

# Часть 1

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

Шифр: **21203781**

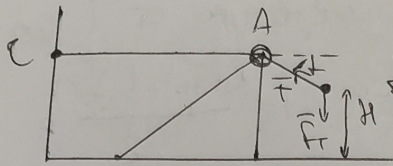
ID профиля: **101133**

Вариант 2



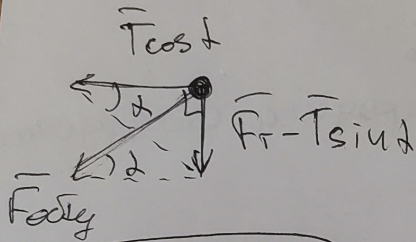
Ускорение Варежета 11-02  
Задача 1

①



1) в данный момент шар вра-  
щется вокруг точки A, а  
по горизонтальной

1) угол наклона нити - const  $\Rightarrow$  отношение угловых  
скоростей, действующих на шар - тоже const



$$\frac{F_T - T \sin \alpha}{T \cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$F_T - T \sin \alpha = T \sin \alpha$$

$$F_T = 2T \sin \alpha$$

в координатах y:

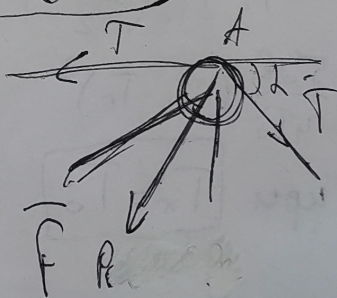
$$F_T - T \sin \alpha = \frac{F_T}{2}$$

т.е. ускорение шарика  
в координатах y:

$$= \frac{g}{2}$$

Ось отсчета:  $\downarrow y$

2)



$$F_{px} = T - T \cos \alpha$$

$$F_{py} = T \sin \alpha$$

2) Шарики движутся по x:

$$F_{px} = Ma$$

$$T(1 - \cos \alpha) = ma$$

$$a = \frac{T(1 - \cos \alpha)}{m}$$

$$a = \frac{F_T(1 - \cos \alpha)}{2M \sin \alpha} = \frac{mg}{2} \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} - \text{const}$$

Заметим, что ускорения шара и нити равноускоренные (т.е. вектора см, действующие на них постоянны)

$$3) t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2H \cos \alpha}{\frac{mg}{2} \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}}} \quad (\text{из кинематики } Pyg)$$



112

Задача 1

Кинематика

Ускорение

$$2 = \sqrt{\frac{2 \cos t}{\frac{u}{u} \frac{1 - \cos t}{2 \sin t}}}$$

$$2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{4}{5}}{\left(\frac{u}{u}\right) \frac{1 - \frac{4}{5}}{2 \cdot \frac{3}{5}}}} \quad \frac{u}{u} = x$$

$$4 = \frac{8/5}{x \cdot \frac{1/5}{2 \cdot 6/5}}$$

$$4 = \frac{6 \cdot 8/5}{x}$$

$$x = \frac{48}{20}$$

$$x = \frac{12}{5}$$

$$x = 2,4$$

$$\frac{u}{u} = 2,4$$

Отб.

$$a_{\text{центр}} = \frac{u}{u} g \frac{1 - \cos t}{2 \sin t} =$$

Отб.

$$= \frac{12}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1/5}{6/5} = 4 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$t = 2 \sqrt{\frac{h}{g}}$$

Отб.

Ответ: 1) 2; 2) 4 м/с<sup>2</sup>; 3)  $\frac{12}{5}$ ; 4)  $2 \sqrt{\frac{h}{g}}$



Задача 2

(3) (B)

1) рассмотрим процесс охлаждения температуры от  $T_0$  до  $\frac{1}{2}T_0$ .  $C(T)$  изменяется линейно  $\Rightarrow$

$$C_{cp}(T) = \frac{C(T_0) + C(\frac{T_0}{2})}{2} = \frac{\frac{5}{2}R + \frac{5}{4}R}{2} = \frac{15}{8}R$$

~~А не начало охлаждения:~~

$$Q_{п} = C_{cp} \cdot \Delta T = \frac{15}{8}R \cdot \Delta T = -\frac{15}{16} \Delta R T_0$$

$$Q_1 = -Q_{п1} = \frac{15}{16} \Delta R T_0$$

2)  $\tau$ -е начало охлаждения для процесса охлаждения от  $T_0$  до  $T_x$ :  $i=3$  - т.ч. ший эффект.

$$Q_{п} = A + \alpha U$$

$$A = Q_{п} - \alpha U = C_{cp} \Delta T - \frac{3}{2} \Delta R T_0 (T_x - T_0) \left( \frac{5R}{2T_0} \left( \frac{T_0 + T_x}{2} \right) - \frac{3R}{2} \right) =$$

$$= \Delta R (T_x - T_0) \left( \frac{5(T_0 + T_x) - 6T_0}{4T_0} \right) = \underbrace{5 \frac{\Delta R}{4T_0}}_{const} (T_x - T_0) (5T_x - T_0)$$

min A при min  $((T_x - T_0)(5T_x - T_0))$

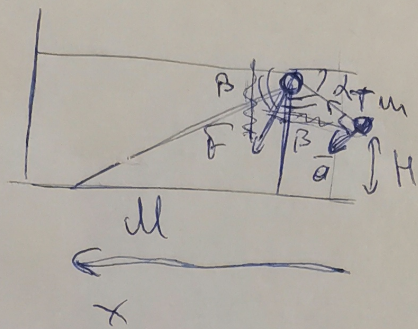
$$f(T_x) = (T_x - T_0)(5T_x - T_0) = 5T_x^2 - 6T_x T_0 + T_0^2 - \text{кв. ф-я, парабола}$$

парабола, ветви вверх  $\Rightarrow$  min у-е A будет при  $T_x = T_{x \text{ берем}}$

$$= \frac{-b}{2a} = \frac{6T_0}{10} = 0,6 T_0 \quad \text{Ответ: 1) } \frac{15}{16} \Delta R T_0; 2) 0,6 T_0; 3) -0,2 \Delta R T_0$$

$$3) A_{\text{min}} = \frac{\Delta R}{4T_0} (0,6 T_0 - T_0) (3T_0 - T_0) = -0,8 T_0^2 \left( \frac{\Delta R}{4T_0} \right) = -0,2 \Delta R T_0$$

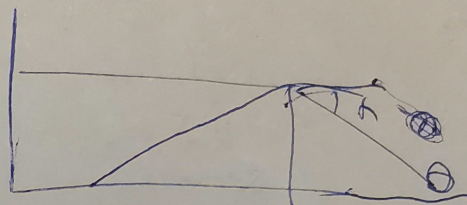
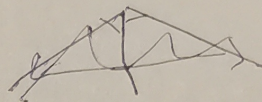




$$2\pi = \alpha + 2\beta$$

$$F_x = F \cos \beta = 2T \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$F = 2T \sin \beta$$



$$1) \text{ } T_0; \quad C(T) = \frac{5R}{2T_0} \cdot T$$

$$C_{TK} = \frac{5R}{2}$$

$$C_{TK} = \frac{5R}{4}$$

$$C_{CP} = \frac{3}{4} \cdot 5R = \frac{15R}{4} \quad \frac{\frac{5R}{2} + \frac{5R}{4}}{2} = \frac{\frac{15R}{4}}{2} = \frac{15R}{8}$$

$$1) \quad Q_K = (C_{CP} \Delta T) = \left( \frac{15R}{8} \cdot \frac{T_0}{2} \right)$$

$$2) \quad Q_{TK} = A \cdot \Delta u$$

$$Q_A = Q_{TK} - \Delta u = \left( C_{CP} \Delta T - \frac{3}{2} R \Delta T \right) = \Delta T \left( C_{CP} - \frac{3}{2} R \right) =$$

$$\Rightarrow \Delta T \left( \frac{5R}{2T_0} \left( \frac{T_0 + T_x}{2} \right) - \frac{3}{2} R \right) = (T_x - T_0) \left( \frac{5R(T_0 + T_x)}{4T_0} - \frac{3}{2} R \right) =$$

$$\Rightarrow (T_x - T_0) R \left( \frac{5R(T_0 + T_x) - 3 \cdot 2T_0}{4T_0} \right) = \left( \frac{R}{4T_0} \right) (T_x - T_0) (5T_x - T_0)$$

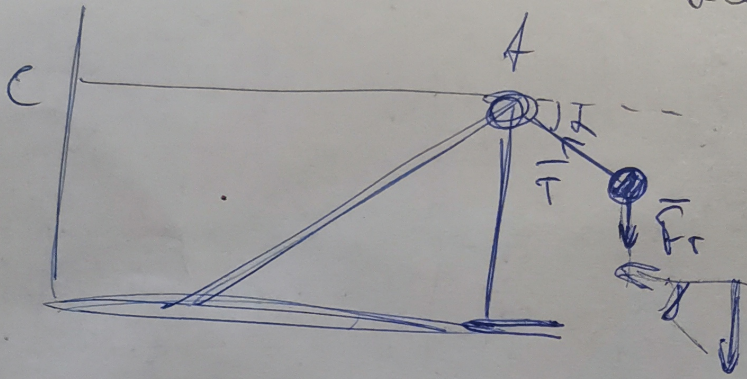
$$(T_x - T_0) (5T_x - T_0) = 5T_x^2 - 6T_x T_0 + T_0^2 \quad \frac{5T_x^2 - 6T_x T_0 + T_0^2}{2T_0} = u$$

$$T_x \text{ besser} = \frac{-b}{2a} = \frac{6T_0}{10} = 0,6 T_0$$

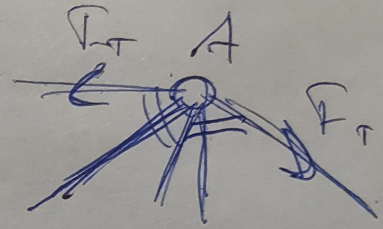
$$\text{Kesself} = a T^2; \quad T = \sqrt{\frac{Q}{2 \text{Kesself}}}$$

$$\left( \frac{6}{10} \right) \sqrt{\frac{Q}{H}} = \sqrt{\frac{6}{4H}} \sqrt{Q} = T$$





$$\overset{m}{\text{Leerst}} \Rightarrow \frac{F_r - T \sin \alpha}{F_{\text{Leerst}}} = \frac{1}{2} g$$



$$F_r - T \sin \alpha = T \sin \alpha$$

$$F_r = 2 T \sin \alpha$$



# Часть 2

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

Шифр: **21203781**

ID профиля: **101133**

Вариант 2

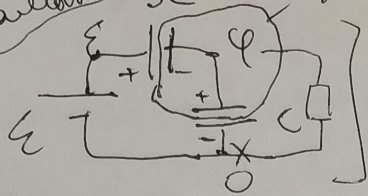


Задача 3

рассмотреть  
уст. режим до  
замыкания ключа

узловых потенциалов;  $q = \text{const} = 0$

1)



ме  
~~же~~ узлов потенциалов

из закона сохранения заряда:

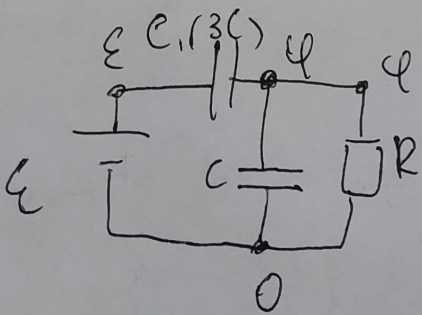
$$0 = -3C(\epsilon - \varphi) + \varphi \cdot C$$

$$0 = -3C\epsilon + 3C\varphi + \varphi C$$

$$3\epsilon = 4\varphi$$

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

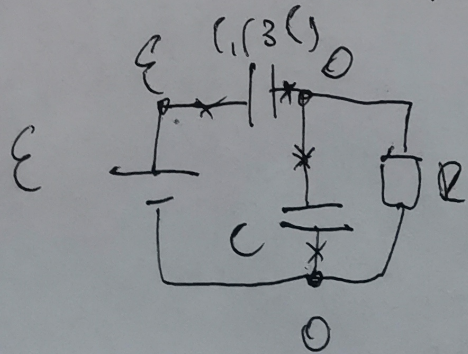
2) рассмотрим члм сразу после замыкания  
кнж Кнж: нап-е на конденсаторах скакнет не  
меняется т-е.  $U_C = \epsilon - \varphi = \frac{\epsilon}{4}$ ;  $U_C = \varphi = \frac{3}{4}\epsilon$



$$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{\varphi}{R} = \frac{3\epsilon}{4R}$$

$$W_1 = \frac{3C(\epsilon - \varphi)^2}{2} + \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{3C(\frac{\epsilon}{4})^2}{2} + \frac{C(\frac{3\epsilon}{4})^2}{2} = \frac{3C\epsilon^2}{8}$$

3) рассмотрим уст. режим после замыкания Кнж:



$$W_2 = \frac{3C\epsilon^2}{2} + \frac{C\epsilon^2}{2} = \frac{3C\epsilon^2}{2}$$

(тока на конденсаторах)  
нет.



Установившееся, установившееся состояние

(2)

4) Найти заряд, прошедший через источник:

$$\frac{I_-}{I_+} = \frac{3C}{4} \rightarrow q^*$$

было  $q_1 = +3C(\varphi - \varphi_0) = 3C \frac{\varepsilon}{4} = \frac{3CE}{4}$

стало  $q_2 = +3CE = 3CE$

т.е. через резистор источник пропустило

$$q^* = q_2 - q_1 = 3CE - \frac{3CE}{4} = \frac{9CE}{4}$$

$$A_{ист.} = q^* \varepsilon = \frac{9CE^2}{4R}$$

5) З(д) от момента замыкания выключателя до установившегося состояния.

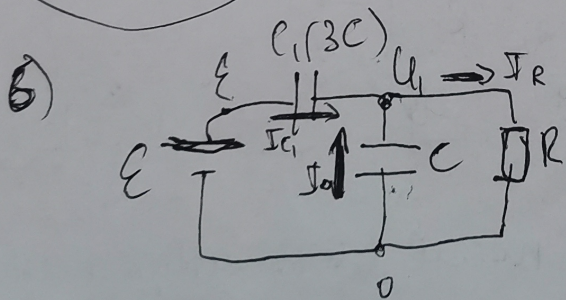
$$A_{ист.} = \Delta W + Q$$

$$Q = A_{ист.} - \Delta W$$

$$Q = \frac{9CE^2}{4R} - (W_2 - W_1)$$

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

$$Q = \frac{9CE^2}{8}$$



$$I_{C1} = I_{C2} + I_R \quad \text{при } \Delta t \rightarrow 0$$

$$I_{C2} = C \dot{\varphi}_1 = C \left( \frac{\Delta \varphi_1}{\Delta t} \right) = I_0$$

$$I_{C1} = 3C(\varphi - \varphi_0)' = -3C \dot{\varphi}_1 = -3C \frac{\Delta \varphi_1}{\Delta t} =$$

$$= 3I_0$$

$$I_{C1} + I_{C2} = I_R$$

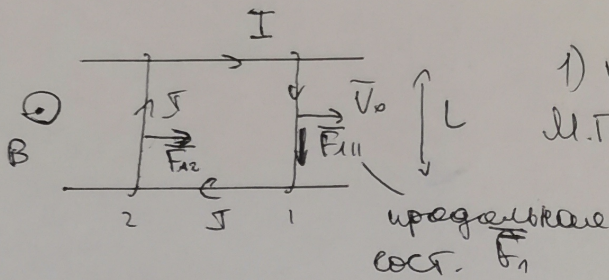
$$I_R = 4I_0$$

Ответ: 1)  $\frac{3\varepsilon}{4R}$ ; 2)  $\frac{9CE^2}{8}$ ; 3)  $4I_0$



3

Числовое ; B 11-02  
Задача 4



1) при движении перемычки в м.п. в ней возникает  $F_{11}$ ,  $F_{12}$  порождающая ЭДС  $\epsilon_i$  и ток

$$\epsilon_i = BLv \cdot \sin 90^\circ = BLv$$

$$2) I_2 = \frac{\epsilon_i}{R_{общ}} = \frac{BLv}{R_1 + R_2} = \frac{BLv}{5R} \quad (\text{Закон Ома})$$

$$F_{A2} = BIL \cdot \sin 90^\circ = BIL = \frac{v_0(BL)^2}{5R} \quad \left| \begin{array}{l} 23 \text{ Н: } F_{A2} = m_2 a_2 \\ a_2 = \frac{F_{A2}}{m_2} \end{array} \right.$$

3) если они равны,  
то  $\epsilon_{i1} = \epsilon_{i2}$

$$a_2 = \frac{2v_0(BL)^2}{5Rm}$$

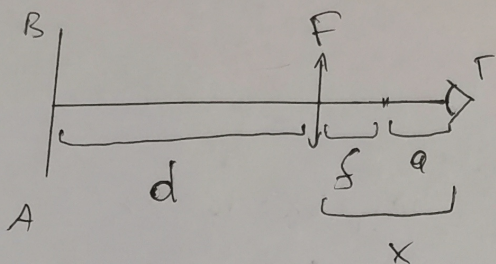
Ответ: 1)  $\frac{2v_0(BL)^2}{5Rm}$

2) 0



4

Условие; В 11-02  
Задача 5



1)  $d > F \Rightarrow$  узел действует  
на

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

Формула  
тонкой нити

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

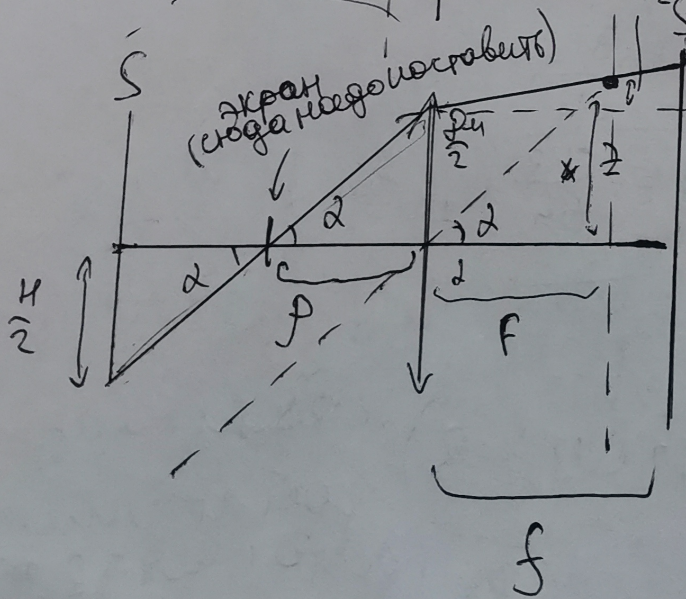
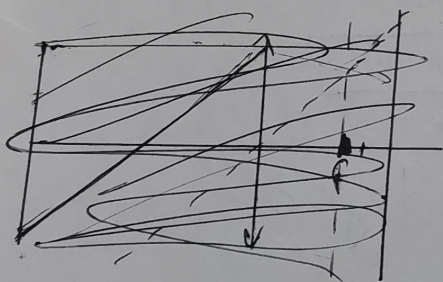
$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$f = \frac{12 \cdot 48}{48-12} = 16 \text{ (см)} > F$$

$$2) R = \frac{f}{d} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$$H_1 = RH = \frac{4}{3} \cdot 9 = 12 \text{ (см)}$$

рассмотрим ход лучей:



$$\left( \frac{R_H + H}{2} \right) \cdot \text{ctg} \alpha = d$$

$$z = F \cdot \text{ctg} \alpha$$

$$\frac{F}{z - \frac{R_H}{2}} = \frac{f}{\frac{R_H}{2} - \frac{z}{2}}$$

- узел действует



5)  $\begin{cases} \frac{D_{\text{ш}}}{2} = x \\ \text{сгд} = y \\ z = 7 \end{cases}$

$\begin{cases} (x+4,5)y = 48 \\ z = 12y \\ \frac{12}{z-x} = \frac{16}{\frac{4}{3} - 4,5 - x} \end{cases}$

Условие

$\begin{cases} x = \frac{48}{y} - 4,5 \\ z = 12y \\ \frac{3}{12y-x} = \frac{4}{6-x} \end{cases}$

~~$x = \frac{48}{y}$~~   $48y - 4x = 18 - 3x$   
 $x = 48y - 18$

$x = x$   
 $48y - 18 = \frac{48}{y} - 4,5 \quad | \cdot y$

$48y^2 - 18y = 48 - 4,5y$

$48y^2 - 13,5y - 48 = 0 \quad | \cdot 2$

$96y^2 - 27y - 96 = 0 \quad | : 3$

$32y^2 - 9y - 32 = 0$

$y = \frac{9 \pm \sqrt{81 + 32^2 \cdot 4}}{64}$

$y = \frac{9 \pm 64}{64} \quad | y > 0$

$y = \frac{9 + 64}{64}$

$y = \frac{73}{64} = \text{сгд}$

$x = 48y - 18$

$x = 36,75$

$D_{\text{ш}} = 2x = 73,5 \text{ см}$

$p = \frac{D_{\text{ш}}}{2} \cdot \text{сгд} = \frac{36,75 \cdot 64}{73}$

$\approx 32,22 \text{ см}$

Ответ: 1) 40 см; 2) 73,5 см; 3) ширина ленты  
 зовт и параллели;  
 по параллели 32,22  
 см. от ленты



$$\epsilon_i = \sin 90^\circ \cdot B \cdot V_0 \cdot L$$

$$I = \frac{\epsilon_i}{R \cdot 5R} = \frac{B \cdot V_0 \cdot L}{5R}$$

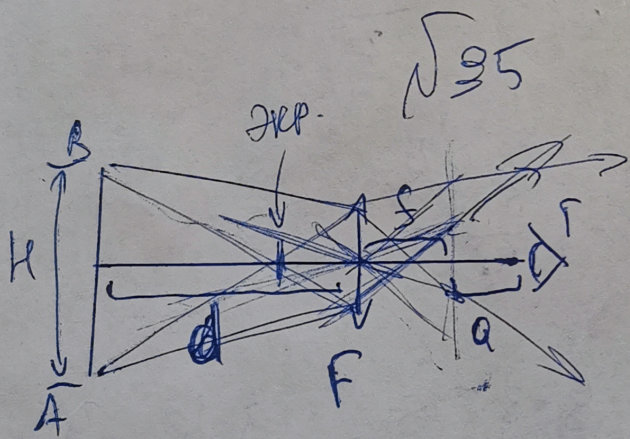
$$F_{A2} = B \cdot I \cdot L \cdot \sin 90^\circ = B \cdot I \cdot L =$$

$$= B \cdot L \cdot \frac{B \cdot V_0 \cdot L}{5R} = \frac{V_0 \cdot (B \cdot L)^2}{5R}$$

$$F_{A2} = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_{A2}}{m} = \frac{V_0 \cdot (B \cdot L)^2}{5mR}$$

$$F_{A2} = 0 \quad a_2 \sim V_1$$

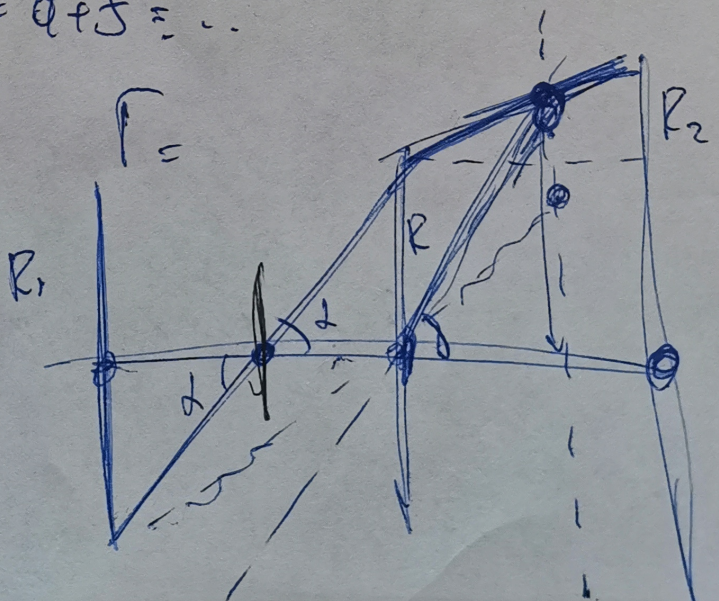
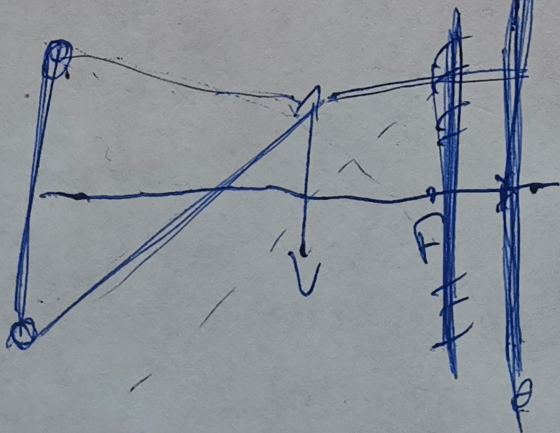
$$a_2 \sim V_1 \quad u \sim \omega?$$



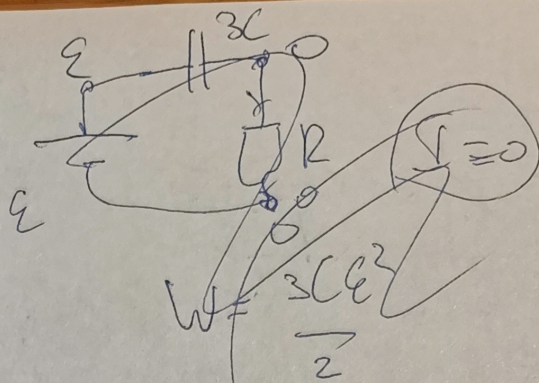
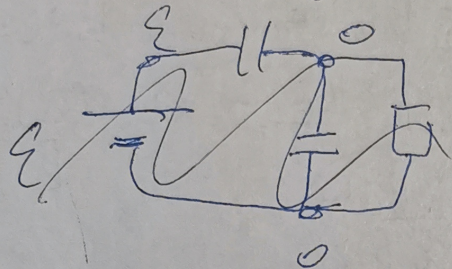
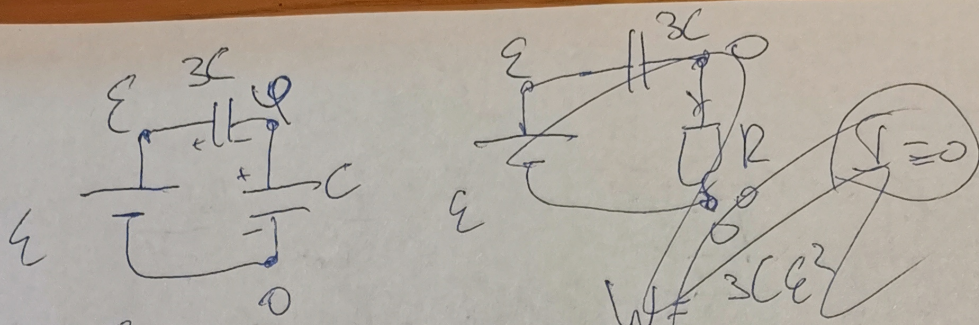
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{S} \quad \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{F \cdot d}$$

$$S = \frac{F \cdot d}{d-F} = \frac{12 \cdot 48}{60} = \frac{48}{5} = 9 \frac{3}{5} < F$$

$$S = a + f = \dots$$







$$3L \cdot 0 = -3L \cdot (\epsilon - \varphi) + C\varphi$$

$$0 = -3L\epsilon + 4L\varphi$$

$$0 = 3L\epsilon + 4L\varphi$$

$$\varphi = -\frac{3L\epsilon}{4}$$

$$\frac{3L\left(\frac{\epsilon}{4}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{3L\epsilon}{4}\right)^2}{2} = \frac{3L\frac{\epsilon^2}{16}}{2} + \frac{C\frac{9L^2\epsilon^2}{16}}{2}$$

$$= \frac{3L\epsilon^2}{32} + \frac{9L^2\epsilon^2}{32} = \frac{12L\epsilon^2}{32} = \frac{3L\epsilon^2}{8}$$

$$\frac{9}{16} - \frac{3}{2} + \frac{3}{8} = \frac{9 - 3 \cdot 8 + 3 \cdot 2}{16} = \frac{9 - 18 + 6}{16} = \frac{-3}{16}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{12 - 3}{4} = \frac{9}{4}$$

$$\frac{18}{8} - \frac{12}{8} + \frac{3}{8} = \frac{9}{8}$$