Часть 1

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

Шифр: **21203664**

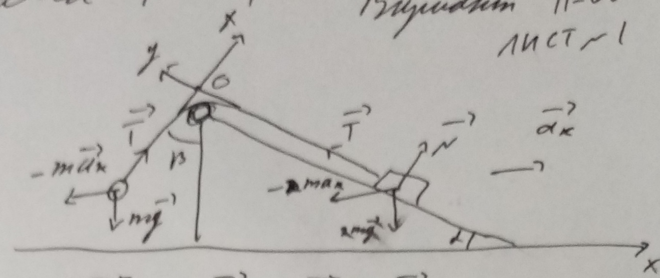
ID профиля: **805765**

Вариант 6

Задача 1 Вариант 11-06

Лист №1

Чистовик



Ускорение шарика $\vec{a}_ш = \vec{a}_0 + \vec{a}_к$, $\vec{a}_0$ - уск. шар. относ. клина.

В СО клина $\vec{a}_0 \uparrow\downarrow OX'$, тогда на ось X имеем:

(1) $a_ш = -a_0 \sin\beta + a_к = \frac{T}{m}\sin\beta$; В силу нерастяж. нити ускор бруска относ оси OY, шарика относ ~~клина~~ оси OX' равно ускор

$a_y = \frac{T - 2mg\sin\alpha + 2ma_к\cos\alpha}{2m}$; При этом $a_0 = -\frac{T - mg\cos\beta - ma_к\sin\beta}{m}$

$a_y = a_0 \Rightarrow T - 2mg\sin\alpha + 2ma_к\cos\alpha = -2T + 2mg\cos\beta + 2ma_к\sin\beta$

$$3T = 2mg(\sin\alpha + \cos\beta) + 2ma_к(\sin\beta - \cos\alpha)$$

$$\frac{T}{m} = \frac{2}{3}g(\sin\alpha + \cos\beta) + \frac{2}{3}a_к(\sin\beta - \cos\alpha)$$

Подставим в (1):

$$\frac{T - mg\cos\beta - ma_к\sin\beta}{m}\sin\beta + a_к = \left(\frac{2}{3}g(\sin\alpha + \cos\beta) + \frac{2}{3}a_к(\sin\beta - \cos\alpha)\right)\sin\beta$$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$; $\frac{T}{m} = \frac{2}{3}\cdot g\left(\frac{3}{5} + \frac{12}{13}\right) + \frac{2}{3}a_к\left(\frac{5}{13} - \frac{4}{5}\right)$

$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \frac{5}{13}$; $\frac{T}{m} = \frac{2}{3}g\,\frac{39+60}{65} + \frac{2}{3}a_к\,\frac{25-52}{65}$

$$\frac{T}{m} = \frac{2}{3}g\,\frac{99}{65} + \frac{2}{3}a_к\,\frac{-27}{65}$$

Тогда

$$\left(\frac{2}{3}g\,\frac{99}{65} + \frac{2}{3}a_к\left(-\frac{27}{65}\right) - g\cos\beta - a_к\sin\beta\right)\sin\beta + a_к = \left(\frac{2}{3}g\cdot\frac{99}{65} + \frac{2}{3}a_к\left(-\frac{27}{65}\right)\right)\sin\beta$$

$$-g\cos\beta - a_к\sin\beta + \frac{a_к}{\sin\beta} = 0$$

$$a_к\left(\frac{1}{\sin\beta} - \sin\beta\right) = g\cos\beta$$

$$a_к\left(\frac{\cos^2\beta}{\sin\beta}\right) = g\cos\beta$$

$$a_к = g\,\frac{\sin\beta\cos\beta}{\cos^2\beta} = g\,\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = g\,\frac{\frac{5}{13}}{\frac{12}{13}} = \frac{5}{12}g$$

21203664 (U805765 M1268650)

Задача 2 Вариант 11-06

Чистович

ЛИСТ № 3

Дано:

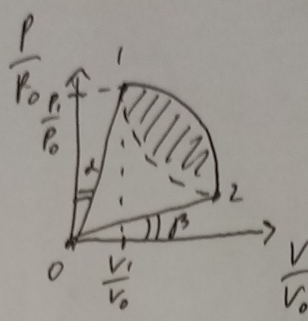
$C_V = \frac{5}{2} R$

$Q_{21} = 0$

1) $\frac{T_1}{T_2}$ - ?

2)

3) $\frac{A_y}{A_{12}}$ - ?



1) т.к. процесс 1-2 - дуга окр. => $\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = const$ (1)

~~По ур. М-К: $P_1V_1 = \nu RT_1$, $P_2V_2 = \nu RT_2$ / $\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2}$~~

~~Из (1): $P^2V_0^2 + V^2P_0^2 = const$~~

$$\frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = \frac{T_1}{T_0} \text{ и } \frac{P_2V_2}{P_0V_0} = \frac{T_2}{T_0} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2};$$

Из графика $P_1 = const \cdot \cos\alpha \cdot P_0$; $P_2 = const \cdot \sin\beta\, P_0$

$V_1 = const \cdot \sin\alpha\, V_0$; $V_2 = const \cdot \cos\beta\, V_0$

тогда $$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\sin\beta \cos\beta} = \frac{\cos(22{,}5^\circ) \cdot \sin(22{,}5^\circ)}{\sin(15^\circ) \cdot \cos(15^\circ)} = \frac{\frac{1}{2}\sin 45}{\frac{1}{2}\sin 30} =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{2};$$

~~3) 2 $A_y = S_{2-1} = \frac{(90-\alpha-\beta)}{360}\pi(const)^2$~~

По I. зак. термодин. $\Delta Q = \Delta U + A'$; $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 0$, $\Delta Q = 0$

3) $$A_y = S_{1-2-1} = \left(\frac{(90-\alpha-\beta)}{360}\pi(const)^2 - \frac{1}{2}(const)^2 \sin(90-\alpha-\beta)\right)2$$

$90 - \alpha - \beta = 52{,}5^\circ$

$$A_{расшир} = \frac{90-\alpha-\beta}{360}\pi(const)^2 -$$

21203664 (U805765 M1268650)

Сила $T = \frac{2}{3} mg \cdot \frac{99}{65} - \frac{2}{3} \cdot \frac{27}{65} \cdot \frac{5}{12} gm = 2mg\frac{33}{65} - \frac{3}{26} mg$

Вариант 11-06

Иштовик

ЛИСТ №2

$$a_y = a_б = \frac{\frac{66}{65} mg - \frac{3}{26} mg - 2mg\sin\alpha + 2m \cdot \frac{5}{12} g\cos\alpha}{2m}$$

$$a_б = \frac{33}{65} g - \frac{3}{52} g - g\sin\alpha + \frac{5}{12} g\cos\alpha$$

$$a_б = \frac{33}{65} g - \frac{3}{52} g - \frac{3}{5} g + \frac{5}{12} \cdot \frac{4}{5} g$$

$$a_б = -0{,}15 g + \frac{4}{12} g \approx 0{,}183 g$$

Уск. шар. $a_0 = a_б = 0{,}183g$.

По оси x' шарик пройдёт путь l до земли, $l\cos\beta = H$

$$l = \frac{a_0 \tau^2}{2} = \frac{H}{\cos\beta} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2H}{a_0 \cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{0{,}183g} \cdot \frac{13}{12}} = \sqrt{\frac{H}{g}\, 10{,}93 \cdot 1{,}083}$$

$$\tau = 3{,}44\sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $a_к = \frac{5}{12} g$ 2) $a_б = 0{,}183 g$ 3) $\tau = 3{,}44\sqrt{\frac{H}{g}}$

Часть 2

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

Шифр: **21203664**

ID профиля: **805765**

Вариант 6

Задача 3

Вариант 11 – 06

Чистовик

Лист № 4

Дано:

$C_1 = C$, $C_2 = 3C$,

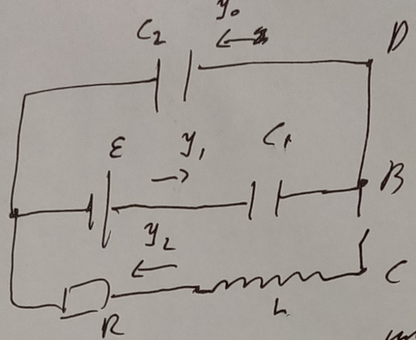
ε, R, L

1) $\frac{dY}{dt}$ – ?

2) Q – ?

3) U_R – ?

Решение:



1) Сразу после замык. ключа $U_{C_1} = U_{C_2} = 0$ В, в контуре ABCA тока нет в силу инд. катушки; тогда по 2-ому прав Кирх. для контр. ABCA имеем: $\varepsilon + \varepsilon_i = 0 \Rightarrow \varepsilon - L\frac{dY}{dt} = 0$

Значит, $\frac{dY}{dt} = \frac{\varepsilon}{L}$.

2) Когда процесс прекратится конден. ~~C_1 и C_2 будут заря-~~ ~~жены~~ C_1 будет иметь заряд q_1, причем q_1 - равен заряду, протекш. через ист. В стат. полож. тока в цепи нет $\Rightarrow$ по II. прав Кирх для конт. ABCA имеем: $\varepsilon = U_{C_1}$ или $\varepsilon = \frac{q_1}{C} \Rightarrow q_1 = \varepsilon C$;

для контура ADCA: $U_2 = 0 \Rightarrow q_2 = 0$ и $W_2 = 0$ Дж;

В стат. полож. $Y_L = 0$ - ток через катушк $\Rightarrow W_L = 0$ Дж;

По зак. сох. эн. имеем: $A_{ист} = \Delta U_{конд} + Q$

$A_{ист} = \varepsilon q_1 = \varepsilon^2 C$; $\Delta U_{конд} = \frac{q_1^2}{2C} = \frac{\varepsilon^2 C^2}{2C} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$;

$Q = \varepsilon^2 C - \frac{C\varepsilon^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$

3) $U_2 = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow q_2 = C_2 U_2 \Rightarrow \frac{dq_2}{dt} = C_2\frac{dU_2}{dt}$; $\Rightarrow Y_0 = C_2\frac{dU_2}{dt}$

По II. прав. Кирх. для конт ADCA: $\varepsilon_i = Y_2 R + U_2$ (1)

для конт ABDA: $\varepsilon = U_1 + U_2$

из (1): $\frac{dU_2}{dt} = \frac{dY_2}{dt}R + \cancel{L\frac{dY_2}{dt}} + \frac{d\varepsilon_i}{dt}$;

Ответ: 1) $\frac{dY}{dt} = \frac{\varepsilon}{L}$ 2) $Q = \frac{C\varepsilon^2}{2}$

21203664 (U805765 M1268651)

Задача 4 Вариант 11-06

Чистовик

ЛИСТ № 5

Дано:

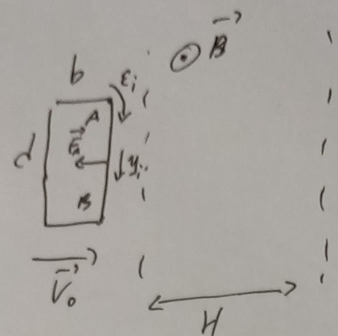
$m,\ d,\ b = \frac{d}{4},$

$V_0,\ R,\ B,\ H = 2d$

1) a_0 - ?

2) v_1 - ?

3) v_2 - ?



1) При вход. рамки в поле в ней возник. $\varepsilon_i = B V_0 d$, направленная согласно правилу Ленца. В рамки возн. ток инд. $I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$. На участок AB рамки начнёт действ. сила Ампера $F_A = B I_i d = Bd \cdot \frac{B v_0 d}{R}$;

По II. зак. Ньют. $F_A = m a_0 \Rightarrow a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$;

2) Пока рамка входит в поле ~~[illegible]~~

$a(t) = \frac{B^2 d^2}{mR} v(t),\ v(t) = v_0 - a(t)t;\ \frac{B^2 d^2}{mR} = \text{в}$

$\cancel{a(t) = \text{в} v_0 - \text{в} a(t) t \Rightarrow a(t)(1+\text{в}t) = \text{в} v_0 \text{ или } a(t) = \frac{\text{в} v_0}{1+\text{в}t}}$

~~ширина рамки b => она полностью войдёт в поле через t_1:~~

$\cancel{b = v_0 t_1 - \frac{a(t_1)t_1^2}{2}}$ $\cancel{v(t) = v_0 - a(t)t}$ -

~~Тогда $v(t) = v_0 - \text{в}\, v(t)$~~

$\varepsilon_i(t) = B d\, v(t);\ v(t) = v_0 - \text{в}\, v(t) t \Rightarrow v(t) = \frac{v_0}{1+\text{в}t}$; 1

$Q = I^2 R t = \frac{\varepsilon_i^2}{R^2} R t = \frac{\varepsilon_i^2 t}{R}$; $\cancel{dQ(t) = \frac{Bd}{R} \frac{v_0}{1+\text{в}t} dt}$

~~По З.С.Э. $\Delta E_k = \Delta Q$; В поле (полностью) рамку не тормозит~~

$\cancel{\Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \int_0^{t_1} \frac{Bd}{R} v_0 \frac{1}{1+\text{в}t} dt = \frac{B d v_0}{R} \int_0^{t_1} \frac{1}{1+\text{в}t} dt = \frac{B d v_0}{R} \cdot \frac{1}{\text{в}} \ln|1+\text{в}t| \Big|_0^{t_1}}$

$\cancel{v(t) = v_0 - a(t)t \Rightarrow v(t) = v_0 - \text{в}\, v(t) t \text{ или } v(t) = \frac{v_0}{1+\text{в}t}},$

$\cancel{\int_0^{t_1} v(t)\,dt = b}$, ~~тогда~~ $b =$

Вариант 11-06
Чистовик
ЛИСТ №6

$$Q=\frac{\varepsilon_i^2 t}{R},\quad \varepsilon_i(t)=\frac{Bdv_0}{1+bt};$$

$$dQ=\frac{(Bdv_0)^2}{R}\cdot\frac{1}{(1+bt)^2}dt;$$ По ЗСЭ $\Delta E_{кин}=\Delta Q\Rightarrow$

$$\frac{mv_1^2}{2}-\frac{mv_0^2}{2}=\int_0^{\tau}Q\,dt$$ где τ - время входа рамки в поле т.к. в самом поле скорость рамки не меняется т.к. $\Delta Q=0$.

$$\int_0^{\tau}Q\,dt=\frac{(Bdv_0)^2}{R}\int_0^{\tau}(1+bt)^{-2}dt=\frac{(Bdv_0)^2}{R}\frac{1}{b}\left(\frac{(1+bt)^{-1}}{-1}\Bigg|_0^{\tau}\right),$$

$$\cancel{=\left(\frac{(Bdv_0)^2}{bR}\left((1+b\tau)^{-1}-1\right)\right),\ \text{согласно ①}\ (1+b\tau)^{-1}=\frac{v_0}{v(\tau)}=\frac{v_0}{v_1}}$$

$$\cancel{\frac{mv_1^2-mv_0^2}{2}=-\frac{(Bdv_0)^2}{bR}\left(\frac{v_0}{v_1}-1\right)}$$

$$\int_0^{\tau}Q\,dt=-\frac{(Bd)^2v_0}{Rb}\left(\frac{v_0}{1+b\tau}-v_0\right);\ ②$$

Из ①: при τ - вр. входа рамки в поле имеем:

$$\int_0^{\tau}v(t)\,dt=b=v_0\int_0^{\tau}(1+bt)^{-1}dt\Rightarrow b=v_0\frac{1}{b}\ln|1+bt|\Big|_0^{\tau}$$

$$b=\frac{v_0}{b}\ln|1+b\tau|\Rightarrow\ln|1+b\tau|=\frac{bb}{v_0}\Rightarrow 1+b\tau=e^{\left(\frac{bb}{v_0}\right)}$$

Тогда ② примет вид: $$-\frac{(Bd)^2v_0}{Rb}\left(\frac{v_0}{e^{\left(\frac{bb}{v_0}\right)}}-v_0\right)=\frac{mv_1^2}{2}-\frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2}=\frac{mv_0^2}{2}-\frac{(Bd)^2v_0^2}{Rb}\left(\frac{1}{e^{\frac{bb}{v_0}}}-1\right),\quad b=\frac{B^2d^2}{mR}$$

$$\frac{mv_1^2}{2}=\frac{mv_0^2}{2}-v_0^2m\left(\frac{1}{e^{\frac{d^3B^2}{4v_0}}}-1\right);\quad v_1^2=v_0^2-2v_0^2\left(\frac{1-e^{\frac{d^3B^2}{4v_0}}}{e^{\frac{d^3B^2}{4v_0}}}\right)$$

Ответ: 1) $a_0=\dfrac{B^2d^2v_0}{mR}$; 2) $v_1=v_0\sqrt{1-2\left(\dfrac{1-e^{\left(\frac{d^3B^2}{4v_0}\right)}}{e^{\left(\frac{d^3B^2}{4v_0}\right)}}\right)}$

21203664 (U805765 M1268651)

Задача №5 Вариант 11-06

Инютович

Дано:

$D = 25$ см,

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{7}{3}$

1) x - ?

2) P_3 - ?

ЛИСТ №7

Оптическая сила линзы, для удал. предметов $|P_1| > |P_2|$.

Для очков для чтения имеем:

① $\frac{1}{D} - \frac{1}{|f|} = \frac{1}{F_2}$; f - расстояние, на котором он видит. $-\frac{1}{|f|}$ - т.к. изоб. должно быть прямым => оно мнимое

Для очков для удал. предметов имеем:

$\frac{1}{\infty} - \frac{1}{|f|} = \frac{1}{F_1} => -\frac{1}{F_1} = \frac{1}{f} => -F_1 = f$; ②

$P_1 = \frac{1}{F_1}$, $P_2 = \frac{1}{F_2} => P_1 = \frac{1}{f}$ и $P_2 = \frac{3}{7} P_1 = \frac{3}{7} \cdot \frac{1}{-f} = \frac{1}{F_2} => F_2 = -\frac{7}{3} f$

По формуле ①: $\frac{1}{D} - \frac{1}{f} = \frac{1}{-\frac{7}{3} f} =>$ ~~$\frac{1}{D} = \frac{3}{7f} + \frac{7}{7f} = \frac{10}{7f}$, тогда~~

~~$f = \frac{10}{7} D = \frac{10}{7} \cdot 25$~~ $=> \frac{1}{D} = -\frac{3}{7f} + \frac{1}{f} = \frac{4}{7f} => f = \frac{4}{7} D = \frac{100}{7} \approx 14{,}3$ см

$x = f = 14{,}3$ см; ~~$F_1 = -f$~~ По ②: $F_1 = -f => P_1 = \frac{1}{-14{,}3 \cdot 10^{-2}} \approx -7$ дптр

2) $d = 50$ см;

$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = P_3 => P_3 = \frac{1}{0{,}5} - \frac{1}{0{,}143} \approx -5$ дптр

Ответ: 1) $x = 14{,}3$ см; $F_1 = -7$ дптр; $P_3 = -5$ дптр.

21203664 (U805765 M1268651)