

# Часть 1

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

Шифр: **21202425**

ID профиля: **316157**

Вариант 6

№2.

Дано:

$$C_v = \frac{5}{2} R;$$

$$\alpha = 22,5^\circ; \beta = 15^\circ$$

Найти:

1)  $T_1 : T_2 = ?;$

2)  $\gamma = ?;$

3)  $A : A_{12} = ?$

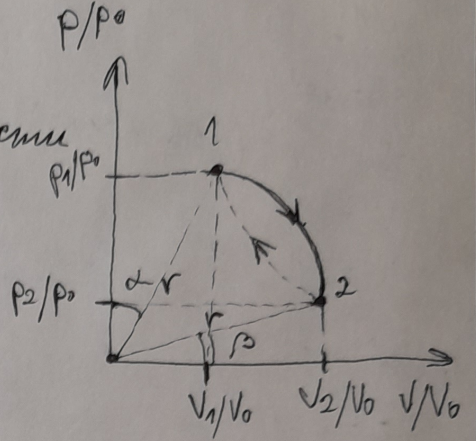
Решение:

1) Пусть радиус окружности кривой 1-2 равен  $r$ , тогда:

$$\frac{P_1}{P_0} = r \cos \alpha; \quad \frac{P_2}{P_0} = r \sin \beta$$

$$\frac{V_1}{V_0} = r \sin \alpha; \quad \frac{V_2}{V_0} = r \cos \beta$$

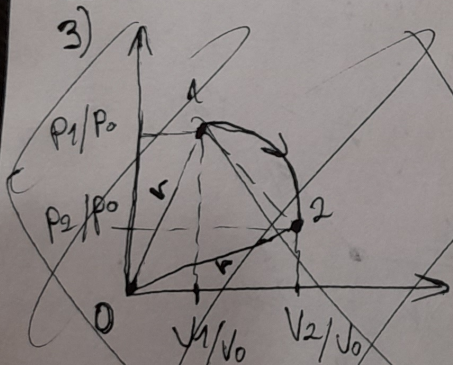
$$\frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} = \frac{\gamma R T_1}{P_0 V_0} = r^2 \cos \alpha \sin \alpha$$



$$\frac{P_2 V_2}{P_0 V_0} = \frac{\gamma R T_2}{P_0 V_0} = r^2 \sin \beta \cos \beta; \quad \frac{\gamma R T_1}{P_0 V_0} : \frac{\gamma R T_2}{P_0 V_0} = \frac{r^2 \cos \alpha \sin \alpha}{r^2 \sin \beta \cos \beta}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2 \cdot \sin 2\alpha}{2 \cdot \sin 2\beta} = \frac{\sin 2\alpha}{\sin 2\beta} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2}{1} = \sqrt{2};$$

$$\boxed{\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2}}$$



Работа газа при расширении равна площади под кривой 1-2, заключенной на  $P_0 V_0$ . Площадь под кривой можно разбить на трапецию и сегмент окружности, тогда работа

газа:  $\cdot$  трапеция:  $(P_0 V_0) \cdot \frac{A}{2} + \frac{P_1 + P_2}{P_0 V_0} \cdot \frac{V_2 - V_1}{2} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1)$

\* 2) Если теплоемкость равна нулю, то:  $C = \frac{Q}{\Delta T}$  - кон-во теплоемкости к газу тепло равно нулю, а значит, процесс близок к адиабатическому.

Ответ: 1)  $\sqrt{2}$

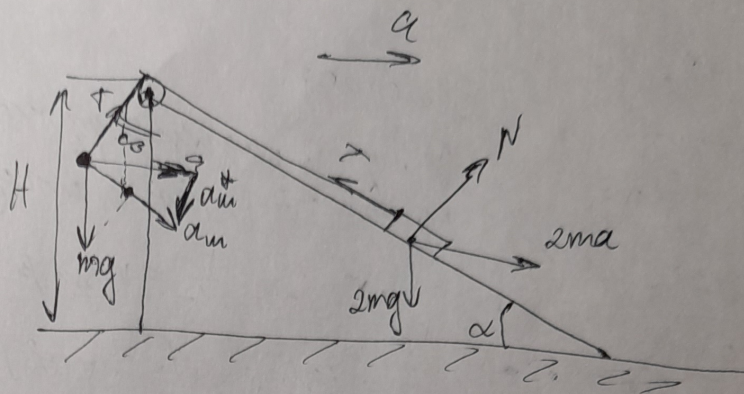
№1.

Дано:

$\cos \alpha = 4/5$  ( $\sin \alpha = 3/5$ )

$m; 2m$

$\cos \beta = 12/13$



Найти:

1)  $a = ?$

2)  $a_{оп} = ?$

3)  $t = ?$

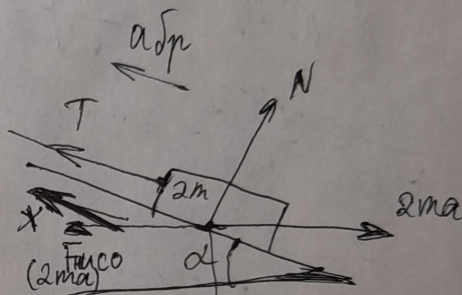
Решение:

1) В ИСО блок на спуске:  
 движение параллельно поверхности  
 блока:

$2m$  ИСО:  $T - 2mg \sin \alpha = ma_{оп}$

(Ox)  $\frac{T}{m} - 2g \sin \alpha = a_{оп}$

(Oy):  $T \sin \beta = 2mg$



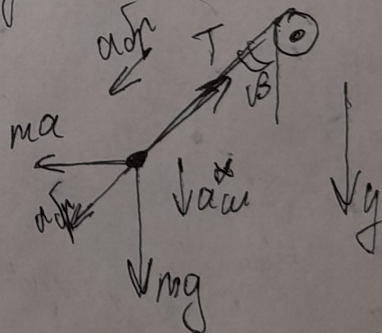
В ИСО блок наверху движется свободно:

$a_m^* m = mg - T \cos \beta$

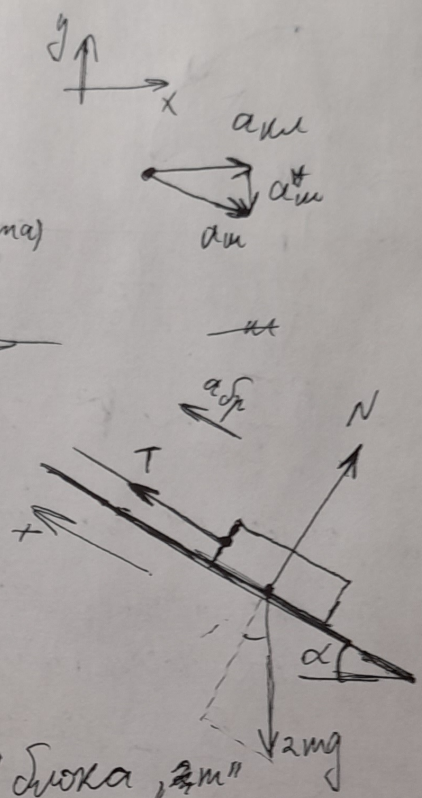
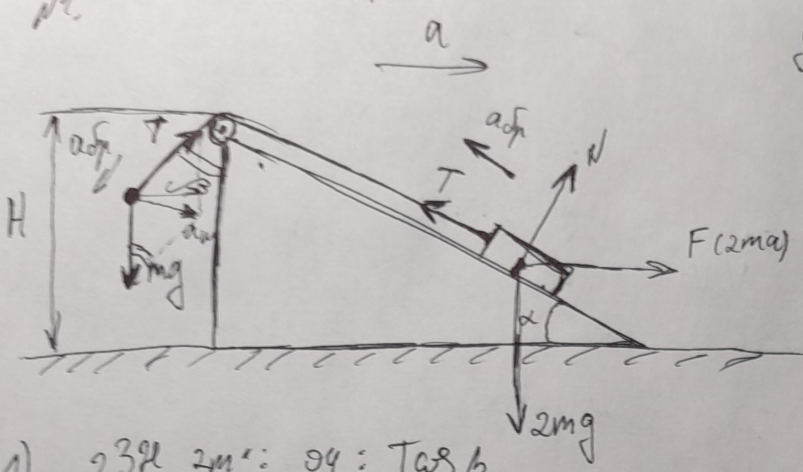
$a_m^* = g - \frac{T}{m} \cos \beta$

Поскольку блок ускоренно движется  
 под углом  $\beta$  к вертикали  $\sin \beta$  равен

$\Rightarrow a_m^* = \frac{a_{оп}}{\sin \beta}$



Упробук.



1) 23H, 2m: ay: T cos beta  
 2) на UCO крива дуга:

$$T - 2mg \sin \alpha = ma_{dp}$$

$$(ma_m)^2 = T^2 + m^2 g^2 - 2Tmg \cos \beta$$

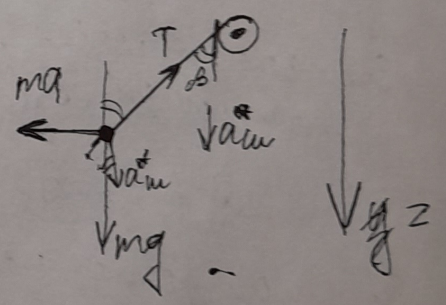
$$a_m^2 = a_{dp}^2 + a_m^{*2}$$

$$a_{dp} = \frac{T}{2m} - 2g \sin \alpha$$

3) на UCO дуга, 2m

$$ma_m^* = mg - T \cos \beta$$

$$a_m^* = g - \frac{T}{m} \cos \beta$$



$$a_m^2 = T^2 + m^2 g^2 - 2Tmg \cos \beta$$

$$a_m^2 = \left(\frac{T}{m}\right)^2 + g^2 - 2 \frac{T}{m} g \cos \beta = a_{dp}^2 + a_m^{*2}$$

~~$$\left(\frac{T}{m}\right)^2 + g^2 - 2 \frac{T}{m} g \cos \beta = \left(\frac{T}{m}\right)^2 - 2 \frac{T}{m} g \sin \alpha + 4g^2 \sin^2 \alpha + g^2$$~~

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

• Как a\_dp связано с a\_m\*

$$\frac{a^2}{\sin^2 \beta} = a^2 + \frac{T + 2g \sin \alpha}{\sin \beta} = a \sin \beta$$

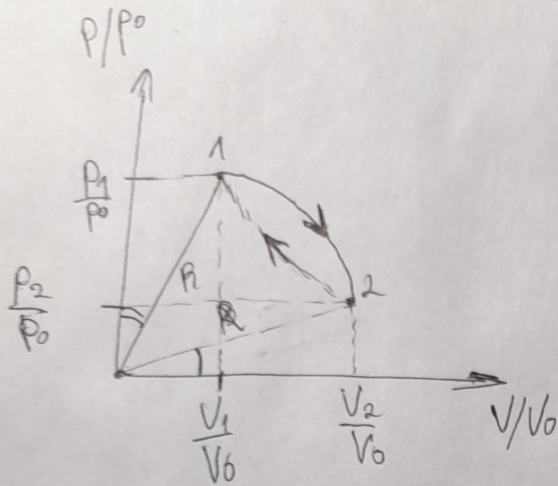
$$T \sin \beta = ma$$

$$a = \frac{T}{m} \sin \beta; \quad \frac{T}{m} = \frac{a}{\sin \beta}$$

$$g - \frac{T}{m} \cos \beta = \frac{T}{m} - 2g \sin \alpha$$

$$\frac{a}{\sin \beta}$$

$$a_m^* = \frac{a_{dp}}{\sin \beta} \Rightarrow g \frac{T}{m \cos \beta} \pm$$



$$\frac{p_1}{p_0} = R \cos 22,5^\circ \alpha$$

$$\frac{p_2}{p_0} = R \sin 15^\circ \beta$$

$$\frac{v_1}{v_0} = R \sin 22,5^\circ \alpha$$

$$\frac{v_2}{v_0} = R \cos 15^\circ \beta$$

$$\frac{p_1 v_1}{p_0^2} = \gamma R \frac{T}{p_0^2} \approx R^2 \sin 22,5^\circ \cos 22,5^\circ$$

~~Если температура равна нулю, то изменение температуры  
всегда должно быть равно нулю.~~

• Если температура равна нулю, то

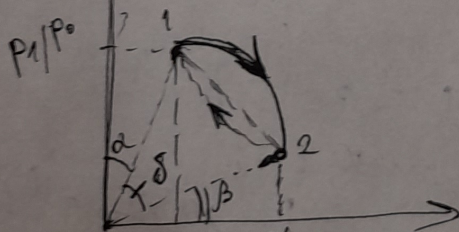
$$C = \frac{Q}{\Delta T} - \text{ка-то положительная температура должна быть равно нулю.}$$

Если ка-то положительная температура равна нулю, то процесс в этом конкретном примере близок к адiabатическому.

$$\Delta U + A_{\text{внеш}} = 0; \quad \Delta U = \frac{5}{2} \gamma R \Delta T$$

Газ расширяется  $\Rightarrow$  совершает работу;  $A_{\text{внеш}} = \gamma R \Delta T$   
 $\Delta U = -A_{\text{внеш}}; \quad \frac{5}{2} \gamma R \Delta T = -\gamma R \Delta T$

3) p-p



Работа газа при расширении:

Throughout log 1-2

$$S_1 = \frac{1}{2} \frac{p_1 + p_2}{p_0} \cdot \frac{v_2 - v_1}{v_0}$$

$$S_2 = \frac{S}{S} = \pi r^2 \cdot \frac{90^\circ - (\alpha + \beta)}{360^\circ} - \frac{1}{2} r^2 \sin(90^\circ - (\alpha + \beta))$$

$$S = 90^\circ - (\alpha + \beta)$$

$$A_{\text{внеш}} = S_1 + S_2$$

Padoma upu creamuu:

Creamuu + aquadambusu nroyee

$$\Rightarrow \Delta U = -A_{\text{razal}}, \text{ rge } A_{\text{razal}} < 0$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) \Rightarrow |A_{\text{razal}}| = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_0)$$

$$A_{\text{razal}} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

Padoma za nyuku:  $A_{12} - |A_{\text{razal}}|$

Ukuruole:  $\frac{A_{12} - |A_{\text{razal}}|}{A_{12}} = 1 - \frac{|A_{\text{razal}}|}{A_{12}}$  Therelprymu

$$\frac{|A_{\text{razal}}|}{A_{12}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_2)}{\frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) - \frac{1}{2} \nu^2 \omega^2 (\alpha + \beta)}$$

$$\frac{1}{2} \nu^2 \omega^2 (\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \nu^2 (\cancel{\sin \alpha} \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \cancel{\sin \beta}) =$$

$$= \frac{1}{2} \left( \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{V_2}{V_0} - \frac{V_1}{V_0} \cdot \frac{p_2}{V_0} \right) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (p_2 V_2 - V_1 p_2)$$

$$\cancel{\nu} \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) - \frac{1}{2} (p_2 V_2 - V_1 p_2) =$$

$$= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_2 V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{\frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_2)}{\frac{1}{2} (T_2 - T_1) \nu R} = -5; \quad 1 - \frac{|A_{\text{razal}}|}{A_{12}} = 1 - (-5) = 6$$

$$g - \frac{a}{\sin \beta} \cos \beta = \frac{a / \sin \beta - 2g \sin \alpha}{\sin \beta}$$

# Часть 2

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

Шифр: **21202425**

ID профиля: **316157**

Вариант 6

№3.

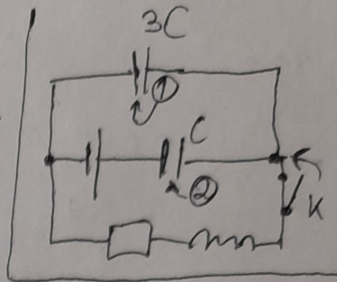
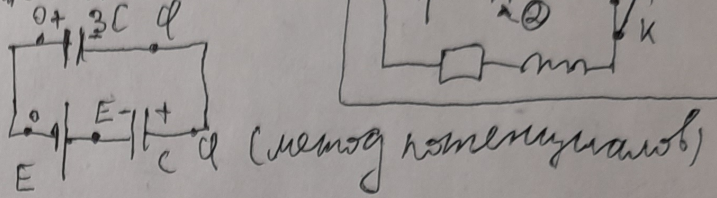
Дано:  
 $C_1 = C_2 = 3C; E; R; L$

Найти:

- 1)  $I'_L(0) = ?;$
- 2)  $Q = ?;$
- 3)  $U_R^* = ?$  (когда  $I_{C2} = I_0$ )

Решение:

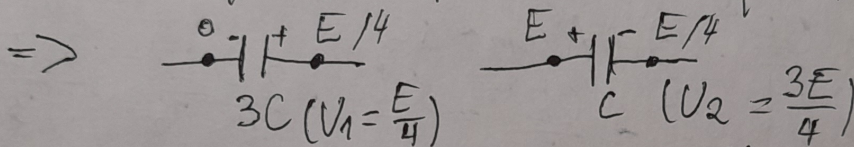
1) До замыкания  
 ключа:



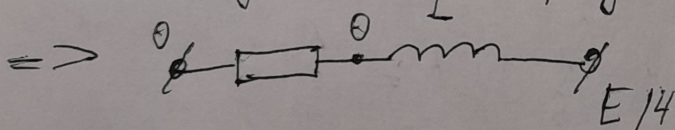
3-й экв. заряда:

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

$$C(\varphi - E) + 3C\varphi = 0; \quad C\varphi - CE + 3C\varphi = 0; \quad 4C\varphi = CE; \quad \boxed{\varphi = \frac{E}{4}}$$



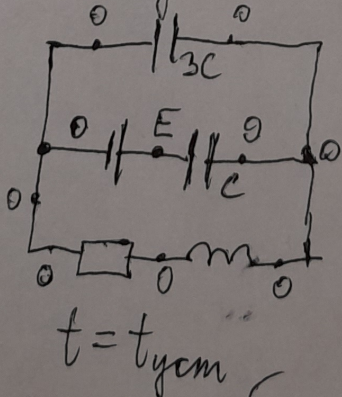
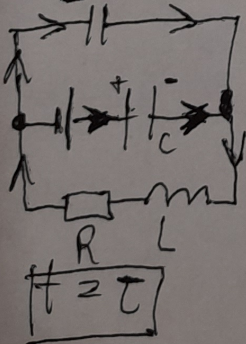
Ток на катушке после замык. К. мгновенно не меняется  $\Rightarrow$  после зам. ток через R равен 0



$$I'_L(0)L = E/4$$

$$\Rightarrow \boxed{I'_L(0) = \frac{E}{4L}}$$

2) В уст. режиме тока в цепи нет; конденсаторы разряжены (можно отметить нарисовать)



$A_{ист} = Q + \Delta E$ , где  $A_{ист}$  - работа источника;  
 $Q$  - кол-во энергии;

$$\Delta E = \frac{CE^2}{2} - \left( \frac{3CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} \right) \Delta E - \text{измен. энергии системы}$$



П.Р. напряжения на ветках с катушкой и источник  
 ток в любое время равен и равен  $\mathcal{E}$  на ЗС, то проводника  
 заряда с ЗС текла через  $L$ , проводника - через  $E$

$\Rightarrow$  Заряд протекший через  $E$  до ист. времени:

$$q = CV_2 + \frac{1}{2} \cdot 3C U_1$$

$$A_{\text{ист}} = +qE = +E(CU_2 + \frac{1}{2} \cdot 3CU_1)$$

$$Q = A_{\text{ист}} - \Delta E = +E(C \cdot \frac{3E}{4} + \frac{1}{2} \cdot 3C \cdot \frac{E}{4}) + \left( \frac{3CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CE^2}{2} \right) =$$

$$= +\frac{3}{4}CE^2 + \frac{3}{8}CE^2 + \frac{3}{2}C \frac{E^2}{16} + \frac{9}{32}CE^2 - \frac{CE^2}{2} = \frac{CE^2}{4}$$

$q =$  Заряд через конденсатор:  $q = (E - \frac{3E}{4})C = \frac{CE}{4}$

$$A_{\text{ист}} = +qE = \frac{CE^2}{4}; \quad Q = A_{\text{ист}} - \Delta E$$

~~$$Q = \frac{CE^2}{4} + \frac{3CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CE^2}{2} = \frac{CE^2}{4} + \frac{3C \cdot \frac{E^2}{16}}{2} + \frac{9CE^2}{32} - \frac{CE^2}{2} =$$~~

$$= \Delta E = \frac{CE^2}{2} - \frac{3}{32}CE^2 - \frac{9}{32}CE^2 = \frac{1}{8}CE^2$$

$$Q = A_{\text{ист}} - \Delta E = \frac{1}{4}CE^2 - \frac{1}{8}CE^2 = \frac{1}{8}CE^2$$

Ответ: 1)  $\frac{E}{4L}$ ; 2)  $\frac{1}{8}CE^2$

Условие

Пузыря, 11 кл.

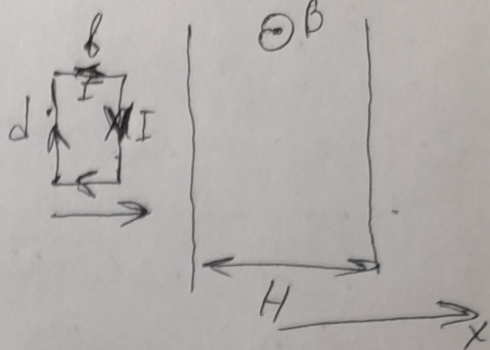
№4.

Дано:  
 $m; d; V_0; R; B$

- 1)  $a_0 = ?;$
- 2)  $V_1 = ?;$
- 3)  $V_2 = ?;$

Решение:

1) Когда рамка на-  
 чинает входить в  
 поле,  $\Phi$  через нее на-  
 чинает изменяться.



М.к. мипуса рамки, пересекающая нша  
 поле, улен. со скоростью  $V_0$ , то:

$\dot{\Phi}(t) = B \cdot d \cdot V_0 \Rightarrow$  Э.д.с. индукции в рамке:  $|\mathcal{E}| = \dot{\Phi}(t)$

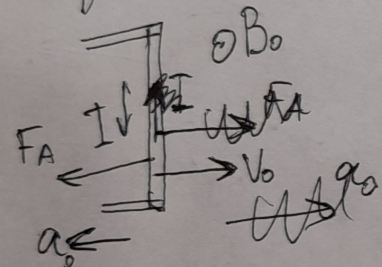
$|\mathcal{E}| = B d V_0$ . В рамке возн. ток, напр. как пока-  
 зано на рисунке.

$$I = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \frac{B d V_0}{R}$$

В первый момент времени в поле глук.  
 проводник с током глукотн  $d$

$\Rightarrow$  на него геленбнем сила Ампера

$$F_A = I B d = \frac{B d V_0}{R} \cdot B \cdot d = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$$



$- m a_0 = F_A; \Rightarrow$

$$a_{0x} = \frac{B^2 d^2 V_0}{R m}$$

• Скорость геленбнелмса

2) То пере вхога рамки в поле гелопетне рамки лелтн-  
 емса, м.к. гелеленса скоростью:

$$m a(t) = \frac{B^2 d^2 v(t)}{R}; \quad v(t) = \frac{\Delta b}{\Delta t} \quad \text{где } \Delta b \text{ - гелеленз.}$$

рамки гелеленз  $x$   
за малое  $\Delta t$ .

$$m a = \frac{B^2 d^2 \Delta b}{R \Delta t} \quad | \cdot \Delta t; \quad m a \Delta t = \frac{B^2 d^2}{R} \Delta b \quad (*)$$

Гросумируем (\*) за все время вхога рамки в поле:

$$m \underbrace{\sum a \Delta t}_{(V_0 - V_1)} = \frac{B^2 d^2}{R} \underbrace{\sum \Delta b}_b \Rightarrow m(V_1 - V_0) = \frac{B^2 d^2}{R} b = \frac{B^2 d^3}{4R}$$

$$V_1 = -\frac{B^2 d^3}{4 m R} + V_0$$

3

3) Когда рамка полностью вошла в поле, на её противонаправленные стороны действуют равные силы Ампера, напр. в противоположные стороны  $\Rightarrow$  рамка движется равномерно (все силы скомпенсированы).

Когда рамка начинает выходить из поля  $\Phi$  через неё уменьшается  $\Rightarrow$  ток течёт в противоположную сторону

Когда рамка движется в поле, магнитный поток через неё не меняется  $\Rightarrow$  ток не течёт  $\Rightarrow$  силы не действуют  $\Rightarrow$  рамка движется равномерно.

Когда рамка выходит из поля  $\Phi$  через неё начинает уменьшаться  $\Rightarrow$  ток течёт вправо, как показано на рисунке.

На левую часть действует  $F_A$ .  $\dot{\Phi} = Bdv(t)$

$$\Rightarrow \mathcal{E}(t) = Bdv(t) \Rightarrow I(t) = \frac{Bdv(t)}{R}$$

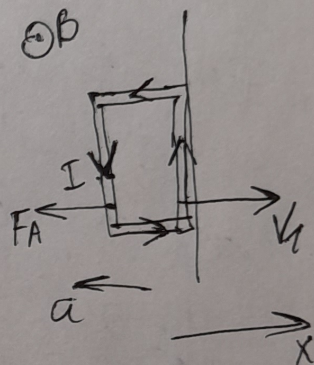
$$\Rightarrow F_A = \frac{B^2 d^2 v(t)}{R} = ma(t)$$

Аналогично п.2:  $ma \Delta t = \frac{B^2 d^2}{R} \Delta b$

$$m \sum a \Delta t = \frac{B^2 d^2}{R} \sum \Delta b \Rightarrow m(V_1 - V_2) = \frac{B^2 d^2}{R} b$$

$$m(V_1 - V_2) = \frac{B^2 d^3}{4R} ; \left[ V_2 = V_1 - \frac{B^2 d^3}{4Rm} = V_0 - \frac{B^2 d^3}{2Rm} \right]$$

Ответ: 1) ~~max~~  $a_{bx} = -\frac{B^2 d^2 v_0}{Rm}$ ; 2)  $V_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm}$ ; 3)  $V_0 - \frac{B^2 d^3}{2Rm}$

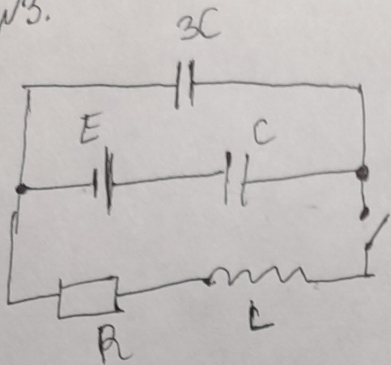


Скорость уменьшилась.

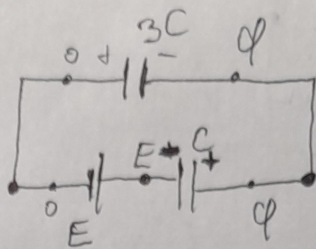
Черновик.

Рязань, 11кл.

№3.



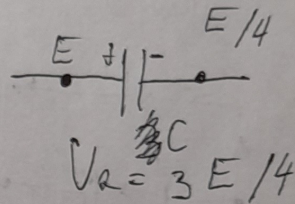
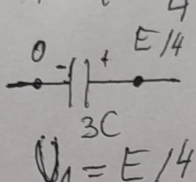
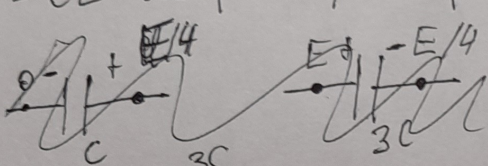
а)



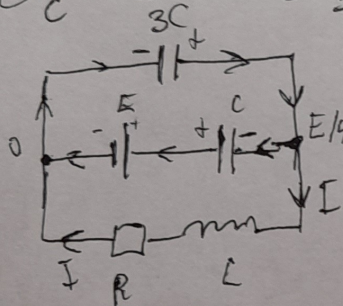
$$+C(\phi - E) - 3C(0 - \phi) = 0$$

$$C(\phi - E) + 3C\phi = 0$$

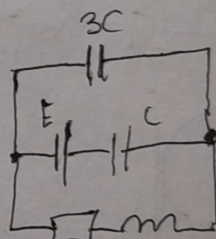
$$C\phi - CE + 3C\phi = 0; 4C\phi = CE; \phi = \frac{E}{4}$$



1)

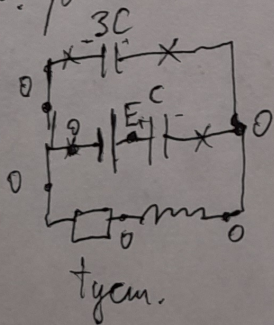


$$I'L = \frac{E}{4}; I'(0) = \frac{E}{4L}$$



2)

Всего перемещенной энергии нет



$$\Delta E_y = Q + 3CU_1^2$$

$$\Delta E_y = 0 - \left( \frac{3CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} \right)$$

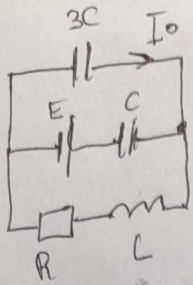
$$\frac{1}{4} + \frac{3}{32} + \frac{9}{32} - \frac{1}{2}$$

Через нем заряд  $CU_2 + \frac{1}{2} 3CU_1$

$$-\frac{3}{4} - \frac{3}{8} + \frac{12}{32} = -\frac{9}{8}$$

$$\frac{3}{4} + \frac{3}{8} + \frac{12}{32} = \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8} = \frac{6+6+3}{8} = \frac{15}{8} = 1,5$$

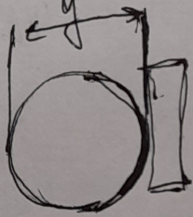
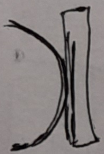
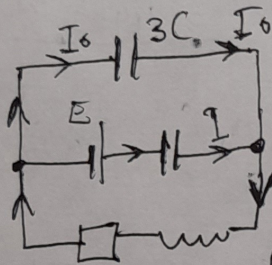
3)



$$\frac{CE^2}{2} - \frac{3}{2} C \frac{E^2}{16} - \frac{3}{32} CE^2 = \frac{1}{2} - \frac{12}{32} = \frac{1}{2} - \frac{3}{8} = \frac{1}{8} CE^2$$

$$\Delta E = \frac{1}{8} CE^2$$

$$A_{\text{ном}} = \frac{CE^2}{4}; \quad Q = \frac{CE^2}{4} - \frac{CE^2}{8} = \frac{CE^2}{8}$$



Уменьше менее

увеличение больше

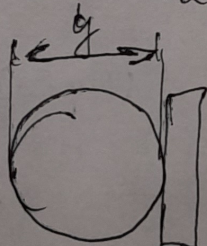
$D_1$

$D_2$

$$F_2 > F_1 \Rightarrow D_2 < D_1$$

$f = 25 \text{ см}$

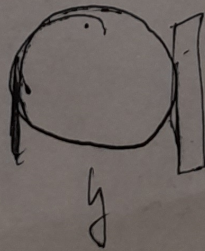
Уменьше менее:



$$x_1 = 25 \text{ см}$$

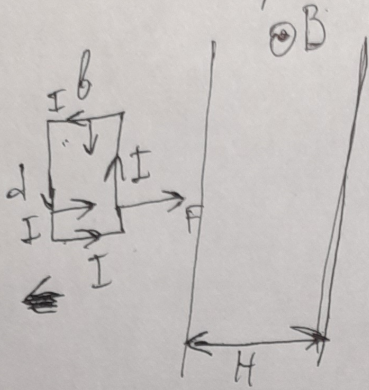
$$D_1 = \frac{1}{f} + \frac{1}{x_1}; \quad D_1 = \frac{x_1 + f}{x_1 f}$$

Увеличение больше:



Чертёжок.

Результат, и т.д.



$$m, d, V_0; R; B$$
$$b = d/4; H = 2d$$

$$\Delta \Phi' = \cancel{B} B \cdot d \cdot V$$

$$\mathcal{E} = - \Delta \Phi' = - B d V_0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \cancel{B d V_0} = \frac{B d V_0}{R}$$

$$m a = \cancel{B d} \frac{B^2 d^2 v}{R}$$