Часть 1

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

Шифр: **21202771**

ID профиля: **329784**

Вариант 3

Чистовик, 11-Ф.

№1 (продолж.)

v – скорость шара перед падением (время t)

V – скорость клина ~~та~~ в то же время

ЗСЭ:

$$2mgH = mv^2 + \overset{\text{масса клина}}{M} V^2$$

ЗСИ:

$$mv_x = -MV_x \Rightarrow V_x^2 = \left(\frac{m}{M}\right)^2 \cdot v_x$$

$$V_x = V$$

$$v^2 = v_x^2 + (gt)^2$$

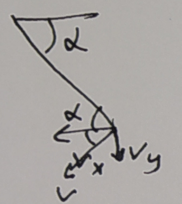
$$v_y^2$$

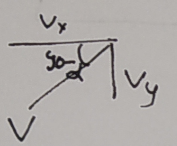
$$2mgH = m(v_x^2 + (gt)^2) + \frac{M}{m} \cdot \frac{m^2}{M^2} \cdot v_x^2 \,\Big|\cdot \frac{1}{m}$$

$$2gH = v_x^2 + (gt)^2 + \frac{m}{M} v_x^2$$

$$2gH - v_x^2\left(1 + \frac{m}{M}\right) = g^2 t^2$$

$$\boxed{\cancel{2gH}\sqrt{\frac{2H}{g} - \frac{v_x^2}{g}\left(1 + \frac{m}{M}\right)} = t}$$





$$v_x = v_y \cdot tg(90 - \alpha)$$

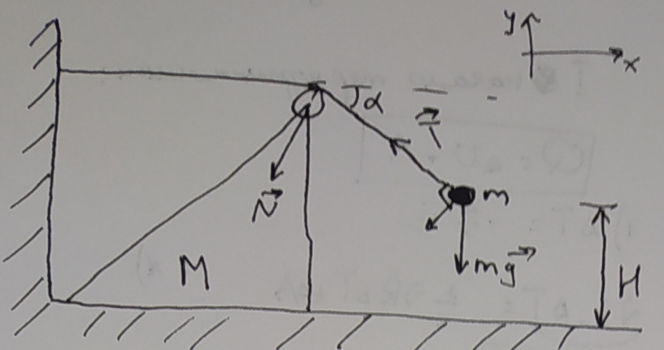
$$v_x \cdot tg\alpha = g \cdot t$$

$$2gH - \left(\frac{gt}{tg\alpha}\right)^2\left(1 + \frac{m}{M}\right) = g^2 t^2$$

$$\Downarrow$$

t.

Чистовик 11, Физика №1



$\cos\alpha = \frac{5}{13}$; H

1) $\angle(\vec{a_ш}; O_x) = ?$

2) $\vec{a_{кл}} = ?$

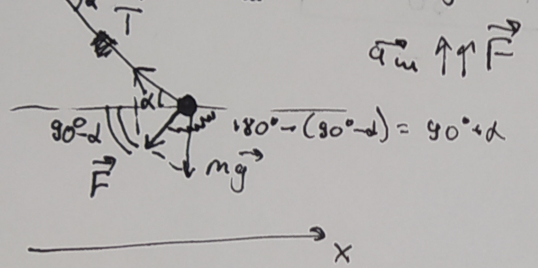
3) $\frac{m}{M} = ?$

4) $t = ?$

1) На шар действуют 2 силы: сила натяжения $\vec{T}$ и сила тяжести $m\vec{g}$, причём т.к. по условию нить всегда натянута, то $|\vec{T}|$ принимает такое значение, чтобы шар двигался только перпендикулярно нити.

$m\vec{a_ш} = \vec{F} = \vec{T} + m\vec{g}$

$\vec{a_ш} \uparrow\uparrow \vec{F}$

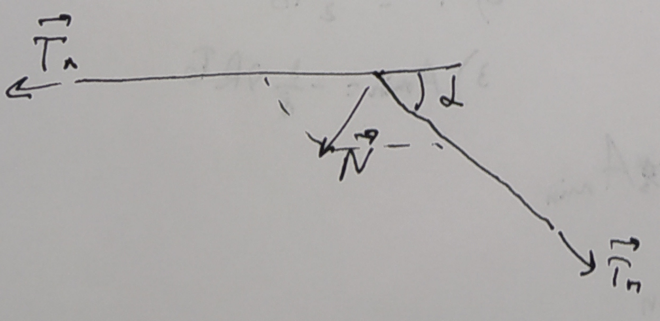


$\angle(\vec{a_ш}; O_x) = 90° + \alpha$

$\cos\angle(\vec{a_ш}; O_x) = \cos(90° + \alpha) = -\sin\alpha$

1) $\underline{\cos\angle(\vec{a_ш}; O_x) = -\frac{12}{13}}$

2) Клин движется только горизонтально (не взлетает и не проваливается под стол) => $\vec{a_{кл}} \parallel O_x$. Нас интересуют только горизонтальные составляющие сил, действующих на клин: $\underline{M \cdot a_{кл} = \Sigma F_x}$

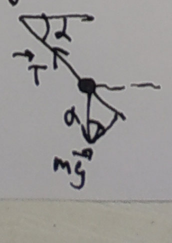


Нить давит на клин в месте изгиба: $\vec{N} = \vec{T_л} + \vec{T_п}$

$\vec{T_л}$ — сила, действующая со стороны стены на нить;

$\vec{T_п}$ — со стороны шара.

Нить не движется вдоль себя: $|\vec{T_л}| = |\vec{T_п}| = T$.



$\underline{T = mg \cdot \sin\alpha}$

Чистовик

Рі, Физика

№2

Дано: ν; T_0; $C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

1) Q_1 $(Q_1>0)$ $=?$

$T_0 \to \frac{3}{5}T_0$

2) $T^* = ?$

при которой $A = min$

3) $A_{min} = ?$

I начало термодинамики:

$$\boxed{Q = \Delta U + A}$$

1) $\Delta T = -\frac{2}{5}T_0$

$$\underbrace{\nu C\Delta T}_{\delta Q_1} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \Delta A \qquad (*)$$

$$|\delta Q_1| = \nu\cdot 3R\cdot\frac{T}{T_0}|\Delta T|$$

$$\sum_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} |\delta Q_1| = 3\nu R\cdot\frac{|\Delta(T^2)|}{2T_0}$$

$$|Q_1| = \frac{3\nu R}{2T_0}\cdot\left(T_0^2 - \frac{9}{25}T_0^2\right) = \frac{3\nu R}{2}\cdot\frac{16}{25}T_0$$

1) $\underline{Q_1 = \frac{48}{50}\nu RT_0}$

2) Из $(*)$:

$$\nu C\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \Delta A$$

$A = min$, когда $\Delta A = 0$

$$\nu\cdot 3R\frac{T^*}{T_0}\cdot\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

2) $\underline{T^* = \frac{1}{2}T_0}$ ← момент, когда $A = min$

3) $3\nu R\frac{T}{T_0}\cdot\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \Delta A$

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

$$\frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{1}{4}T_0^2 - T_0^2\right) = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{1}{2}T_0 - T_0\right) + A_{min}$$

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

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

$$-\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{1}{4}T_0 = A_{min}$$

3) $A_{min} = -\frac{3}{8}\nu RT_0$

Ответ:

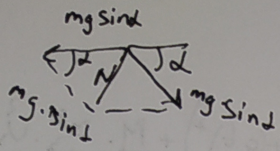
1) $Q_1 = \frac{48}{50}\nu RT_0$

2) $T^* = \frac{1}{2}T_0$

3) $A_{min} = -\frac{3}{8}\nu RT_0$

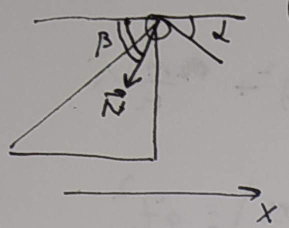
1

По правилу п-мма:



$$N^2 = 2(mg\sin\alpha)^2 - 2(mg\sin\alpha)^2\cdot\cos\alpha$$

$$N = mg\sin\alpha\cdot\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$



(хитрый) Угол между $\vec{N}$ и Ox: $\beta = \frac{180^\circ-\alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$

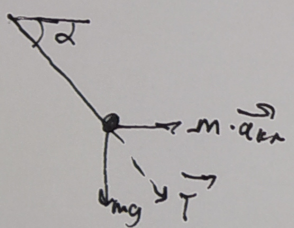
$$M\cdot a_{кл} = -N\cdot\sin\beta = -N\cdot\cos\alpha$$

$$M\cdot a_{кл} = -mg\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$

(**) 2) $\underbrace{a_{кл} = -\frac{mg}{2M}\cdot\sin2\alpha\cdot\sqrt{2(1-\cos\alpha)}}$; $\vec{a}_{кл} \uparrow\downarrow Ox$

Перейдём в НИСО клина:

3-и Ньютона для шара:



$$\vec{T} = m\vec{a}_{кл} + m\vec{g}$$

$$T^2 = m^2(a_{кл}^2+g^2)$$

$$(\cancel{m}g\cdot\sin\alpha)^2 = \cancel{m^2}(a^2_{кл}+g^2)$$

$$g^2\cdot\sin^2\alpha = a^2_{кл}+g^2$$

$$-g^2(\sin^2\alpha-1) = a_{кл}^2$$

$$g^2\cos^2\alpha = a_{кл}$$

(***) $\underbrace{a_{кл} = g\cdot\cos\alpha}$

Приравнивая (**) и (***):

$$g\cdot\cos\alpha = \frac{mg}{2M}\sin2\alpha\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$

$$\underbrace{\frac{2\cos\alpha}{\sin2\alpha\sqrt{2(1-\cos\alpha)}} = \frac{m}{M}}$$

$\alpha = \arccos\left(\frac{5}{13}\right)$

$$\frac{m}{M} \approx \frac{\frac{10}{13}}{0{,}71\cdot\sqrt{2-\frac{10}{13}}} \approx \frac{\frac{10}{13}}{0{,}787} \approx 0{,}977$$

3) $\frac{m}{M} \approx 0{,}977$

2) $\cancel{a_{кл} \approx \frac{0{,}977}{2}}$ $a_{кл} = 10\frac{м}{с^2}\cdot\frac{5}{13} = \frac{50}{13}\frac{м}{с^2} \approx 3{,}85\frac{м}{с^2}$

Часть 2

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

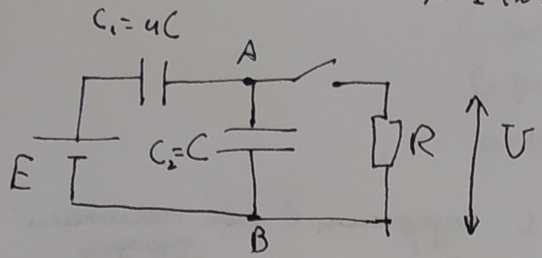
Шифр: **21202771**

ID профиля: **329784**

Вариант 3

Чистовик 11, Физика

№ 1 (№ 3)

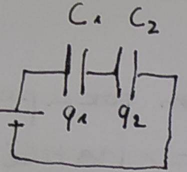


1) $I = ?$

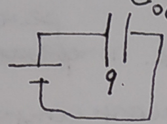
2) $Q = ?$

3) U, когда через C_1 течёт ток I_0

Ключ разомкнут:



$\Leftrightarrow$



$C_{общ} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

$C_{общ} = \frac{4C^2}{5C} = \frac{4}{5}C$

$E = \frac{q}{\frac{4}{5}C} \Rightarrow \frac{4}{5}CE = q = q_1 = q_2$. ← заряд, который накопился до замыкания ключа

Ключ замкнули:

1) $IR = \Delta\varphi_{AB} = \frac{q}{C}$

$IR = \frac{4}{5}E$

1) $I = \frac{4}{5}\frac{E}{R}$

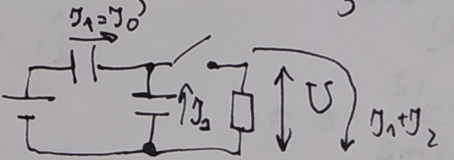
2) После замыкания ключа конденсаторы разряжаются, а ~~ЭДС~~ источник тока старается их зарядить. Вся эта энергия переходит в тепло.

$Q = E \cdot \Delta q + W$

$Q = E \cdot \frac{4}{5}CE + \frac{\left(\frac{4}{5}CE\right)^2}{2 \cdot \frac{4}{5}C} =$

$= \frac{4}{5}CE^2 + \frac{16}{25} \cdot \frac{5}{8}CE^2 = \frac{4}{5}CE^2 + \frac{4}{5}CE^2 = \frac{8}{5}CE^2$

2) $Q = \frac{8}{5}CE^2$



3) $U = \frac{q_2}{C_2} = E - \frac{q_1}{C_1} \quad \Big| \frac{d}{dt}$

$\frac{I_2}{C_2} = -\frac{I_1}{C_1}$

$\frac{I_2}{C} = -\frac{I_1}{4C}$, по усл. $I_1 = I_0$ $\Rightarrow$ $I_2 = -\frac{1}{4}I_0$

Через R течёт ток $(I_1 + I_2) = I_0 - \frac{1}{4}I_0 = \frac{3}{4}I_0$

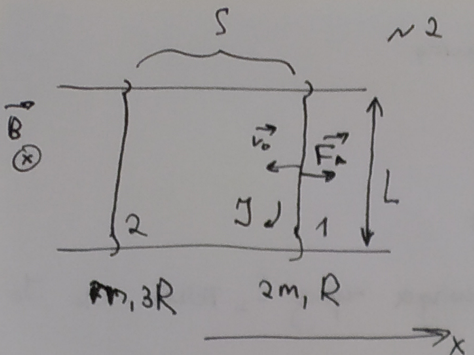
3) $U = \frac{3}{4}I_0 \cdot R$

Ответ: 1) $I = \frac{4}{5}\frac{E}{R}$

2) $Q = \frac{8}{5}CE^2$

3) $U = \frac{3}{4}I_0 \cdot R$

№2 (№4)



1) $a_1(0) = ?$
2) $V_1(\infty) = ?$
$V_2(\infty) = ?$
3) $S(\infty) = ?$
$S(0) = 0$

$\{a_1, a_2, V_1, V_2, S\}$ — ф-ии от времени.

Перемычка 1 содержит в себе носители заряда (суммарный заряд $= 0$) и движется в магнитном поле $\Rightarrow$ на ~~тел~~ заряды действует сила ~~Ампера~~ Лоренца $\Rightarrow$ течёт ток.

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\mathcal{E}$$

$$B \cdot L \cdot v = |\mathcal{E}| = I \cdot R_{общ}.$$

$$R_{общ} = 3R + R$$

$$BLv = 4IR$$

$$\underline{I = \frac{BLv}{4R}}$$ ← ток от скорости.

Для $t \neq 0$:
$$I = \frac{BL}{4R} \cdot |V_1 - V_2|$$

2) $V_2(t)$:

$$2m\frac{dV_1}{dt} = -\frac{(BL)^2}{4R} \cdot |V_1 - V_2|$$

$$\int \frac{dV_1}{|V_1 - V_2|} = -\int \frac{(BL)^2}{8mR}\,dt$$

$$\ln|V_1 - V_2| = -\frac{(BL)^2}{8mR} \cdot t + C$$

$$e \qquad e$$

$$|V_2(t) - V_1(t)| = \left(e^{-\frac{(BL)^2}{8mR} \cdot t}\right) \cdot C$$

$$|V_2(0) - V_1(0)| = +V_0 \Rightarrow C = +V_0$$

$$|V_2(t) - V_1(t)| = +V_0 \cdot e^{-\frac{(BL)^2}{8mR} \cdot t}$$

1) Т.к. по ~~перемычке~~ рельсе течёт ток и рельса в магнитном поле $\Rightarrow$ на неё действует сила Ампера.

$$F = IBL = \frac{(BL)^2 v}{4R}; \quad \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{v}$$

II з-н Ньютона для рельсы 1: (на Ox)

$$2ma_1 = -\frac{(BL)^2}{4R} \cdot V_1 \qquad (*)$$

$$2ma_1(0) = +\frac{(BL)^2}{4R} \cdot V_0 \qquad \leftarrow t = 0;\ V(0) = -V_0$$

$$1)\ a_1(0) = \frac{(BL)^2}{8mR} \cdot V_0$$

~~2) $V_1(\infty) = 0$~~
~~$V_2(\infty) = 0$~~

② ~~$\lim_{t\to\infty} V_1(t) = 0$~~. ~~Аналогично $\lim_{t\to\infty} V_2(t) = 0$~~

Чистовик; II, Физика

Чистовик 11, Физика

$$\begin{cases} \cancel{2m \frac{d(v_1)}{dt} = -\frac{(BL)^2}{4R}|v_1-v_2|} \\ \cancel{m\frac{dv_2}{dt} = -\frac{(BL)^2}{4R}|v_1-v_2|} \end{cases}$$

$\cancel{v_1(t), v_2(t);}$

$2mv_0 = mv_2 + 2mv_1$: ЗСИ

На бесконечности: $V_1 = V_2 = V$

2) $V = \frac{2V_0}{3}$

II з-н Ньютона для „1":

$$\sum\left(2m\frac{dv_1}{dt} = -\frac{(BL)^2}{4R}\frac{dS}{dt}\right)$$

Для „2":

$$\sum\left(m\frac{dv_2}{dt} = -\frac{(BL)^2}{4R}\cdot\frac{dS}{dt}\right)$$

$$2m\cdot\left(\frac{2V_0}{3} - (-V_0)\right) = -\frac{(BL)^2}{4R}(S_1 - S_0)$$

$$m\cdot\left(\frac{2V_0}{3}\right) = -\frac{(BL)^2}{4R}(S_2 - S_0)$$

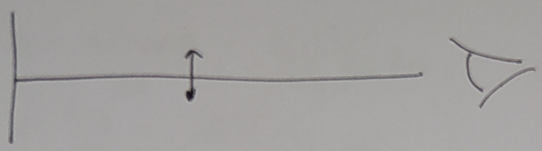
$$S_0 - \frac{2m\cdot\frac{5}{3}V_0}{(BL)^2}\cdot 4R = S_1\ ;\ S_0 - \frac{m\cdot\frac{2}{3}V_0\cdot 4R}{(BL)^2} = S_2$$

$$S_\infty = |S_1 - S_2| = S_0 - \frac{40mV_0}{3(BL)^2} - S_0 + \frac{\frac{8}{3}mV_0\cdot R}{(BL)^2} = \dots$$

3

② $\lim_{t\to\infty} v_1(t) = 0$. Аналогично $\lim_{t\to\infty} v_2(t) = 0$

Чистовик 11, Физика



$d^* = 24 cm$

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

$f = \frac{18 \cdot 72}{72 - 18} cm = 24 cm$

⑤ ④

21202771 (U329784 M1269215)