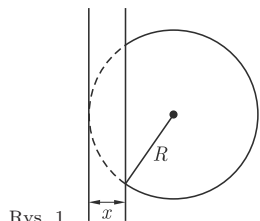


Termin nadsyłania rozwiązań: 30 XI 2017

Zadania z fizyki nr 642, 643

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

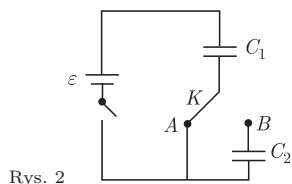
642. Piłka o promieniu R słabo uderza w ścianę i deformuje się, jak pokazano na rysunku 1. Deformacja x jest dużo mniejsza od promienia piłki i możemy przyjąć, że ciśnienie powietrza w piłce nie zmienia się podczas uderzenia. Zaniedbując sprężystość powłoki, oszacować czas zderzenia piłki ze ścianą. Masa piłki wynosi m , ciśnienie powietrza w piłce p , ciśnienie atmosferyczne p_0 .



Rys. 1

643. Układ składający się z dwóch kondensatorów o tej samej pojemności ($C_1 = C_2$) i klucza K łączymy ze źródłem napięcia o sile elektromotorycznej ε (rys. 2). Wielokrotnie zmieniamy położenie klucza K , łącząc kondensator C_1 kolejno ze stykami A i B . Jak zmienia się napięcie na kondensatorze C_2 po każdym przełączeniu klucza? Rozważyć przypadki:

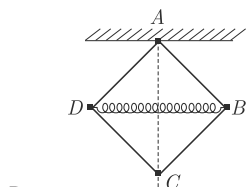
- w chwili dołączenia źródła napięcia kluczek znajdował się w położeniu A ;
- w chwili dołączenia źródła napięcia kluczek znajdował się w położeniu B .



Rys. 2

Przypominamy treść zadań:

638. Układ składa się z czterech jednakowych, lekkich prętów o długości l i lekkiej sprężyny o długości $2l$ (rys. 3). Pręty połączone są przegubowo za pomocą małych kulek o jednakowych masach. Układ zamocowany jest w punkcie A i znajduje się w polu ciężkości. W stanie równowagi pręty tworzą kwadrat. Znaleźć częstość małych drgań układu, przy których punkt C porusza się po linii pionowej.



Rys. 3

638. Rozważmy ruch układu w położeniu opisanym kątem α (rys. 4). Równania ruchu punktów B i C mają postać:

$$\begin{aligned} ma_{Cx} &= mg - 2F_1 \cos \alpha, \\ ma_{Bx} &= mg + F_1 \cos \alpha - F_2 \cos \alpha, \\ ma_{By} &= F_s - F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \alpha, \end{aligned}$$

gdzie m jest masą przegubu, a_{Cx} , a_{Bx} , a_{By} są przyspieszeniami punktów B i C , $F_s = 2kl(1 - \sin \alpha)$ jest siłą sprężystości. Eliminując z tych równań siły reakcji F_1 i F_2 , otrzymujemy

$$(1) \quad m(a_{Cx} + a_{Bx} - a_{By} \cos \alpha / \sin \alpha) = 2mg - (F_s \cos \alpha / \sin \alpha).$$

Współrzędne położenia punktów B i C spełniają związki

$$x_C = 2l \cos \alpha, \quad x_B = l \cos \alpha, \quad y_B = l \sin \alpha.$$

Stąd $a_{Bx} = a_{Cx}/2$. Dotychczasowe równania są słuszne dla dowolnego kąta α , ograniczymy teraz nasze rozważania do małych wychyleń z położenia równowagi, gdy $\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$, $\Delta\alpha \ll \alpha_0$, $\alpha_0 = \pi/4$. Wtedy $\Delta y_B = l \cos \alpha_0 \Delta\alpha \approx l \cos \alpha_0 \Delta\alpha$, $\Delta x_C \approx -2l \sin \alpha_0 \Delta\alpha$, $a_{By} \approx -a_{Cx}/2$. W rozważanym przybliżeniu lewa strona równania (1) ma postać $L = 2ma_{Cx}$. W stanie równowagi $a_{Cx} = 0$, stąd

$$(2) \quad 2mg = F_s(\alpha_0) \cos \alpha_0 / \sin \alpha_0 = 2kl(1 - \sqrt{2}/2).$$

Prawa strona równania (1) ma postać

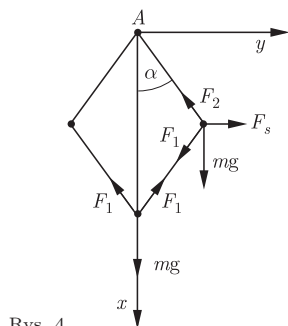
$$P = 2kl(\cos \alpha_0 / \sin \alpha_0 - \cos \alpha / \sin \alpha) - 2kl(\cos \alpha_0 - \cos \alpha) = 2kl\Delta\alpha / \sin^2 \alpha_0 - k\Delta x_C.$$

Uwzględniając, że $\Delta\alpha = -\Delta x_C / (2l \sin \alpha_0)$, otrzymujemy równanie ruchu punktu C dla małych wychyleń z położenia równowagi:

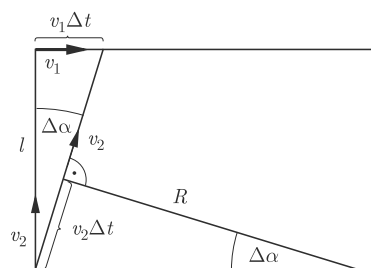
$$a_{Cx} + \Delta x_C (1 / \sin^3 \alpha_0 - 1) k / 2m = 0,$$

gdzie zgodnie z (2) $k/m = 2g / (l(2 - \sqrt{2}))$. Szukana częstość drgań wynosi

$$\omega = \sqrt{g(2\sqrt{2} - 1) / (l(2 - \sqrt{2}))}.$$



Rys. 4



Rys. 5

639. Ponieważ prędkość psa ma stałą wartość, jego przyspieszenie jest prostopadłe do wektora prędkości i ma wartość $a = v_2^2/R$, gdzie R jest promieniem krzywizny toru w danym miejscu. W bardzo krótkim czasie Δt wektor prędkości psa obraca się o kąt α dany wzorem $\alpha = v_2 \Delta t / R$ (rys. 5). W tym samym czasie lis przebywa drogę $v_1 \Delta t = \alpha l$, gdyż wektor prędkości psa skierowany jest cały czas na lisa. Stąd $R = v_2 l / v_1$. Szukana wartość przyspieszenia wynosi $a = v_1 v_2 / l$.

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F**
po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań
634 ($WT = 1,15$), 635 ($WT = 3,25$)
z numeru 3/2017

Jan Zambrzycki	Białystok	38,38
Marian Łupieżowicz	Gliwice	38,33
Tomasz Rudny	Gliwice	37,68
Jacek Konieczny	Poznań	29,80
Ryszard Woźniak	Kraków	28,77