

# Часть 1

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

Шифр: **21202167**

ID профиля: **846292**

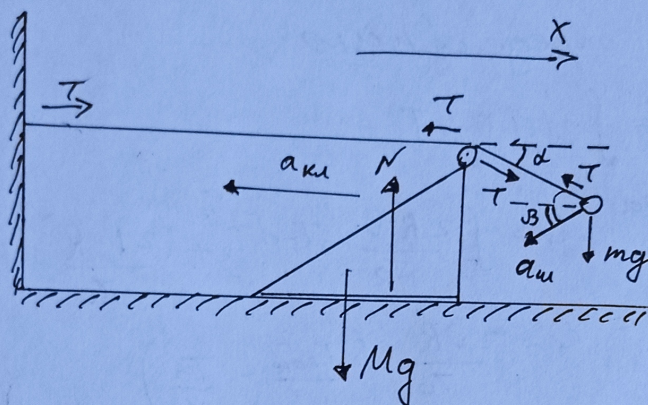
Вариант 1



Задача. (2)

N1.  
 $\cos d = \frac{3}{5}$

- 1)  $\beta = ?$
- 2)  $a_{кл} = ?$
- 3)  $\frac{m}{M} = ?$
- 4)  $\tau = ?$



1) • 2 ЗН для шара:

$$x: a_{ш} \cdot \cos \beta \cdot m = T \cdot \cos d$$

• 2 ЗН для клина:

$$x: a_{кл} \cdot M = T - T \cdot \cos d$$

$$\frac{a_{ш} \cdot \cos \beta \cdot m}{\cos d} = \frac{a_{кл} \cdot M}{1 - \cos d} \quad (1)$$

2) Из кинематической связи:

$$a_{кл} = a_{ш} \cdot \cos(d + \beta) \quad (2)$$

3) (2)  $\rightarrow$  (1)

$$\frac{a_{ш} \cdot \cos \beta \cdot m}{\cos d} = \frac{a_{ш} \cdot \cos(d + \beta) \cdot M}{1 - \cos d}$$

$$\frac{\cos(d + \beta)}{\cos \beta} = \frac{m}{M} \cdot \frac{(1 - \cos d)}{\cos d}$$

$$\frac{\cos d \cdot \cos \beta - \sin d \cdot \sin \beta}{\cos \beta} = \frac{m}{M} \cdot \frac{(1 - \cos d)}{\cos d}$$

$$\cos d - \operatorname{tg} \beta \cdot \sin d = \frac{m}{M} \left( \frac{1}{\cos d} - 1 \right)$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{m}{M} \cdot \left( \frac{5}{3} - 1 \right)$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \operatorname{tg} \beta = \frac{2}{3} \frac{m}{M} \Rightarrow \boxed{\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{4} - \frac{5}{6} \cdot \frac{m}{M}}$$

Ответ: 1)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{4} - \frac{5}{6} \cdot \frac{m}{M}$



Тестовик. ①

№2. Дано:

$$\bar{\nu} = 3$$

$$T_0$$

$$c(T) = \frac{2R \cdot T}{T_0}$$

1)  $Q_1 = ?$

2)  $T_{min} = ?$

3)  $A_{min} = ?$

1) По определению

$$Q = \int c(T) \cdot \nu \cdot dT$$

тогда  $Q = \int \frac{2R \cdot \nu}{T_0} \cdot T \cdot dT = \frac{2\nu \cdot R}{T_0} \cdot \int T \cdot dT$

$$Q = \frac{2\nu R}{T_0} \cdot \left( \frac{T_{ком}^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right)$$

$$Q = \frac{2\nu R}{T_0} \cdot \left( \frac{\left(\frac{5}{6} T_0\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) = \frac{\nu R}{T_0} \cdot \left( \frac{25}{36} T_0^2 - T_0^2 \right)$$

$$Q = -\frac{11}{36} \nu R T_0$$

$$Q_1 = \frac{11}{36} \nu R T_0$$

2) По закону Менделеева-Клапейрона:

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow A = Q - \Delta U$$

$$A = \frac{\nu R}{T_0} \cdot (T_{ком}^2 - T_0^2) - \frac{3}{2} \nu R (T_{ком} - T_0)$$

$$A = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T_{ком}^2 - \nu R T_0 - \frac{3}{2} \nu R \cdot T_{ком} + \frac{3}{2} \nu R T_0$$

$$A = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T_{ком}^2 - \frac{3}{2} \nu R \cdot T_{ком} + \frac{1}{2} \nu R T_0 - \text{квадратичная зависимость}$$

$$T_{min} = \frac{\frac{3}{2} \nu R}{2 \nu R} \cdot T_0 = \frac{3}{4} \cdot T_0$$

$$3) A_{min} = A \left( \frac{3}{4} T_0 \right) = \frac{9}{16} \nu R T_0 - \frac{9}{8} \nu R T_0 + \frac{1}{2} \nu R T_0 = -\frac{1}{16} \nu R T_0$$

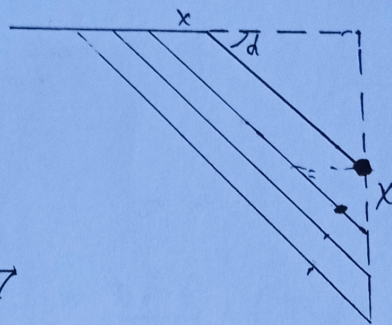
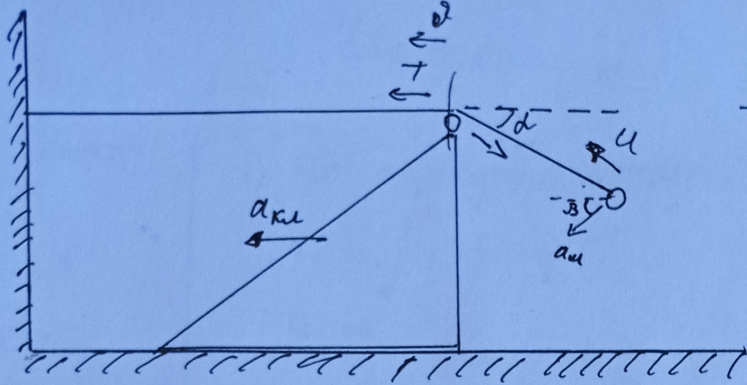
Ответ: 1)  $Q_1 = \frac{11}{36} \nu R T_0$

2)  $T_{min} = \frac{3}{4} \cdot T_0$

3)  $A_{min} = -\frac{1}{16} \cdot \nu R T_0$



Горизонт



$$23H: m \cdot a_w \cdot \cos \beta = T - \cos d$$

$$23H: M \cdot a_{ku} = T - T \cdot \cos d$$

$$a_{ku} \cdot \cos d = a_w \cdot \cos(d + \beta)$$

$$a_w = a_{ku} \cdot \cos(d + \beta)$$

$$a_w \cdot \sin \beta \cdot m = T \cdot \sin d + m g$$

$$+ d = 4$$

$$a_{ku} = a_w \cdot \cos(d + \beta)$$

$$T = a_{ku} \cdot m$$

$$T = a_w \cdot \cos(d + \beta) \cdot m$$

$$- T \cdot \cos d + T = a_{ku} \cdot M \quad (a_{ku} \cdot M = T(1 - \cos d))$$

$$X: \begin{cases} a_{ku} \cdot M = T - T \cdot \cos d \\ a_w \cdot \cos \beta \cdot m = T \cdot \cos d \\ a_{ku} = a_w \cdot \cos(d + \beta) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_{ku} \cdot M = T(1 - \cos d) \\ a_w \cdot \cos \beta \cdot m = T \cdot \cos d \\ a_{ku} = a_w \cdot \cos(d + \beta) \end{cases}$$

$$a_{ku} \cdot M = \frac{a_w \cdot \cos \beta \cdot m (1 - \cos d)}{\cos d}$$

$$a_w \cdot \cos(d + \beta) \cdot M = \frac{a_w \cdot \cos \beta \cdot m \cdot (1 - \cos d)}{\cos d}$$

$$\frac{M d^2}{2} + m g h + m (v_{ke} \cos(d + \beta))$$

$$\cos d - \sin d \cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{2}{3} \frac{m}{M}$$

$$\frac{\cos(d + \beta) \cdot \cos d}{\cos \beta (1 - \cos d)} = \frac{m}{M}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{2}{3} \frac{m}{M}$$

$$\frac{\cos(d + \beta)}{\cos \beta} \cdot \frac{\cos d}{1 - \cos d} = \frac{m}{M}$$

$$3 - 4 \operatorname{tg} \beta = \frac{10}{3} \frac{m}{M}$$

$$3 - \frac{10}{3} \cdot \frac{m}{M} = 4 \operatorname{tg} \beta \quad \left( \frac{\cos d \cdot \cos \beta - \sin d \cdot \sin \beta}{\cos \beta} \right) \cdot \frac{\frac{3}{5}}{1 - \frac{3}{5}} = \frac{m}{M}$$

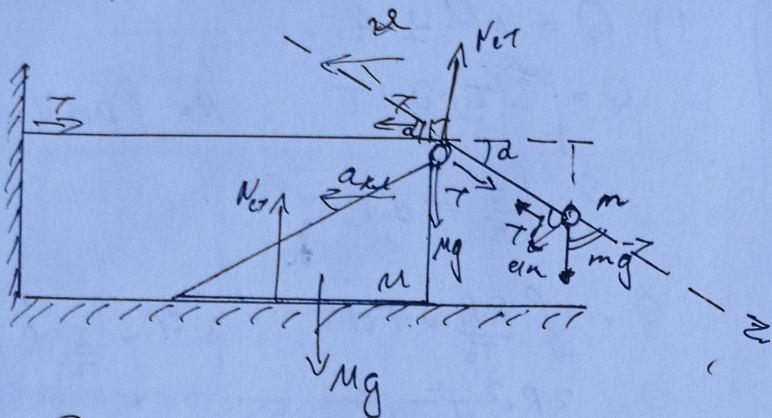
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{4} - \frac{5}{6} \frac{m}{M} \quad \left( \cos d - \sin d \cdot \operatorname{tg} \beta \right) \cdot \frac{3}{2} = \frac{m}{M}$$



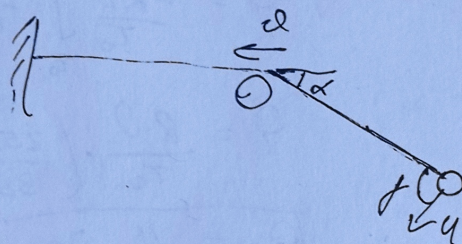
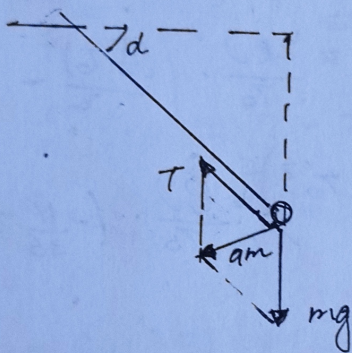
# Тепловик

1.  $\cos d = \frac{3}{5}$

- 1)  $\beta = ?$
- 2)  $a = ?$
- 3)  $\frac{m}{M} = ?$
- 4)  $\tau = ?$



1) Рассмотрим "массу":



$$v \cdot \cos d = u \cdot \cos f$$

$$a_{kr} \cdot \cos d = a_w \cdot \cos f$$

$$m \cdot a_w \cdot \cos f = T$$

$$M a_{kr} \cdot \cos d = T(\cos d - 1)$$

~~$$m \cdot a_w \cdot \cos f = T$$~~

~~$$M a_{kr} \cdot \cos d = T \cos d - T$$~~

$$\begin{cases} a_w \cdot m \cdot \cos f = T - mg \cdot \sin d \\ a_{kr} \cdot \cos d \cdot M = T \cdot \cos d - T + N_{\perp} \cdot \sin d - Mg \cdot \sin d \\ N_{\perp} = Mg + T \cdot \sin d \end{cases}$$

$$a_w \cdot m \cdot \cos f = T - mg \cdot \sin d$$

$$a_{kr} \cdot \cos d \cdot M = T(\cos d - 1) + (Mg + T \cdot \sin d) \cdot \sin d - Mg \cdot \sin d$$

$$a_w \cdot m \cdot \cos f = T - mg \cdot \sin d$$

$$a_{kr} \cdot \cos d \cdot M = T(\cos d + \sin d - 1)$$

$$a_{kr} \cdot \cos d = a_w \cdot \cos f$$

$$a_w \cdot \cos f = \frac{T}{m} - g \cdot \sin d$$

$$a_{kr} \cdot \cos d = \frac{T}{M} (\cos d + \sin d - 1)$$

$$\frac{T}{m} - g \cdot \sin d = \frac{T}{M} (\cos d + \sin d - 1)$$



Термовик.

2.  $\nu$   
 $\nu = 3$   
 $T_{old} \rightarrow$   
 $C(T) = 2RT_{T_0}$

1)  $Q = \Delta U + A$   
 $Q = \int C(T) \cdot \nu dT$        $A = \int p dV$   
 $\Delta U = \int \frac{3}{2} \nu R dT$

1)  $Q_1 = ?$   
 $T_0 \rightarrow \frac{5}{6} T_0$

$Q = \int \frac{2R \nu}{T_0} \cdot T \cdot dT$        $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \int dT$   
 $Q = \frac{2R \nu}{T_0} \int T dT$

2)  $T^* = ?$

1)  $Q = \frac{2R \nu}{T_0} \int_{T_0}^{\frac{5}{6} T_0} T \cdot dT = \frac{2R \nu}{T_0} \cdot \left( \frac{(\frac{5}{6} T_0)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right)$

$Q = \frac{R \nu}{T_0} \cdot \left( \frac{25}{36} T_0^2 - T_0^2 \right) = \frac{R \nu}{T_0} \cdot \left( -\frac{11}{36} T_0^2 \right) = -\frac{11}{36} R \nu T_0$

$Q_T = \frac{11}{36} \nu R T_0$

2)

$A = Q - \Delta U = \frac{2R \nu}{T_0} \cdot \left( \frac{(T^*)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) - \frac{3}{2} \nu R (T^* - T_0)$

$A = T^2 \cdot \frac{R \nu}{T_0} - \nu R T_0 - \frac{3}{2} \nu R \cdot T + \frac{3}{2} \nu R T_0 =$

$A = T^2 \cdot \frac{R \nu}{T_0} - T \cdot \left( \frac{3}{2} \nu R \right) + \frac{1}{2} \nu R T_0$

$T_{min} = \frac{\frac{3}{2} \nu R}{\frac{2 \nu R}{T_0}} = \frac{3}{4} T_0$

3)  $A_{min} = A \left( \frac{3}{4} T_0 \right) = \frac{9}{16} \cdot T_0^2 \cdot \frac{\nu R}{T_0} - \frac{9}{8} \nu R T_0 + \frac{1}{2} \nu R T_0 =$   
 $= \frac{9}{16} \cdot \nu R T_0 - \frac{18}{16} \cdot \nu R T_0 + \frac{9}{16} \nu R T_0 = \boxed{-\frac{1}{16} \nu R T_0}$



# Часть 2

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

Шифр: **21202167**

ID профиля: **846292**

Вариант 1

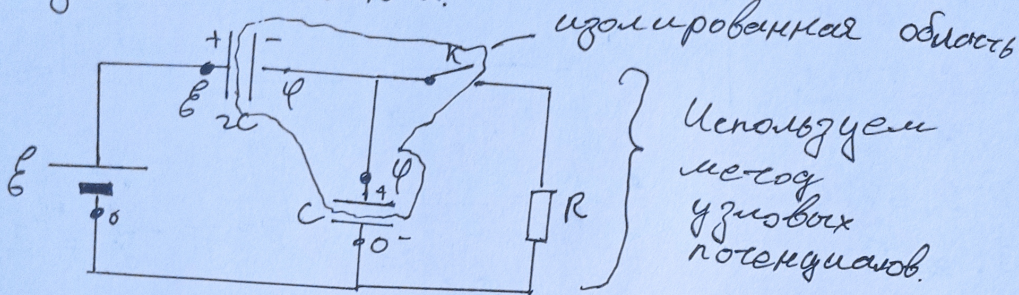


Числовик. (1)

№3. Дано:  
 $C_1 = 2C$   
 $C_2 = C$

- 1)  $I_R(0) = ?$
- 2)  $Q = ?$
- 3)  $I_R(\tau) = ?$   
 $\tau: I_{C1} = I_0$

1) Рассмотрим цепь в уст. состоянии, до замыкания ключа.



$$\text{ЗСЗ: } -2 \cdot c \cdot (\epsilon - \varphi) + c \cdot \varphi = 0$$

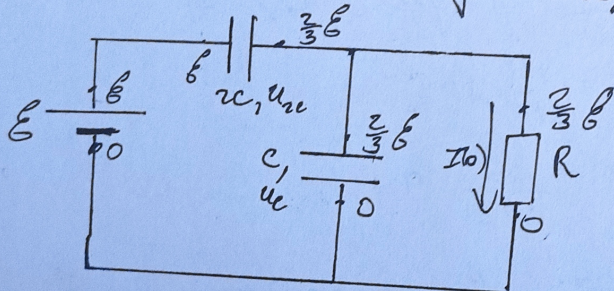
$$\varphi = 2\epsilon - 2\varphi \Rightarrow 3\varphi = 2\epsilon$$

$$U_{2c} = \frac{\epsilon}{3}$$

$$\varphi = \frac{2}{3}\epsilon$$

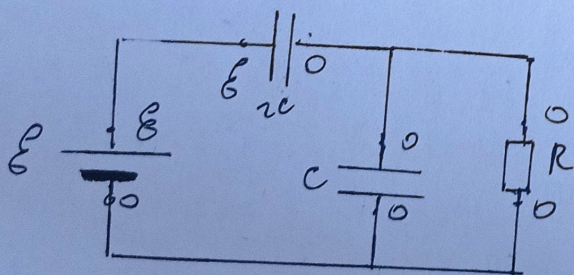
$$U_c = \frac{2}{3}\epsilon$$

2) Рассмотрим момент сразу после замыкания ключа. Напряжения на конденсаторах скачком не изменятся.



$$I(0) = \frac{\frac{2}{3}\epsilon - 0}{R} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\epsilon}{R}$$

3) Рассмотрим процесс от  $t=0$  до  $t=t_{уст}$ .



В уст. сост. ток через  $R$  не идет.

$$W(t_{уст}) = \frac{2C \cdot \epsilon^2}{2} = C\epsilon^2$$

$$W(0) = \frac{C \cdot 4\epsilon^2}{18} + \frac{2C \cdot \epsilon^2}{18} = \frac{C\epsilon^2}{3}$$

$$A_{ист} = \epsilon \cdot q^* = \epsilon \cdot \frac{4C\epsilon}{3} = \frac{4}{3} C\epsilon^2$$

$$\text{ЗСЭ: } A_{ист} = W(t_{уст}) - W(0) + Q$$

$$Q = A_{ист} + W(0) - W(t_{уст})$$

Продолжение на след. листе.



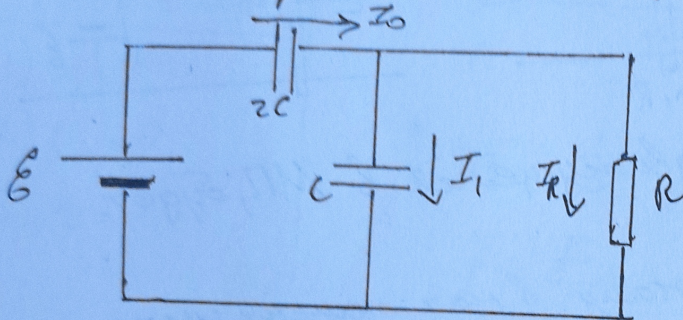
Условие. (2)

№3. Продолжение.

$$Q = A_{ист} + W(0) - W(t_{уст})$$

$$Q = \frac{4}{3} C \mathcal{E}^2 + \frac{C \mathcal{E}^2}{3} - C \mathcal{E}^2 = \frac{5C \mathcal{E}^2}{3} - C \mathcal{E}^2 = \frac{2}{3} C \mathcal{E}^2$$

4) Рассмотрим момент, когда  $I_{C1} = I_0$



ЗКЗ:  $I_0 = I_1 + I_R$

$$2C \cdot \frac{dU_{C1}}{dt} = C \cdot \frac{dU_C}{dt} + I_R$$

$$U_{C1} + U_C = \mathcal{E}$$

$$U_{C1} = \mathcal{E} - U_C$$

$$U_C = U_R = I_R \cdot R$$

$$2C \cdot \left( \frac{d\mathcal{E}}{dt} - \frac{dU_C}{dt} \right) = C \cdot \frac{dU_C}{dt} + I_R$$

$$I_R = -2C \cdot \frac{dU_C}{dt} - \frac{C \cdot dU_C}{dt} = -3C \cdot \frac{dU_C}{dt}$$

$$I_R = -3C \cdot R \cdot \frac{dI_R}{dt}$$

Ответ: 1)  $I(0) = \frac{2}{3} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$

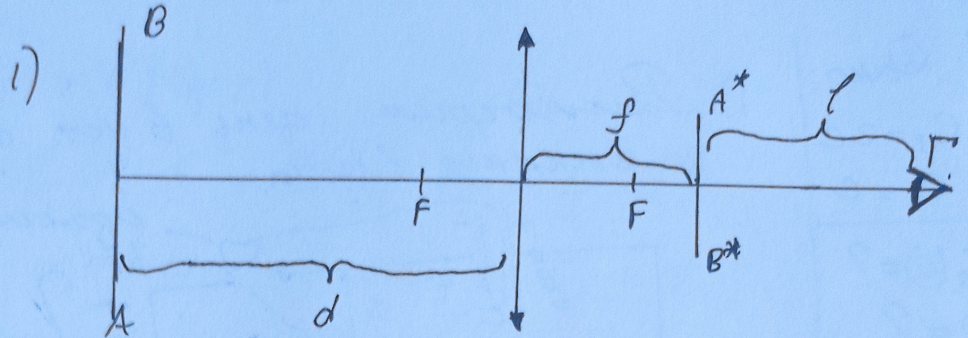
2)  $Q = \frac{2}{3} C \cdot \mathcal{E}^2$



Числовик. (3)

№5. Дано:  
 $F = 9 \text{ см}$   
 $H = 9 \text{ см}$   
 $d = 36 \text{ см}$   
 $l = 24 \text{ см}$

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



$$\bullet \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{F \cdot d}$$

$$f = \frac{F \cdot d}{d-F} \quad f = \frac{9 \cdot 36}{36-9} = \frac{9 \cdot 36}{27} = 12$$

$$f = 12$$

$$\bullet x = f + l = 24 + 12 = 36 \text{ (см)}$$

$$2) \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{A^*B^*}{AB} = \frac{1}{3} \quad A^*B^* = 3 \text{ см}$$

Чтобы были видны все детали нужно, чтобы хотя бы B и  $\Gamma$  летали на одной прямой

Тогда  $\frac{D_m}{AB} = \frac{x}{d+x} \quad D_m = \frac{x}{d+x} \cdot AB$

$$D_m = \frac{36}{72} \cdot 9 = 4,5 \text{ см}$$

3) Можно поместить экран на расстоянии  $f$  от линзы. Тогда И: соберется на экране.

$$z = f = 12 \text{ см.}$$

- Ответ:
- 1)  $x = 36 \text{ см}$
  - 2)  $D_m = 4,5 \text{ см}$
  - 3)  $z = 12 \text{ см.}$



Чистовик. (4)

Уч. Дано:

$S_0, B, L, m, R, \vartheta_0$

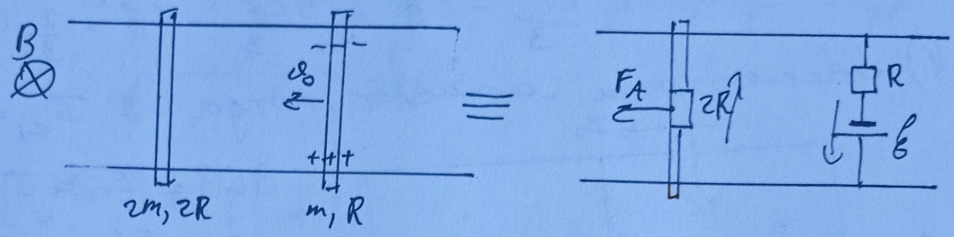
1)  $a_2(0) = ?$

2)  $v_1 = ?$

$v_2 = ?$

3)  $S = ?$

1)



В проводнике, движущемся в МП, будет возникать ЭДС.

$\mathcal{E} = v \cdot \vartheta_0 \cdot L$ ; поэтому в нач. момент система эквивалентна цепи. В цепи возникнет ток

На перемычку 2 будет действовать сила Ампера

$$I(0) = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{v \cdot \vartheta_0 \cdot L}{3R}$$

На перемычку 2 будет действовать сила Ампера

$$F_A = BIL = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot \vartheta_0}{3R}$$

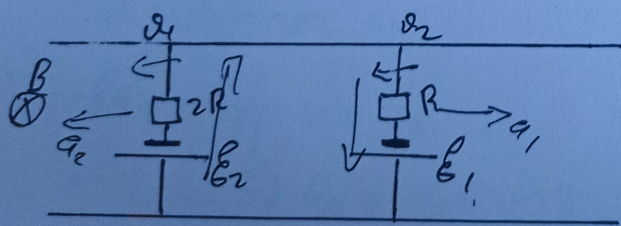
ЗМ:  $F_A = 2m \cdot a_2(0)$

$$a_2(0) = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot \vartheta_0}{6 \cdot m R}$$

~~2) Нетрудно понять, что в уст. состоянии перемычки будут двигаться с равной скоростью.~~

Однако рассмотрим произвольный момент времени.

Перемычки вернутся к нач. состоянию.



$v_1 = 0$

$v_2 = 0$

$S = S_0$

Ответ: 1)  $a_2(0) = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot \vartheta_0}{6 \cdot m R}$

2)  $v_1 = 0$   
 $v_2 = 0$

3)  $S = S_0$



Черновики.

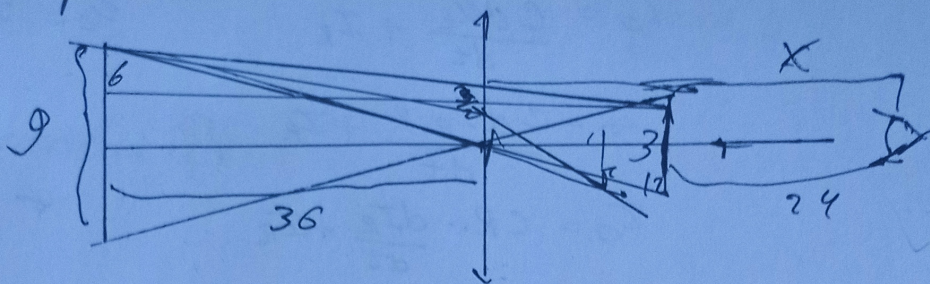
5.  $F = 9 \text{ см}$ .

$H = 9 \text{ см}$

$d = 36 \text{ см}$

~~$f = 24 \text{ см}$~~

$l = 24 \text{ см}$



1)  $x = ?$

2)  $D_m = ?$

3)

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

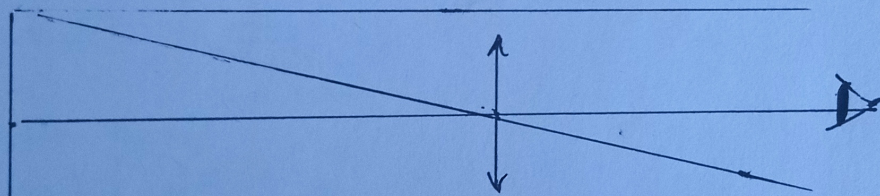
$$\frac{1}{f} = \frac{d - F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d - F}$$

$$f = \frac{9 \cdot 36}{36 - 9} = \frac{9 \cdot 36}{27} = 12$$

$$x = f + l = 12 + 24 = 36$$

2)  $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}$



~~$D_m = 5$~~

$$\frac{12}{48} = \frac{1}{4}$$

~~$D_m = 5$~~   $4,5 \text{ см}$

3)

$f = 12$



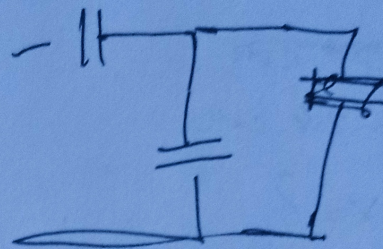
$$I_0 = \frac{C dU_c}{dt} + I_R$$

$$U_c = I_R \cdot R$$

$$I_0 = \frac{C dI_R \cdot R}{dt} + I_R$$

$$I_0 = CR \cdot \frac{dI_R}{dt} + I_R$$

$$I_0 \cdot dt = CR \cdot dI_R + I_R \cdot dt$$



$$I_0 = 2C \cdot \frac{dU_{ac}}{dt}$$

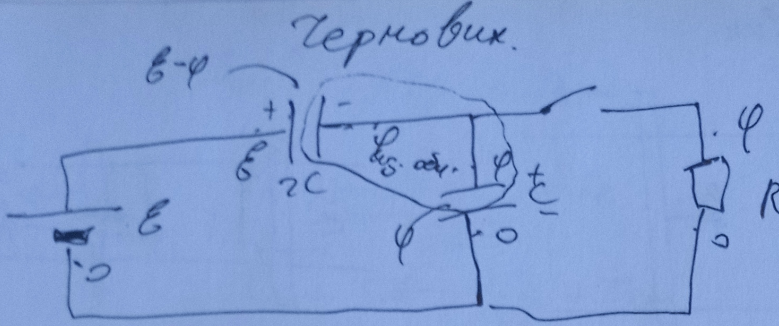
$$2C \cdot \frac{dU_{ac}}{dt} = \frac{C \cdot dU_c}{dt} + I_R$$

$$U_{ac} + U_c = \mathcal{E}$$

$$U_{ac} = \mathcal{E} - U_c = \mathcal{E} - I_R \cdot R$$

$$U_c = I_R \cdot R$$



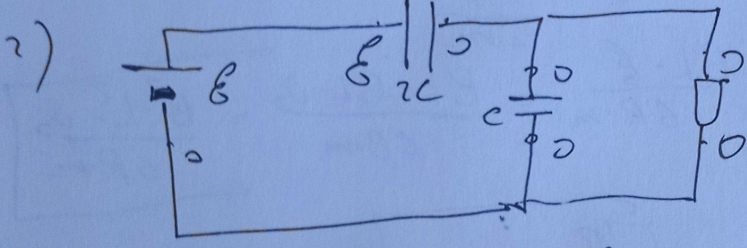


- 1)  $I(0) = ?$
- 2)  $Q = ?$
- 3)  $I_0 \Rightarrow I(\tau)$

$$\begin{aligned}
 & -\cancel{\varphi \cdot 2C} + \varphi \cdot C = 0 \\
 & -2C \cdot (\varepsilon - \varphi) + C \cdot \varphi = 0 \\
 & \varphi = 2\varepsilon - 2\varphi \\
 & 3\varphi = 2\varepsilon \quad \rightarrow \\
 & \varphi = \frac{2}{3}\varepsilon
 \end{aligned}$$

$$I(0) = \frac{\varphi}{R} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\begin{aligned}
 U_{2C}(0) &= \frac{\varepsilon}{3} \\
 U_C(0) &= \frac{2}{3}\varepsilon
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 W(0) &= \frac{2C \cdot \varepsilon^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{9} + \frac{C \cdot \left(\frac{2}{3}\varepsilon\right)^2}{2} = \frac{3}{9} C\varepsilon^2 = \frac{C\varepsilon^2}{3} \\
 W(\tau_{\text{гор}}) &= \frac{2C \cdot \varepsilon^2}{2} = C\varepsilon^2
 \end{aligned}$$

$$A_{\text{уст}} = \varepsilon \cdot q^* = \frac{4}{3} C\varepsilon^2$$

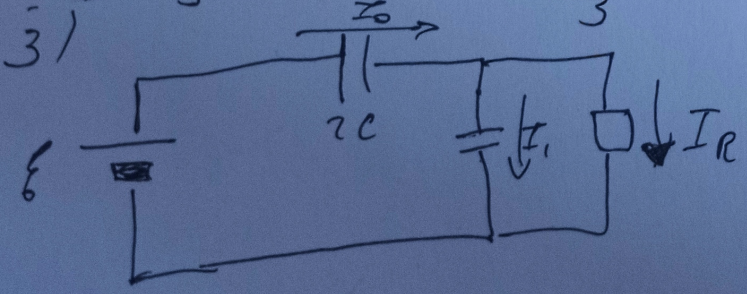
Сумма:  $u \cdot \frac{\varepsilon}{3} = \frac{2}{3} C\varepsilon$   
 стаяно:  $2C \cdot \varepsilon = 2C\varepsilon$   
 $q^* = +\frac{4}{3} C\varepsilon$

$$A_{\text{уст}} = \Delta W + Q$$

$$Q = A_{\text{уст}} - \Delta W =$$

$$Q = A_{\text{уст}} - W(\tau_{\text{гор}}) + W(0)$$

$$Q = \frac{4}{3} C\varepsilon^2 - C\varepsilon^2 + \frac{C\varepsilon^2}{3} = \frac{4-3+1}{3} = \frac{2}{3} C\varepsilon^2$$



$$\begin{aligned}
 I_0 &= I_1 + I_R \\
 u_C &= u_R \\
 u_R &= I \cdot R
 \end{aligned}$$

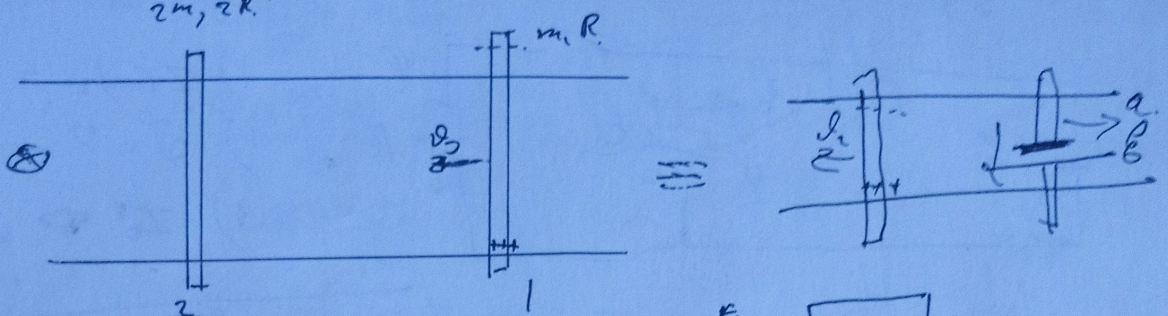
$$\begin{aligned}
 I &= \frac{C \cdot d\varphi}{dt} \\
 C \cdot d\varphi &= I \cdot dt \\
 \varphi &= \frac{q}{C}
 \end{aligned}$$



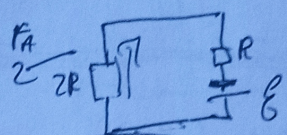
Через

$2m, 2R$

$m, R$



$$\mathcal{E} = B \vartheta_0 \cdot L$$



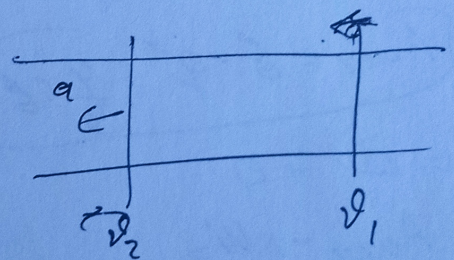
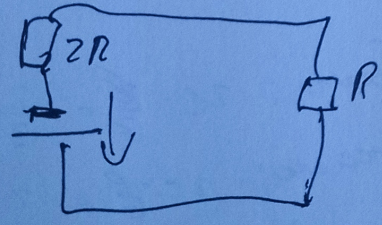
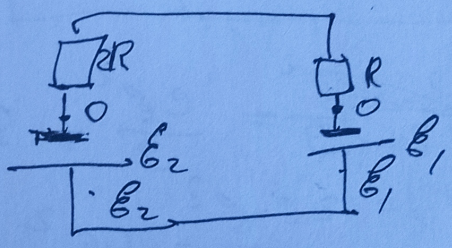
$$I = \frac{\mathcal{E}}{3R}$$

$$F_A = B \cdot I \cdot L \Rightarrow 2a_2 \cdot m = F_A$$

$$a_2 = \frac{F_A}{2m}$$

$$a_2 = \frac{BL \cdot I}{2m} = \frac{BL \cdot \mathcal{E}}{6R \cdot m} = \frac{BL \cdot BL \cdot \vartheta_0}{6R \cdot m} = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot \vartheta_0}{6R \cdot m}$$

2) ~~...~~



у 1. появляется уек. вправо  $F_A = BIL$

- 1)  $a_2$  ?
- 2)  $\vartheta_1 = ?$
- 3)  $\vartheta_2 = ?$

- 1)  $a_2$  ?
- 2)  $\vartheta_1 = ?$
- 3)  $\vartheta_2 = ?$