

## 6 KYVADLO

1. Čo je to kyvadlo?

*Ako kyvadlo sa označuje akékoľvek teleso zavesené nad ťažiskom, ktoré sa môže voľne otáčať okolo vodorovnej osi prechádzajúcej bodom závesu kolmo na rovinu kmitania.*

2. Opíšte harmonický pohyb kyvadla z dynamického hľadiska.

*Sila spôsobujúca harmonický kmitavý pohyb kyvadla je priamo úmerná výchylke kyvadla  $y$ .*

3. Vysvetlite od čoho závisí a od čoho nezávisí doba kmitu pri vlastnom kmitaní kyvadla.

*Periódou vlastných kmitov kyvadla nezávisí od hmotnosti telesa ani od výchylky z rovnovážnej polohy. Pretože hodnota tiažového zrýchlenia  $g$  je na danom mieste na povrchu Zeme konštantná, periódou kmitania matematického kyvadla je určená iba dĺžkou závesu  $l$ .*

4. Definujte vzťah pre silu zapríčiňujúcu kmitavý pohyb.

$$F_v = -\frac{mg}{l}y$$

*Znamienko mínus vyjadruje skutočnosť, že sila má opačný smer ako výchylka. Sila v každom okamihu pôsobí smerom do rovnovážnej polohy a výchylka sa meria od rovnovážnej polohy.*

5. Definujte vzťah pre periódu a frekvenciu matematického kyvadla.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

6. V kyvadlových hodinách sa používalo sekundové kyvadlo, ktoré pri každom prechode rovnovážnou polohou umožňovalo pootočenie mechanizmu hodín o jeden dielik zodpovedajúci času 1 s. Určte dĺžku sekundového kyvadla.

Zápis:

$l = ?$

1 kyv = 1 s

$T = 2$  s

Riešenie:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g}$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times 9,81}{4\pi^2} = 0,994 \text{ m} = \mathbf{99,4 \text{ cm}}$$

7. Kyvadlo vzniklo zavesením závažia s hmotnosťou 1 kg na záves dĺžky 1 m. Určte veľkosť sily pôsobiacej na závažie amplitúde výchylky  $y_m = 5 \text{ cm}$  a v rovnovážnej polohe.

Zápis:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$y_m = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

Riešenie:

a) Sila v amplitúde:

$$F_v = -\frac{mg}{l} \times y = -\frac{1 \times 9,81}{1} \times 0,05 = -0,49 \text{ N}$$

b) Sila v rovnovážnej polohe:

$$F_v = F_g = m \times g = 1 \times 9,81 = 9,81 \text{ N}$$

8. Ako sa zmení perióda kmitania hojdačky, ak dieťa pri hojdaní bude najprv sedieť a potom sa postaví?  
*Keď dieťa vstane, perióda kmitania hojdačky sa skráti, pretože efektívna dĺžka kyvadla sa znižuje. Hojdačka sa teda bude hýbať rýchlejšie.*

9. Kyvadlové hodiny majú kyvadlo v podobe tyče so závažím na konci. Závažie nie je s tyčou spojené pevne, ale sa môže posúvať nahor a nadol. Aký to má vplyv na chod hodín.  
*Posúvanie závažia mení dĺžku kyvadla, čím sa nastavuje, či hodiny pôjdu rýchlejšie alebo pomalšie.*

10. Kyvadlo s dĺžkou závesu 1 m kmitá s periódou 2 s. Ak dĺžku závesu skrátime na polovicu, klesne na polovicu aj doba kmitu kyvadla?

Zápis:

$$l_1 = 1 \text{ m}$$

$$T_1 = 2 \text{ s}$$

$$l_2 = 0,5 \text{ m}$$

$$T_2 = ?$$

Riešenie:

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,5}{9,81}} = 1,42 \text{ s}$$

11. Na oscilátor harmonicky kmitajúci s periódou  $T$  pôsobí v začiatočnom okamihu, keď oscilátor dosahuje amplitúdu výchylky, sila s veľkosťou  $F$ . Aká veľká sila pôsobí na oscilátor v časoch  $T/6$ ,  $T/4$ ,  $T/3$ ? [  $F/2$ ,  $0 \text{ N}$ ,  $-F/2$  ]
12. Oscilátor vznikol zavesením závažia s hmotnosťou 10 kg na pružinu, ktorá sa predĺžila o 15 cm. Určte periódu oscilátora ( $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ). [  $T = 0,78 \text{ s}$  ]

13. Závaží pružinového oscilátora je medená guľôčka. Ako sa zmení frekvencia kmitania, ak guľôčku nahradíme hliníkovou guľôčkou rovnakého priemeru? [1,8 - krát]