

# Mechanické kmitání

## Kinematika

1. Komorní „a“ má frekvenci 440 Hz. Určete periodu tohoto kmitání.
2. Zvuk zaznamenaný na gramofonové desce při frekvenci otáčení 45 ot/min má frekvenci 1,23 kHz. Jakou frekvenci bude mít, je-li reprodukován gramofonem, který má frekvenci otáčení 33,3 otáčky za minutu?
3. Hmotný bod kmitá harmonicky. Které veličiny charakterizující jeho pohyb (okamžitá výchylka, amplituda výchylky, perioda, frekvence, fáze, rychlost, zrychlení) jsou při pohybu konstantní a které se mění?
4. Hmotný bod kmitá harmonicky a za 1 min vykoná 150 kmitů s amplitudou výchylky 5 cm. Počáteční fáze kmitání je  $45^\circ$ . Napište rovnici harmonického kmitání a nakreslete jeho časový diagram.
5. Hmotný bod kmitá harmonicky s amplitudou výchylky 50 mm, s periodou 4 s a s počáteční fází  $\pi/4$ . Určete okamžitou výchylku v čase 0 s a 1,5 s.
6. Hmotný bod kmitá s amplitudou výchylky 4 cm. Určete okamžitou výchylku odpovídající hodnotě  $\omega t = \pi/3$ , je-li počáteční fáze kmitání  $\pi/2$ .
7. Číselná hodnota okamžité výchylky harmonického kmitání je dána vztahem  $\{y\} = 0,2 \sin \frac{5}{2}\pi\{t\}$  (v koherentních jednotkách SI). Určete a) amplitudu, b) úhlovou frekvenci, c) frekvenci, d) periodu, e) počáteční fázové posunutí.
8. Napište rovnici harmonického kmitání, které má amplitudu výchylky 5 cm, periodu 0,5 s a nulovou počáteční fázi.

9. Hmotný bod  $M_1$  kmitá dle rovnice

$$\{y_1\} = 0,02 \sin \left( 2\pi\{t\} + \frac{\pi}{4} \right);$$

hmotný bod  $M_2$  kmitá s okamžitou výchylkou

$$\{y_2\} = 0,01 \sin \left( 4\pi\{t\} - \frac{\pi}{2} \right).$$

Určete: a) okamžitou výchylku kmitání obou bodů v počátečním okamžiku, b) okamžitou výchylku bodu  $M_1$  v okamžiku, kdy bod  $M_2$  poprvé prošel rovnovážnou polohou, c) dobu, za kterou budou mít oba hmotné body poprvé současně nulovou okamžitou výchylku.

## Dynamika

10. Mechanický oscilátor je tvořen pružinou o tuhosti 10 N/m a tělesem o hmotnosti 100 g. Určete periodu kmitání oscilátoru.
11. Určete hmotnost tělesa, které na pružině o tuhosti 250 N/m kmitá tak, že za 16 s vykoná 20 kmitů.
12. Mechanický oscilátor je tvořen pružinou, na níž je zavěšena miska se závažím. Perioda oscilátoru je 0,50 s. Přidáním dalšího závaží se perioda oscilátoru zvětší na 0,60 s. Určete, o kolik cm se pružina přidáním závaží prodloužila.

13. Lehká pružná tyčinka, na jejímž konci je kulička hmotnosti  $m$ , je vetknuta do stěny a kmitá harmonicky s frekvencí  $f_1$ . Stejná kulička na konci pružiny o tuhosti  $k_2$  kmitá harmonicky s frekvencí  $f_2$ . S jakou frekvencí bude kmitat soustava tvořená tyčinkou, na jejímž konci je připevněna pružina s kuličkou?

14. Mechanické oscilátory jsou tvořeny vždy dvěma pružinami o tuhostech  $k_1$  a  $k_2$  spojenými dle obrázků. Určete periodu každého oscilátoru.

15. Do nádoby s vodou je ponořena zkumavka, zatížená ve spodní části olověnými broky tak, že ve vodě plove ve svislé poloze. V klidu zaujímá zkumavka rovnovážnou polohu; ponořená část zkumavky má délku 12 cm (zaoblení dolní části nebudeme uvažovat). Vychýlením z rovnovážné polohy ve svislém směru zkumavku rozkmitáme. Určete periodu kmitání zkumavky.

16. Skleněná trubice tvaru U je naplněna rtutí tak, že celková délka sloupce rtuti je 20 cm. Nakloněním trubice a jejím vrácením do původní polohy se sloupec rtuti rozkmitá. Určete periodu kmitání rtuti.

17. Hranol z dubového dřeva o rozměrech 10 cm  $\times$  20 cm  $\times$  20 cm plove na hladině vody. Hranol poněkud zatlačíme do vody a pustíme. Jaká by byla perioda kmitání hranolu, pokud bychom odpor prostředí mohli zanedbat? Hustota dubového dřeva je 900 kg·m<sup>-3</sup>. Výška hladiny je stálá.

18. Píst o hmotnosti  $m$  rozděluje válec s plynem na dvě stejné části. Píst posuneme vlevo o vzdálenost  $x$  a pustíme. Určete periodu kmitání pístu. Předpokládejte, že děj je izotermický.

## Kyvadla

19. Jak se změní perioda kmitání dětské houpačky, jestliže a) se místo jednoho dítěte budou současně houpat dvě děti, b) dítě na houpačce bude nejdříve sedět a pak se postaví?

20. Kyvadlo je tvořeno nádobou s pískem zavěšenou na pevném vlákně. Jak se bude měnit perioda kmitání, když se písek z nádoby postupně vysypává? Změnu polohy těžiště při sypání písku neuvažujte.

21. Jak by se změnil chod kyvadlových hodin při jejich přemístění: a) na vysokou horu, b) z rovníku na pól?

22. Za jakou dobu by vykonala jeden oběh minutová ručička kyvadlových hodin, kdybychom je umístili na povrch Měsíce? Velikost tíhového zrychlení na Měsíci je 1,6 m·s<sup>-2</sup>.

23. Kolikrát se změní perioda kmitání kyvadla přeneseného ze Země na Měsíc, jestliže hmotnost Měsíce je 81krát menší než hmotnost Země a poloměr Země je 3,7krát větší než poloměr Měsíce?

24. Periody dvou kyvadel tvořených pevnými vlákny, na nichž jsou zavěšeny kuličky, jsou v poměru 3 : 2. Kolikrát je první kyvadlo delší než druhé?