

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201957**

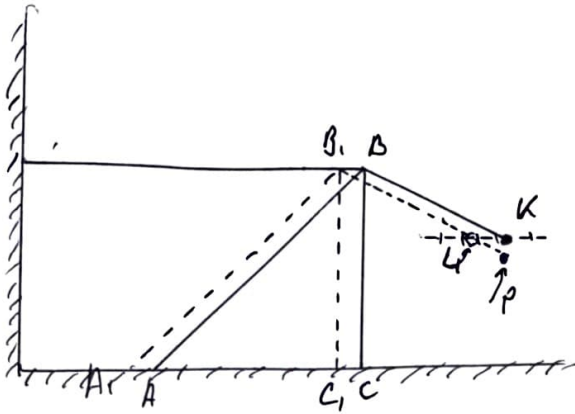
ID профиля: **172388**

Вариант 4

Задача №1

Условие

Рассмотрим малое маленкое смещение:

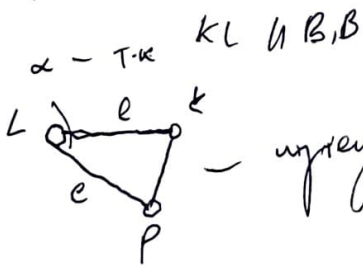


--- го  
- - - после

1) Из уравнения  
т.к. кинематическая связь  $B, B_1 \Rightarrow$  имеет "углом" относительно вертикали кинема

т.к.  $B, P \parallel BK$  (по условию)  $\Rightarrow B, B_1$  угловое  $KL \neq BB_1 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  из этих двух углов следует, что  $B, L, K, B$  параллельны  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow B, B = KL \Rightarrow BK = B, L$  т.е.  $B, P = B, L + LP = B, B_1 + BK = 1$   
 $\Rightarrow LP = LK$

2) Тогда мы знаем тогда на момент найти  
 направление угловых смещений



$\alpha$  - т.к.  $KL$  и  $B, B$

углы  $\pi/15$

$$\angle KLP = \frac{180 - \alpha}{2} = 90 - \frac{\alpha}{2}$$

$$\cos \alpha = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1$$

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

$$1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{\cos \alpha + 1}{2}$$

~~$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2}$$~~

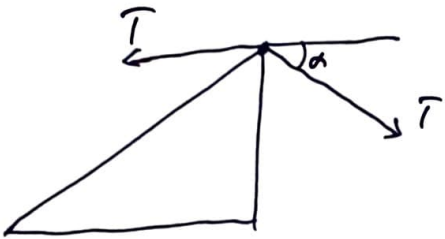
$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2} = \frac{1 - \frac{8}{17}}{2} = \frac{9}{2 \cdot 17}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{3}{\sqrt{2 \cdot 17}}$$

3

# Условие

Рассмотрим силу, действ. на шип.



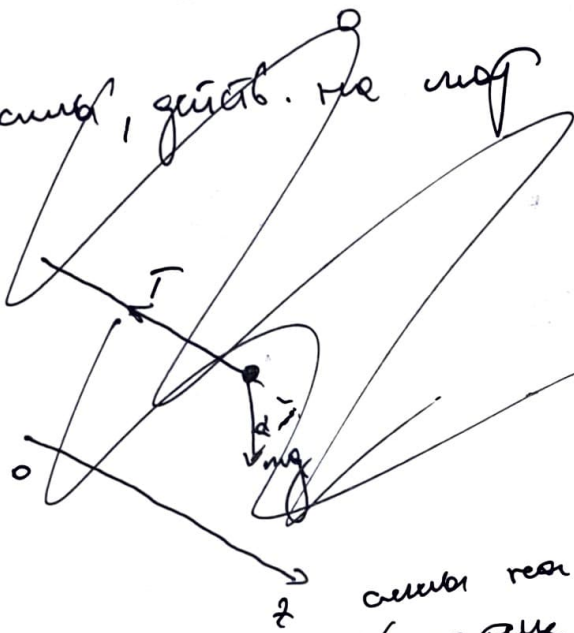
сила на  $OX$ ;

$$T - T \cos \alpha = Ma$$

$$T(1 - \cos \alpha) = Ma \quad (1)$$



сила, действ. на шип

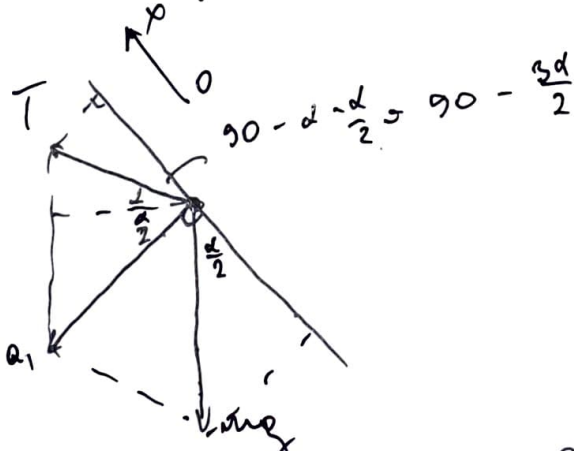


• сила на  $OZ$   
 $mg \sin \alpha - T = ma$

Заметим, что горизонталь  
 одна и та же.

Рассмотрим  $\checkmark$  шип

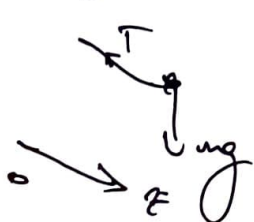
в направлении макс. ускор  
 $\alpha = \beta = \theta$  — это тоже самое



$$T \cdot \sin \frac{3\alpha}{2} = mg \cos \frac{\alpha}{2} = 0$$

$$T = \frac{mg \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} \quad (2)$$

Заметим силу на  $OX$   $mg \sin \alpha - T = ma$



$$mg \sin \alpha - T = ma$$

# Ускор

$$mg \sin \alpha - \frac{mg \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} = ma$$

$$a = g \sin \alpha - \frac{g \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} \quad (2)$$

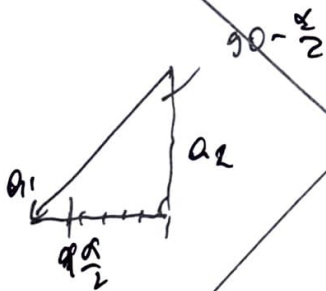
заметьте, что это уже корень совпадает с ускор. камня.

Подставим в формулу (1) формулы (2) и (3)

$$\frac{mg \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} (1 - \cos \alpha) = M \cdot g \left( \sin \alpha - \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} \right)$$

$$\frac{m}{M} = \frac{\sin \frac{3\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\left( \sin \alpha - \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} \right)}{1 - \cos \alpha}$$

4) Рассмотрим проекцию ускорения на вертикаль ось



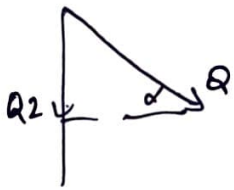
$$a_2 = a_1 \sin \frac{\alpha}{2}$$

По формуле перемещения  $v_0 = 0$

$$H = \frac{(a_2 + g)t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_2 + g}} = \frac{2H}{\dots}$$

1) Рассчитать проекцию ускорения на ось  $Oz$  на вертикаль  $Oz$ .



Горизонтальная составляющая  $g + a_z$

$$a_z = a \cdot \sin \alpha$$

из формулы перемещения  $H = \frac{(g + a_z) \cdot t^2}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g + a_z}} = \sqrt{\frac{2H}{g + a \sin \alpha}}$$

Ответ:  $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{3}{\sqrt{2 \cdot 17}}$ ;

$$a = g \left( \sin \alpha - \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} \right);$$

$$\frac{m}{M} = \frac{\sin \frac{3\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\left( \sin \alpha - \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{3\alpha}{2}} \right)}{1 - \cos \alpha};$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g + a \sin \alpha}}$$

Задача 502

$J; T_0; C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

- 1)  $Q_1$  -? ( $\frac{3}{4} T_0$ )
- 2)  $T_1$  -? Amin
- 3) Amin -?

Условие

~~Заменим 1 на 3~~ ~~и наоборот~~ ~~теплов.~~

~~$Q = \dots$~~

~~Заменим~~

~~$Q = \dots = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} \dots$~~

1) Заменим  $T_0$  на  $\frac{3}{4} T_0$  в формуле

$dQ = C(T) \nu dT$

$Q_1 = -\nu \int_{\frac{3}{4} T_0}^{T_0} C(T) dT = -J \cdot \frac{9}{5} R \cdot \frac{1}{T_0} \cdot \frac{T^2}{2} \Big|_{\frac{3}{4} T_0}^{T_0}$

$= -\frac{J \cdot 9}{10} \cdot \frac{R}{T_0} \cdot T_0^2 \left( \frac{7}{16} \right) = \dots$

$= -J R T_0 \cdot \frac{63}{160}$

2) решит  $T_1$  - эта температура  
Тогда  $Q_1$  в какой-то момент времени

$Q_1 = -\frac{9JR}{10 T_0} (T_0^2 - T_1^2) = \frac{3}{2} JR (T_1 - T_0) + Amin$

$Amin = \frac{3}{2} JR (T_0 - T_1) - \frac{9}{10} \frac{JR}{T_0} (T_0 - T_1) (T_0 + T_1) =$

$= \frac{3}{2} JR (T_0 - T_1) \left( 1 - \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{T_0} (T_0 + T_1) \right) = Amin$

$\left( \frac{3}{2} JR T_0 - \frac{3}{2} JR T_1 \right) \left( 1 - \frac{3}{5 T_0} (T_0 + T_1) \right) =$

$= \frac{3}{2} JR T_0 - \frac{9 JR T_0}{10 T_0} (T_0 + T_1) - \frac{3}{2} JR T_1 + \frac{9 JR T_1}{10 T_0} (T_0 + T_1) =$

$$= \frac{3}{2} JR T_0 - \frac{9JR}{10} T_0 - \frac{9JR}{10} T_1 - \frac{3}{2} JR T_1 + \frac{9JR T_1}{10 T_0} + \frac{9JR T_1^2}{10 T_0} =$$

$$= \frac{9JR}{10 T_0} \cdot T_1^2 - \left( \frac{9JR}{10} + \frac{3JR}{2} - \frac{9JR}{10} \right) T_1 + \frac{3}{2} JR T_0 - \frac{9JR}{10} T_0 =$$

$$= \frac{9JR}{10 T_0} \cdot T_1^2 - \frac{3JR}{2} T_1 + \frac{6JR T_0}{10} =$$

$$= \frac{9JR}{10 T_0} \cdot T_1^2 - \frac{3JR}{2} T_1 + \frac{3}{5} JR T_0 = A_{\min}$$

находим  $\epsilon$  при помощи берн  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow A'_{\min} = \frac{9JR}{5 T_0} \cdot T_{1\min} - \frac{3JR}{2} = 0$$

$$\frac{9}{5 T_0} T_1 = \frac{3}{2} \Rightarrow T_1 = \frac{15 T_0}{18}$$

но оптимальное глв берн. находим

$$A_{\min} = \frac{-\frac{9JR^2}{4} + 4 \cdot \frac{9JR}{10 T_0} \cdot \frac{3JR T_0}{5}}{4 \cdot \frac{9JR}{10 T_0}} =$$

$$= \frac{+ \cancel{9} JR^2 \left( -\frac{9}{4} + \frac{2 \cdot 9}{5 T_0} \cdot \frac{3}{5} \right)}{\frac{2 \cdot 9 JR}{5 T_0}} = \frac{\left( -\frac{9}{4} + \frac{54}{25} \right) \cdot JR^2}{\frac{2 \cdot 9 JR}{5 T_0}} =$$

$$= -\frac{9}{100} \cdot JR \cdot \frac{1}{2 \cdot 9} \cdot 5 T_0 = \boxed{-\frac{JR T_0}{40}} = A_{\min}$$

Ответ:  $Q_1 = -JR T_0 \frac{63}{160}$ ;  $T_1 = \frac{15 T_0}{18}$ ;  $A_{\min} = -\frac{JR T_0}{40}$

(2)

# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201957**

ID профиля: **172388**

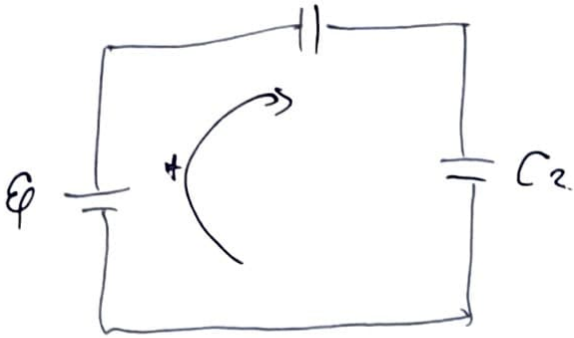
Вариант 4



# Задача № 3

Установив

1) До замыкания ключа режим установившегося ⇒ конг. заряд.



Напряжение направлено на конг.

$I = 0$  т.к. заряд один раз

$$\Rightarrow q = C_1 U_1 = C_2 U_2$$

напряж. на  $C_1$  и  $C_2$  соответств.

Вспомогат. уравнение Кирхгофа:

$$\begin{cases} \varphi = U_1 + U_2 \\ C_1 U_1 = C_2 U_2 \end{cases}$$

$$U_1 = \frac{C_2 U_2}{C_1}$$

$$\begin{aligned} \varphi &= U_2 \frac{C_2}{C_1} + U_2 = \\ &= U_2 \left( \frac{C_2 + C_1}{C_1} \right) \end{aligned}$$

$$U_2 = \frac{C_1 \varphi}{C_1 + C_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_1 = \frac{\varphi C_2}{C_1 + C_2}$$

после замыкании ключа напряж. на конг. сохраняется; т.к. на  $C_2$  и  $R$  одна и та же ⇒

$$\Rightarrow U_2 = I R \Rightarrow I = \frac{U_2}{R} = \frac{C_1 \varphi}{R(C_1 + C_2)} = \frac{5C\varphi}{6CR} = \frac{5\varphi}{6R}$$

↑ ток через рез

2) ЗСЭ для этой системы

$$\frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} + q\varphi + Q$$

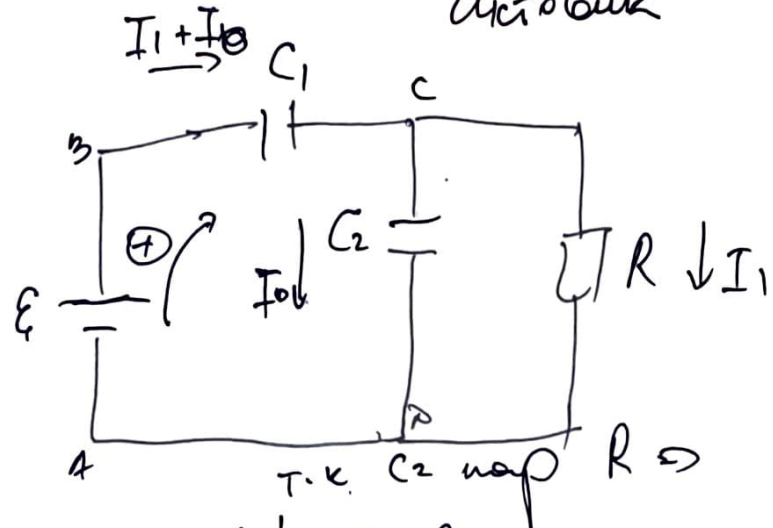
$$q\varphi = -Q = C_1 U_1 \varphi = \frac{C_1 \cdot \varphi C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C \cdot 5C \cdot \varphi^2}{6} = \frac{5C\varphi^2}{6}$$

$$Q = -\frac{5C\varphi^2}{6}$$

Отв:  $I = \frac{5\varphi}{6R}$ ;  $Q = -\frac{5C\varphi^2}{6}$  (1)

Умовник

3)



$\Rightarrow U_{C2} = I_1 R$

Уз  $\Delta$  узроб  
 уз II узроб  
 уз узроб  
 уз узроб

$U_{C1} = \varphi - U_{C2} = \varphi - I_1 R = \frac{q_1}{C_1}$

II узроб узроб A D C D

$\varphi = U_{C1} + U_{C2} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{5C} = \frac{5q_1 + q_2}{5C} \Rightarrow$

$\Rightarrow 5C\varphi = 5q_1 + q_2$   
 $q_2 = 5C\varphi - 5q_1$

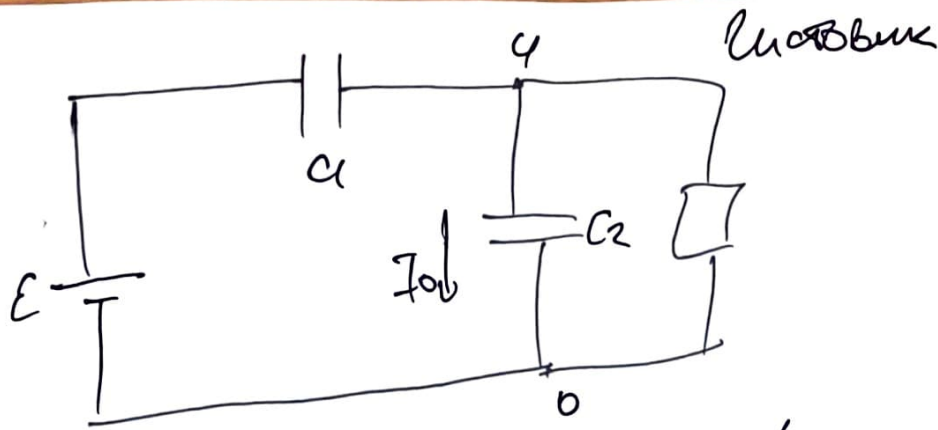
~~$U_{C1} + U_{C2} = \varphi$~~   
 ~~$\frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = \varphi$~~   
 ~~$q_2 = 5C\varphi - 5q_1$~~

~~$\frac{dq_2}{dt} = \frac{dq_1}{dt} + I_1$~~   
 ~~$q_2 = q_1 + I_1 t$~~

~~$q_2 = C_2 U_{C2}$~~   
 ~~$I_1 = C_2 \frac{dq_2}{dt}$~~   
 ~~$\frac{RI_1}{C_1} = \frac{q_2 - q_1}{C_1}$~~   
 ~~$C_2 RI_1 = q_2 - q_1$~~

~~Задать заряд C1 не можем  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow q_1 = q = C_1 U_{C1} \Rightarrow$  не можем не~~

Отв:  $I = \frac{5\varphi}{6RI}$      $q = -\frac{5C\varphi^2}{6}$



$$(\phi - \psi) C_1 = q_1$$

$$\phi C_2 = q_2 \quad \phi = \frac{q_2}{C_2}$$

$$\left(\phi - \frac{q_2}{C_2}\right) C_1 = q_1$$

$$\phi - \psi$$

$$\frac{dq_2}{dt} = \frac{dq_1}{dt}$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{U C}{dt} = C \cdot \frac{I}{dt}$$

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$U = U_{C1} + U_{C2}$$

$$q_2 = 5C\phi - 5q_1$$

$$U_{C2} = 25C^2\phi - 25Cq_1 = 25C^2\phi - 25U_1$$

$$U_2 + U_1 \cdot 25 = 25C^2\phi$$

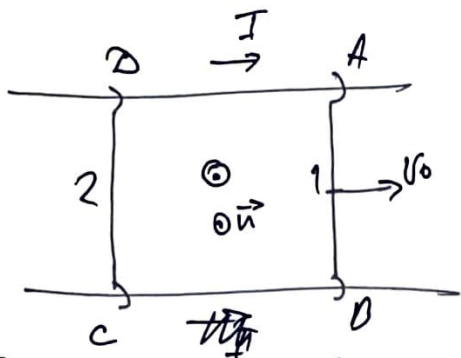
$$IR + U_1 \cdot 25 = 25C^2\phi$$

$$I = \frac{25C^2\phi - U_1 \cdot 25}{R}$$

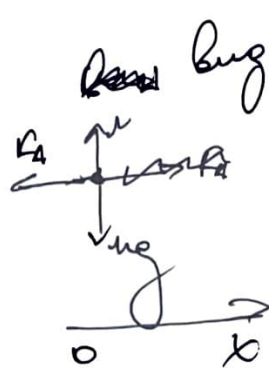
Задача №4

Евстобик

Изменяется ток на мб.



Рассмотрим силу, действующую на 1 провод



Сила

$$BIL = ma$$

$$a = \frac{BIL}{m} = \frac{BL^2 I}{2mR}$$

направ. влево

Рассмотрим  $\mathcal{E}$ , которое создаём в проводнике

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt}$$

$$= -B \frac{dS}{dt} = -BLv_0$$

Тогда по контуру ABCD течёт ток по часовой стрелке.

ABCD течёт ток по часовой стрелке.

Заметим второе уравнение Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = I(R + 5R) \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{6R} = \frac{BLv_0}{6R}$$

Рассмотрим

Заметим энергию системы в 2 моменты времени:  $t_1$  и  $t_2$ . Энергия системы в  $t_1$  моменте времени  $t_1$  равна энергии системы в  $t_2$  моменте времени  $t_2$  плюс работа сил тока.

$$\frac{2m v_0^2}{2} = m v_0^2 = m u_1^2 + \frac{m}{2} u_1^2 = m u_1^2 + \frac{m u_1^2}{4} = \frac{5m u_1^2}{4} \Rightarrow$$

энергия в конце

$$v_0^2 = \frac{5 u_1^2}{4} \Rightarrow u_1^2 = \frac{4}{5} v_0^2 \Rightarrow u_1 = \frac{2}{\sqrt{5}} v_0$$

$$h = \frac{p_0^2}{2m} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{\frac{B^2 L^2 v_0}{2mR}} = \frac{2mR v_0}{B^2 L^2}$$

$$\frac{h}{2} = \frac{3mR v_0}{B^2 L^2}$$

Ответ:  $a = \frac{B^2 L^2 v_0}{12mR}$ ,  $u_1 = \frac{2}{\sqrt{5}} v_0$ ,  $h = \frac{3mR v_0}{B^2 L^2}$

Скорость 1 проводника равна скорости второй.

Задача № 5

Линзы Вил

$$F = 24$$

$$H = 9 \text{ см} - \text{расшир.}$$

$$f = 96$$

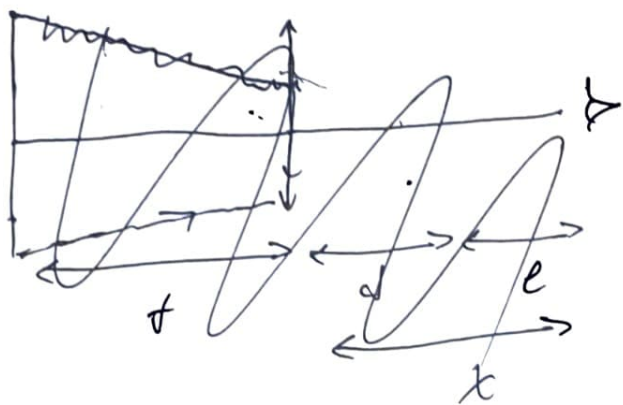
$$e = 24 \text{ см}$$

1) Записать формулы по-моему формулы  
линзы

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

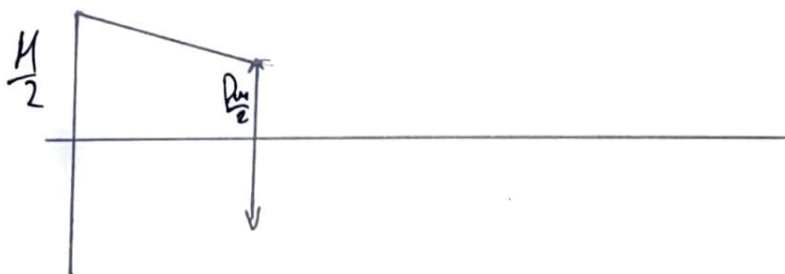
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$d = \frac{Ff}{f-F} = \frac{24 \cdot 96}{96-24} = \frac{2304}{72} = 32 \text{ см} \Rightarrow$$



$$x = d + e = 32 + 24 = 56 \text{ см}$$

2)



Ответ:  $x = 56 \text{ см}$