Часть 1

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

Шифр: **21203587**

ID профиля: **309404**

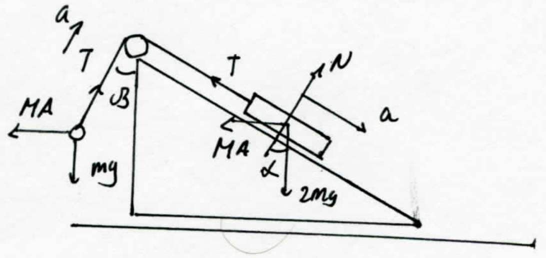
Вариант 6

Чистовик.

Вариант : 11 - 06

№1

2) Перейдем в СО клина:



для шарика: $\cancel{T\sin\beta = 2mg}$ $ma\sin\beta = T\sin\beta - mg \rightarrow T = \frac{ma\sin\beta + mg}{\sin\beta}$

$ma\cos\beta = T\cos\beta - MA = (ma\sin\beta + mg)ctg\beta - MA \rightarrow MA = mg\,ctg\beta$

для бруска: $2ma = 2mg\sin\alpha - MA\cos\alpha - T$

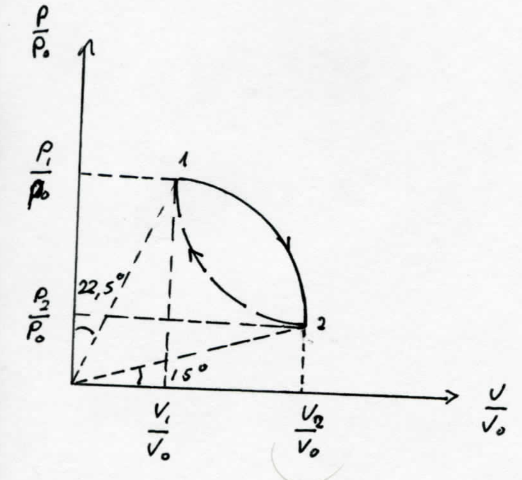
$\cancel{N = 2mg}$

Тогда: $2ma = 2mg\sin\alpha - mg\,ctg\beta\cos\alpha - \frac{mg\sin\beta\,ctg\beta + mg}{\sin\beta}$

Чистовик

Вариант: и - 06

№2



$C_V = \frac{5}{2} R$

1) По условию, процесс 1-2 — дуга окружности с центром в (0; 0)

Тогда:

$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = a^2$ - ур-ие окружности (a - радиус из (0; 0))

$\left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 = a^2$ - ур-ие окружности (a - радиус из (0; 0))

Для точки 1: $\frac{P_1}{P_0} = a\cos(22,5°)$

$\frac{V_1}{V_0} = a\sin(22,5°)$

Тогда:

$\frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = \frac{P_1V_1}{P_0V_0} = \frac{\nu RT_1}{P_0V_0} = a^2\sin(22,5°)\cos(22,5°)$

Для точки 2 аналогично: $\frac{P_2}{P_0} = a\sin(15°)$

$\frac{V_2}{V_0} = a\cos(15°)$

Тогда:

$\frac{P_2V_2}{P_0V_0} = \frac{\nu RT_2}{P_0V_0} = a^2\sin(15°)\cos(15°)$

Тогда: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{P_0V_0}{\nu R}a^2\sin(22,5°)\cos(22,5°)}{\frac{P_0V_0}{\nu R}a^2\sin(15°)\cos(15°)} = \frac{\sin(22,5°)\cdot\cos(22,5°)}{\sin(15°)\cdot\cos(15°)}$

~~Ответ~~

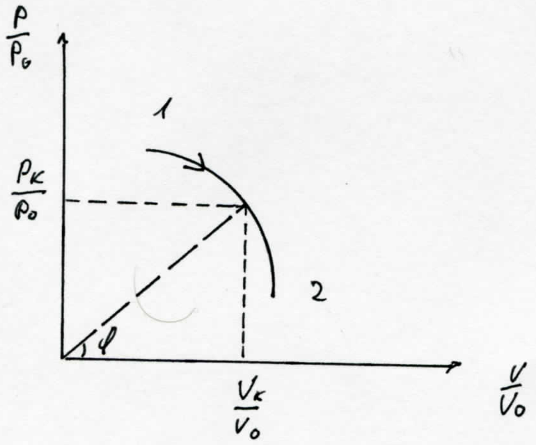
2

Чистовик

Вариант: 11-06

№ 2 (продолжение

2)



$$tg\,\varphi = \frac{\frac{P_K}{P_0}}{\frac{V_K}{V_0}} = \frac{P_K \cdot V_0}{P_0 \cdot V_K}$$

Пусть в точке с координатами $\left(\frac{P_K}{P_0} ; \frac{V_K}{V_0}\right)$ теплоемкость равна нулю

Тогда:

$$\delta Q = \delta A + dU$$

$$C\nu dT = PdV + C_v \nu dT \quad |: \nu dT$$

$$C = \frac{PdV}{\nu dT} + C_v$$

Учтем, что: $PdV + VdP = \nu RdT$

Тогда:

$$C = R \cdot \frac{PdV}{PdV + VdP} + C_v = 0$$

$$\frac{1}{1 + \frac{V}{P} \cdot \frac{dP}{dV}} = -\frac{C_v}{R}$$

$$1 + \frac{V}{P} \cdot \frac{dP}{dV} = -\frac{R}{C_v}$$

Учтем, что $P = P_K$; $V = V_K$:

$$1 + \frac{V_K}{P_K} \cdot P'(V) = -\frac{R}{C_v}$$

При этом:

$$\left(\frac{P_K}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_K}{V_0}\right)^2 = a^2$$

Отсюда:

$$\frac{P_K}{V_K} = \frac{P_0 \sqrt{a^2 V_0^2 - V_K^2}}{V_K V_0} \quad ; \quad P_K = \frac{P_0}{V_0} \sqrt{a^2 V_0^2 - V_K^2}$$

$$P_K'(V_K) = -\frac{V_K P_0}{V_0 \sqrt{V_0^2 a^2 - V_K^2}}$$

Чистовик

Вариант: и-06

№ 2 (продолжение)

2) Тогда:

$$\cancel{1+\frac{P_0\sqrt{a^2V_0^2-V_k^2}}{V_k V_0}\cdot\left(-\frac{V_k P_0}{V_0\sqrt{V_0^2a^2-V_k^2}}\right)=-\frac{R}{C_v}}$$

$$1+\frac{V_k V_0}{P_0\sqrt{a^2V_0^2-V_k^2}}\cdot\left(-\frac{V_k P_0}{V_0\sqrt{a^2V_0^2-V_k^2}}\right)=-\frac{R}{C_v}$$

$$1+\left(-\frac{V_k^2}{(a^2V_0^2-V_k^2)}\right)=-\frac{R}{C_v}\quad \Big|\cdot -1$$

$$-1+\frac{V_k^2}{a^2V_0^2-V_k^2}=\frac{R}{C_v}=\frac{R}{\frac{5}{2}R}=\frac{2}{5}$$

$$\frac{V_k^2}{a^2V_0^2-V_k^2}=0{,}4+1=1{,}4$$

$$V_k^2=1{,}4\cdot a^2V_0^2-1{,}4V_k^2$$

$$2{,}4V_k^2=1{,}4a^2V_0^2$$

Отсюда: $V_k=aV_0\cdot\sqrt{\frac{1{,}4}{2{,}4}}$

Пусть $\sqrt{\frac{1{,}4}{2{,}4}}=Q$

Тогда: $V_k=aV_0Q$

Тогда: $P_k=\frac{P_0}{V_0}\sqrt{a^2V_0^2-a^2V_0^2Q^2}=\frac{P_0}{V_0}\cdot aV_0\sqrt{1-Q^2}=P_0\cdot a\sqrt{1-Q^2}$

Тогда:

$$tg\varphi=\frac{P_kV_0}{P_0V_k}=\frac{V_0P_0\cdot a\sqrt{1-Q^2}}{P_0\cdot aV_0Q}=\frac{\sqrt{1-Q^2}}{Q}$$

$$tg\varphi=\frac{\sqrt{1-\frac{1{,}4}{2{,}4}}}{\sqrt{\frac{1{,}4}{2{,}4}}}=\frac{\sqrt{\frac{5}{12}}}{\sqrt{\frac{7}{12}}}=\sqrt{\frac{5}{7}}$$

Чистовик

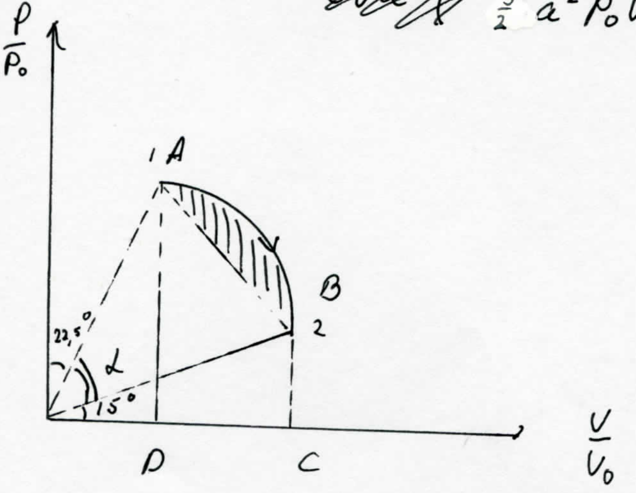
№2 (продолжение)

3) $A_{цикла} = Q_{\Sigma \text{ за цикл}} = Q_{12} + \underbrace{Q_{21}}_{\substack{=0 \\ \text{(по условию)}}} = Q_{12}$

Тогда:

$$x = \frac{A_{цикла}}{A_{12}} = \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{A_{12} + \Delta U_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$$

$\Delta U_{12} = C_v \nu \cdot (T_2 - T_1) = \frac{5}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) =$
$= \frac{5}{2} a^2 P_0 V_0 (\sin(15^\circ)\cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)\cos(22,5^\circ))$



$$S_{трапеции\ ABCD} = \frac{a\cos(22,5^\circ) + a\sin(15^\circ)}{2} \cdot (a\cos(15^\circ) - a\sin(22,5^\circ))$$

$$S_{заштрихованной} = a^2 \cdot \frac{\alpha - \sin\alpha}{2} \ ; \ \alpha = 90^\circ - 22,5^\circ - 15^\circ = 52,5^\circ$$

$$A_{12} = P_0V_0 \cdot (S_{трапеции} + S_{заштрих})$$

Тогда:

$$x = 1 + \frac{\frac{5}{2} a^2 P_0 V_0 \cdot (\sin(15^\circ)\cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)\cos(22,5^\circ))}{P_0V_0 \cdot a^2 \left(\frac{[\cos(22,5^\circ) + \sin(15^\circ)] \cdot [\cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)]}{2} + \frac{52,5^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ} - \sin(52,5^\circ)}{2} \right)} =$$

$$= 1 + 5 \cdot \frac{\sin(15^\circ) \cdot \cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)\cos(22,5^\circ)}{(\cos(22,5^\circ) + \sin(15^\circ)) \cdot (\cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)) + 52,5^\circ \frac{\pi}{180^\circ} - \sin(52,5^\circ)}$$

Ответ: 1) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin(22,5^\circ) \cdot \cos(22,5^\circ)}{\sin(15^\circ)\cos(15^\circ)}$ 2) $tg\varphi = \sqrt{\frac{5}{7}}$

5

3) $x = 1 + 5 \cdot \frac{\sin(15^\circ)\cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)\cos(22,5^\circ)}{(\cos(22,5^\circ) + \sin(15^\circ)) \cdot (\cos(15^\circ) - \sin(22,5^\circ)) + 52,5^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ} - \sin(52,5^\circ)}$

~~Черновик~~ Черновик

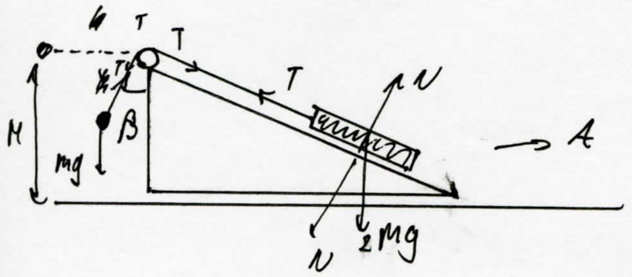
Вариант 11-06

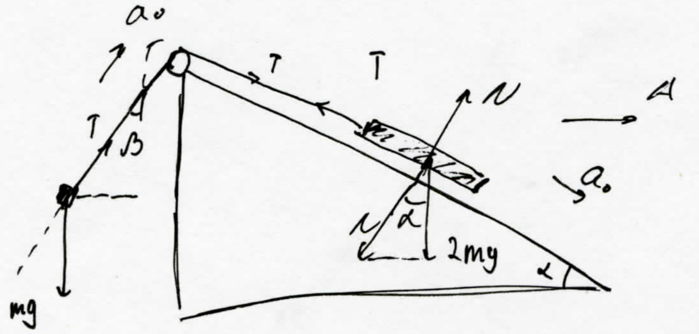
№1

$$mgH = \frac{MV^2}{2} + \underbrace{\cancel{\frac{2mu^2}{2}}}_{} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$=0$

$$0 = M\cdot 2V\dot{V} + 2m\cdot 2u\dot{u} + m\cdot 2v_0\dot{v}_0$$





$$2ma_0 = 2mg\sin\alpha - T$$

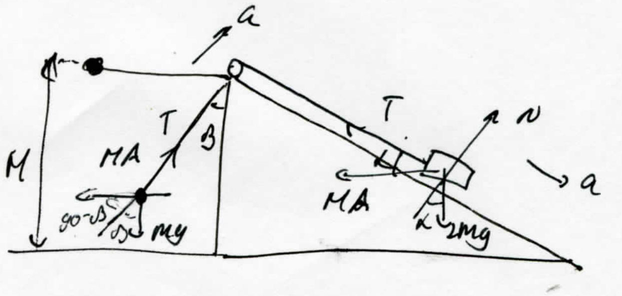
$$N = 2mg\cos\alpha$$

$$ma_0\sin\beta = T\sin\beta$$

$$ma_0\cos\beta = T\cos\beta - mg$$

$$MA = T\cos\alpha - T\sin\beta - N\sin\alpha$$

$\cancel{\frac{MA}{mg} = \operatorname{tg}\beta}$



$$ma = T\cos\beta - mg$$

$$MA = T\sin\beta$$

~~2macos~~ $2ma = 2mg\sin\alpha - T - MA\cos\alpha$

$$ma = T - mg\cos\beta - MA\sin\beta$$

$$3ma = mg(2\sin\alpha - \cos\beta) - MA(\cos\alpha + \sin\beta)$$

Черновик

$$P_к'(V_к') =$$

$$\frac{P_к}{V_к} = \cancel{4} P_0 \sqrt{\frac{a^2}{V_к^2} - \frac{1}{V_0^2}} = P_0 \frac{\sqrt{a^2 V_0^2 - V_к^2}}{V_к V_0}$$

$$\left(\frac{P_к}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_к}{V_0}\right)^2 = a^2 \quad | : V_к^2$$

$$\left(\frac{P_к}{P_0 V_к}\right)^2 + \left(\frac{1}{V_0}\right)^2 = \frac{a^2}{V_к^2} \quad | \cdot P_0^2$$

$$\left(\frac{P_к}{V_к}\right)^2 + \cancel{\left(\frac{P_0}{V_0}\right)^2} = a^2 \cdot \frac{P_0^2}{V_к^2} - \left(\frac{P_0}{V_0}\right)^2$$

$$\frac{P_к^2}{P_0^2} = a^2 - \frac{V_к^2}{V_0^2}$$

$$P_к = P_0\sqrt{a^2 - \frac{V_к^2}{V_0^2}}$$

$$P_к'(V) = \frac{1}{2P_0\sqrt{\left(a^2 - \frac{V_к^2}{V_0^2}\right)}} \cdot -\frac{2V_к}{V_0^2}$$

$$P_к = \sqrt{a^2 P_0^2 - \frac{V_к^2}{V_0^2} P_0^2}$$

$$-\frac{V_к}{P_к} \cdot \frac{2V_к}{\cancel{4} P_0 V_0^2 \sqrt{a^2 - \frac{V_к^2}{V_0^2}}} =$$

$$\frac{1}{2\cancel{P_0}\sqrt{a^2 - \frac{V_к^2}{V_0^2}}} \cdot -\frac{2V_к}{V_0^2} P_0^2$$

$$= -\frac{V_к \cancel{V_0}}{P_0\sqrt{a^2 V_0^2 - V_к^2}} \cdot \frac{V_к V_0}{P_0 \cancel{V_0^2} \cdot \sqrt{a^2 V_к^2 - V_0^2}} =$$

$$= -\frac{V_к^2}{P_0^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{a^2 V_к^2 - V_0^2}}$$

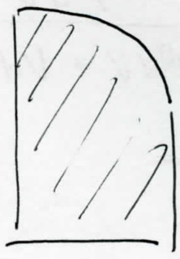
$$\frac{14}{24} = \frac{7}{12}$$

$$P_к' = \frac{1}{2\sqrt{a^2 \cancel{P_0^2} - \frac{V_к^2}{V_0^2}\cancel{P_0^2}}} \cdot -\frac{2V_к}{V_0^2} P_0^2$$

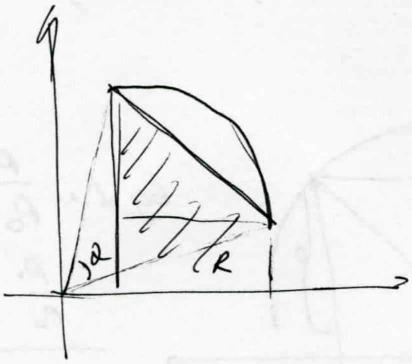
$$\frac{V_0}{2\sqrt{V_0^2 a^2 - V_к^2}}$$

$$1 - \frac{7}{12} = \frac{12-7}{12} = \frac{5}{12} \qquad \frac{\sqrt{\frac{5}{12}}}{\sqrt{\frac{7}{12}}}$$

Черновик



$Q_{21} = 0$



$A_{цикла} = Q_{цикла} = Q_{12}$

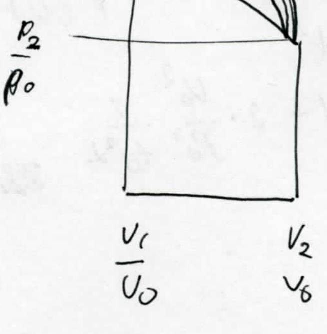
$, \quad A_{12} \qquad \dfrac{A_{цикла}}{A_{12}} = \dfrac{Q_{12}}{A_{12}} =$

$A \; \dfrac{R^2\alpha}{2} - \dfrac{2R\cos\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\alpha}{2}}{2} =$

$= \dfrac{A_{12} + \Delta U_{12}}{A_{12}} = 1 + \dfrac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$

$= \dfrac{R^2\alpha}{2} - \dfrac{R^2 \sin\alpha}{2}$

$a^2 \quad \alpha - \sin\alpha$



$[a\cos 15^\circ - a\sin(22{,}5^\circ)]$

$\dfrac{a\cos 22{,}5^\circ + a\sin 15^\circ}{2}$

$+ \; a$

$\dfrac{P_1 V_2 - P_1 V_1 + P_2 V_2 - P_2 V_1}{2} \Big/ V_1 V_2$

$\dfrac{\frac{P_1}{P_0} + \frac{P_2}{P_0}}{2} \cdot \left(\dfrac{V_2}{V_0} - \dfrac{V_1}{V_0}\right)$

$\dfrac{P_1}{V_1} - \dfrac{P_1}{V_2} + \dfrac{P_2}{V_1} - \dfrac{P_2}{V_2} \qquad \dfrac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2 P_0 V_0}$

Часть 2

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

Шифр: **21203587**

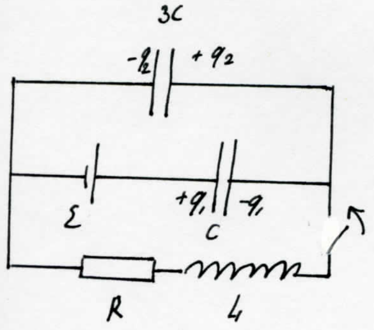
ID профиля: **309404**

Вариант 6

Чистовик

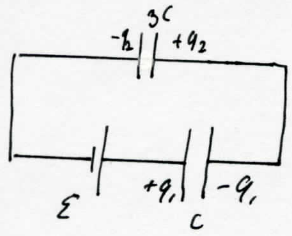
Вариант: 11-06

№3



~~до з замыкания~~

1) до замыкания ключа:
Режим установившийся, ток через конденсаторы не течет:



$$\mathcal{E} - \frac{q_1}{C} - \frac{q_2}{3C} = 0$$

ЗСЗ для конденсаторов 1 и 2: $-q_1 + q_2 = 0$

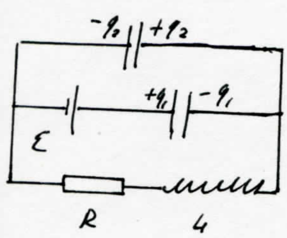
Тогда:

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_1}{3C} \quad \Big|\cdot 3C$$

$$3C\mathcal{E} = 3q_1 + q_1 = 4q_1 \to q_1 = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$$

Тогда $q_2 = q_1 = \frac{3}{4}C\mathcal{E}$

сразу после замыкания ключа:
Напряжение на конденсаторах скачком не изменяется и ток через катушку скачком не изменяется
Следовательно ток через катушку равен нулю



$$\mathcal{E} - \frac{q_1}{C} - L\frac{dI}{dt} = 0 \quad \text{(т.к. тока нет)}$$

$$\mathcal{E} - \frac{3}{4}\mathcal{E} = L\frac{dI}{dt}$$

$$\frac{1}{4}\cdot\frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{dI}{dt}$$

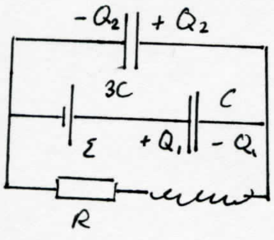
Чистовик

Вариант: 11-06

№3 (продолжение)

2) В установившемся режиме после замыкания ключа:

ток через конденсаторы не течёт, катушка эквивалентна проводу без сопротивления



Так как ток не течет в ветвях с конденсаторами, то ток не будет течь и в ветви с катушкой. ~~Тогда, разность потенциалов на концах катушки и на концах рез~~

~~$\varepsilon - \frac{Q_1}{C} - \frac{Q_2}{3C} = 0$~~

~~$3C\varepsilon - 3Q_1 - Q_2 = 0$~~

~~Отсюда: $Q_1 = \frac{3}{4}C\varepsilon$, $Q_2 = \frac{3}{4}C\varepsilon$~~

Тогда разность потенциалов на концах катушки равна нулю и разность потенциалов на концах резистора равна ~~нулю~~ нулю

Значит, разность потенциалов на концах конденсатора 2 равна нулю, следовательно $Q_2 = 0$

Тогда:

$$\varepsilon - \frac{Q_1}{C} = 0 \rightarrow Q_1 = C\varepsilon$$

Тогда:

$$A_{источника} = \Delta W + Q$$

$$A_{источника} = \varepsilon(Q_1 - q_1) = \varepsilon\cdot\left(C\varepsilon - \frac{3}{4}C\varepsilon\right) = \frac{1}{4}C\varepsilon^2$$

$$\Delta W = \left(\frac{Q_1^2}{2C} + \frac{Q_2^2}{2\cdot 3C}\right) - \left(\frac{q_1^2}{2C} + \frac{q_2^2}{2\cdot 3C}\right) = \frac{C\varepsilon^2}{2} + 0 - \frac{9C\varepsilon^2}{32} - \frac{3C\varepsilon^2}{32} =$$

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

Отсюда:

2

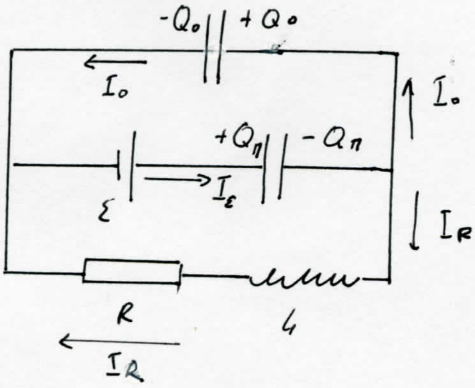
$$Q = A_{источника} - \Delta W = \frac{C\varepsilon^2}{4} - \frac{C\varepsilon^2}{8} = \frac{C\varepsilon^2}{8}$$

Чистовик

Вариант: 4-06

№ 3 (продолжение)

3)



$$\mathcal{E} - \frac{Q_П}{C} - L\frac{dI_R}{dt} = I_R \cdot R \quad (1)$$

$$\frac{Q_0}{3C} - L\frac{dI_R}{dt} = I_R R \quad (2)$$

$$I_\mathcal{E} = I_R + I_0 \,(3); \quad I_0 = -3C\frac{dU_0}{dt}; \quad I_\mathcal{E} = -C\cdot\frac{dU_П}{dt}$$

Тогда: (из (1) и (2)):

$$\mathcal{E} - \frac{Q_П}{C} = \frac{Q_0}{3C}$$

$$\mathcal{E} - U_П = U_0 \rightarrow U_П = \mathcal{E} - U_0$$

Тогда: $\frac{dU_П}{dt} = \frac{d(\mathcal{E} - U_0)}{dt} = -\frac{dU_0}{dt}$

Тогда в (3):

$$-C\frac{dU_П}{dt} = I_R + \left(-3C\frac{dU_0}{dt}\right)$$

$$C\frac{dU_0}{dt} = I_R + \left(-3C\frac{dU_0}{dt}\right)$$

$$I_R = 4C\frac{dU_0}{dt} = \frac{4}{3}I_0$$

Тогда $U_R = I_R \cdot R = \frac{4}{3}I_0 R$

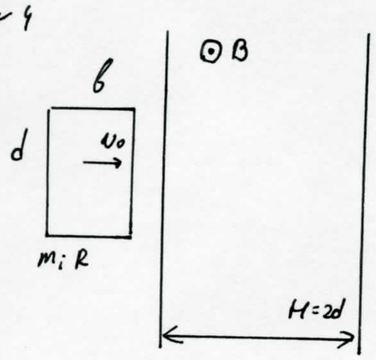
Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$ 2) $Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{8}$ 3) $U_R = \frac{4}{3}I_0 R$

3

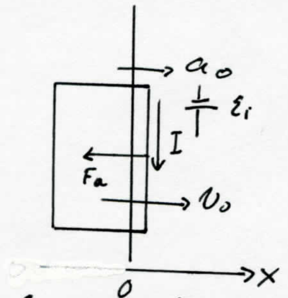
Чистовик

Вариант: и-06

№4



1) Сразу после вхождения в поле:



~~по правилу~~

Скорость v_0 заметно поменяться не успела, значит

$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}$

$|\mathcal{E}_i| = \dot{\Phi} = B\dfrac{dS}{dt} = v_0 B d \qquad (B \perp S)$

$I = \dfrac{\mathcal{E}_i}{R} = \dfrac{v_0 B d}{R}$ (по правилу левой руки ток I направлен вниз)

Тогда:

$F_a = IBd \quad (B \perp d)$

$F_a = \dfrac{v_0 B^2 d^2}{R}$

Тогда: 2ЗН на ось OX: $ma_{x0} = -F_a$

$$ma_{x0} = -\frac{v_0 B^2 d^2}{R}$$

$$a_{x0} = -\frac{v_0 B^2 d^2}{mR}$$

$$|a_{x0}| = \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}$$

4

Чистовик

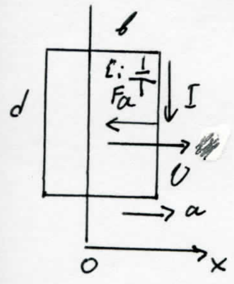
Вариант: и-06

№4

2) 2ЗН на OX: $ma = -\dfrac{vB^2d^2}{R}$

в произвольный момент при въезде

$m\dfrac{dv}{dt} = -\dfrac{B^2d^2}{R}v$



$mdv = -\dfrac{B^2d^2}{R}v\,dt$

$mdv = -\dfrac{B^2d^2}{R}dS$

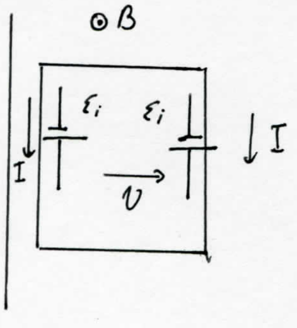
Суммируем для промежутка времени ~~до полного~~ от начала вхождения до полного вхождения рамки:

$m(u - v_0) = -\dfrac{B^2d^2}{R}(b - 0)$

Отсюда:

$u = v_0 - \dfrac{B^2d^2b}{mR}$

когда рамка въедет полностью:



$I_\Sigma = 0$

~~Следовательно силы Ампера перестанут~~

Следовательно, силы Ампера, параллельные оси OX перестанут действовать на рамку

~~силы Ампера~~

Тогда: $u = const$

Сразу после въезжания скорость не успеет сильно измениться, а значит:

$u = v_1 = v_0 - \dfrac{B^2d^2b}{mR} = v_0 - \dfrac{B^2d^3}{4mR}$

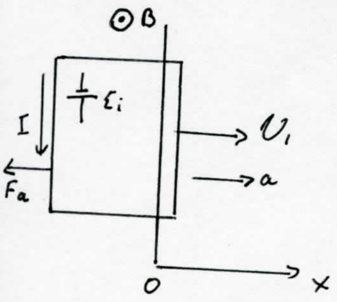
5

Чистовик

Вариант: 11-06

№4 (продолжение)

3) Сразу после выезда из поля:



2 ЗН на OX: $ma = -\frac{vB^2d^2}{R}$

в произвольный момент при выезде

$mdv = -\frac{B^2d^2}{R}dS$

Суммируем:

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

Отсюда:

$$v_2 = v_1 - \frac{B^2d^2b}{mR}$$

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

Ответ: 1) $a_{x0} = -\frac{v_0B^2d^2}{mR}$ 2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{4mR}$ 3) $v_2 = v_0 - \frac{B^2d^3}{2mR}$

$|a_{x0}| = \frac{v_0B^2d^2}{mR}$

6

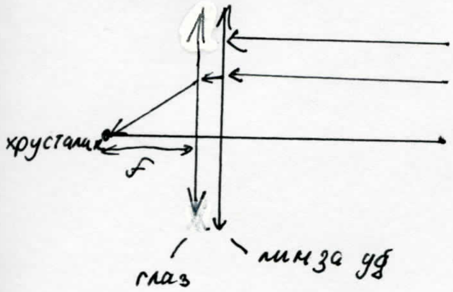
Чистовик

Вариант 11-06

№5

Глаз в данном случае работает как ~~рассеивающая~~ собирающая линза

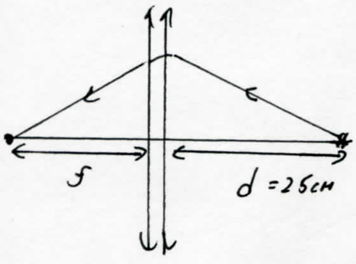
для удаленных пр.:



$\frac{1}{d} = 0$

$D_л + D_{уд} = \frac{1}{f}$

для близк. пр.:



$D_л + D_{бл} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

Тогда:

$D_л + D_{бл} = D_л + D_{уд} + \frac{1}{d}$; $\frac{D_{уд}}{D_{бл}} = \frac{7}{3} \to D_{уд} = \frac{7}{3} D_{бл}$

$D_{бл} = \frac{3}{7} D_{уд}$

$\cancel{D_{бл}}$

$\frac{3}{7} D_{уд} - D_{уд} = \frac{1}{d}$

$-\frac{4}{7} D_{уд} = \frac{1}{d} \to D_{уд} = -\frac{7}{4} \frac{1}{d}$

7