

# Часть 1

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

Шифр: **21202647**

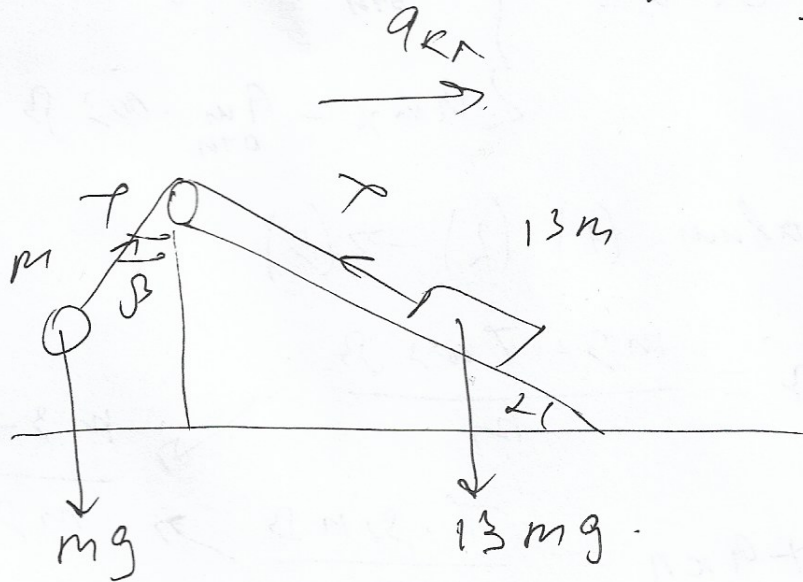
ID профиля: **368470**

Вариант 5

Условие.

Вариант 4

- 1) Дано:  
 $\beta: d;$   
 $m: M$
- 
- 2)  $a_{кл} = ?$   
 3)  $a_{\beta} = ?$   
отн
- 4)  $t = ?$



1) Рассм. шарик, после того

как его отпустили:

Ускорения:

• По зак. сохранения энергии:

$$\vec{a}_{обещ} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер.}$$

(1)

• По 2-му закону Ньютона:

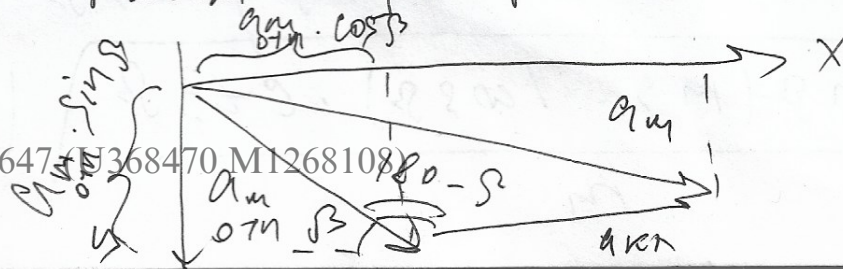
$$x: T \sin \beta = m a_{шx}$$

$$y: mg - T \cos \beta = m a_{шы}$$

где  $a_{шx}$  и  $a_{шы}$  — сост.

полного уск. шарика.

• Рассм. ускорения:



1

методом.

Важно, что:

$$\begin{cases} a_{\text{отн}} \cdot \sin \beta = a_{\text{мг}} \\ a_{\text{отн}} \cdot \cos \beta + a_{\text{кн}} \end{cases} \quad (3)$$

2) Подставляем (1) (2) → (3).

$$\begin{cases} a_{\text{отн}} \cdot \sin \beta = \frac{mg - T \cos \beta}{m} \\ a_{\text{отн}} \cdot \cos \beta + a_{\text{кн}} = \frac{T \cdot \sin \beta}{m} \end{cases} \rightarrow \frac{mg - T \cos \beta}{m \sin \beta} = \frac{T \cdot \sin \beta - a_{\text{кн}} \cdot m}{\cos \beta}$$

$$\frac{mg - T \cos \beta}{m \sin \beta} = \frac{T \sin \beta}{m} - a_{\text{кн}}$$

$$\frac{mg - T \cos \beta}{m \sin \beta} = \frac{T \sin \beta - m a_{\text{кн}}}{\cos \beta \cdot m}$$

$$(mg - T \cos \beta) \cdot \cos \beta = (T \sin \beta - m a_{\text{кн}}) \cdot \sin \beta$$

$$(mg - T \cos \beta) \cdot \cos \beta = T \sin \beta - m a_{\text{кн}}$$

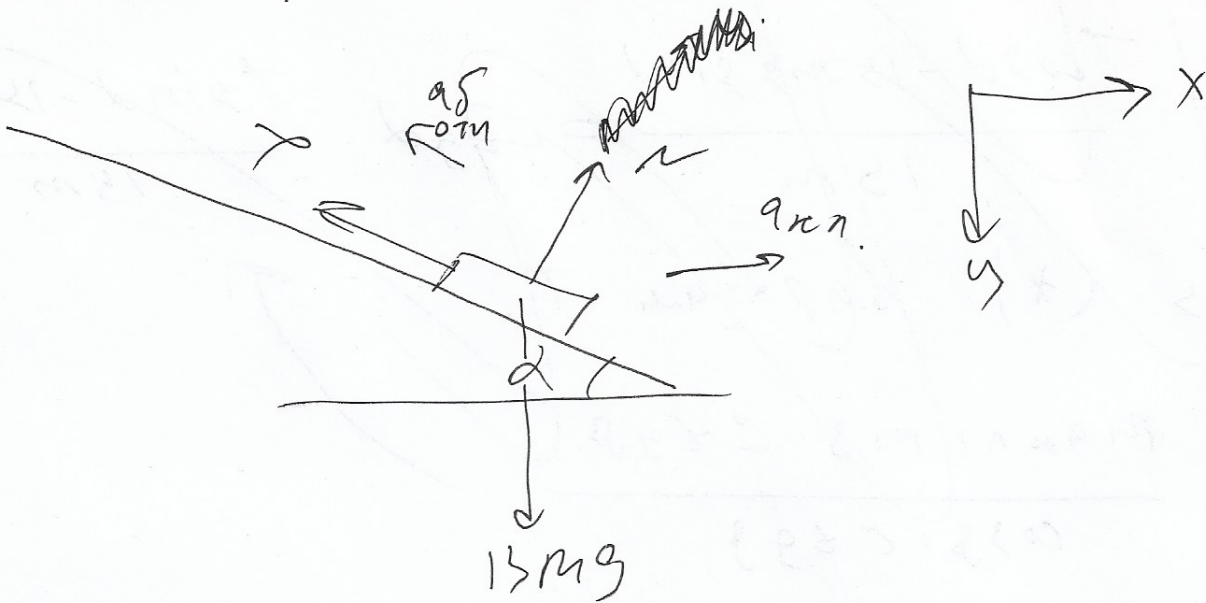
$$m a_{\text{кн}} = T \sin \beta - (mg - T \cos \beta) \cdot \cos \beta$$

$$a_{\text{кн}} = \frac{T \sin \beta - (mg - T \cos \beta) \cdot \cos \beta}{m} \quad (*) \quad (2)$$



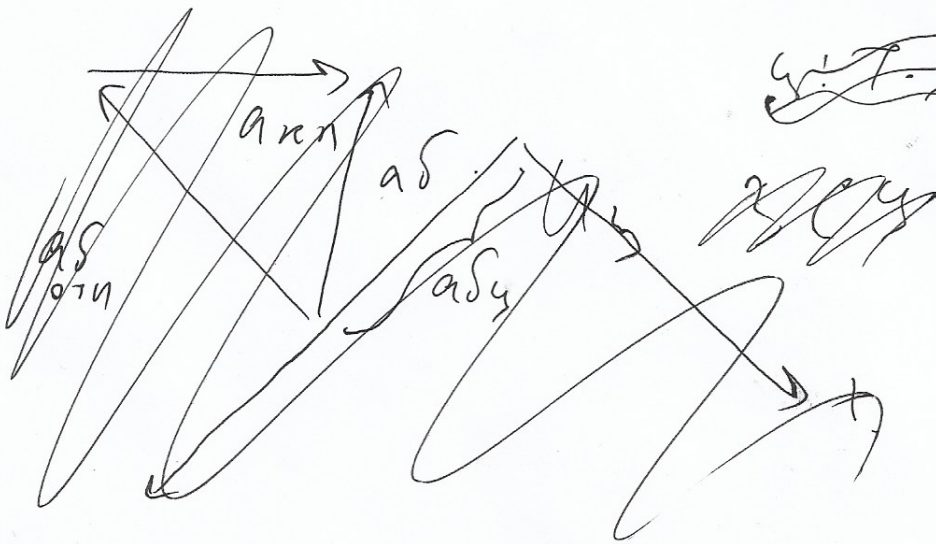
методик.

3) Рассмотрим брусок.



ЗЦУ:  $a_{\delta} = a_{\delta_{07n}} + a_{kn}$

~~2) УН: X:  $T \cdot \cos \alpha - 15mg \cdot \sin \alpha = 15m a_{\delta x}$~~   
 ~~$Y: T \cdot \sin \alpha - 15mg = 15m a_{\delta y}$~~



$$\begin{cases} a_{\delta_{07n}} \cdot \cos \alpha = a_{kn} + a_{\delta x} \\ a_{\delta_{07n}} \cdot \sin \alpha = a_{\delta y} \end{cases} \rightarrow a_{kn} + a_{\delta x} = a_{\delta y} \cdot \cot \alpha \quad (16)$$



U (5) u (4) → (6) :

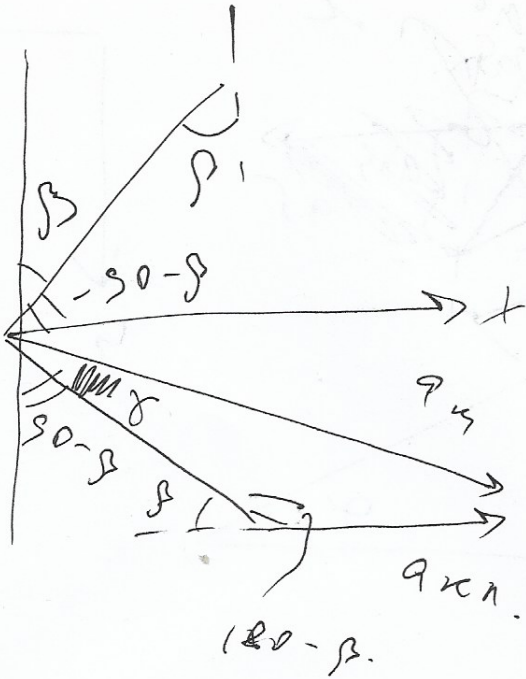
$$a_{kn} + \frac{T \cos \alpha - 15 \text{ ms} \sin \alpha}{15 \text{ m}} = c \cdot g \cdot d \cdot \frac{T \sin \alpha - 15 \text{ mg}}{15 \text{ m}}$$

4) U<sub>s</sub> (\*) Spannung T.

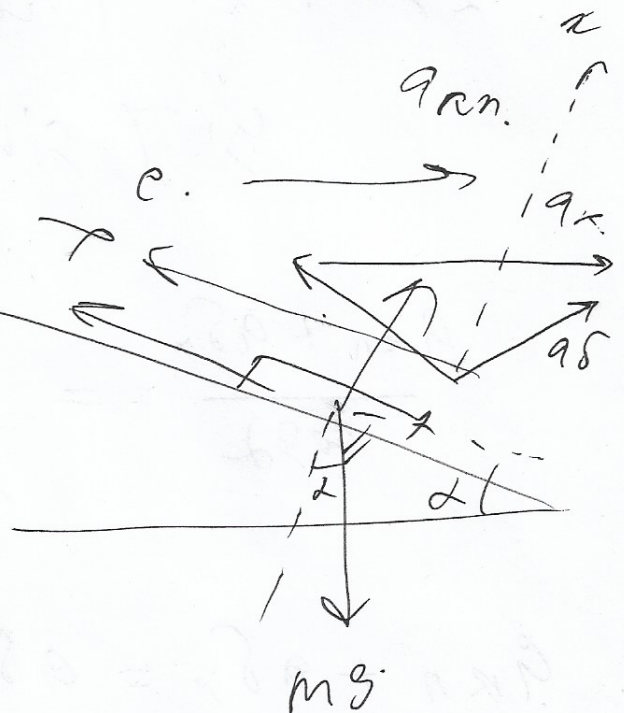
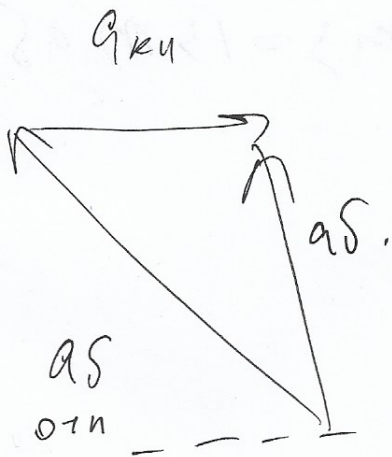
$$T = \frac{m a_{kn} + m g \cdot c \cdot \cos \beta}{\cos \beta \cdot c \cdot \cos \beta}$$

~~Ordnung 13 m a<sub>kn</sub> +  $\frac{(m a_{kn} + m g \cdot c \cdot \cos \beta) \cdot \cos \alpha - 15 \text{ ms} \cdot \sin \alpha}{\cos \beta \cdot c \cdot \cos \beta}$~~

Число век.

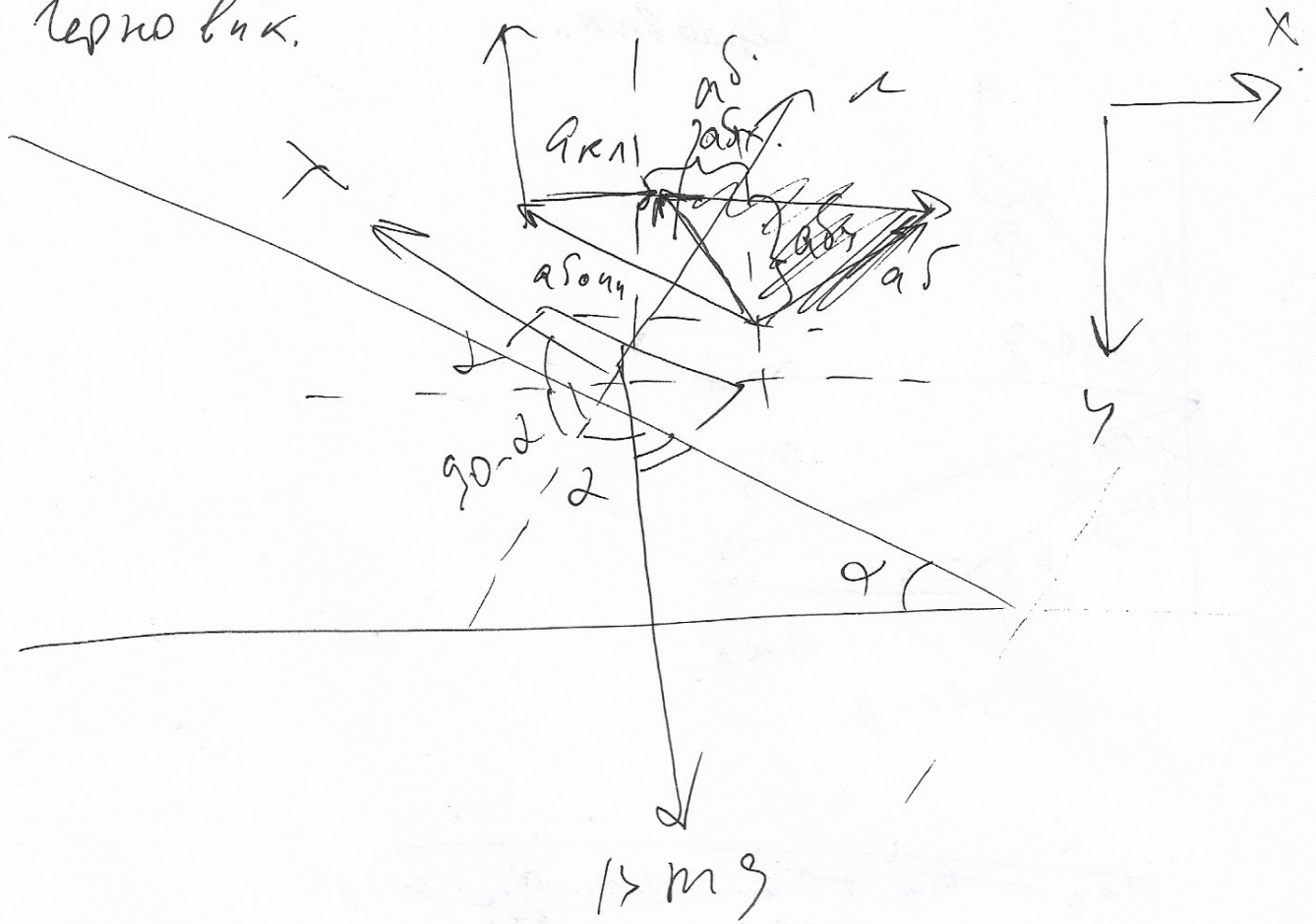


$$a_{R1} = a_1 + a_2 - 2a_1 \cdot a_2 \cdot \cos \beta$$



$$Z: N \approx mg \cos \alpha$$

репо вук.



$$2) \text{U: } x: T \cdot \cos \alpha - 13m g \cdot \sin \alpha = 13m g \cdot a_{\delta x}$$

$$y: T \cdot \sin \alpha - 13m g = 13m g a_{\delta y}$$

$$\frac{a_{kn} + a_{\delta x}}{\cos \alpha} = \frac{a_{\delta y}}{\sin \alpha}$$

$$a_{kn} + a_{\delta x} = a_{\delta y} \cdot \cot \alpha$$

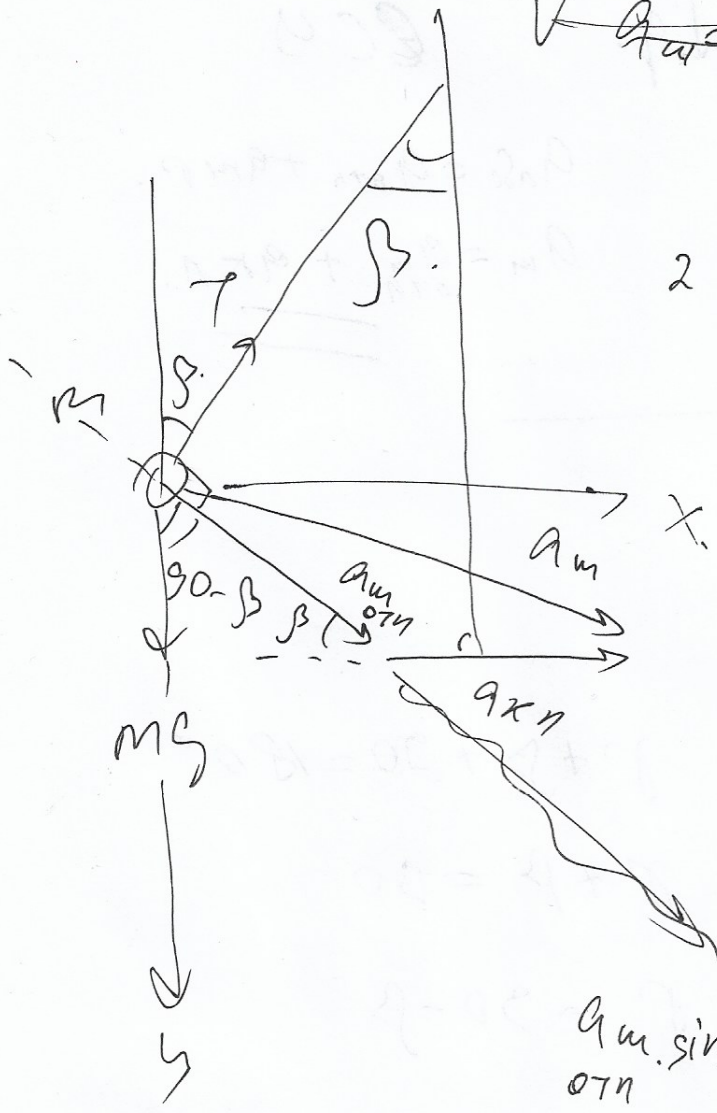
$$m a_{kn} = T \sin \alpha - m g \cdot \cot \alpha - T \cdot \frac{\cos^2 \beta}{\sin \alpha}$$

$$T = \frac{m a_{kn} + m g \cdot \cot \alpha}{\cos \beta \cdot \cot \alpha}$$



Упрно вук

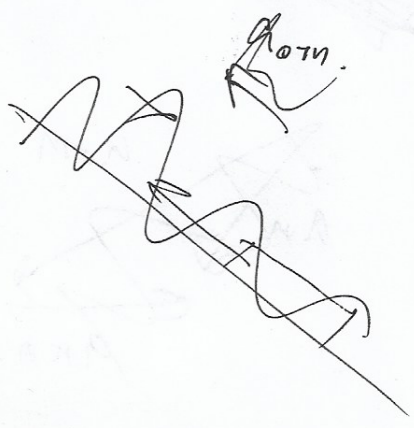
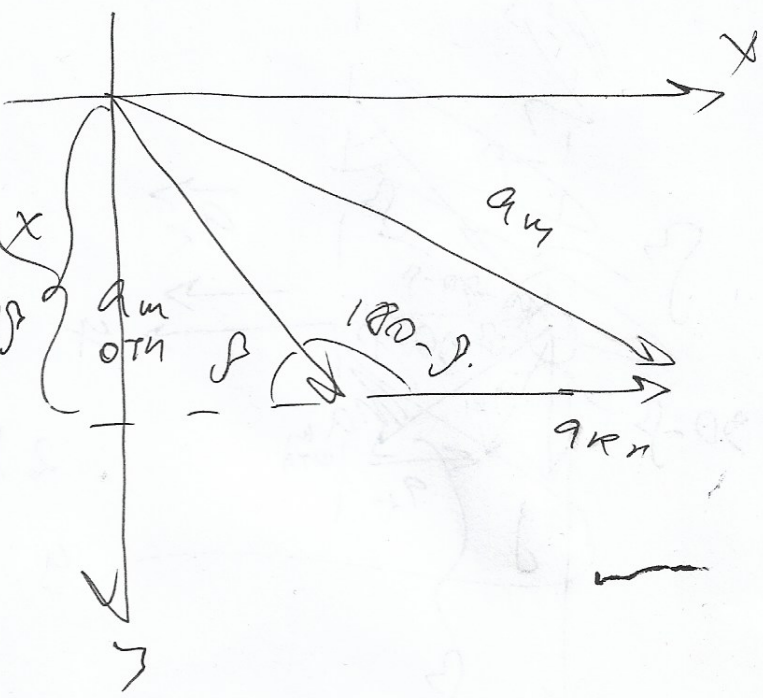
~~$$a_u = a_{\kappa\eta} + a_m \cdot \cos \beta$$~~



23H: X:  $T \cdot \sin \beta = a_{ux} \cdot m$

Y:  $m g - T \cos \beta = m a_{uy}$

$$a_u^2 = \left( \frac{T \sin \beta}{m} \right)^2 + \left( \frac{m g - T \cos \beta}{m} \right)^2$$



$$\begin{cases} a_m \cdot \sin \beta = a_{uy} \\ a_{ux} = a_{\kappa\eta} \cdot \cos \beta + a_{\kappa\eta} \end{cases}$$

$$a_{m \text{ OTN}} = \frac{m g - T \cos \beta}{m \cdot \sin \beta}$$

$$T \sin \beta - m g \cdot \cos \beta = T \cdot \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

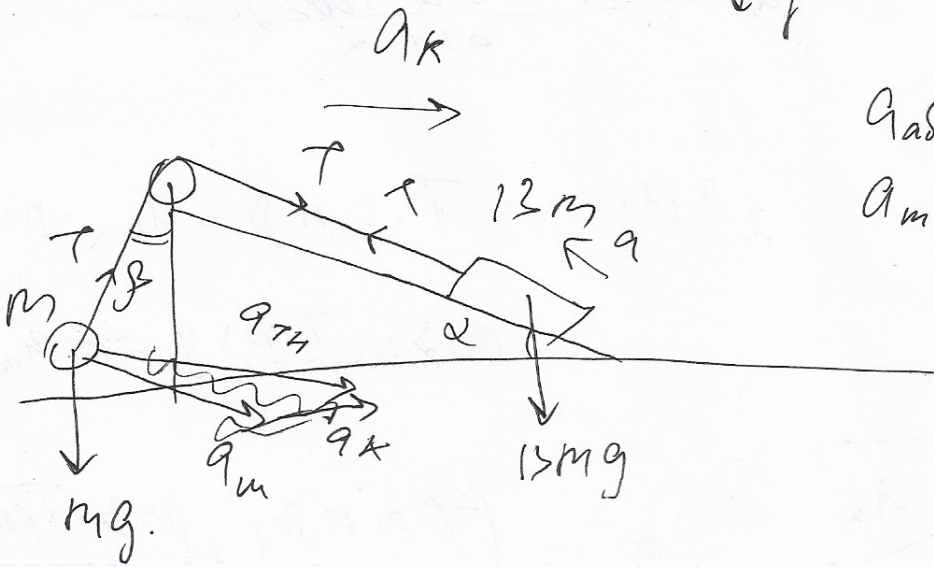
21202647 (U368470, M1268108)

$$a_{m \text{ OTN}} = \frac{T \cdot \sin \beta}{m \cdot \cos \beta} - a_{\kappa\eta}$$

Верховка.

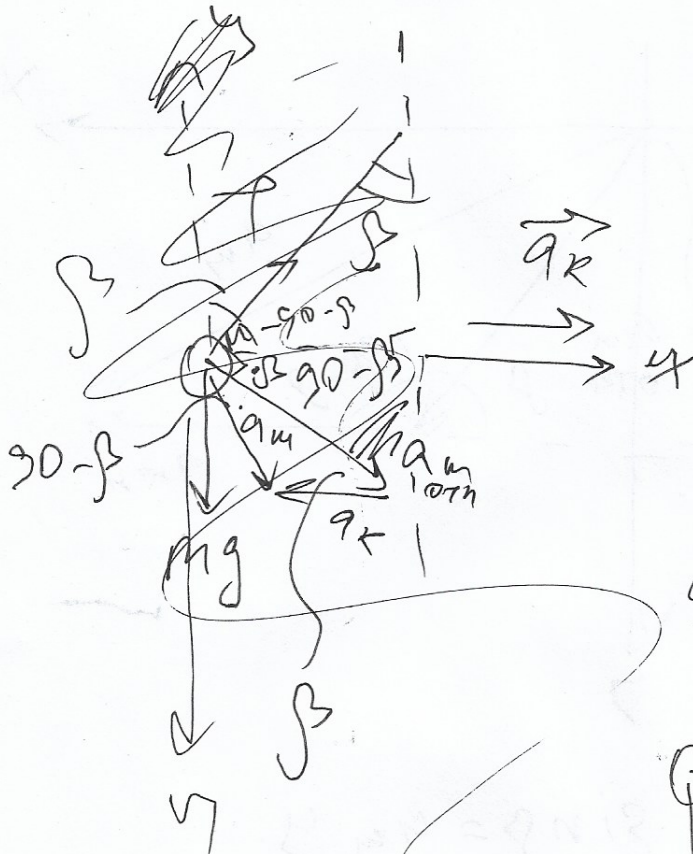
↓ g.

ECY.



$$a_{abc} = a_{OTH} + a_{mp}$$

$$a_m = a_{OTH} + a_{k \perp}$$



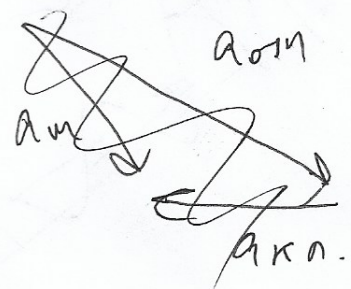
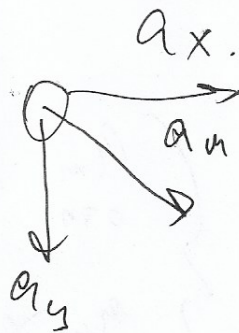
$$\gamma + \beta + 90 = 180^\circ$$

$$\gamma + \beta = 90$$

$$\gamma = 90 - \beta$$

2 > H газ шара:

y: ~~mg - T cos beta~~



~~$$y: mg - T \cdot \cos \beta = m a_y$$~~

~~$$T \cdot \sin \beta = m a_x$$~~

a<sub>m</sub> = sqrt(a<sub>y</sub><sup>2</sup> + a<sub>x</sub><sup>2</sup>)

~~$$a_m = \sqrt{\left(\frac{T \sin \beta}{m}\right)^2 + \left(\frac{m g - T \cos \beta}{m}\right)^2}$$~~



Зернохв.

$$\begin{aligned} & \underline{13 \text{ макс}} + \frac{180}{208} \text{ макс} + \frac{710}{624} \text{ мз} - 5 \text{ мз} = \\ & \frac{180}{80} \text{ макс} + \text{мз} \cdot \frac{710}{240} - \frac{156}{5} \text{ мз} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 13 \text{ макс} + \frac{180}{208} \text{ макс} - \frac{180}{80} \text{ макс} = 5 \text{ мз} + \frac{710}{240} \text{ мз} \\ & - \frac{156}{5} \text{ мз} - \frac{710}{624} \text{ мз}. \end{aligned}$$

~~$$13 \text{ г} + \frac{180}{208} \text{ г} - \frac{180}{80} \text{ г} = 5 \text{ г} + \frac{710}{240} \text{ г} - \frac{156}{5} \text{ г}$$~~

$$13 \text{ г} + \frac{180}{208} \text{ г} - \frac{180}{80} \text{ г} = 5 \text{ г} + \frac{710}{240} \text{ г} - \frac{156}{5} \text{ г}$$

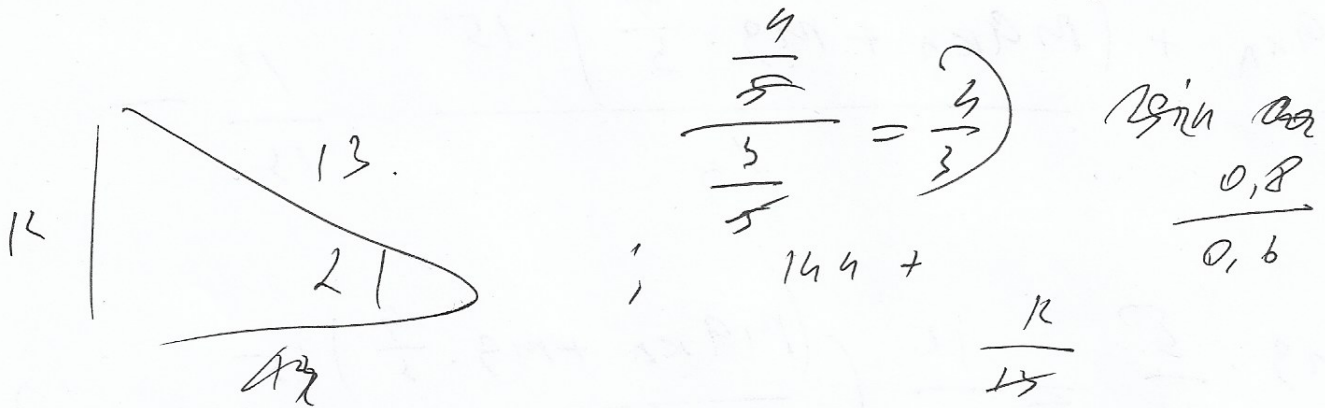


Решение.

$$13m_{акн} + \frac{(m_{акн} + m_{г} \cdot c \cdot t_{гг})}{\cos \beta \cdot c \cdot t_{гг}} \cdot \cos \alpha - 13m_{г} \sin \alpha -$$

$$c \cdot t_{гг} \cdot \left( \frac{m_{акн} + m_{г} \cdot c \cdot t_{гг}}{\cos \beta \cdot c \cdot t_{гг}} - 13m_{г} \right)$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}; \quad \sin \beta = \frac{3}{5}; \quad \cos \alpha = \frac{12}{13}; \quad \sin \alpha = \frac{5}{13}$$



$$13m_{акн} + \frac{(m_{акн} + m_{г} \cdot c \cdot t_{гг})}{0.8 \cdot \frac{0.8}{0.6}} \cdot \frac{12}{13} - 13m_{г} \cdot \frac{5}{13}$$

$$13m_{акн} + \left( m_{акн} + m_{г} \cdot \frac{4}{5} \right) \cdot \frac{11}{13} -$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{16}{15}$$

зерновик.

$$T = \frac{m_{\text{акл}} + m_{\text{г}} \cdot \frac{4}{5}}{\frac{16}{15}} = \left( \frac{m_{\text{акл}} + m_{\text{г}} \cdot \frac{4}{5}}{16} \right) \cdot 15.$$

$$T = \frac{15 m_{\text{акл}} + 12 m_{\text{г}}}{16}.$$

$$13 m_{\text{акл}} + \left( \frac{m_{\text{акл}} + m_{\text{г}} \cdot \frac{4}{5}}{16} \right) \cdot 15 = \frac{12}{13} \dots$$

$$13 m_{\text{г}} \cdot \frac{5}{12} = \frac{12}{5} \left( \frac{(m_{\text{акл}} + m_{\text{г}} \cdot \frac{4}{5}) \cdot 15}{16} - 13 m_{\text{г}} \right)$$

$$13 m_{\text{ак}} + \frac{15}{16} m_{\text{акл}} \cdot \frac{12}{13}$$

↙

$$\frac{180}{208} m_{\text{акл}} + m_{\text{г}} \frac{720}{624} - 5 m_{\text{г}} =$$

$$\frac{12 \cdot 15}{5 \cdot 16} (m_{\text{акл}} + m_{\text{г}} \frac{4}{5}) - \frac{13 \cdot 12}{5} m_{\text{г}}.$$

# Часть 2

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

Шифр: **21202647**

ID профиля: **368470**

Вариант 5



3)

Дано:

$C; I_0$

$E; R; L$

Решить.

непосредств. перел.

1) Рассм. цепь сразу ~~после~~ замкн. ~~катушки~~ ключа:

1)  $I = ?$

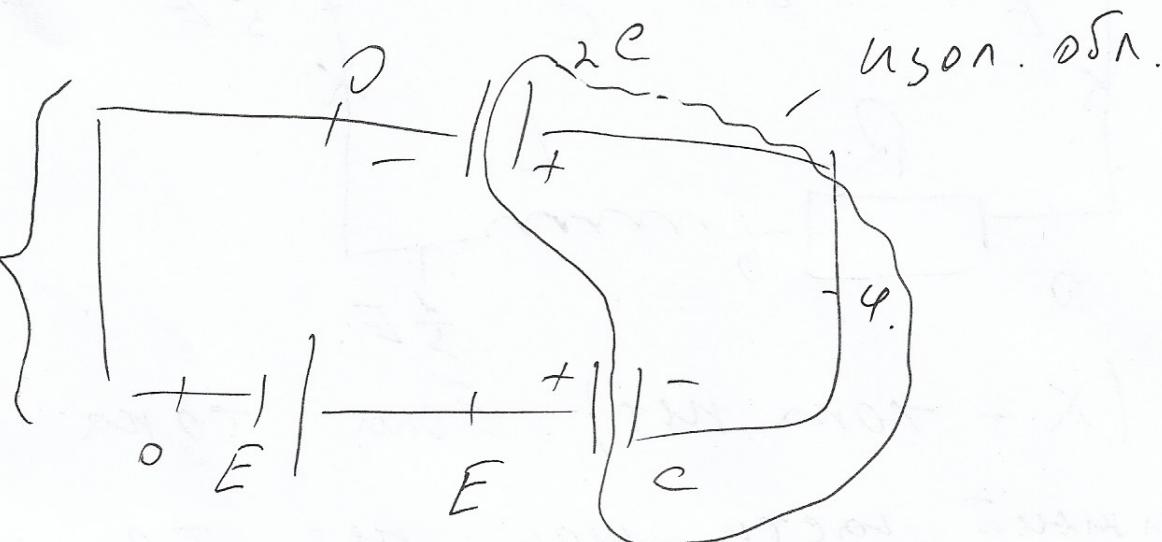
2)  $Q = ?$

3)  $I$ .

метод

узловых

потен.



По закону сохр. заряда:

$$0 = 2C\varphi - C(E - \varphi)$$

$$2\varphi = E - \varphi \Rightarrow \boxed{\varphi = \frac{1}{3}E}$$

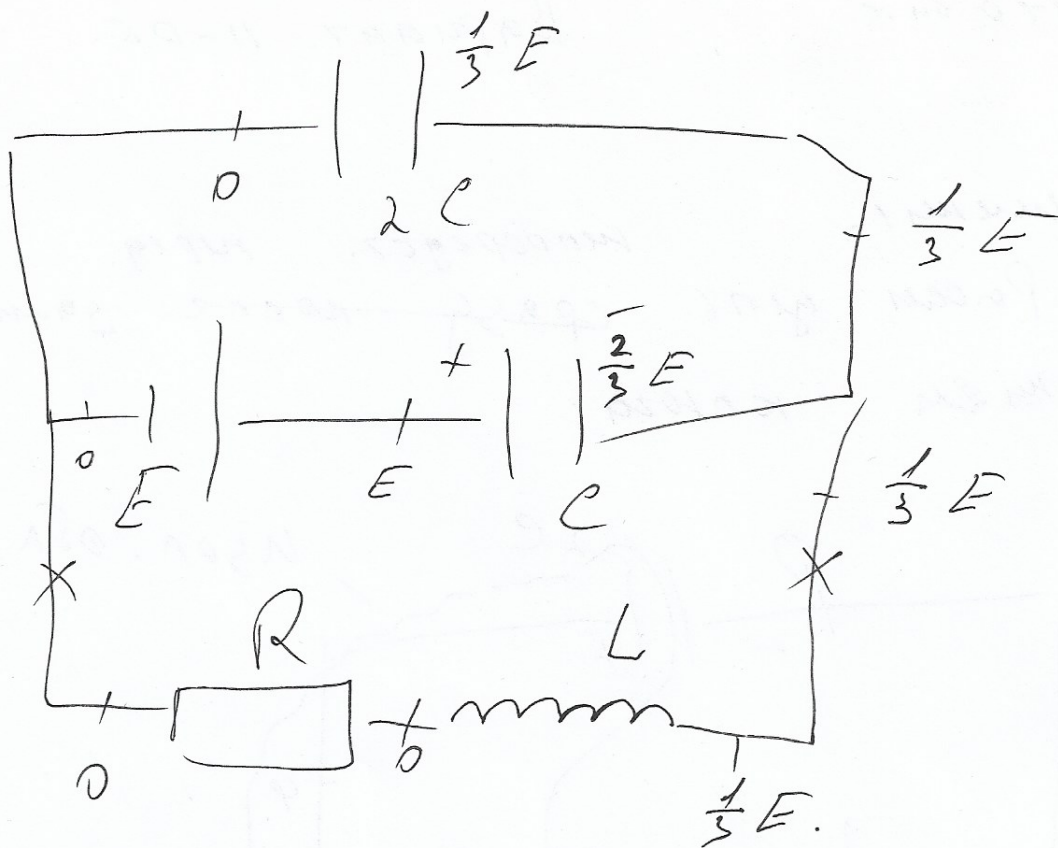
$$\underline{U_{2C}(0) = \frac{1}{3}E} ; \underline{U_C(0) = \frac{2}{3}E}$$

2) Рассм. цепь сразу после

зам. ключа. Напр. скачков не изменяется.

на конденсаторах, и ток через катушку не

изменяется;  $I_L(0) = 0$ .



(X - ток нет). Если ток в

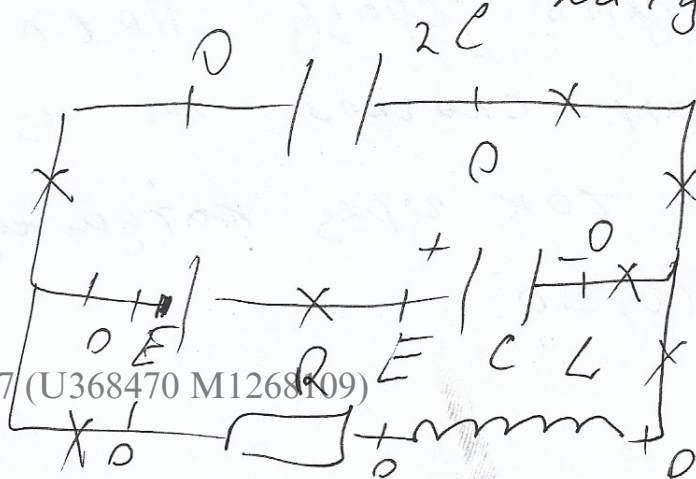
нижней части цепи нет, то потенциалы на концах резистора равны.

$$U_L = L I_L' \Rightarrow I_L' = \frac{U_L}{L} \Rightarrow \boxed{I_L'(0) = \frac{E}{3L}}$$

3) Рассм устоявшийся режим.

Ток через конденсаторы нет.

Напряжения на катушке равно нулю.



$$I_L(t_{уст}) = 0.$$

$$U_{2C}(t_{уст}) = 0$$

$$U_C(t_{уст}) = E.$$

②



4) Рассм. процесс от  $t=0$  до  $t=t_{\text{уст.}}$  методом бун.

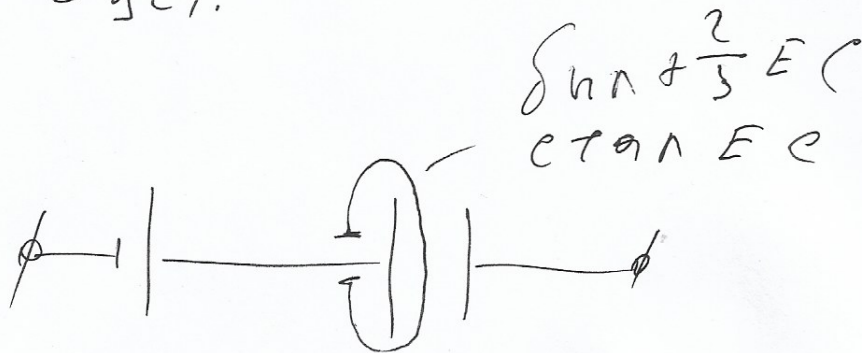
$$W(0) = \frac{2C U_{\text{зс}}^2(0)}{2} + \frac{C U_c^2(0)}{2} = \frac{2C \cdot \frac{1}{3} E^2}{2} + \frac{C \cdot \frac{4}{3} E^2}{2}$$

$$W(0) = \frac{1}{3} C E^2 + \frac{2}{3} C E^2 = \frac{1}{3} C E^2$$

$$W(t_{\text{уст.}}) = \frac{C U_c^2(t_{\text{уст.}})}{2} = \frac{C \cdot E^2}{2}$$

5) Найдем АС;  $AS = q^* \cdot E$ , где

$q^*$  — протекшая заряд от  $t=0$  до  $t=t_{\text{уст.}}$



знают заряд протек.

$$q^* = C E - \frac{1}{3} C E = \frac{1}{3} C E$$

$$AS = \frac{1}{3} C E^2$$

6) По закону сохр. энергии:

$$AS = \Delta W + Q \Rightarrow Q = AS - \Delta W$$

$$Q = \frac{1}{3} C E^2 - (W(t_{\text{уст.}}) - W(0))$$

(3)



$$Q = \frac{1}{3} CE^2 - \left( \frac{CE^2}{2} - \frac{1}{3} CE^2 \right) \quad \text{интегрируем}$$

$$\boxed{Q = \frac{1}{3} CE^2 - \frac{1}{2} CE^2 + \frac{1}{3} CE^2 = \frac{1}{6} CE^2}$$

~~7) Рассчитать момент времени, когда ток через  $C_1$  равен  $I_0$ .~~

Ответ: 1)  $I_L'(0) = \frac{E}{3L}$

2)  $Q = \frac{1}{6} CE^2$

# Задача

4)

Дано:

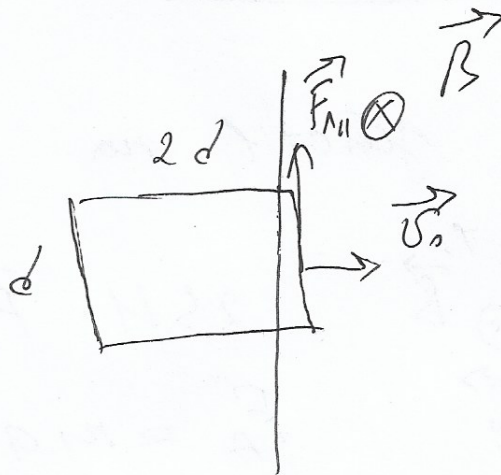
$m; d; b = 2d$

$v_0 \in \mathbb{R}$

$B; \mu = \frac{1}{3} d$

Решение

1) Рассм. рамку сразу после входящего и полн. скорости - величина инертная, скачком не изменяется.



1)  $q = ?$

2)  $v_1 = ?$

3)  $v_2 = ?$

$F_{L\parallel}$  - сост. полной силы Лоренца,

дейст. на проводник, общ. зв. зарядов.

Туда, куда направлена  $\vec{F}_{L\parallel}$ , будет направлена сила тока, дейст. на правую часть рамки.

2) При движении проводника в магнитном поле, возникает ЭДС индукции ( $\mathcal{E}_i$ )

Определяемая по формуле:  $\mathcal{E}_i = B v l \sin \alpha$

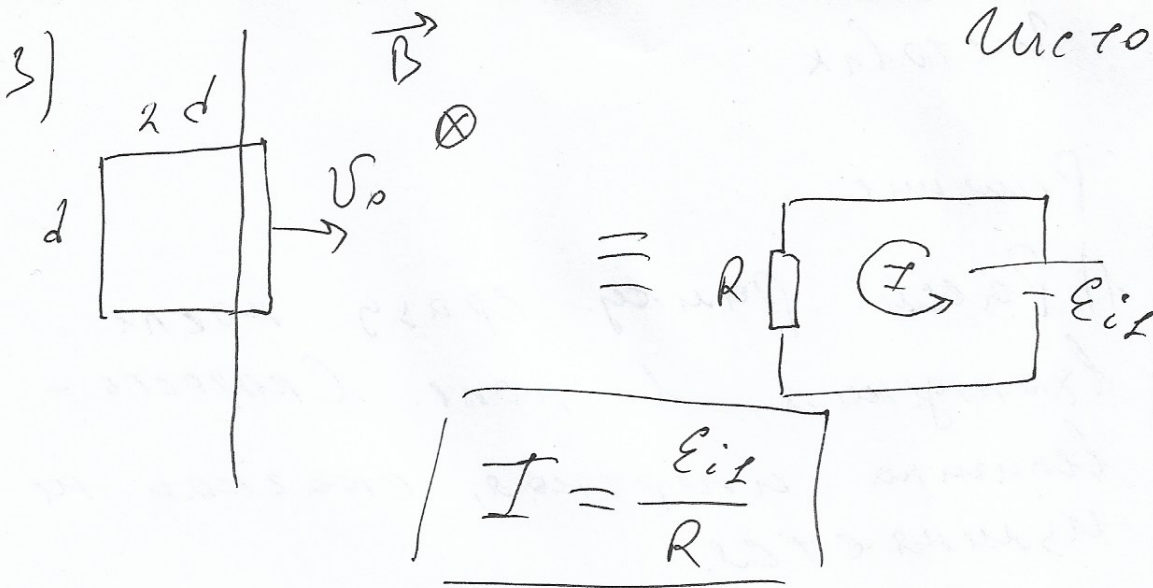
$\mathcal{E}_i = B v_0 d$

(5)

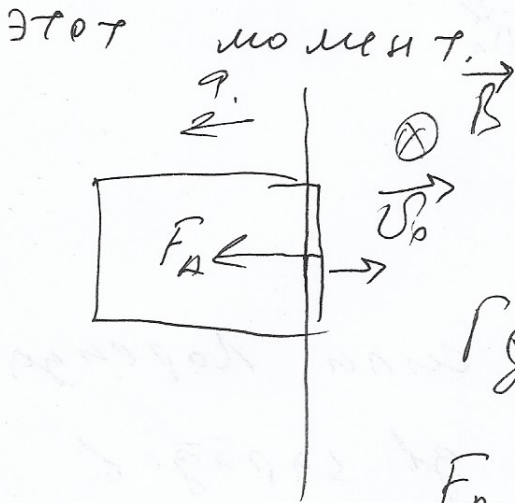
Заметим, что рамку можно предст. как цепь:



Устойчив.



4) Рассм. силы глвств. на рамку в этот момент.



2) У:  $\vec{F}_A = m\vec{a} \Rightarrow$

$$F_A = ma \Rightarrow \left| a = \frac{F_A}{m} \right| \quad (1)$$

гг  $F_A = B I l \sin d$

$F_A = B I \cdot d$ , подставим

силы тока:  $F_A = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{R} \cdot B \cdot d$ .

Подставим  $\mathcal{E}_{i1}$ :  $F_A = \frac{B v_0 d}{R} \cdot B \cdot d \Rightarrow$

$$F_A = \frac{B^2 d^2 v_0}{R} \quad (2)$$

Уз (2) и (1):  $\left| a = \frac{B^2 d^2 v_0}{m \cdot R} \right|$

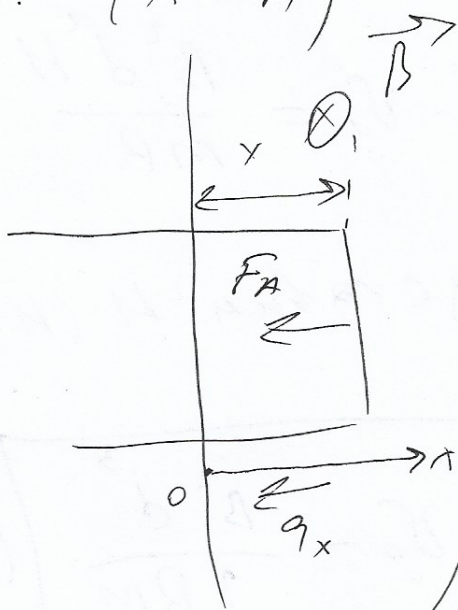
6



# Шеровик.

6) Заметим, что на горизонтальной стороне рамки, при движении в МД, тоже действует сила Ампера ( $F_A$ ), но мы и учитываем их, т.к. они не дают силы и движения рамки. Иными словами они "уравниваются" :).

7) Рассчитаем промежуточный момент, когда рамка вошла на расстояние  $x$  ( $x < H$ )



2 3 И!  $F_A = m a_x$ .

$$F_A = B I l = B \cdot \frac{U(x) \cdot d \cdot B}{R} \cdot d$$

$$F_A = \frac{B^2 d^2 U(x)}{R} \quad ; \quad a_x = \frac{+dU_x}{\Delta t}$$

$$U_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\frac{B^2 d^2 \frac{\Delta x}{\Delta t}}{R} = m \frac{dU_x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{B^2 d^2 \Delta x}{R} = -m \Delta U_x(x)$$

(знак " ", т.к. знак скорости) (7)

Истовик.

В) Просуммируем (\*) от момента, как только рамка вошла в МП, до момента, как ~~левая~~ <sup>правая</sup> сторона рамки вошла из МП.

$$\frac{B^2 d^3}{R} \sum \Delta x = -m \sum \Delta v_x$$

$$\frac{B^2 d^3}{R} \cdot (H - 0) = -m (v_1 - v_0)$$

$$\frac{B^2 d^3}{R} H = m (v_0 - v_1) \Rightarrow v_0 - v_1 = \frac{B^2 d^3 H}{mR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3 H}{mR} \quad \text{Погоставим } H \quad (H = \frac{1}{3} d)$$

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3 \frac{1}{3} d}{mR} \Rightarrow \boxed{v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^4}{3Rm}} \quad (**)$$

В) Сразу после того, как рамка  
правая часть рамки выйдет из МП.

Сила Ампера перестанет действовать на  
рамку  $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow \underline{v = \text{const} = v_1}$ .



Итоговик.

10) Проинтегрируем (\*) от момента как сразу как вошла левая часть рамки в МП, до момента, как левая часть рамки выйдет из МП.

$$\frac{B^2 d^2}{R} \sum \Delta x = -m \sum \Delta v_x$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} (H - 0) = -m (v_2 - v_1)$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} H = m (v_1 - v_2) \Rightarrow \boxed{v_2 = v_1 - \frac{B^2 d^2}{3mR}} \quad (*)$$

Подставим из (\*\*\*) в (\*):

$$v_2 = v_0 - \frac{B^2 d^2}{3mR} - \frac{B^2 d^2}{3mR} \Rightarrow \boxed{v_2 = v_0 - \frac{2B^2 d^2}{3mR}}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$

2)  $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^2}{3mR}$

3)  $v_2 = v_0 - \frac{2B^2 d^2}{3mR}$



5)

методом.

Решение.

Дано:

$$f_1 = 25 \text{ см.}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2$$

$$l = 50 \text{ см.}$$

1)  $x: D_1 = ?$

2)  $D_3 = ?$

1)  $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$ ; т.к. линза

находится в фокусе и параллельно к главной, то.

$$\frac{1}{d_2} \rightarrow 0 \Rightarrow F_2 = f_2.$$

2)  $\frac{D_1}{D_2} = 2$  ;  $D_2 = \frac{1}{F_2} \Rightarrow D_2 = \frac{1}{f_2}$ .

$$D_1 = 2 D_2 \Rightarrow D_1 = \frac{2}{f_2} = \frac{2}{25} \text{ дптр}$$

$D_1 = 0,08 \text{ дптр.} \Rightarrow D_2 = 0,04 \text{ дптр.}$

⇒ Условие может выполняться только без очков в расфокусной  $x = \frac{1}{2} f_1$

$x = 12,5 \text{ см.}$

3)  $D_3 = \frac{1}{l-x} \Rightarrow D_3 = \frac{1}{50-12,5}$

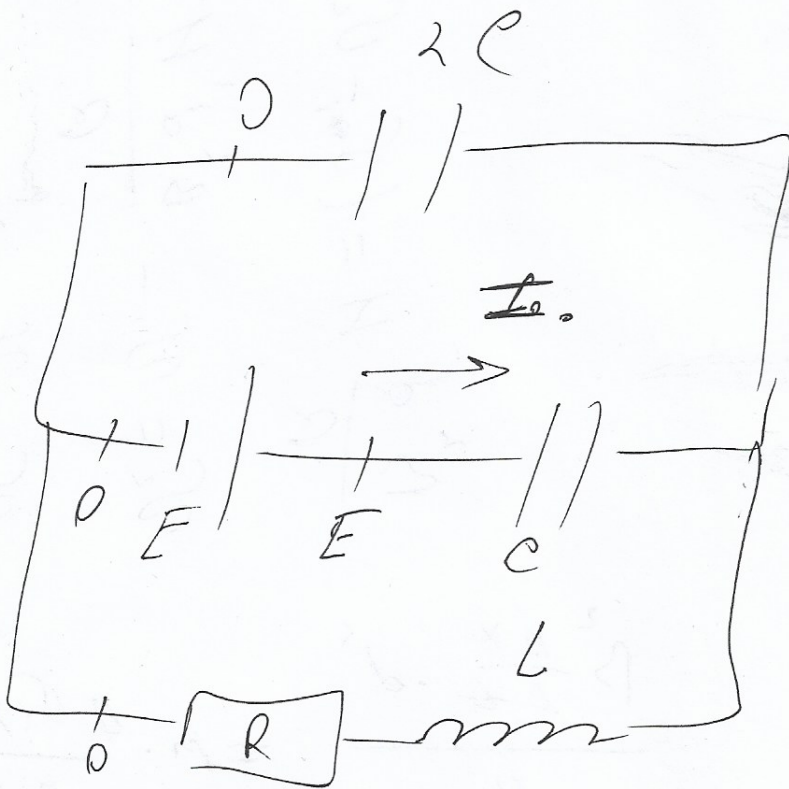
$$D_3 = \frac{1}{37,5} \approx 0,027 \text{ дптр.}$$

Ответ: 1)  $x = 12,5 \text{ см.}$   $D_1 = 0,08 \text{ дптр.}$

2)  $D_2 = 0,04 \text{ дптр.}$

Up no cur.

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} - \frac{1}{2} = \frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6}$$

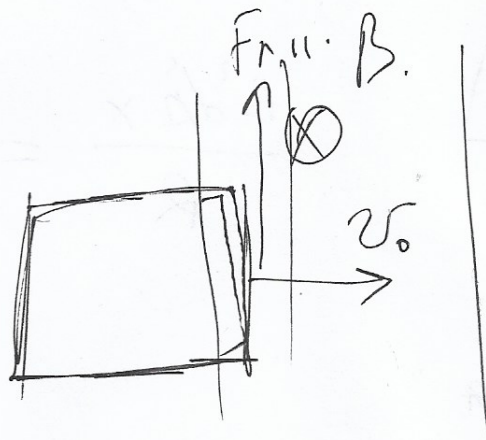


$$I_c = C \cdot U_c'$$

~~\*~~

$$q = CU$$

$$I_0 = C \cdot \frac{U_c}{\Delta t}$$

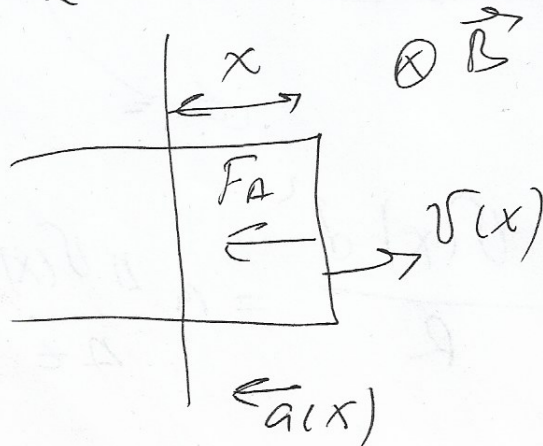


$$\frac{m v_0^2}{2} = A F_A + \frac{m v_1^2}{2} ; A F_A = F_A \cdot l$$

$$F_A = B I l$$

$$F_A = B I l$$

$$\frac{B^2 l^2 v(x)}{R} = m \frac{v(x)}{\Delta t}$$





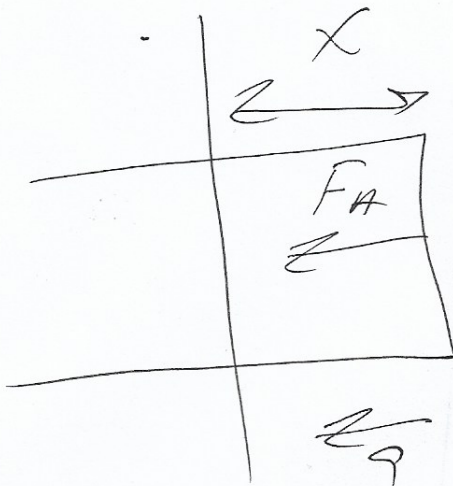
$$A_K + A_A = 0.$$

$$|A_{net}| = |A_{FA}|.$$

~~Handwritten scribbles~~

~~BA d = BU~~

~~IR~~



~~$$I l = m a$$~~

~~$$\frac{B v l}{R} \cdot l =$$~~

$$\frac{B^2 \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot d^2}{R} = m \cdot \frac{\Delta v(x)}{\Delta t}$$

$$\frac{B^2 d^2 x}{R} = m \Delta v(x)$$

Упробнак

$\epsilon_i \cdot I_m$

$$\frac{B^2 d^2}{R} H = (U_0 - U_1) m$$

$$U_2 = U_1 - \frac{B^2 d^2 H}{R}$$

$$U_2 = U_0 - 2 \dots$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} = \frac{m}{\Delta t}$$

$$\frac{B^2 d^2 \cdot \frac{1}{2} d}{R} = m \cdot (U_1 - U_0)$$

$$\frac{B^2 v(x) d^2}{R} = m \frac{\Delta v(x)}{\Delta t}$$



переходим

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

$$D_1 \cdot D_2 = 2$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2$$

$$D_2 = \frac{1}{F} = \frac{1}{2.5}$$

$$D_2 = \frac{1}{2.5} \Rightarrow D_2 = \frac{1}{2.5}$$

$$D_1 = 2 D_2$$

$$D_1 = \frac{2}{2.5} \text{ нтр.}$$

$$F_1 = \frac{2.5}{2} \text{ см.}$$

$$F_2 = 2.5 \text{ см.}$$

$$I_c = C \cdot \omega'$$

