrace{\frac{1}{2} \nu R (T - T_2)}_{\text{степень свободы для одного газа} = 3} + A_2 = \frac{3}{2} \nu R (T - T_2) + p_0 (V - V_2) =$

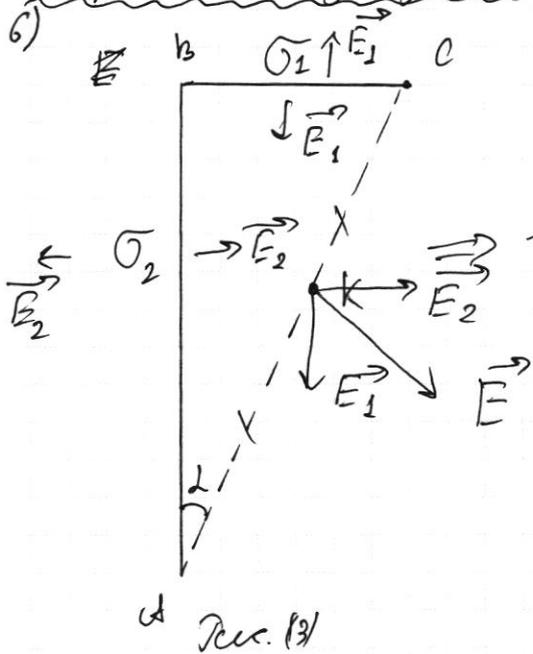
$$= \frac{3}{2} \nu R (T - T_2) + \nu R T - \nu R T_2 = \frac{5}{2} \frac{\nu R T}{\nu R T} - \frac{5}{2} \nu R T_2 = \frac{5}{2} \nu R (T - T_2) = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{8} \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$3) \text{ Из рис (1) и (1) } \Rightarrow E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$4) \text{ Из рис (2) и (1) } \Rightarrow E_2 = \sqrt{E_1^2 + E_1^2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{2}$$

$$5) \frac{E_2}{E_1} = \frac{\sigma \sqrt{2} \cdot 2\epsilon_0}{2\epsilon_0 \sigma} = \sqrt{2} \approx 1,4$$

Второй подсчет:



$$\text{Из (1)} \Rightarrow E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{2\sigma}{7 \cdot 2\epsilon_0}$$

т.к. \vec{E}_2 и \vec{E}_1 - взаимно \perp

$$\Rightarrow E = \sqrt{E_2^2 + E_1^2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{1 + \frac{4}{49}} =$$

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

Ответ: I) $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2} \approx 1,4$

II) $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{\sqrt{53}}{7}$

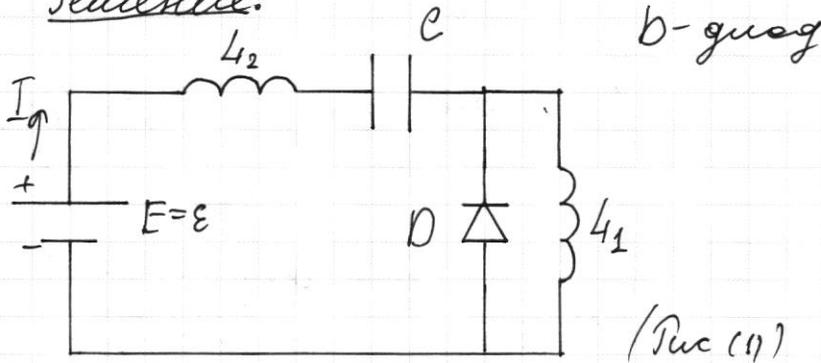
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Дано:

$E = \varepsilon$
 $L_1 = 5L$
 $L_2 = 4L$
 C

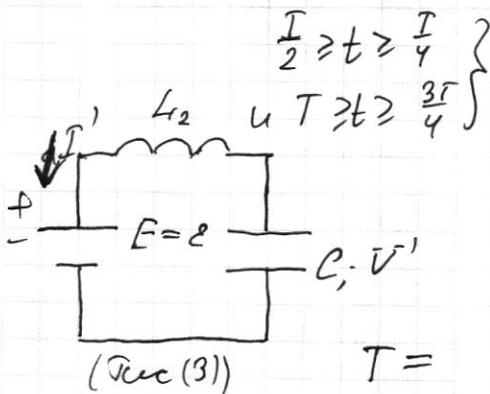
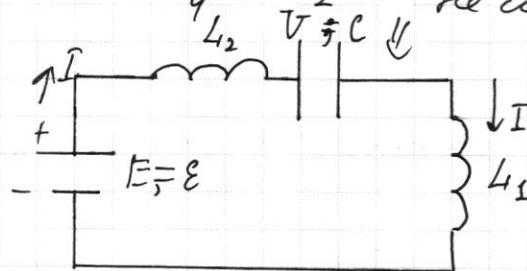
Решение:



I) T-?
II) I_{01} -?
III) I_{02} -?

1) тк. диод пропускает электрический ток только в одном направлении \Rightarrow

\Rightarrow при (t -времени) $\frac{T}{4} \geq t \geq 0$ - ток через диод и $\frac{3T}{4} \geq t \geq \frac{T}{2}$ - диод не идёт



ток через диод идёт, а тк. он идеальнейший $\Rightarrow R_D = 0 \Rightarrow$ по II-ому закону Кирхгофа: $E_{L_1} = 0 (= I \cdot R_D = 0)$

\Downarrow
 $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$ - суммируем периоды

2) Первый полуцикл $T_{1/2}$: по закону Ома для полной цепи и II-ому закону Кирхгофа: (Рис. (2))

$$\mathcal{E} = |\mathcal{E}_i| + \mathcal{V}, \text{ где } \mathcal{V} = \frac{q}{c}$$

$$\mathcal{E}_i = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -\frac{L_1 dI}{dt} - \frac{L_2 dI}{dt}$$

⇓

$$\mathcal{E} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} + \frac{q}{c} = (L_1 + L_2) \ddot{q} + \frac{q}{c}$$

⇓

т.к. конденсатор при $q \Rightarrow \omega_0^2 = \left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2 \Rightarrow$

⇓

$$\frac{\mathcal{E}}{L_1 + L_2} = \ddot{q} + q \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{(L_1 + L_2)C}\right)}_{\omega_0^2}$$

→

$$2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C} = T_1 \Leftrightarrow \frac{1}{(L_1 + L_2)C} = \left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2$$

⇓

$$\frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}$$

3) Аналогично (2), только для $\frac{T_2}{2}$ при рис (3):

$$\mathcal{E} = |\mathcal{E}_i| + \mathcal{V}, \text{ где } \mathcal{V}' = \frac{q}{c}, \text{ т.к. за это время заряд конденс. не меняется.}$$

$$\mathcal{V}' = \frac{q}{c}$$

⇓

$$\mathcal{E}_i = -L_2 \frac{dI}{dt} = -L_2 \ddot{q}$$

$$\mathcal{E} = L_2 \ddot{q} + \frac{q}{c} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{L_2} = \ddot{q} + \frac{q}{L_2 C}$$

$$\omega_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} \Rightarrow \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{L_2 C}$$

$$4) T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{C} (\sqrt{L_1 + L_2} + \sqrt{L_2}) = \pi\sqrt{C} \cdot \left(\frac{\sqrt{9L_1}}{3\sqrt{4}} + \frac{\sqrt{4L_1}}{2\sqrt{4}}\right) = \pi\sqrt{4C} \cdot 5$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) По закону сохранения энергии:

$$W_{\text{max}} = \frac{C U_{\text{max}}^2}{2} = \frac{(L_1 + L_2) I_0^2}{2} = \frac{4_2 I_{02}^2}{2} = \frac{(4_1 + 4_2) I_{01}^2}{2}$$

$$U_{\text{max}} = U = \frac{q}{C}$$

$$W_{\text{max}} = Eq$$

$$Eq = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow 2C\varepsilon = q$$

$$\frac{4C\varepsilon^2}{2} = \frac{(4_1 + 4_2) I_{01}^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{4C\varepsilon^2}{4_1 + 4_2}} = I_{01}$$

$$\frac{2\varepsilon\sqrt{C}}{3\sqrt{4}} = I_{01} = \frac{2}{3}\varepsilon\sqrt{\frac{C}{4}}$$

$$\frac{4C\varepsilon^2}{2} = \frac{4_2 I_{02}^2}{2}$$

$$\frac{C4\varepsilon^2}{4_2} = I_{02}^2 \Rightarrow I_{02} = \frac{2\varepsilon\sqrt{C}}{\sqrt{4_2}} = \frac{2\varepsilon\sqrt{C}}{2\sqrt{4}} = \frac{\varepsilon\sqrt{C}}{\sqrt{4}} =$$

$$= \varepsilon\sqrt{\frac{C}{4}}$$

Ответ: I) $T = 5\pi\sqrt{4C}$

II) $I_{01} = \frac{2}{3}\varepsilon\sqrt{\frac{C}{4}}$

III) $I_{02} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{4}}$

Дано:

$$F_0, D, \tau_0$$

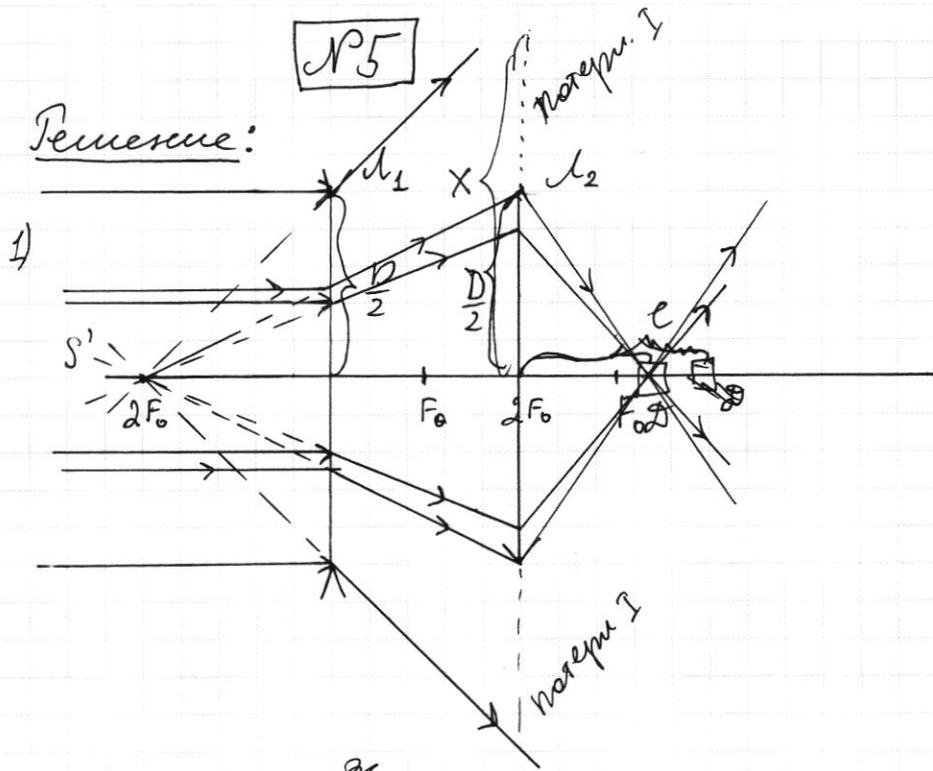
$$I_1 = \frac{7I_0}{16}$$

I) τ_1 - ?

II) τ_2 - ?

III) t_1 - ?

Решение:



При прохождении пучка света, параллельно оптической оси создается мнимый источник света S' , на расстоянии $2F_0$ от L_1 и $4F_0$ от L_2 . ~~Данный~~

Свет от данного источника фокусируется линзой L_2 : Из формулы

тонкой линзы:

$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{e} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow -\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{F_0} = \frac{1}{e} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(4-1)}{4F_0} = \frac{1}{e} \Rightarrow \boxed{\frac{4F_0}{3} = e}$$

2) потери светового потока $\neq S_{потери}$

↓
 такие же характерные потери
 вносит линза

↓
 Из графа $I(t) \Rightarrow$ время $t = t_1 - t_0$ - время,
 когда линза полностью находится
 в области, свет в которой полностью падает
 на $L_2 \Rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow \text{и т.к. } I = \frac{W - \text{энергия}}{S \cdot \text{время}} \Rightarrow I = \frac{N}{S}$$

интенсивность излучения

3) Пусть N - мощность светового потока, который проходит через линзу L_1 и полностью попадает на линзу $L_2 \Rightarrow$

$$I_0 = I = \frac{N}{S_1}, \quad S_1 = \pi \frac{D_1^2}{4} - \text{когда линза не вошла в область}$$

$$I_1 = \frac{N}{S_1 \cdot S_0}, \quad S_0 = \text{площадь мишени}$$

 $t=0$ и $t \geq t_1 + \tau_0$

 D_1 - диаметр пучка на F_0 от L_1 и L_2

$$S_0 = \pi r^2, \quad r - \text{радиус мишени}$$

$$I_1 = \frac{N}{\pi \left(\frac{D_1^2}{4} - r^2 \right)} \quad I_0 = \frac{N}{\pi \left(\frac{D_1^2}{4} \right)}$$

 т.к. $I_1 = \frac{I_0}{16}$

$$\frac{N}{\pi \left(\frac{D_1^2}{4} - r^2 \right)} = \frac{N}{\pi \frac{D_1^2}{4} \cdot 16}$$

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

$$= \frac{D_1^2 - 16 D_2^2}{4}$$

$$I_1 = \frac{N}{\pi \left(\frac{D_1^2}{4} \right)} - \frac{N}{\pi r^2} \quad I_0 = \frac{N}{\pi \left(\frac{D_1}{2} \right)^2}$$

$$\text{Из } I_1 = \frac{I_0}{16}$$

$$\frac{N}{\pi} \left(\frac{4}{D_1^2} - \frac{1}{r^2} \right) = \frac{4N}{\pi \frac{D_1^2}{4}}$$

$$4 \left(\frac{4r^2 - D_1^2}{D_1^2 \cdot r^2} \right) = \frac{4}{r^2}$$

$$16r^2 - 4D_1^2 = 4r^2$$

$$9r^2 = 4D_1^2 \Rightarrow r = \frac{2}{3} D_1$$

$$\text{Из подобия: } \frac{D_1}{b} = \frac{8R_0}{4R_0} \Rightarrow D_1 = \frac{3}{4} b$$

$$r = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot b = \frac{b}{2}$$

4) П.р. зрения от 0 до τ_0 . Мишень выходит в область $\Rightarrow 2r = v \cdot \tau_0 \Rightarrow v = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{b}{\tau_0}$

5) Пк. мишень входит в область от τ_0 до t_1 полностью в область $\Rightarrow D_1 - 2r = v \cdot (t_1 - \tau_0) = \frac{3}{4}b - b$

$$\tau_0 - \frac{\frac{1}{4}b}{v} = t_1 - \tau_0 \Rightarrow \tau_0 - \frac{\tau_0 b}{4b} = t_1 - \tau_0 =$$

$$= t_1 = \underline{\underline{\tau_0 \cdot \frac{3}{4}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: I) $l = \frac{4}{3} F_0$ - расстояние от L_2 до детектора

II) $v^* = \frac{v}{\tau_0}$

III) $E_1 = \frac{3}{4} E_0$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

$$1) \mathcal{E} = |\mathcal{E}_i| + \bar{U}$$

$$2) \mathcal{E} = |\mathcal{E}_i'| + \bar{U}_2'$$

↓

$$(L_2 + L_1) \frac{dI}{dt}$$

$$U = \frac{q}{c}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{2}$$

$$\mathcal{E} = \dot{q} (L_2 + L_1) + \frac{q}{c}$$

$$\mathcal{E} = \dot{q} (L_2) + \frac{q}{c}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{L_2 C} \quad \left. \vphantom{\omega_0^2} \right\} \frac{1}{2}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{(L_2 + L_1) C}$$

$$q \mathcal{E} = \frac{C U^2}{2}$$

$$2C \cdot \mathcal{E} = q \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{N}{\pi \frac{D_1^2}{4}} - \frac{N}{\pi r^2} \quad \omega 5$$

$$\frac{N}{\pi} \left(\frac{4}{D_1^2} - \frac{1}{r^2} \right) = \frac{7N}{\pi \frac{D_1^2}{4} \cdot 6^4}$$

$$\frac{4r^2 - D_1^2}{D_1^2 \cdot r^2} = \frac{7}{4D_1^2}$$

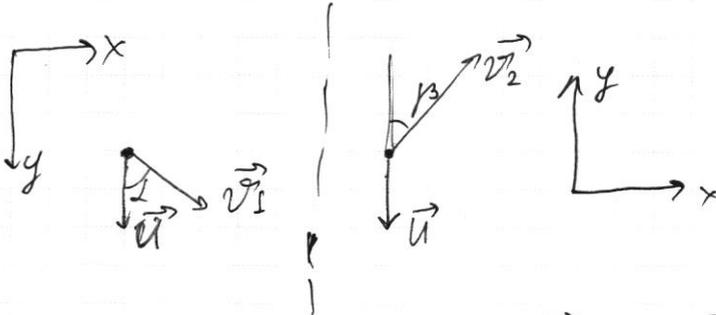
$$4r^2 - D_1^2 = 7r^2$$

$$9r^2 = 4D_1^2$$

$$3r = 2D_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



по 3 с.з.: $m\vec{u} + m\vec{v}_1 = m\vec{v}_2 + m\vec{u}$

ка Oy:
 $mu + mv_1 \cos(\alpha) = mv_2 \cdot \cos(\beta) - mu$

ка Ox:

$mv_1 \sin(\alpha) = mv_2 \sin(\beta)$
↓

$u + v_1 \cos(\alpha) = v_2 \cos(\beta) - u$
↙

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

↓
 $v_2 = \frac{v_1 \sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{18 \cdot \frac{2}{3} \cdot 5}{3} =$

$= \frac{5 \cdot 2 \cdot 18^2}{3} = 20 \frac{m}{e}$

N2

$$p_A = p_B = p_0$$

$$\begin{aligned} p_0 \bar{V}_1 &= \nu R T_1 \\ p_0 \bar{V}_2 &= \nu R T_2 \end{aligned} \Rightarrow$$

$$p_0 \bar{V} = \nu R \bar{T}$$

$$p_0 \bar{V}_1 = \nu R T_1$$

$$\bar{V}_2 + \bar{V}_1 = 2\bar{V}$$

$$\left| \frac{3}{2} \nu R (\bar{T} - T_1) + A_2 \right| = \left| \frac{3}{2} \nu R (\bar{T} - T_2) + A_2 \right|$$

$$\frac{\bar{V}_1}{\bar{V}_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\bar{V}_1 = \bar{V}_2 \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$$

$$\frac{3}{2} \nu R (\bar{T} - T_2) + p_0 (\bar{V} - \bar{V}_2)$$

$$\bar{V}_2 = \bar{V}_1 \frac{T_2}{T_1}$$

~~#2~~

$$\bar{V}_1 \left(\frac{T_2}{T_1} + 1 \right) = 2\bar{V}$$

$$\bar{V}_1 = \frac{2\bar{V} T_1}{T_2 + T_1}$$

$$\frac{p_0}{p} = \frac{(T_1 + T_2)}{2 T_1}$$

$$p_0 \frac{2\bar{V} T_1}{T_2 + T_1} = \nu R \bar{T}$$

$$p_0 \bar{V} = \frac{\nu R}{2} (T_2 + T_1)$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 2,31 \\ \hline 23,1 \\ 46,2 \\ \hline 49,86 \end{array}$$