

## 5 PREMENY ENERGIE V MECHANICKOM OSCILÁTORE

1. Vysvetlite súvislosť medzi prácou vykonanou vonkajšou silou pri ťažovaní pružiny a potenciálnou energiou pružnosti oscilátora.

*Ak oscilátor vychýlime z rovnovážnej polohy o amplitúdu  $y_m$ , vykoná vonkajšia sila prácu, ktorá sa rovná potenciálnej energii pružnosti oscilátora v tomto okamihu – amplitúde výchylky. Vzorec:  $W = E_p = \frac{1}{2} \times k \times y_m^2$*

2. Opíšte premeny energie pri harmonickom kmitaní oscilátora.

*Pri harmonickom kmitavom pohybe mechanického oscilátora sa periodicky mení jeho potenciálna energia na kinetickú energiu a naopak. Ak na oscilátor nepôsobia vonkajšie sily, je mechanická energia kmitania konštantná. Oscilátor kmitá s konštantnou amplitúdou.*

3. Opíšte premeny energie pri reálnom kmitaní pružinového oscilátora.

4. Ako na seba navzájom vplyvajú vonkajšia sila a mechanická energia oscilátora?  
*Vonkajšia sila vykoná prácu a o ňu sa zväčší mechanická energia oscilátora.*

5. Pružina sa po zavesení telesa s hmotnosťou 20 g predĺžila o 7 mm. Určte energiu kmitania tohto oscilátora po vychýlení z rovnovážnej polohy o 7 mm.

Zápis:

$$m = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$$

$$\Delta l = y_m = 7 \text{ mm} = 0,007 \text{ m}$$

$$E = ?$$

Riešenie:

$$E = \frac{1}{2} \times k \times y_m^2$$

$$F = k \times \Delta l \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta l}$$

$$k = \frac{m \times g}{\Delta l} = \frac{0,02 \times 9,81}{0,007} = 28,03 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 28,03 \times 0,007^2 = 6,87 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

6. Teleso s hmotnosťou 300 g zavesíme na pružinu s tuhosťou 32 N.m<sup>-1</sup>. Akou rýchlosťou prechádza teleso pri kmitaní rovnovážnou polohou, ak ho na začiatku vychýlime o 10 cm z rovnovážnej polohy?

Zápis:

$$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$$

$$k = 32 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$v = ?$$

$$y_m = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

Riešenie:

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} m \times v^2 = \frac{1}{2} \times k \times y_m^2$$

$$v = y_m \times \sqrt{\frac{k}{m}} = 0,1 \times \sqrt{\frac{32}{0,3}} = 1,03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

7. S akou periódou sa mení potenciálna, prípadne kinetická energia v porovnaní s periódou vlastného kmitania?
8. Teleso kmitá harmonicky s amplitúdou výchylky 2 cm. Jeho celková energia je  $3 \cdot 10^{-7}$  J. Určte okamžitú výchylku, pri ktorej na teleso pôsobí sila  $F = 2,25 \cdot 10^{-5}$  N.

Zápis:

$$y_m = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$E = 3 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

$$y = ?$$

$$F = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

Riešenie:

$$E = \frac{1}{2} \times k \times y_m^2 \Rightarrow k = \frac{2E}{y_m^2}$$

$$k = \frac{2 \times 3 \cdot 10^{-7}}{0,02^2} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$F = -k \times y \Rightarrow y = \frac{F}{k}$$

$$y = \frac{2,25 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 0,015 \text{ m} = \mathbf{1,5 \text{ cm}}$$

9. Vypočítajte celkovú energiu telesa. Ktoré vykonáva harmonický kmitavý pohyb, ak má hmotnosť 200 g, amplitúdu výchylky 2 cm a frekvenciu 5 Hz.

Zápis:

$$E = ?$$

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$y_m = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$f = 5 \text{ Hz}$$

Riešenie:

$$E = \frac{1}{2} \times k \times y_m^2$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow f^2 = \frac{k}{4\pi^2 \times m} \Rightarrow k = f^2 4\pi^2 \times m$$

$$k = 5^2 \times 4 \cdot \pi^2 \times 0,2 = 197,39 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 197,39 \times 0,02^2 = \mathbf{0,039 \text{ J}}$$

10. Teleso kmitá harmonicky s amplitúdou 4 cm. Jeho celková energia je  $6 \cdot 10^{-7}$  J. Určte okamžitú výchylku, pri ktorej pôsobí sila  $F = 3 \cdot 10^{-5}$  N. [ $y = 4 \text{ cm}$ ]

11. Hmotný bod koná harmonický pohyb určený rovnicou  $y = 5 \cdot \sin(6\pi \cdot t)$  cm. V akom čase je jeho kinetická energia trikrát väčšia ako potenciálna energia? [ $t = 0,028 \text{ s}$ ]

12. Celková energia harmonického oscilátora je  $3 \cdot 10^{-5} \text{ J}$  a maximálna veľkosť sily, ktorá naň pôsobí je  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ . Napíšte rovnicu okamžitej výchylky, ak oscilátor má periódu  $T = 2 \text{ s}$  a počiatočnú fázu  $\varphi = 60^\circ$ .

Zápis:

$$E = 3 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$F = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

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

$$\varphi = 60^\circ$$

Riešenie:

$$y = y_m \times \sin(\omega t + \varphi)$$

$$F = k \times y_m \Rightarrow k = \frac{F}{y_m}$$

$$E = \frac{1}{2} \times k \times y_m^2 \Rightarrow k = \frac{2 \times E}{y_m^2}$$

$$\frac{F}{y_m} = \frac{2 \times E}{y_m^2} \Rightarrow F = \frac{2 \times E}{y_m} \Rightarrow y_m = \frac{2 \times E}{F}$$

$$y_m = \frac{2 \times 3 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 0,04 \text{ m}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$60^\circ = \frac{180}{3} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$y = 0,04 \times \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ m}$$