შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 44-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № 21

28.04.2013/ ფიზ/ IV/ 175

ამოცანა № 2

გვერდი № 1

h სიმაღლეზე ასვლის დრო $t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}$ (1).

თუ გადავალთ ლიფტის არაინერციულ სისტემაში, ადვილად მივიღებთ, რომ ასვლისას ქანქარის რხევის პერიოდი იქნება: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$ (2), სადაც l ძაფის სიგრძეა, ხოლო ჩამოსვლისას $T_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$ (3).

ვთქვათ ამ სისტემის დრო t. ასვლისას რხევების რიცხვი $n_1=\frac{t_1}{T_1}$ (4), ჩამოსვლისას $n_2=\frac{t-t_1}{T_2}$ (5). იგივენაირი საათი რომელიც დედამიწის მიმართ უძრავია, მთელი ამ დროის მანძილზე შეასრულებდა $n_3=\frac{t}{T}$ (6) რხევას, სადაც $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (7). საათის ჩვენება დამოკიდებულია რხევების რიცხვზე, ანუ ძალიან ადვილად ვასკვნით, რომ ორივე (მოძრავი და უძრავი) საათის მიერ შესრულებული რხევათა რიცხვი ტოლი უნდა იყოს, ანუ: $n_1+n_2=n_3$ (8). რაც იგივეა:

$$\frac{t_1}{T_1}+\frac{t_1-t_1}{T_2}=\frac{t}{T} \Rightarrow t=t_1\cdot\frac{T}{T_1}\cdot\frac{T_1+T_2}{T+T_2} \quad (9).$$

(1), (2), (3) და (7) $\Rightarrow$ (9) $\Rightarrow$ (სადაც გამოვიყენეთ $a=\beta g$)

$$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}\cdot\frac{\sqrt{2-\beta}+\sqrt{2+\beta}}{2+\sqrt{2-\beta}}$$

//

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

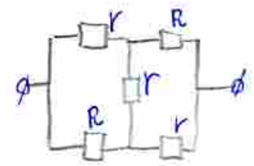
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 44-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № 11

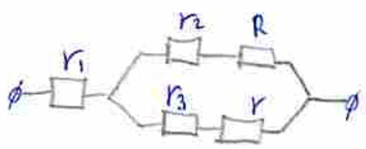
28.04.2013/ ფიზ/ IV/ 775

ამოცანა № 1

გვერდი № 1



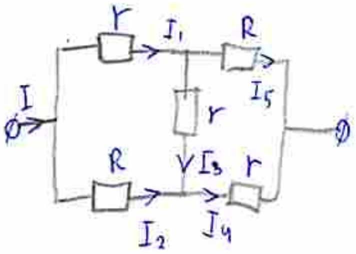
$\Leftrightarrow$



სადაც: $r_1 = \frac{rR}{2r+R}$ $\quad r_2 = \frac{r^2}{2r+R}$ $\quad r_3 = \frac{Rr}{2r+R}$

წრედის სრული წინაღობა: $R' = \frac{r}{2r+R}(2R^2+5Rr+r^2)$ (1)

წრედში გამავალი სრული დენი: $I = \frac{U}{R'} = \frac{U(2r+R)}{r(2R^2+5Rr+r^2)}$ (2)



დავწეროთ კირხჰოფის წესები:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 . \\ I = I_4 + I_5 . \\ I_4 = I_3 + I_2 . \\ I_5 = I_1 - I_3 . \end{cases} \quad (3).$$

აქედან $I_3 = \frac{3}{22} I$ (5) ისევე $\frac{I_3}{I_5} = \frac{R}{2r}$ (4).

და ძაბვის ვარდნა $U' = I_3 r = \frac{3r}{22} \cdot \frac{U(2r+R)}{r(2R^2+5Rr+r^2)} = U \cdot \frac{3}{22} \cdot \frac{2r+R}{2R^2+5Rr+r^2}$

როცა $R = 3r$, $I_1 < I_2$ ისევე, როგორც $I_5 < I_4$, შესაბამისად დენი მიმართულ ნახაზზე ნაჩვენები მიმართულებით.

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

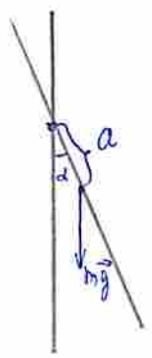
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 44-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № 21

28.04.2013/ ფიზ/ IV/ 775

ამოცანა № 3

გვერდი № 1



განვიხილოთ ქანქარის გადახრა მცირე α კუთხით. საკიდის მიმართ სიმძიმის ძალის მაბრუნებელი მომენტია $M = mg\cdot a\cdot\sin\alpha$ (1). ღერძის მიმართ ღეროს ინერციის მომენტს ვპოვებთ შტაინერის თეორემით, $I = I_c + ma^2$, სადაც $I_c = \frac{mL^2}{12}$, ანუ $I = m\left(a^2+\frac{L^2}{12}\right)$ (2). ღეროს ბრუნვის განტოლება იქნება $M = I\mathcal{E}$ (3).

$$(2) \to (3) \Rightarrow M = m\mathcal{E}\left(a^2+\frac{L^2}{12}\right) \quad (4).$$

α კუთხის სიმცირე გვაძლევს: $\sin\alpha \approx \alpha$, ანუ (1) ასე ჩაიწერება: $M = mga\alpha$ (5)

$$(4) \wedge (5) \Rightarrow m\mathcal{E}\left(a^2+\frac{L^2}{12}\right) = mga\alpha \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{12ag}{L^2+12a^2}\alpha \quad (6).$$

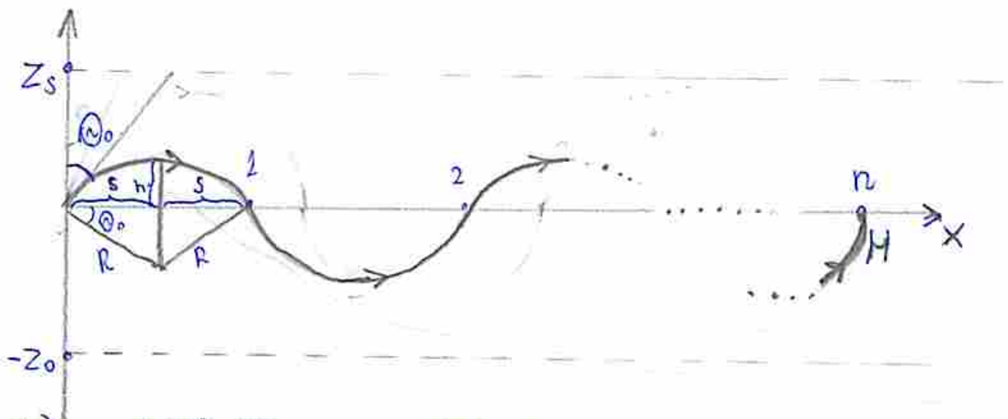
$(\mathcal{E}=\omega^2\alpha)$

მივიღეთ $\mathcal{E} \sim \alpha$, ანუ ხდება ჰარმონიული რხევა, რხევის სიხშირე: $\omega = \sqrt{\frac{12ag}{L^2+12a^2}}$ (7)

რხევის პერიოდი $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{L^2+12a^2}{12ag}}$ //.

პერიოდი უმცირესია, როცა ω მაქსიმალურია. ნულოვანი უნდა იყოს ω-ს წარმოებული $\omega' = 0$, და აქ $a = \frac{L}{2\sqrt{6}}$ // $\frac{L}{\sqrt{6}}$

ანუ ასეთი უმცირესი პერიოდი $T = 2\pi\sqrt{\frac{L^2}{36\frac{L}{2\sqrt{6}}g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L\sqrt{2}}{g\sqrt{3}}}$.



2) ~~ცხადია~~ ა ოკეანის ზედაპირიდან არ ამოხდება ასეთვე, როცა $h < Z_s$,(1),
გეომეტრიიდან $h = R - R\cdot\sin\Theta_0 \Rightarrow h = \frac{C_0}{b}\left(\frac{1}{\sin\Theta} - 1\right)$ (2)

(2) → (1) ⇒ $\frac{C_0}{b}\left(\frac{1}{\sin\Theta} - 1\right) < Z_s \Leftrightarrow \sin\Theta < \frac{C_0}{C_0 + bZ_s}$

მკაცრად $y = \sin x$ ზრდადი ფუნქციაა $(0; \frac{\pi}{2})$, ამიტომ პირობა გამოდის, რომ

$\Theta_0 < \arcsin\left(\frac{C_0}{C_0 + bZ_s}\right)$ // (3)

3) ადვილი მისახვედრია, რომ მეორე ~~მიმართულება~~ ტრაექტორია ემთხვევა ნახაზზე
ნაჩვენებ ტრაექტორიას. (ზედა და ქვედა რკალები ტოლია !!!). ნახაზიდან $S = R\cdot\cos\Theta_0$ (1)
ვიქტა M მიმღებს მიაღწია n ტალღის X-ღერძის კვეთის შემდეგ, ანუ:

$(2S)\, n = x$ (2)

(1) → (2) ⇒ $2nR\cdot\cos\Theta_0 = x$, სადაც იგივეა $x = \frac{2nC_0}{b}\cdot\frac{\cos\Theta_0}{\sin\Theta_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow ctg\,\Theta_0 = \frac{bx}{2nC_0} \Rightarrow \Theta_0 = arcctg\left(\frac{bx}{2nC_0}\right)$ ნებისმიერი $n \in N$-სთვის.

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 44-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № 22

28.04.2013/ ფიზ/ IV/ 775

ამოცანა № 4

გვერდი № 2

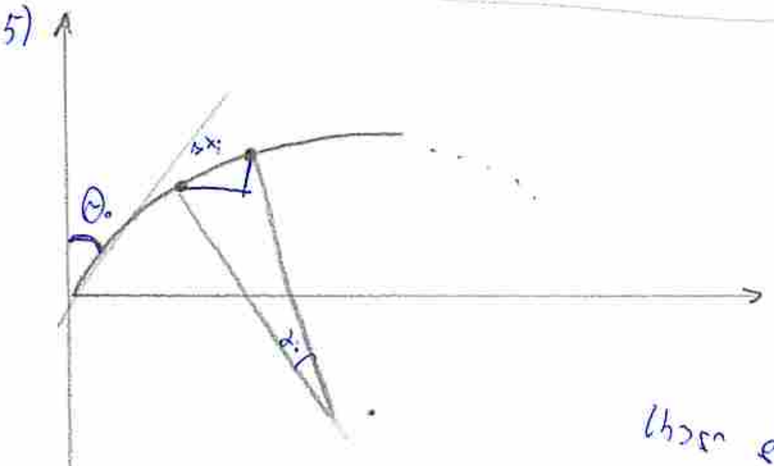
4) განვიხილოთ $\Theta_0(n) = \mathrm{arcctg}\left(\frac{bx}{2nC_0}\right)$ ფუნქცია. კოეფიციენტის თვისებებიდან ადვილად ვასკვნით, რომ $\Theta_0(1) < \Theta_0(2) < \Theta_0(3) < \dots < \Theta_0(n)$.

ანუ ჩვენ ვეძებთ $\Theta_0(1)$, $\Theta_0(2)$, $\Theta_0(3)$ და $\Theta_0(4)$ სიდიდეებს, როცა $x = 10^4$ მ, $C_0 = 2500$ მ/წმ და $b = 0,02$ წმ$^{-2}$.

ესენია $\Theta_0(1) = \mathrm{arcctg}\left(\frac{2}{30}\right)$, $\Theta_0(2) = \mathrm{arcctg}\left(\frac{2}{60}\right)$, $\Theta_0(3) = \mathrm{arcctg}\left(\frac{2}{90}\right)$, $\Theta_0(4) = \mathrm{arcctg}\left(\frac{2}{120}\right)$

(ეს ყველა დავთვალე).

5)



განვიხილოთ მცირე Δx სიგრძის მონაკვეთი.

$$t_i = \frac{\Delta x_i}{C} = \frac{\Delta x_i}{C_0 + bz_i} \; ; \; \alpha_i = \frac{\Delta x_i}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta x_i = R \cdot \alpha_i$$

ანუ $t_i = \frac{R \cdot \alpha_i}{C_0 + bz_i} = \frac{C_0}{b \cdot \sin\Theta_0} \cdot \frac{\alpha_i}{C_0 + bz_i}$

სრული დრო: $T = \sum^{i \to 0} t_i = \sum^{i \to 0} \frac{C_0 \alpha_i}{b \cdot \sin\Theta_0 \cdot (C_0 + bz_i)}$

როცა $\Theta_0 = \frac{\pi}{2}$, ეს არის მისვლის დრო არის: $T_1 = \frac{x}{C_0}$

ასევე ადვილად ვასკვნით სიმეტრიიდან, რომ მისვლის დრო ყველა შემთხვევაში არის ტოლი.