

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

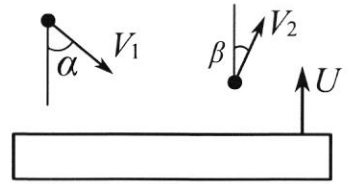
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью  $U$  вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость  $V_1 = 12$  м/с, направленную под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = \frac{1}{2}$ ) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью  $V_2$ , составляющей угол  $\beta$  ( $\sin \beta = \frac{1}{3}$ ) с вертикалью.

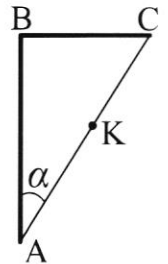


- 1) Найти скорость  $V_2$ .
  - 2) Найти возможные значения скорости плиты  $U$  при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве  $\nu = 6/7$  моль. Начальная температура водорода  $T_1 = 350$  К, а азота  $T_2 = 550$  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).

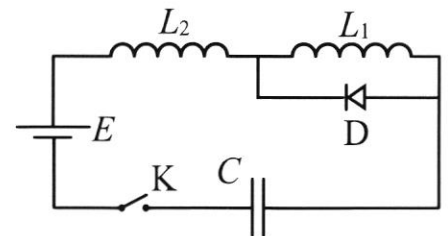
- 1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

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.



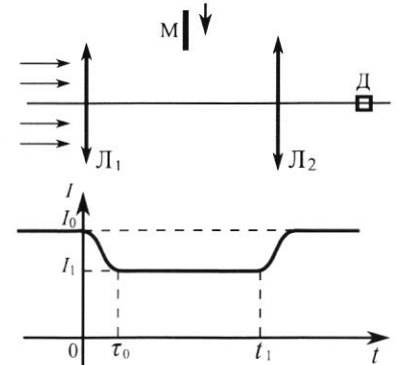
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол  $\alpha = \pi/4$ . Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma_1 = 3\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ , соответственно. Угол  $\alpha = \pi/5$ . 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  $L_1 = 4L$ ,  $L_2 = 3L$ , конденсатора емкостью  $C$ , диода D (см. рис.). Ключ  $K$  разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в  $L_1$ .



- 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  $L_2$ .

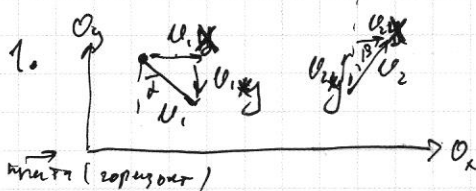
5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз  $L_1$  и  $L_2$  (см. рис.) с фокусными расстояниями  $3F_0$  и  $F_0$ , соответственно. Расстояние между линзами  $2F_0$ . Диаметры линз одинаковы и равны  $D$ , причем  $D$  значительно меньше  $F_0$ . На линзу  $L_1$  падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе 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  $F_0$  от  $L_1$ . На рисунке показана зависимость тока  $I$  фотодетектора от времени  $t$  (секундомер включен в момент начала уменьшения тока).  $I_1 = 5I_0/9$ .



- 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) ~~Формулы~~ (оставляем только скорости шарика параллельные оси X) относительно критки (~~горизонтальной~~ ~~критки~~) не поменялись, т.е. критка движется перпендикулярно ей <sup>(вдоль оси y)</sup> и сила реакции опоры при ударе тоже ~~вдоль~~ перпендикулярна ей (направлена вдоль оси y) (ось x параллельна

или т.е. ось y - направление движения и направлена вертикально вверх)

$$\vec{U}_1 = \vec{U}_{1x} + \vec{U}_{1y} \quad U_{1x} \parallel O_x, \quad U_{1y} \parallel O_y$$

$$\vec{U}_2 = \vec{U}_{2x} + \vec{U}_{2y} \quad U_{2x} \parallel O_x, \quad U_{2y} \parallel O_y$$

$$U_{1x} = U_1 \cdot \sin \alpha = U_{2x} = U_2 \sin \beta \Rightarrow U_2 = U_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = U_1 \cdot \frac{1}{\frac{1}{3}} = U_1 \cdot \frac{3}{2} = \boxed{18 \text{ м/с}}$$

2) Тогда  $U_{1y} = U_1 \cdot \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} U_1$

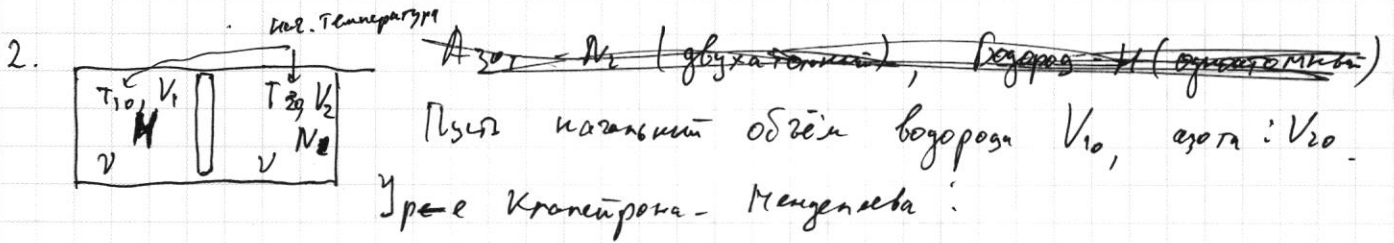
$$U_{2y} = U_2 \cos \beta = \frac{\sqrt{8}}{3} U_2 = \frac{\sqrt{8}}{2} U_1 \Rightarrow \text{часть энергии была передана}$$

от критки шару. При абсолютно упругом ударе скорость шара относительно критки <sup>вдоль оси y</sup> ~~заменила~~ ~~два~~ ~~знака~~:  $U_{2y} = +U_{1y} + 2U$ . При абсолютно неупругом ударе скорость шара вдоль оси y стала бы равной скорости критки, т.е.  $U_{2y} = U$ . Значит, возможные значения

где  $U > 0$   $U = \frac{U_{2y} - U_{1y}}{2}$  ~~то~~  $U = U_{2y}$   $\Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \frac{U_{2y} - U_{1y}}{2} \leq U \leq U_{2y} \Leftrightarrow \left[ \frac{U_1}{4} (\sqrt{8} - \sqrt{3}) \leq U \leq \frac{\sqrt{8}}{2} U_1 \right] \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \boxed{3,3 \text{ м/с} \leq U \leq 16,3 \text{ м/с}}$$



$$1) \begin{cases} P_1 V_{10} = \nu R T_{10} \\ P_2 V_{20} = \nu R T_{20} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_{10}}{T_{20}} = \frac{350}{550} = \boxed{\frac{7}{11}} \approx 0,64$$

$P_1 = P_2$  т.к. поршень в равновесии  $\Rightarrow$  Сумма сил равна 0

2) т.к. сосуда термостатированы, то  $\Delta Q = 0$  где сосуда.

$$dQ = P_1 dV_1 + C_p dT_1 + P_2 dV_2 - C_p dT_2, \quad dV_1 = -dV_2 \text{ т.к.}$$

объём взаимосвязаны,  $P_1 = P_2$  т.к. поршень находится в равновесии  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow dQ = C_p dT_1 + C_p dT_2 = 0 \Leftrightarrow dT_1 = -dT_2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \Delta T_1 = -\Delta T_2 \Leftrightarrow (T_1 - T_u) = -(T_2 - T_u) \Leftrightarrow T_1 - T_u = T_u - T_2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T_u = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{300\text{K}}{2} = \boxed{150\text{K}}$$

3)  $dQ'$  - тепло, получаемое от азота водородом

$$-dQ' = P_2 dV_2 + \frac{1}{2} \nu R dT_2, \quad \frac{1}{2} R = C_V$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

~~Плещи~~  $V$ -образный объём сосуда. ~~т.к.~~  $dT_1 + dT_2 = 0$  и

$$\underline{P dV_1 + P dV_2 = 0 \Rightarrow dV_1 + dV_2 = 0 \Rightarrow dV_1 = -dV_2}$$

Вспомогательная (1) верна всегда потому равенства давлений  $P_1$  и  $P_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow \frac{V - V_2}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow V_2 = \frac{V T_2}{T_1 + T_2} \text{ т.к. } dT_1 + dT_2 = 0, \text{ то}$$

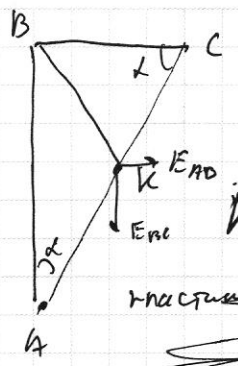
$$T_1 + T_2 = \text{const} = \text{какое-то значение} \Rightarrow dV_2 = \frac{V}{T_1 + T_2} dT_2$$

$$dQ' = -\nu C_V dT_2 - \frac{\nu R T_2}{V_2} dV_2 = -C_V \nu dT_2 - \frac{\nu R T_2}{V_2} \left( \frac{V}{T_1 + T_2} \right) \cdot \frac{V T_2}{(T_1 + T_2)^2} dT_2 =$$

$$= -C_V \nu dT_2 - \nu R dT_2 = -\nu dT_2 (C_V + R) \Rightarrow dQ = \nu (T_2 - T_u) (C_V + R) =$$

$$= \boxed{2493 \text{ Дж}}$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. 1) 

$\frac{\pi}{4} = 45^\circ \Rightarrow \text{т.к. } \angle ABC = 90^\circ, \text{ то } \angle BCA = \frac{\pi}{4} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow BK = CK = AK.$

~~Напряжённости электрического поля бесконечно тонкой пластины равна  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ , где  $\sigma$  - поверхностная плотность заряда пластины и направлена перпендикулярно ей.~~

~~Напряжённости  $E_{BK}$  поле K складывается из двух составляющих: от пластины BC и от пластины AB. При этом, т.к.  $AK \perp BC$ , то  $E_K^2 = E_{AB}^2 + E_{BC}^2 = \left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2 \cdot 2 \Rightarrow E_K = \sqrt{2} E_{BC} \Rightarrow$~~

~~$E_{AK} = E_{BK} = \sqrt{2} E_{BC}$~~

Пластины AB и BC бесконечно тонкие вдоль оси, перпендикулярной плоскости рисунка. Т.к.  $\angle BAC = \angle BCA = 45^\circ$ , то  $\triangle ABC$  - равнобедренный. т.к. K - центр AC, то K лежит на середине AB и BC (в силу прямоугольного треугольника).

Рассмотрим K и пластину BC. Рисунком симметричен относительно ~~плоскости, перпендикулярной пластине и проходящей через центр K BC~~  $\Rightarrow$  составляющая поле, параллельная BC или перпендикулярной BC и проходящей через центр BC  $\Rightarrow$  составляющие поле пластины, параллельные BC и перпендикулярные плоскости рисунка в силу симметрии равны 0.  $\Rightarrow$  поле  $E_{BK}$  от BC направлено вдоль вертикальной оси. Аналогично, поле  $E_{AK}$  от AB - будет горизонтальным. т.к.  $AK \perp BC$ , и поверхности пластин заряда равны, то  $|E_{AK}| = |E_{BK}|$  (рисунки симметричны относительно

Диссепторный плоскости (угранично угла). При этом, т.к.  $E_{AB} \perp E_{BC}$ , то  $E_K = E_{AB}^2 + E_{BC}^2$ , где  $E_K$  - поле в К от обеих пластин  $\Rightarrow \frac{E_K}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

2) Поле бесконечного стержня, заряженного линейной плотностью  $\lambda$ :

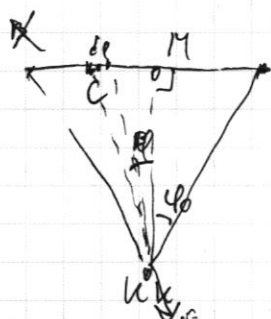


$$E \cdot 2\pi R \cdot l = \lambda \cdot l \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi R}$$

Поле пластины BC можно рассмотреть как поле от бесконечного



концентрации тонких стержней  $\alpha = \frac{\pi}{5}$  к по 1) на стороне  $BC$  и  $AB$  и поле от  $BC$  направлено  $E_{BC}$ , от  $AB$  - в 0 горизонтально  $\Rightarrow$  общее поле  $E_K = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2}$



Рассмотрим элемент плоскости прямоугольной пластины  $xy$  и точки  $K$  в плоскости, перпен.  $xy$  и содержащую центр  $xy$ . Пусть  $Mx = r_x$  Пусть  $CM$  и  $y = r_y \Rightarrow CM = r$

Рассмотрим элемент малой толщины  $dl$  на  $xy$  в точке  $CM = h$ .

Пусть угол  $\angle CMK = \varphi$ . Тогда пусть угол, под которым  $dl$  видна из  $K$

$$dE = \frac{G \cdot dl}{\epsilon_0 \pi h / \cos \varphi} = \frac{G \cdot dl \cos \varphi}{2\pi h} , \quad dl = \frac{G \cdot h / \cos \varphi \cdot d\varphi}{\cos \varphi} \Rightarrow$$

$\star$  и перпендикулярна составляющая поля:

$$dE_{\perp} = dE \cdot \cos \varphi = \frac{G \cdot dl \cos^2 \varphi}{2\pi h} = \frac{G \cdot h \cdot d\varphi \cdot \cos^2 \varphi}{\epsilon_0 \cos^2 \varphi \cdot 2\pi h} = \frac{G \cdot d\varphi}{2\pi \epsilon_0} \Rightarrow E_{\perp} = \frac{G \cdot \varphi}{\pi \epsilon_0} \quad \text{Значит:}$$

$$E_{BC} = \frac{G_1 \cdot \pi}{5 \cdot \pi \epsilon_0} = \frac{3G}{5\epsilon_0}$$

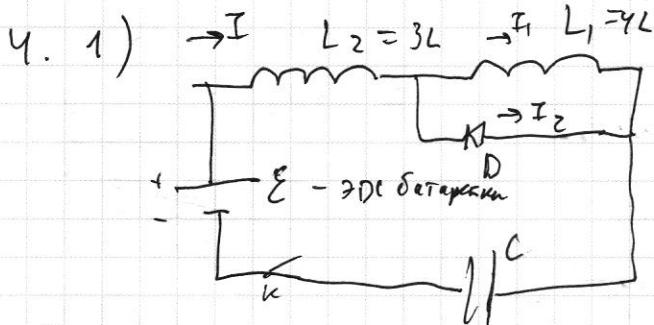
$$E_{AB} = \frac{G_2 \cdot 3\pi}{10 \pi \epsilon_0} = \frac{3G}{10\epsilon_0}$$

$$= \sqrt{\frac{9G^2}{100\epsilon_0^2}} \approx 0,67 \frac{G}{\epsilon_0}$$

~~$$E_K = \sqrt{\frac{9G^2}{100\epsilon_0^2} + \frac{9G^2}{100\epsilon_0^2}} = \frac{3G}{10\epsilon_0} \sqrt{2}$$~~

$$\Rightarrow E_K = \frac{3G}{\epsilon_0} \sqrt{\frac{1}{15} + \frac{1}{100}} =$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Т.к. диод идеален, то пропускает ток только в одну сторону (налево), и при пропускании имеет нулевое сопротивление. ~~Направление тока~~ Как на рисунке

После замыкания катушки ток течёт по часовой стрелке ⇒ через диод не проходит. Пусть ток  $I = \frac{dq}{dt}$ , где  $q$  - заряд

конденсатора. Тогда:  $L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} + \frac{q}{C} = \varepsilon$  — это

верно и при открытом диоде по правилу Кирхгофа.

При открытом диоде  $L_1 \dot{I}_1 = 0$  т.к. на диоде нет падения

напряжения:  $I = I_1 + I_2$ ,  $I_2 < 0$  при открытом и  $I_2 = 0$  при закрытом

$$L_1 \ddot{q} + L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C} = \varepsilon \Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} = \frac{\varepsilon}{L_1+L_2} \quad (*)$$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{72C} = \frac{\varepsilon}{72L} \quad \text{Решим вида } q = A \cos \omega t + B \sin \omega t + C$$

$$\omega^2 = \frac{1}{72LC} \quad \text{При } t=0: \quad q=0, \quad \dot{q}=0 \quad \text{т.к. нет ни заряда, ни тока}$$

$$\text{т.к. } \ddot{q} + \frac{q}{72C} = \frac{\varepsilon}{72L}, \quad \text{то } C = \varepsilon C$$

$$q(0) = A + \varepsilon C = 0 \Rightarrow A = -\varepsilon C$$

$$\dot{q}(0) = 0 = B \Rightarrow q = \varepsilon C (1 - \cos \omega t) \Rightarrow \dot{q} = \frac{\varepsilon C \sin \omega t}{\sqrt{72LC}}$$

Эта зависимость работает, пока  $\dot{q} > 0$ , т.е. пока диод закрыт ⇒

$$\Rightarrow T_1 = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{72LC} \quad \text{Затем ток начинает течь в обратном$$

направлении и диод открывается. В этот момент  $\dot{q} = 0$  и  $q = 2\varepsilon C$ ,

$$L_1 \dot{I}_1 = 0 \Rightarrow \text{напряжение т.к. в цепи момент } \dot{q} = 0, \text{ то } I_1 = 0 \text{ всегда}$$

и весь ток через диод ⇒ колебание  $L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C} = \varepsilon \Rightarrow$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{36C} = \frac{\varepsilon}{36L}, \quad q = A \cos \omega t + B \sin \omega t + \varepsilon C \quad \text{по аналогии } q(0) = 2\varepsilon C, \quad \dot{q}(0) = 0$$

$$d(0) = 2\epsilon c = A + \epsilon c \Rightarrow A = \epsilon c$$

$$\dot{q}(0) = 0 \Rightarrow B = 0 \Rightarrow q = \epsilon c (1 + \cos \omega_2 t), \quad \dot{q} = -\frac{\epsilon c \sin \omega_2 t}{\sqrt{3cL}}$$

Верно, пока  $\dot{q} < 0$ , т.е. пока  $\sin \omega_2 t > 0$  т.е. положительной координаты.

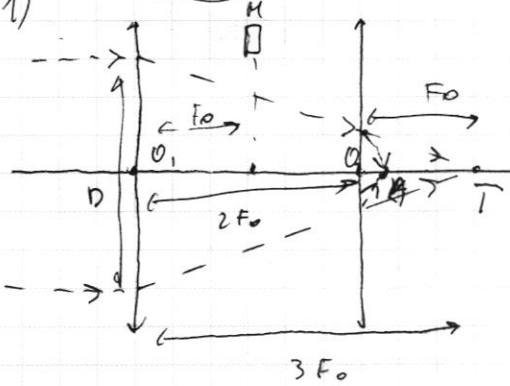
$$T_2 = \frac{\pi}{\omega_2} = \frac{\pi}{\sqrt{3cL}}. \text{ После этого } \dot{q} = 0, \quad q = \epsilon c (1 - 1) = 0 \text{ - начальное}$$

состояние  $\Rightarrow$  период колебаний  $T = T_1 + T_2 = \frac{\pi \sqrt{cL} (\sqrt{7} + \sqrt{3})}{\sqrt{3cL}} \approx 3,35 \pi \sqrt{cL}$

2) Тогда через  $L_1$  ~~туда~~:  $\dot{q} = \dot{q}_1 = \frac{\epsilon c \sin \omega_2 t}{\sqrt{7cL}} \Rightarrow \text{max } I_{M1} = \frac{\epsilon c}{\sqrt{7cL}} \approx 0,38 \epsilon \sqrt{\frac{c}{L}}$

3) Тогда через  $L_2$ :  $I_2 = \dot{q} = \frac{\epsilon c \sin \omega_2 t}{\sqrt{3cL}} \leq \frac{\epsilon c}{\sqrt{3cL}} \Rightarrow \text{max } I_{M2} = \frac{\epsilon c}{\sqrt{3cL}} \approx 0,58 \epsilon \sqrt{\frac{c}{L}}$

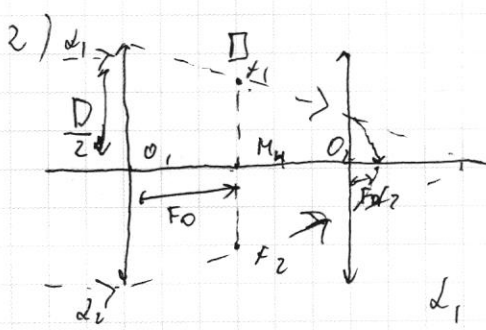
5. 1)



Пучок из второй линзы свет фокусируется в точке T. т.к. пучок параллельный, то  $O_1 T = 3F_0$ , где  $O_1$  - центр 1ой линзы,  $O_2$  - 2ой.

Тогда для второй линзы по формуле тонкой линзы:  $\frac{1}{|O_2 A|} + \frac{1}{2F_0 - 3F_0} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{|O_2 A|} = \frac{2}{F_0} \Rightarrow |O_2 A| = F_0/2 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  расстояние между  $M_2$  и фотодетектором равно  $\sqrt{\frac{F_0}{2}} \approx 0,5F_0$



Углом времени  $0_1$  то же  $0_2$  - то то, когда количество захваченного мишенью света постоянно. Пучки  $L_1$  и  $L_2$  - крайние пучки, проходящие через

$M_1$ . Пучки  $M_1$  - срезают  $O_1 O_2$  Пучки  $L_1$  - тогда направление плоскости  $\beta$ , перпенд.  $O_1 O_2$  и проходящей через  $M_1$ , с  $L_1$ ,  $L_2$  - с  $L_2$ . Тогда в силу симметрии  $M_1 x_1 = M_1 x_2$ . А так  $M_1 x_1 \perp M_1 x_2 \perp$  плоскости

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Линзы  $L_1$  ~~и~~, то  $M_1 x_1 = \frac{2}{3} D = M_2 x_2 = \frac{1}{3} D \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{2D}{3}$   
т.ч.  $0, M_1 = f_0, T = 3f_0, \dots$   
 Т.ч.  $M$  пересекет на расстоянии  $f_0$  от  $L_1$ , то значит пересекет в точке

$M_1$ . Площадь круга света, пересекающего  $\beta$ , равна:  
 $S = \pi \cdot \left(\frac{2D}{3}\right)^2 = \frac{4\pi D^2}{9}$ , при этом энергия, переносимая через  $\beta$  в равной толщине  $d\beta$  в круге света, одинакова (круг т.ч. имеет круглые). Мощность света пропорциональна площади  $S'$ , следовательно

интенсивности.  $\Rightarrow I \sim S' \Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \frac{S - S_M}{S} = 1 - \frac{S_M}{S}$ , где  $S_M$  - площадь мишени. равна  $S_M = \pi r^2$ , где  $r$  - радиус мишени (т.к. она круглая). Заметим, что  $D \ll f_0 \Rightarrow$  искривление можно не учитывать.

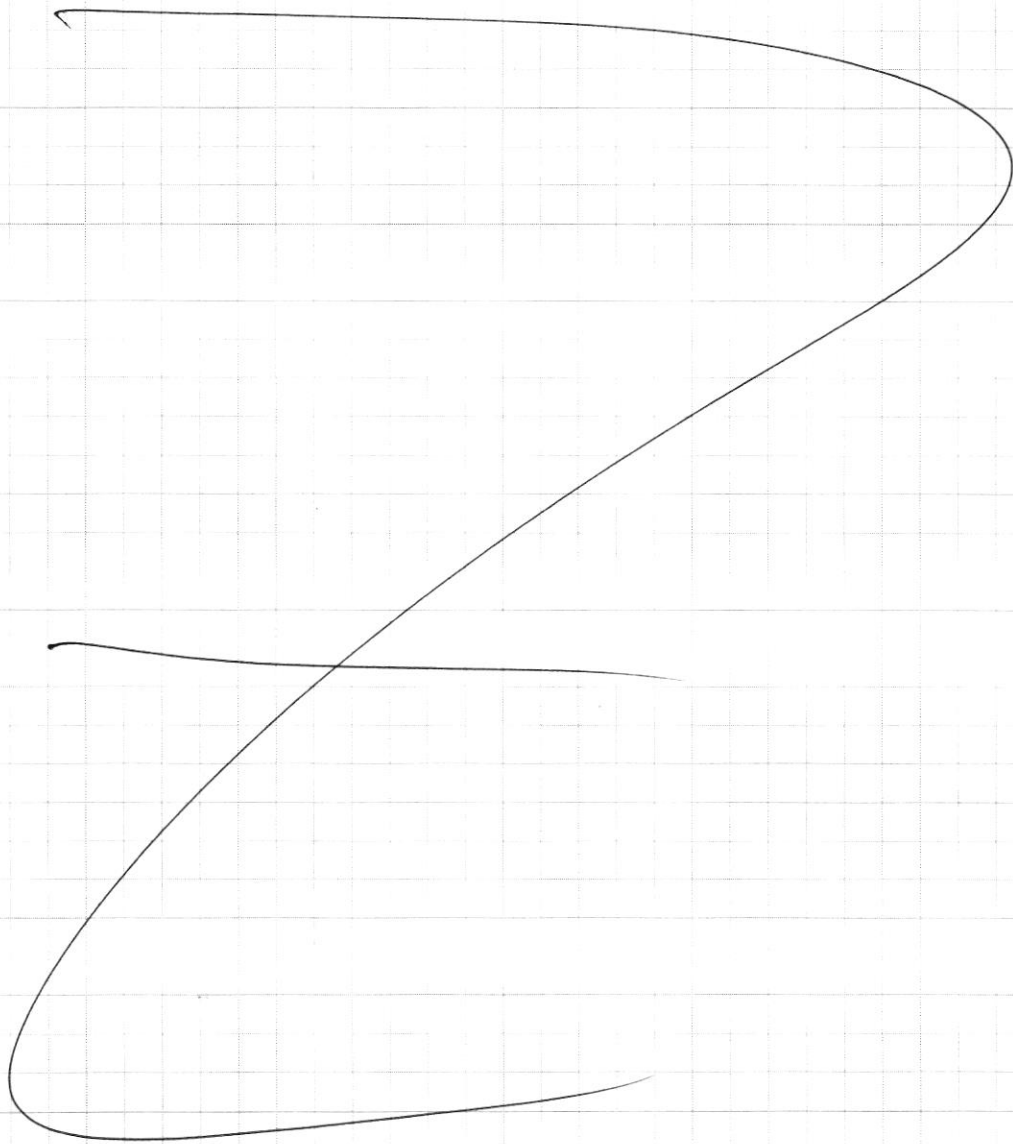
$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{S}{S} = 1 - \frac{\pi r^2}{\pi D^2/9} \Leftrightarrow \frac{9r^2}{D^2} = \frac{4}{9} \Leftrightarrow r^2 = \frac{4}{81} D^2 \Leftrightarrow r = \frac{2}{9} D$$

За время  $\tau_0$  мишень полностью входит в область света на  $\beta \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{проходит расстояние } 2r \Rightarrow v = \frac{2r}{\tau_0} = \sqrt{\frac{4D}{9\tau_0^2}} = 0,44 \frac{D}{\tau_0}$$

3) За время  $\tau_1$  проходит расстояние  $x_1 = \frac{2D}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{\frac{2D}{3}}{\frac{4D}{9\tau_0}} = \frac{\frac{2D}{3}}{\frac{4D}{9\tau_0}} = \frac{3}{2} \tau_0 = 1,5 \tau_0$



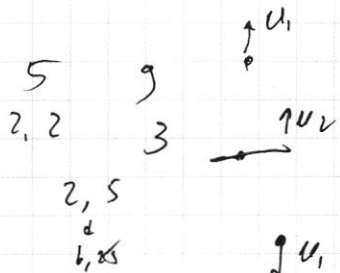


$$m_1 \bar{u}_1 + M \bar{u}_2 = m u_1 + M u_2 =$$

$$m_1 \bar{u}_1 + M \bar{u} = m \bar{u}_2 + M \bar{u}$$

$$m_1 u_1 + M u =$$

$$u = \bar{u}$$



$$u_2 - u_1 \rightarrow u_1 - u_2$$

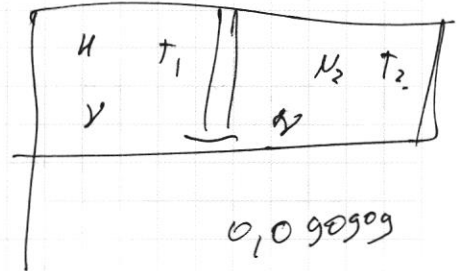
$$u = u_2 + u_2 - u_1$$

$$u_2 + u_1$$

$$u = u_2 - u_2 - u_1 = -u_1$$

$$u_2 - u_2 + u_1$$

$$3,35$$



$$\begin{array}{r} 1,7 \overline{11} \\ - 0 \overline{10} \\ \hline 1,0 \\ \overline{10} \\ \hline -1,00 \end{array}$$

$$N_2 \rightarrow 9,090909$$

$$\begin{array}{r} 100 \overline{11} \\ - 99 \overline{19} \\ \hline 1 \end{array}$$

$$1,7 +$$

$$\begin{array}{r} 2,7 \\ + 2,7 \\ \hline 5,4 \\ \hline 7,2 \end{array}$$

$$2,65 + 1,7$$

$$u = \frac{u_{2y} - u_{1y}}{2}$$

$$u = u_2$$

$$T_{1,2}$$

$$\frac{\sqrt{8} \cdot 18}{3} = \sqrt{8} \cdot 6 - \sqrt{3} \cdot 6 = \frac{6 \cdot (\sqrt{8} - \sqrt{3})}{2}$$

$$3$$

$$\frac{\sqrt{8}}{3} \cdot 18 = \sqrt{8} \cdot 6$$

$$2\sqrt{2} =$$

$$2 \cdot 1,41 = 2,8$$

$$\frac{100}{11}$$

$$\sqrt{2} \cdot 12$$

$$12\sqrt{2}$$

$$3 \cdot (2 \cdot 1,4 - 1,7) =$$

$$9,09999$$

$$= 3(2,8 - 1,7) = 3 \cdot 1,1 = 3,3$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{2} u_1$$

$$u_{2y} = \sqrt{2} u_1 = 12\sqrt{2} = 16,97$$

$$u_{1y} = \frac{\sqrt{3}}{2} u_1 = \sqrt{3} \cdot 6 = 10,39$$

$$0,099999$$

$$u = \frac{u}{9} R$$

$$\frac{5}{9} = 1 = \frac{u_{2y} - u_{1y}}{u_{2y} + u_{1y}}$$

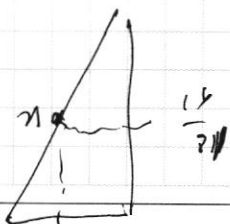
$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 1,7 \\ \hline 84 \\ \hline 12 \\ \hline 20,4 \\ \hline 4 \\ \hline 1,7 \\ \hline 10,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 1,4 \\ \hline 48 \\ \hline 12 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$\frac{2 \cdot 9}{3 \cdot 4} \cdot 10 = \frac{3}{2}$$

$$\frac{2 \cdot 2 - 3}{10} = \frac{6,6}{10} = \frac{10}{11}$$

$$\frac{10}{11}$$



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$dQ = p \cdot dV_1 + \frac{i}{2} R dT_1 + p \cdot dV_2 + \frac{i}{2} R dT_2$$

$$dQ_{V-\text{const}} = p dV = \frac{i}{2} R dT \quad dV = \frac{dQ}{dT} = \frac{i}{2} R$$

$$dQ_{p-\text{const}} = p \cdot dV + \frac{i}{2} R dT$$

$$\frac{dQ_{p-\text{const}}}{dT} = p \frac{dV}{dT} + \frac{i}{2} R = \left(\frac{1}{2} + 1\right) \frac{i}{2} R$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 38 \\ \hline 43 \\ 26 \\ \hline 76 \\ \hline 1026 \end{array}$$

$$V \downarrow \Rightarrow Q_{\text{max}}$$

$$T \downarrow \Rightarrow Q_{\text{min}}$$

$$p dV = \frac{i}{2} R dT$$

$$p \frac{dV}{dT} = \frac{i}{2} R$$

$$\frac{6}{7} \cdot 1000 \cdot \frac{7}{2} R$$

$$\frac{100}{265}$$

$$\frac{2650}{2385}$$

$$V_1 = \frac{V R T_1}{V_2}$$

$$3 \cdot 100 R = 300 R$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ - 7795 \\ \hline 2050 \\ 3,77 \\ \hline 1950 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1265 \\ + 3 \\ \hline 795 \end{array}$$

$$-dQ = \frac{i}{2} R T_2 \frac{dV_2}{V_2} + \frac{i}{2} R dT_2$$

$$\frac{1000}{1501,88}$$

$$V_2 dV_2 + V_2 dT_2 = \frac{i}{2} R dT_2$$

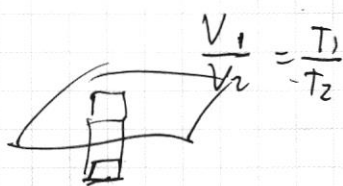
$$p V_1 = \frac{i}{2} R T_1$$

$$T_1 - T_1' = 85$$

$$p V_2 = \frac{i}{2} R T_2$$

$$\begin{array}{r} 2120 \\ - 265 \\ \hline 1855 \end{array}$$

$$\frac{V}{T_1 + T_2} - \text{const}$$



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

V - const.

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

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

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

$$V_2 T_1 = V T_2 - V_2 T_2$$

$$\begin{array}{r} 2050 \\ - 1855 \\ \hline 195 \end{array}$$

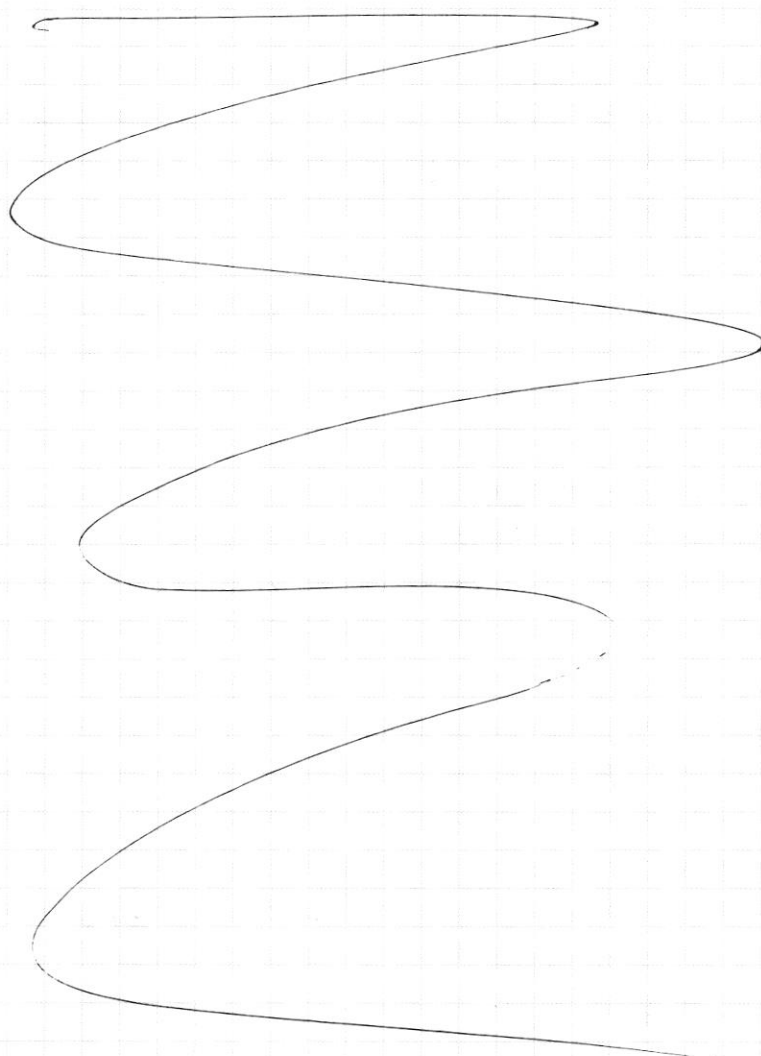
$$V_2 = V \frac{T_2}{T_1 + T_2}$$

$$\epsilon \cdot 28 = \frac{G \delta}{\epsilon_0}$$

$$dV_2 = \frac{V}{T_1 + T_2} dT_2$$

$$\epsilon = \frac{G}{28 \epsilon_0}$$

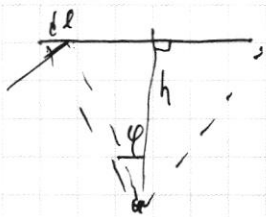
$$-dQ' = \frac{V R T_1}{V_2} \cdot dV_2 + \frac{i}{2} R dT_2 = \frac{V R T}{V T_2} (T_1 + T_2) dV_2 + \frac{i}{2} R dT_2$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



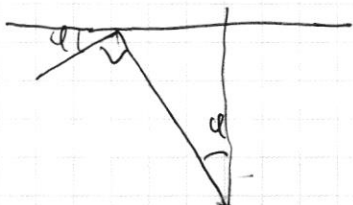
$$dE = \frac{G dl}{2\pi \cdot h \cdot \cos \varphi} = G dl$$

$$E = 2\pi R \cdot \rho = 2\rho$$

$$E = \frac{2}{2\pi R}$$

$$\frac{5\pi}{10} - \frac{3}{10}\pi = 2$$

$$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{10} - \frac{2\pi}{10} =$$



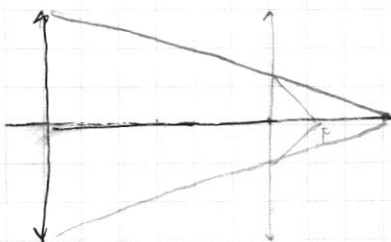
$l d\varphi$

$$\frac{d}{50} \cdot \sqrt{\frac{4}{100} + \frac{1}{100}} = \frac{\sqrt{5}}{10}$$

$$= \frac{4}{7LC} \cos \omega t - \frac{B}{7LC} \sin \omega t + \frac{K}{7LC} \cos t \quad \frac{K}{7LC} = \frac{C}{7L}$$

$$\frac{2H}{\omega}$$

$$\frac{EC}{T} = \frac{9}{T}$$



$$-\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$