შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 46-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის

მაგიდა N 4

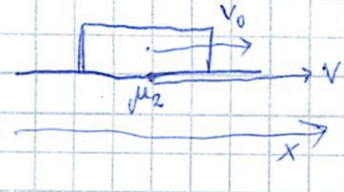
23.04.2015 ფიზიკა IV ტური SRNSF

308

ამოცანა N 2

გვერდი N 1

სანამ ძელაკის და ლენტის სიჩქარის ვექტორები არ არის ტოლი, ძელაკზე მოქმედებს μN ძალა. ხახუნის ძალის კოეფიციენტია, $N=mg$ (m ძელაკის მასა).



ვთქვათ, ძელაკი ამ მომენტში, როცა ლენტზე ... , ძელაკის სიჩქარე v_0.

μmg ძალა ამ ძელაკზე მოქმედებს მანამ, სანამ $v_0 \neq v'$. ავიღოთ x-ის დადებითი მიმართულება:

$$v_0+\mu_2 g t_2=v' \quad \left(a_2=\frac{\mu_2 mg}{m}=\mu_2 g\right)$$

$$t_2=\frac{v'-v_0}{\mu_2 g}$$ მაშინ, როცა $v_0=-v'$, $t_2<1$წმ, ანუ v' სიჩქარის მიღწევის ...

ახლა x-ის უარყოფითი მიმართულებით. μmg ძალა მოქმედებს მანამ, სანამ $v_0 \neq -v'$

$$v_0-\mu_1 g t_1=-v' \quad \left(a_1=-\frac{\mu_1 mg}{m}=-\mu_1 g\right)$$

$$t_1=\frac{v'+v_0}{\mu_1 g}=\frac{1\text{მ/წმ}+v_0}{0,3\cdot 10}$$ თუ $v_0=1$მ/წმ, მაშინ $t_1<1$წმ ანუ $-v'$ სიჩქარის ... მიღწევის

ვიპოვოთ 2 წმ-ში ძელაკის ~~...~~ გადაადგილება (ამ ... მიმართულება ...):

$1\text{წმ}\equiv t'$

$$S_1=\frac{\mu_2 g\left(\frac{v'-v}{\mu_2 g}\right)^2}{2}+v't'-\frac{\mu_1 g\left(\frac{v'+v'}{\mu_1 g}\right)^2}{2}+\left(t'-\frac{v'-v}{\mu_2 g}\right)v'-$$

$$-\left(t'-\frac{v'+v'}{\mu_1 g}\right)v'=\frac{v'^2}{2\mu_2 g}-\frac{4v'^2}{2\mu_1 g}+\frac{(t'\mu_2 g-v')v'}{\mu_2 g}-\frac{(t'\mu_1 g-2v')v'}{\mu_1 g}=$$

$$=\frac{v'^2-2v'^2+2t'\mu_2 gv'}{2\mu_2 g}-\frac{4v'^2-4v'^2+2t'\mu_1 gv'}{2\mu_1 g}=t'v'-\frac{v'^2}{2\mu_2 g}-t'v'=-\frac{v'^2}{2\mu_2 g}$$

სადაც $t_2=\frac{2v'}{\mu_2 g}$

~~ანუ ... 2წმ-ის შემდეგ ძელაკის გადაადგილება იქნება $\frac{1}{8}$ მ x ... მიმართულებით.~~ ამ შემდეგ ... მიმართულება ... $S_1'=\frac{-v'^2}{2\mu_1 g}+v't'$

სადაც $t_1=\frac{2v'}{2\mu_1 g}$

შემდეგ 3წმ-დან 2წმ-მდე ~~...~~ გადაადგილება იქნება:

$$S_2=\left(\frac{\mu_2 g\left(\frac{v'-(-v')}{\mu_2 g}\right)^2}{2}-\frac{\mu_1 g\left(\frac{2v'}{\mu_1 g}\right)^2}{2}+\left(t'-\frac{v'-(-v')}{\mu_2 g}\right)v'-\left(t'-\frac{v'+v'}{\mu_1 g}\right)v'\right)$$

$v't'+v't'$

$$=\left(\frac{4v'^2}{2\mu_2 g}-\frac{4v'^2}{2\mu_1 g}+\frac{(t'\mu_2 g-2v')v'}{\mu_2 g}-\frac{(t'\mu_1 g-2v')v'}{\mu_1 g}-\frac{4v'^2+2t'\mu_2 g v'-4v'^2}{2\mu_2 g}-v't_1'+\right.$$

$$\left.+v't_1'-\frac{\cancel{4v'^2}-2t'\mu_1 g v'-\cancel{4v'^2}}{2\mu_1 g}\right)=(n-1)\left(\cancel{t'v'}-\cancel{t'v'}-\right.$$

$$\left.-v't_1'+v't_2'\right)=(n-1)\left(\frac{2v'^2}{\mu_1 g}-\frac{2v'^2}{\mu_2 g}\right)$$

$$S_1=\frac{-v'^2}{2\mu_2 g}+\frac{2v'^2}{\mu_1 g}$$

$$S_1'=\frac{-v'^2}{2\mu_1 g}-\frac{2v'^2}{\mu_2 g}$$

$$V_{საშ}=\frac{S}{2nt'}$$ ეს შეიძლება იყოს $\frac{S_1+(n-1)S_2}{2nt'}$ ან $\frac{S_1'+(n-1)S_2}{2nt'}$

ვინაიდან n-ის ნებისმიერი მნიშვნელობისთვის ~~[illegible]~~ შეიცვლება S_1 და S_1' $\frac{S_2}{n-1}$-ით.

$$\frac{\frac{S_2}{n-1}+S_2}{2nt'}=\frac{\frac{2v'^2}{\mu_1 g}-\frac{2v'^2}{\mu_2 g}+(n-1)\left(\frac{2v'^2}{\mu_1 g}-\frac{2v'^2}{\mu_2 g}\right)}{2nt'}=$$

$$=\frac{n\left(\frac{2v'^2}{\mu_1 g}-\frac{2v'^2}{\mu_2 g}\right)}{2nt'}=\frac{v'^2}{\mu_1 g t'}-\frac{v'^2}{\mu_2 g t'}$$

პასუხი: $V_{საშ}=\frac{v'^2}{\mu_1 g t'}-\frac{v'^2}{\mu_2 g t'}=\frac{v'^2}{g t'}\left(\frac{1}{\mu_1}-\frac{1}{\mu_2}\right)=\frac{1\,მ/წმ}{10\,მ/წმ^2\cdot 1\,წმ}\left(\frac{1}{0{,}3}-\frac{1}{0{,}4}\right)=$

$$=0{,}1\,\frac{0{,}4-0{,}3}{0{,}12}=0{,}1\cdot\frac{0{,}1}{0{,}12}=\frac{0{,}01}{0{,}12}=\frac{1}{12}\ მ/წმ$$

3.1.1. $C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ $C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d+\Delta x}$

$\Delta C = C_1 - C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d+\Delta x} - \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\cancel{\varepsilon\varepsilon_0 S d} - \cancel{\varepsilon\varepsilon_0 S d} - \varepsilon\varepsilon_0 S\Delta x}{d(d+\Delta x)} =$

$= \frac{-\varepsilon\varepsilon_0 S\Delta x}{(d+\Delta x)d}$ სადაც $\Delta x/d \ll 1$ $\Delta C = \frac{-\varepsilon\varepsilon_0 S\Delta x}{d^2}$

$\Delta C/C_0 = \frac{-\varepsilon\varepsilon_0 S\Delta x}{d^2} \cdot \frac{d}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{-\Delta x}{d} = -6$ ა.ი.ვ.

3.1.2.

$U_0 = \frac{Q}{C_0}$ Q არ იცვლება

$U_1 = \frac{Q}{C_1}$ $\Delta U = -\frac{Q}{C_0} + \frac{Q}{C_0 - \frac{\Delta x C}{d}} = \frac{-\left(1 - \frac{\Delta x}{d}\right)Q + Q}{C_0\left(1 - \frac{\Delta x}{d}\right)} = \frac{+\Delta x \frac{Q}{d}}{\frac{C_0 d - C_0\Delta x}{d}} = \frac{+\Delta x Q}{C_0(d-\Delta x)}$

$\Delta U/U_0 = \frac{+\Delta x Q}{C_0(d-\Delta x)} \cdot \frac{C_0}{Q} = \frac{+\Delta x}{d-\Delta x}$

$W_0 = U_0^2 C_0 + \frac{L I_0^2}{2}$ $I_0 = I_1 = 0$

$W_1 = U_1 Q$

$W_1 = \frac{U_0^2 \cdot C_0^2}{C_1} + \frac{L I^2}{2} = \frac{U_0^2 C_0}{\frac{d-\Delta x}{d}} + \ldots =$

$= \frac{U_0^2 C_0 d}{d-\Delta x} + \ldots = \frac{U_0^2 C_0 d}{d-\Delta x}$

$\Delta W = \frac{-\Delta x}{d-\Delta x}\left(U_0^2 C_0 + \frac{L I_0^2}{2}\right) = \frac{-\Delta x}{d-\Delta x} \cdot U_0^2 C_0$

$\Delta W/W = \frac{-\Delta x}{d}\left(U_0^2 C_0 + \frac{L I_0^2}{2}\right) \cdot \frac{1}{U_0^2 C_0 + \frac{L I_0^2}{2}} = \frac{-\Delta x}{d} = -6$

~~$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{LC_0}}$ $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{LC_1}}$~~

~~$\Delta T = \frac{2\pi}{\sqrt{LC_1}} - \frac{2\pi}{\sqrt{LC_0}} = \ldots = \frac{2\pi\sqrt{LC_0}\left(1 - \sqrt{\frac{d-\Delta x}{d}}\right)}{LC_0\sqrt{\frac{d-\Delta x}{d}}}$~~

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC_0}$ $T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1} = 2\pi\sqrt{LC_0 \cdot \frac{d}{d-\Delta x}}$

$\Delta T = 2\pi\sqrt{LC_0}\left(\frac{\sqrt{d-\Delta x}}{\sqrt{d}} - 1\right) = 2\pi\sqrt{LC_0} \cdot \frac{\sqrt{d-\Delta x} - \sqrt{d}}{\sqrt{d}}$

მაგიდა N 4 | 23.04.2015 ფიზიკა IV ტური SRNSF | 308

ამოცანა N 3 | გვერდი N 2

$\Delta T / T_0 = \frac{\sqrt{d-\Delta x} - \sqrt{d}}{\sqrt{d}}$

პასუხი: $\Delta U/U_0 = \frac{\Delta x}{d-\Delta x}$ $\Delta W/W_0 = \frac{-\Delta x}{d}$ $\Delta T/T_0 = \frac{\sqrt{d-\Delta x} - \sqrt{d}}{\sqrt{d}}$

3.1.3. $U_0 : W_0 = \frac{Q}{C_0} : U_0^2 C_0 = \frac{Q}{U_0^2}$

$U_1 : W_1 = \frac{Q\, d}{\varepsilon_0 (d-\Delta x)} : \frac{U_0^2 C_0 d}{(d-\Delta x)} = \frac{Q}{U_0^2}$ [illegible]

3.1.4. $T_0^2 \cdot W_0 = 4\pi^2 L C_0 \cdot U_0^2 C_0 = 4\pi^2 L C^2 U_0^2$

$T_1^2 \cdot W_1 = 4\pi^2 \cdot L C_0 \cdot \frac{d-\Delta x}{d} \cdot \frac{U_0^2 C_0 d}{d-\Delta x} = 4\pi^2 L C^2 U_0^2$ [illegible]

3.2.1. $W_0 = U_0^2 C_0$

$W_1 = \frac{U_0^2 C_0 d}{d-\Delta x}$ [illegible]

$\cancel{W_2 = U_0^2 C_0} \left(\frac{\Delta I}{2}\right)^2$

$W_3 = \frac{\cancel{\dots}}{} = \frac{U_0^2 C_0 d}{d-\Delta x} \cdot \frac{d}{d-\Delta x}$

$\left(U_0^2 C_0 \cdot \left(\frac{d}{d-\Delta x}\right)\right)^m = 10 \cdot U_0^2 C_0$

$\left(\frac{d}{d-\Delta x}\right)^m = n$

$\left(\frac{d-\Delta x}{d}\right)^m = \frac{1}{n}$

$(1 - 0{,}01)^m = 0{,}1$

$(0{,}99)^m = 0{,}1$

$m = \log_{0,99} 0{,}1$

$T_0 = \frac{T_0}{2} + \frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{LC_0} + \pi\sqrt{LC_0 \cdot \frac{d-\Delta x}{d}} = \pi\sqrt{LC_0}\left(1 + \sqrt{\frac{d-\Delta x}{d}}\right)$

$t = m T_0$

პასუხი: $t = \log_{0,99} 0{,}1 \cdot \pi\sqrt{LC_0}\left(1 + \sqrt{\frac{d-\Delta x}{d}}\right)$

[illegible]

$$\begin{cases} m_2 V_0 = m_1 V_1 + m_2 V_2 \\ \dfrac{m_2 V_0^2}{2} = \dfrac{m_1 V_1^2}{2} + \dfrac{m_2 V_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_2 = V_0 - \dfrac{m_1 V_1}{m_2} \\ m_2 V_0^2 = m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2 \end{cases}$$

$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_1' + m_2 V_2'$

~~$m_1 (V_1 + (m_2 : m_1) V_2) = m_1 (V_1' + (m_2 : m_1) V_2')$~~

[illegible] ~~[illegible]~~

$$\begin{cases} m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_1' + m_2 V_2' \\ \dfrac{m_1 V_1^2}{2} + \dfrac{m_2 V_2^2}{2} = \dfrac{m_1 V_1'^2}{2} + \dfrac{m_2 V_2'^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_0 + m_2 \cdot 0 \\ \dfrac{m_1 V_1^2}{2} + \dfrac{m_2 V_2^2}{2} = \dfrac{m_1 V_0^2}{2} + \dfrac{m_2 \cdot 0^2}{2} \end{cases}$$

[illegible] 2 [illegible] $V_1' = V_0$ და $V_2' = 0$

$\cancel{m_2 V_0^2} = m_1 V_1^2 + \cancel{m_2 V_0^2} + \dfrac{m_1^2 V_1^2}{m_2} - 2 V_0 \, m_1 V_1$

$V_1^2 \left(m_1 + \dfrac{m_1^2}{m_2}\right) = V_1 \, 2 m_1 V_0$

~~$V_1 = 0$ [illegible]~~

$$\left[\begin{array}{l} V_1 = 0 \\ V_1 \left(m_1 + \dfrac{m_1^2}{m_2}\right) = 2 m_1 V_0 \end{array} \right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} V_1 = 0 \\ V_1 = \dfrac{2 V_0}{\frac{m_1 + m_2}{m_2}} = \dfrac{2 V_0 m_2}{m_1 + m_2} \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\begin{cases} V_1 = 0 \\ V_2 = V_0 \end{cases} \right. \qquad D = 4 m_1^2 V_0^2 + 4 V_0^2 (m_1 + m_2) \cdot \frac{m_1 m_2 + m_1^2}{m_2} =$$

$$= 4 m_1 V_0^2 \left(m_1 + m_1 \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_2} + m_2 \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_2} \right) =$$

$$= 4 m_1 V_0^2 \, \frac{m_1 m_2 + m_1^2 + m_1 m_2 + m_1 m_2 + m_2^2}{m_2} = 4 m_1 V_0^2 \cdot \frac{3 m_1 m_2 + m_1^2 + m_2^2}{m_2} =$$

$$= 4 m_1 V_0^2 \left(3 m_1 + m_2 + \frac{m_1^2}{m_2}\right)$$

$$V_1 = \frac{2 m_1 V_0 \pm 2 V_0 \sqrt{m_1 \left(3 m_1 + m_2 + \frac{m_1^2}{m_2}\right)}}{2 \left(m_1 + \frac{m_1^2}{m_2}\right)} = \frac{m_1 V_0 \pm V_0 \sqrt{m_1 \left(3 m_1 + m_2 + \frac{m_1^2}{m_2}\right)}}{\frac{m_1 m_2 + m_1^2}{m_2}}$$

$t_1 = \dfrac{\ell}{V_0}$ $\quad t_2 = \dfrac{\ell}{V_1 + V_2}$ $\quad t_1$ - [illegible]

t_1 - L [illegible]

[illegible] $l = 2\pi r \Rightarrow r = \frac{l}{2\pi}$

$\omega_1 = \frac{2\pi v_0}{l}$ - [illegible]

$\omega_2 = \frac{2\pi v_1}{l}$ - [illegible]

$\varphi = 7\omega_1 t_1 + 6\omega_2 t_2$ ← [illegible] I [illegible] 13 [illegible]

პასუხი: $\varphi = 7\omega_1 t_1 + 6\omega_2 t_2$