

# Часть 1

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

Шифр: **21201014**

ID профиля: **376199**

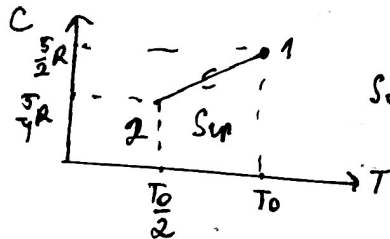
Вариант 2

# Ч И С Т О В И К

2.  $V, T_0$   
 $C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

- 1)  $Q_1 = ?$
- 2)  $T_m = ?$
- 3)  $A_{min} = ?$

1) Отдаваемое кол-во теплоты:  $Q_1 = V \cdot S_{ст}$ , где  $S_{ст} = \int_{T_0/2}^{T_0} C(T) dT$  — площадь под графиком  $C(T)$



$$S_{ст} = \frac{1}{2} \left( \frac{5}{4} R + \frac{5}{2} R \right) \left( T_0 - \frac{T_0}{2} \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{15}{4} R \frac{T_0}{2}$$

$$S_{ст} = \frac{15}{16} R T_0$$

$$Q_1 = \frac{15}{16} V R T_0$$

2) Пусть газ охладился до произвольной температуры  $T$ . Тогда в количестве теплоты, которое он получил:

$$Q(T) = -\frac{1}{2} \left( \frac{5}{2} R + \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \right) V (T_0 - T) = -\frac{5}{4} V R \left( T_0 - T + T \frac{T}{T_0} \right) = \frac{5}{4} V R \left( \frac{T^2}{T_0} - T_0 \right)$$

3) Первое начало терм.:  $Q(T) = A(T) + \Delta U(T)$ , где  $\Delta U(T) = \frac{3}{2} V R (T - T_0)$

$$A(T) = Q(T) - \Delta U(T) = \frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} - \frac{5}{4} V R T_0 - \frac{3}{2} V R T + \frac{3}{2} V R T_0$$

$$A(T) = \frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} V R T + \frac{1}{4} V R T_0 - \text{квадратичная функ.}$$

Точка минимума будет находиться в вершине.

$$T_m = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 2 \cdot 5} T_0 = \frac{3}{5} T_0$$

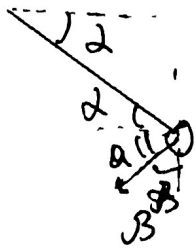
$$A(T_m) = \frac{5}{4} V R \frac{9 T_0^2}{25 T_0} - \frac{3}{2} V R \frac{3}{5} T_0 + \frac{1}{4} V R T_0 = \left( \frac{45}{100} - \frac{90}{100} + \frac{25}{100} \right) V R T_0 = 0,2 V R T_0$$

Ответ: 1)  $Q_1 = \frac{15}{16} V R T_0$  2)  $T_m = \frac{3}{5} T_0$  3)  $A_{min} = 0,2 V R T_0$

1

# УСТОЙЧИВ

1. 1) Ускорение ~~нити~~ <sup>шара</sup> и направление перпендикулярно нити



угол между вертикалью и ускорением:  $\beta = \alpha$   ~~$\sin \beta = \cos \beta = \frac{4}{5}$~~

2) Угол между нитью и горизонтом не меняется  $\Rightarrow$  вертикальная составляющая ускорения шара равна ускорению свободно падения.

~~т.е.  $a \cos \beta = g$~~   $a = \frac{g}{\cos \beta} = \frac{5}{4}g$  ускорение шарика:  $a = \frac{5g}{\cos \beta} = \frac{5}{4}g$

Тогда ускорение нити:  $a_{\text{кл}} = a \cos \varphi$ , где  $\varphi = 90^\circ - \alpha = \beta$   
(нить не меняет длины)

$a_{\text{кл}} = \frac{3}{5}g$   $\cos \varphi = \sin \alpha = \frac{3}{5}$

3)  $H = \frac{g t^2}{2}$   $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Ответ: 1)  $\cos \beta = \frac{4}{5}$  2)  $a_{\text{кл}} = \frac{3}{5}g$

3)  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

2

$$Q = Q(T) = -\frac{1}{2} \left( \frac{5}{2} R - \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \right)^2 (T_0 - T) = -\frac{5}{4} V R \left( \frac{T_0 - T}{T_0} \right) (T_0 - T)$$

$$Q = Q(T) = -\frac{5}{4} V R \frac{(T_0 - T)^2}{T_0}$$

$$\Delta u = \frac{3}{2} V R (T - T_0)$$

$$A = Q = A + \Delta u$$

$$A = A(T) = Q - \Delta u = -\frac{5}{4} V R \frac{(T_0 - T)^2}{T_0} - \frac{3}{2} V R (T - T_0)$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} V R \frac{(T - T_0)^2}{T_0} - \frac{3}{2} V R (T - T_0)$$

~~$$-V(T) = \frac{5}{4} V R \frac{(T - 2TT_0 + T_0^2)}{T_0} - \frac{3}{2} V R (T - T_0)$$~~

~~$$A(T) = \left( -\frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} + \frac{5}{2} V R T - \frac{5}{4} V R T_0 \right) - \frac{3}{2} V R T + \frac{3}{2} V R T_0$$~~

$$A(T) = -\frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} + \frac{5}{2} V R T$$

$$Q(T) = -\frac{5}{4} V R \left( 1 + \frac{T}{T_0} \right) (T_0 - T) = -\frac{5}{4} V R \left( T_0 + \frac{T^2}{T_0} \right) (T_0 - T)$$

~~$$A = \frac{5}{4} V R \frac{T_0 + T}{T_0} (T_0 - T) =$$~~

$$Q = -\frac{5}{4} V R \left( T_0 - T + T - \frac{T^2}{T_0} \right) = -\frac{5}{4} V R \left( T_0 - \frac{T^2}{T_0} \right) = \frac{5}{4} V R \left( \frac{T^2}{T_0} - T_0 \right)$$

$$\Delta u = \frac{3}{2} V R (T - T_0)$$

$$A = Q - \Delta u = \frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} - \frac{5}{4} V R T_0 - \frac{3}{2} V R T + \frac{3}{2} V R T_0$$

$$\frac{5}{2} - \frac{5}{4} = \frac{5}{4} \Rightarrow A = \frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} V R T + \frac{1}{4} V R T_0$$

$$A(T) = \frac{5}{4} V R \frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} V R T + \frac{1}{4} V R T_0 \quad \# \text{ - квадратичная функция}$$

$$\text{при } T = T_{\text{min}}$$

$$A(T_{\text{min}}) = \frac{5 \cdot 45}{100} V R T_0 - \frac{3}{2} V R T_0 + \frac{1}{4} V R T_0 =$$

$$\frac{45 - 90 + 25}{100} = \frac{30}{100} = 0,3$$

$$\frac{\frac{3}{2} V R}{2 \cdot \frac{5}{4} V R} T_0 = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 25} T_0 = \frac{12}{50} = \frac{6}{25} = 0,24$$

$$Q(T) = -\frac{1}{2} \left( \frac{5}{2} R - \frac{3}{2} R \frac{T}{T_0} \right) \gamma (T_0 - T) = -\frac{1}{4} \gamma R \left( 5 - \frac{3T}{T_0} \right) (T_0 - T)$$

$$Q(T) = -\frac{5}{4} \gamma R (T_0 - T)^2 \quad \Delta u(T) = \frac{3}{2} \gamma R (T - T_0)$$

Умножим

$$2) \quad Q = Q(T) = -\frac{1}{2} \left( \frac{5}{2} R - \frac{3}{2} R \frac{T}{T_0} \right) \gamma (T_0 - T)$$

$$A = A(T) = Q(T) - \Delta u(T) \quad \Delta u(T) = \frac{3}{2} \gamma R (T - T_0)$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} \gamma R \left( 1 - \frac{T}{T_0} \right)^2 - \frac{3}{2} \gamma R (T - T_0)$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} \gamma R \left( \frac{T_0 - T}{T_0} \right)^2 - \frac{3}{2} \gamma R (T - T_0) = -\frac{5}{4} \gamma R \left( \frac{T_0 - T}{T_0} \right)^2 + \frac{3}{2} \gamma R (T_0 - T)$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} \gamma R \frac{(T_0 - T)^2}{T_0} + \frac{3}{2} \gamma R (T_0 - T) \quad T_0 - T = a$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} \gamma R \frac{a^2}{T_0} + \frac{3}{2} \gamma R a$$

$$Q_B = \frac{-\frac{3}{2} \gamma R}{2 \left( -\frac{5}{4} \right) \frac{\gamma R}{T_0}} = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 5} \cdot T_0 = \frac{3}{5} T_0$$

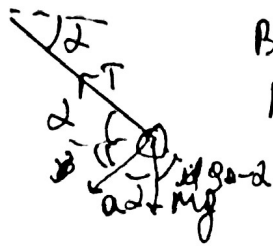
$$T_0 - T = \frac{3}{5} T_0 \quad T = \frac{2}{5} T_0$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} \gamma R \left( \frac{T_0 - T}{T_0} \right)^2$$

$$A(T) = -\frac{5}{4} \gamma R \frac{(T - T_0)^2}{T_0} - \frac{3}{2} \gamma R (T - T_0)$$

~~Ускорение~~ черновик

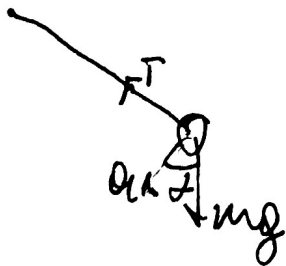
1) Ускорение шара направлено перпендикулярно нити.



Видим, что ускорение клина направлено под углом  $\beta = 90^\circ - \alpha$ . Т.е.  $\cos \beta = \cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha = \frac{3}{5}$

2)  $T = mg \sin \alpha$

Угол между нитью и горизонтально меняется не будет  $\Rightarrow$  вертикальная составляющая скорости шара равна ускорению шара свободного падения.



$$a \cos \alpha = 0$$

$$a_{\text{ш}} = a_{\text{св}}$$

# Часть 2

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

Шифр: **21201014**

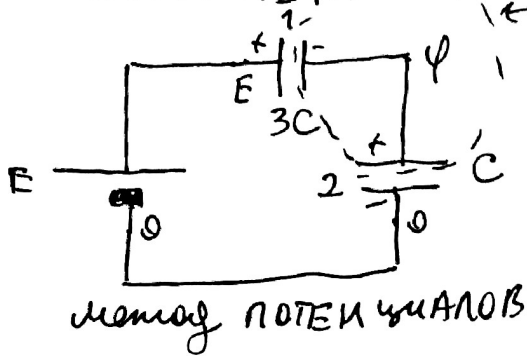
ID профиля: **376199**

Вариант 2

# Цистовчик.

~~1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа~~

№3 1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа. Цепь находится в уст. состоянии  $\rightarrow$  токов через конденсаторы нет.



$\leftarrow$  цитированная область.

$$3CC: -3C(E - \varphi) + C(\varphi - 0) = 0$$

$$-3CE = \varphi - 3E + 3\varphi = 0$$

$$4\varphi = 3E$$

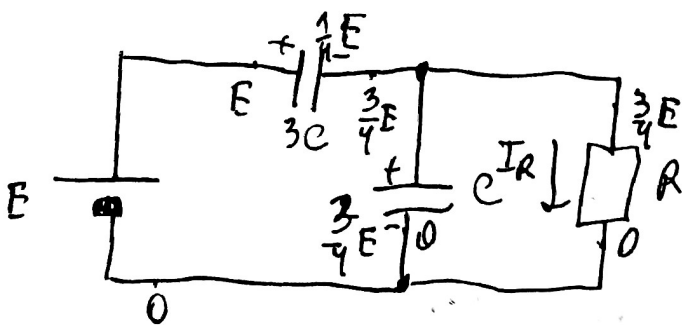
$$\varphi = \frac{3}{4}E$$

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.

ЭАПРЯЖЕНИЕ И ЦЕ на конденсаторах скачком не изменяется.  $u_{c1}(0) = E - \varphi = \frac{1}{4}E$   $u_{c2}(0) = \frac{3}{4}E$

$$W(0) = \frac{1}{2} \cdot 3C u_{c1}^2(0) + \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_{c2}^2(0) = \frac{3}{2}C \cdot \frac{1}{16}E^2 + \frac{1}{2}C \cdot \frac{9}{16}E^2$$

$$W(0) = \frac{12}{32}CE^2 = \frac{3}{8}CE^2$$



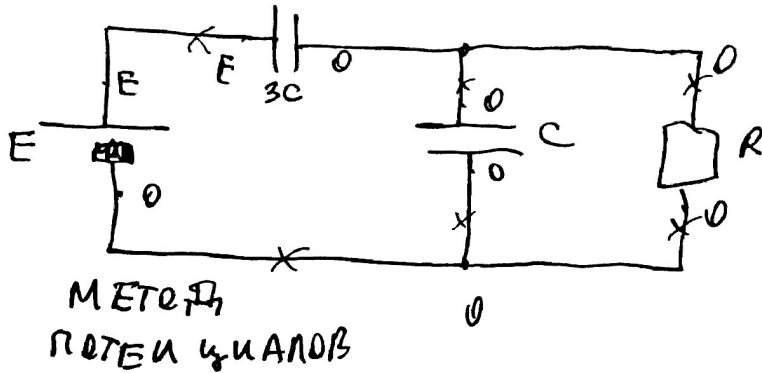
$$I_R = \frac{\frac{3}{4}E - 0}{R} = \frac{3E}{4R}$$

продолжение на след стр.



# УИ СТО В И К

№3) РАС СМОТРИМ ЦЕПЬ ВУ С Т. СО СТО ЯЩИИ П Р И З А М К Н У Т О М К Л Ю Ч Е. Т О К Е В Ч Е Р Е З К О М П Е Н С А Т О Р Ы Н Е Т.



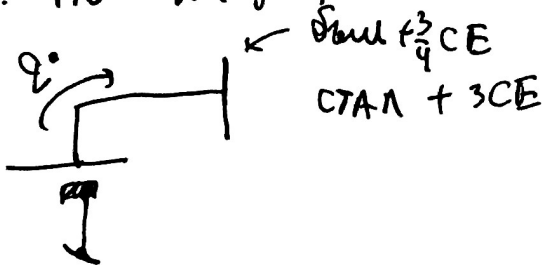
$$U_{C1}(t_{уст}) = E$$

$$U_{C2}(t_{уст}) = 0$$

$$W(t_{уст}) = \frac{1}{2} \cdot 3C \cdot U_{C1}^2(t_{уст}) = \frac{3}{2} CE^2$$

4) РАС СМОТРИМ П Р О Ц Е С С О Т  $t=0$  Д О  $t=t_{уст}$ .

З С Я:  $A_{\delta} = W(t_{уст}) - W(0) + Q$ , где  $A_{\delta}$  - работа источника.



$$q^* = 3CE - \frac{3}{4}CE = \frac{12}{4}CE - \frac{3}{4}CE = \frac{9}{4}CE$$

$$A_{\delta} = E \cdot q^* = \frac{9}{4}CE^2$$

$$Q = \frac{9}{4}CE^2 - \frac{3}{2}CE^2 + \frac{3}{2}CE^2 = \frac{9}{8}CE^2$$

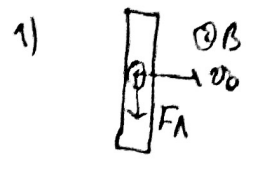
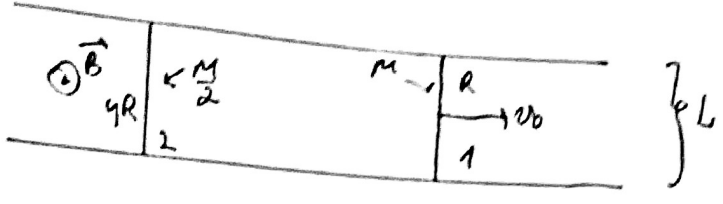
4) РАС СМОТРИМ ЦЕПЬ, К О Г Д А Т О К Ч Е Р Е З  $C_2$  Р А В Е Н  $I_0$ .

Д а н н ы е. 1)  $I_{R2} = \frac{3E}{4R}$  2)  $Q = \frac{9}{8}CE^2$

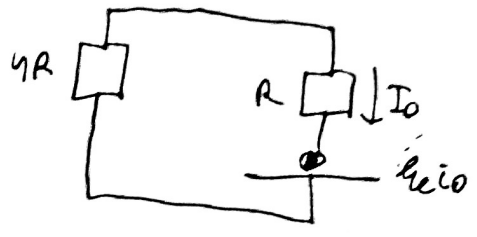
2

нч.

# У ИСТОБИК



В проводнике в перемычке, движущейся в магнитном поле возникает ЭДС индукции  $\mathcal{E}_{i0} = Bv_0L$



$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_{i0}}{5R} = \frac{Bv_0L}{5R}$$

На вращающую перемычку действует сила Ампера

$$F_A = BI_0L$$

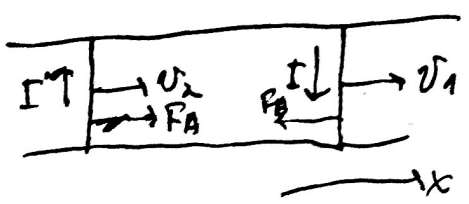
по 2ЗН:  $F_A = \frac{m}{2} \cdot a_{oz}$   $a_{oz} = \frac{2F_A}{m}$

$$F_A = \frac{B^2L^2v_0}{5R}$$

$$a_{oz} = \frac{2B^2L^2v_0}{5mR}$$

~~2) ЧЕДЕЗ ДОЛЖИ ТОЛЬКОЕ ВРЕМЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЫЧЕК СТАНУТ РАВНЫМИ НУЛЮ. ТОГДА РА ТОКА ЧЕРЕЗ ПЕРЕМЫЧКИ НЕ БУДЕТ.~~

РАССТРИМ ПРОИЗВОЛЬНЫЙ МОМЕНТ.



2ЗН:  $F_A = \frac{m}{2} a_{2x}$   $-F_A = ma_{1x}$   $a_x = \frac{dv_x}{dt}$

$$F_A = BI_0L = \frac{B^2(v_1 - v_2)^2}{5R} = \frac{B^2L^2 v_{diff}^2}{5R}$$

$$+F_A = \frac{B^2L^2 v_{diff}^2}{5R} = \frac{1}{2} m a_{diff}^2$$

$$\frac{B^2L^2 v_{diff}^2}{5R} = m a_{diff}^2$$

просуммируем за все время движения: (d - на сколько увеличилось расстояние)

$$-\frac{B^2L^2 d}{5R} = m(v - v_0) \quad \frac{B^2L^2 d}{5R} = m(v - 0)$$

прогр. на все сур.

(3)

# УСТОЙЧИВ

4. (на рис.) ПОЛУЧАЕМ:  $d = \frac{10m\omega R}{B^2 L^2}$

$$\frac{B^2 L^2}{5R} \cdot \frac{10m\omega R}{B^2 L^2} = m(\omega_0 - \omega)$$

$$\text{и } 2\omega = \omega_0 - \omega \quad \omega = \frac{1}{3}\omega_0$$

$$d = \frac{10m\omega_0 R}{3B^2 L^2}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: ~~то~~ ЧЕРЕЗ БОЛЬШОЙ ПРОМЕЖУТОК  
 ВРЕМЕНИ ТОК ПРЕСТАНЕТ ТЕЧЬ ЧЕРЕЗ ПЕРЕМЫЧКИ.  
 В ЭТОТ МОМЕНТ ЭДС ИНДУКЦИИ В ОБИХ ПЕРЕМЫЧКАХ  
 СРАВНЯЮТСЯ С СКОРОСТИ  $\omega$  ПЕРЕМЫЧЕК БУДУТ КОСИНОСОВЫ

Ответ: 1)  $a_{\text{ср}} = \frac{2B^2 L^2 \omega_0}{5mR}$  2)  $\omega = \frac{1}{3}\omega_0$  3)  $d = \frac{10m\omega_0 R}{3B^2 L^2}$

4

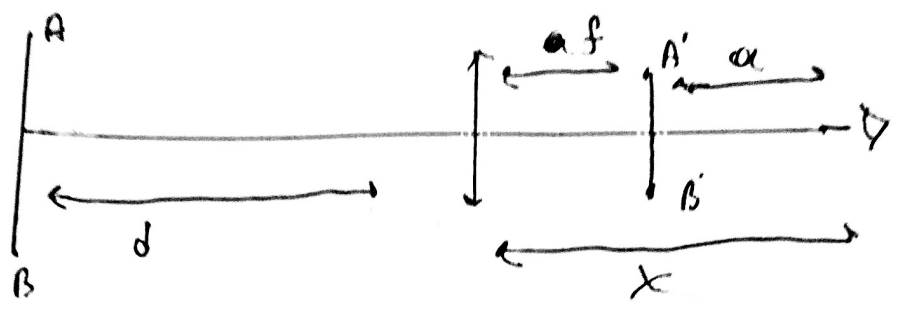
УСТОЙЧИВ

...

УСТОЙЧИВ.

$F = 12 \text{ см}$   
 $H = 8 \text{ см}$   
 $d = 48 \text{ см}$   
 $Q = 24 \text{ см}$

- 1)  $x = ?$
- 2)  $P_m = ?$
- 3)  $z = ?$



1)  $d > F \Rightarrow$  устойчивее грузом.

$$\frac{1}{d} \times \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F} = 16 \text{ см}$$

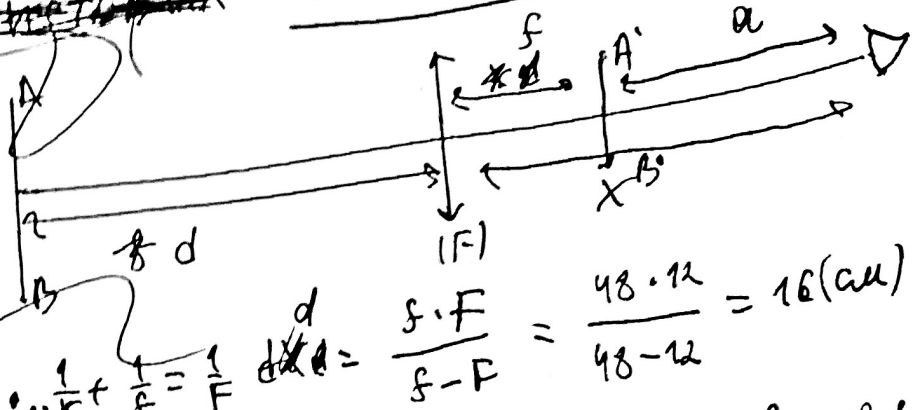
$$x = a + f = 40 \text{ см}$$

5

ЧЕРТОВИК

5.  $F = 12 \text{ см}$   
 $H = 8 \text{ см}$   
 $f = 48 \text{ см}$   
 $a = 24 \text{ см}$

- 1)  $x = ?$   
 2)  $D_M = ?$   
 3)  $y = ?$

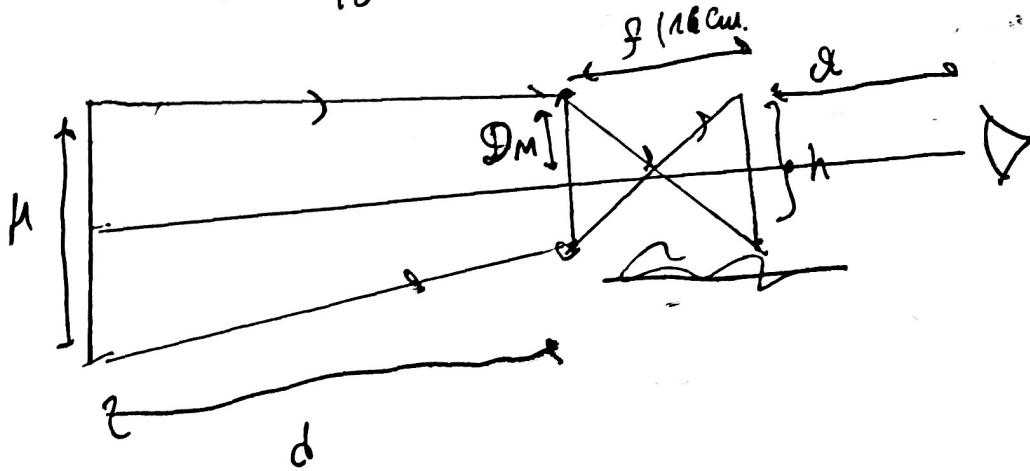


$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \text{and} \quad d = \frac{f \cdot F}{f - F} = \frac{48 \cdot 12}{48 - 12} = 16 \text{ (см)}$$

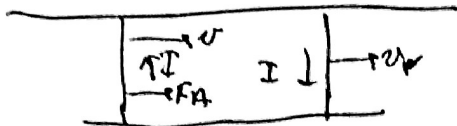
$F < fd \Rightarrow$  увеличенное перевернутое.

$$X = \frac{f}{d} + a = 16 \text{ см} + 24 \text{ см} = 40 \text{ см}$$

2)  $n = \frac{f}{d} = \frac{16}{48} = \frac{1}{3} \Rightarrow h = \frac{1}{3}H$



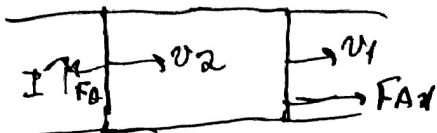
Меркловен



$$F_A = \beta v L$$



$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = \beta v L = I R$$



$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = \beta v_1 L$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = \beta v_2 L$$

$$I = \frac{\beta (v_1 - v_2) L}{4R}$$

23H:

$$F_A = m a$$

$$\beta I = \frac{\beta (v_1 - v_2) L}{4R} = m a_{\text{max}}$$

$$\frac{\beta (v_1 - v_2) L}{4R} = \frac{m a_{\text{max}}}{2}$$

$$\frac{\beta (v_1 - v_2)}{4R} = m \frac{\Delta v_{x1}}{\Delta t}$$

$$\frac{\beta (v_1 - v_2)}{4R} = \frac{m}{2} \frac{\Delta v_{x2}}{\Delta t}$$

$$-\frac{\beta v_{\text{down}}}{4R} = m \Delta v_{x1}$$

$$\frac{\beta v_{\text{down}}}{2R} = m \Delta v_{x2}$$

$$-\frac{\beta \Delta x}{4R} = m \Delta v_{x1}$$

$$\frac{\beta \Delta x}{2R} = m \Delta v_{x2}$$

$$-\frac{\beta}{4R} \sum \Delta x = m \sum \Delta v_{x1}$$

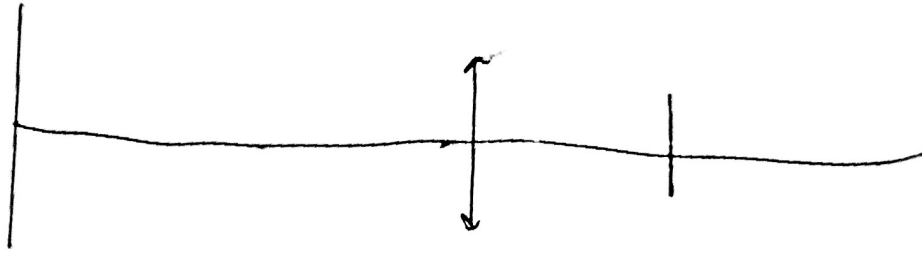
$$\frac{\beta}{2R} = m \sum \Delta v_{x2}$$

$$-\frac{\beta}{4R} d = m (v - v_0)$$

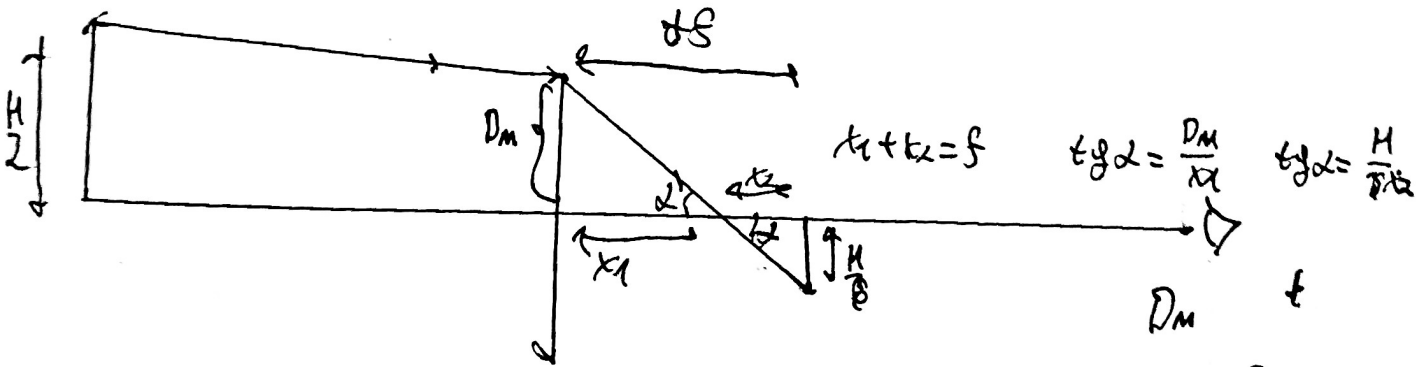
$$\frac{\beta d}{2R} = m (0 - 0)$$

d =

ИЗПРОБУК.



$$\Gamma = \frac{f}{\sigma} =$$



$$x_1 + x_2 = f$$

$$\tan \alpha = \frac{D_m}{x_1}$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{f}$$

$$D_m = x_1 \cdot \frac{H}{f} = \frac{H}{\sigma}$$

$$d = \frac{2 R M}{\beta^2 L^2} v$$

$$= \frac{\beta^2 L^2}{4 R} \cdot \frac{2 R M}{\beta^2 L^2} \cdot \frac{1}{2} m v = m (v_0 - v)$$

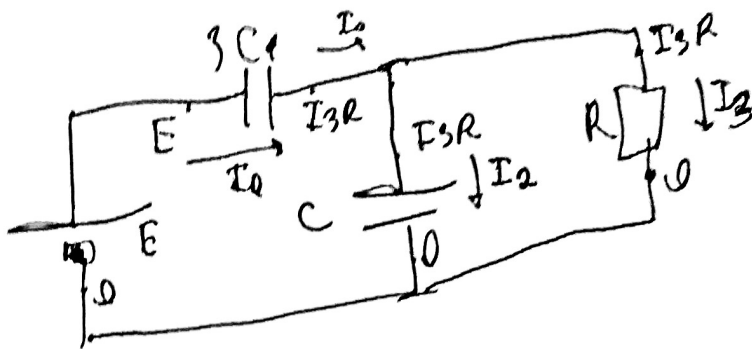
$$v = \frac{2}{3} v_0$$

$$d = \frac{2 R M}{\beta^2 L^2} \cdot \frac{2}{3} v = \frac{4 R M}{3 \beta^2 L^2}$$

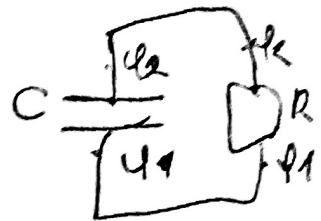
Задача. Методом.

Пункт. (2)

$$-8 \cdot \frac{0}{1} \quad \frac{18 - 3 \cdot 4 + 3}{2} = \frac{18 - 9}{2} = \frac{9}{2}$$



$$I_0 = I_2 + I_3$$



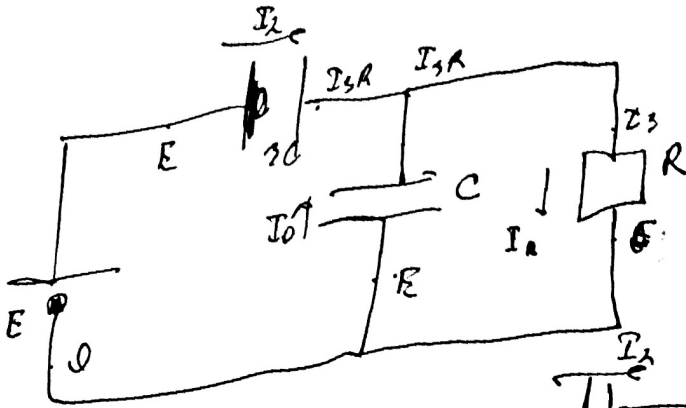
$$\phi_2 - \phi_1 = I_3 R$$

$$\phi_2 - \phi_1 = \frac{Q}{C}$$

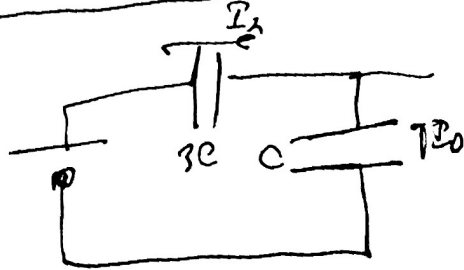
$$\frac{Q}{C} = I_3 R$$



репробук



$$I_2 = I_R = I_{2A} + I_{2R}$$



$$I_2 = C u_2'(t)$$

$$u_2(t) =$$

