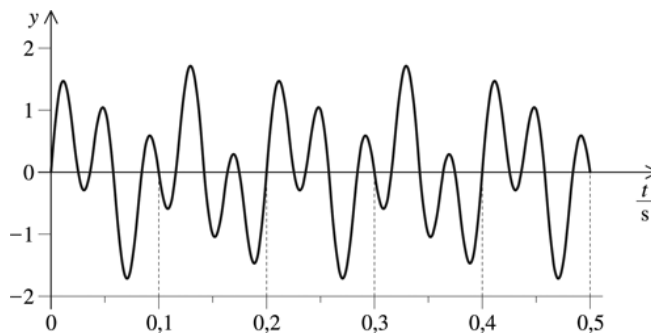


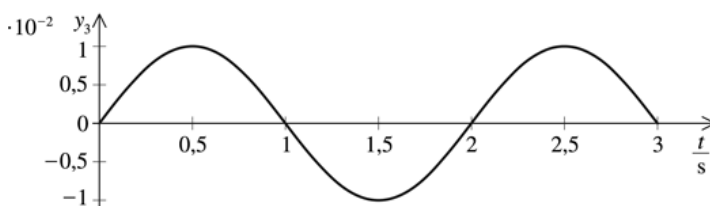
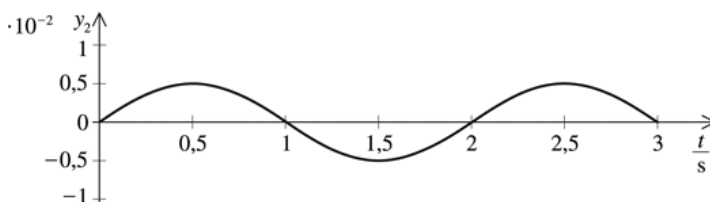
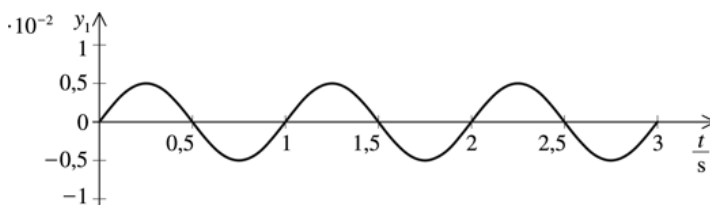
Příklady k procvičení - Kmitání 1

- 1) Na obr. 1 je časový diagram kmitání. Určete jeho frekvenci a periodu.



- 2) Registrační papír v elektrokardiografu se pohybuje rovnoměrně rychlostí o velikosti $20 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$. Jakou délku bude mít záznam jedné periody činnosti srdce, které vykoná 72 tepů na minutu?

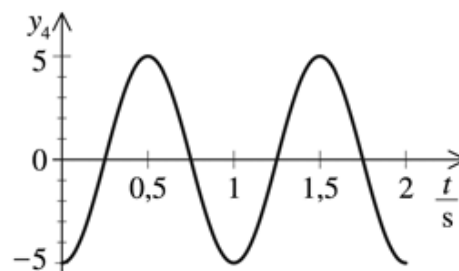
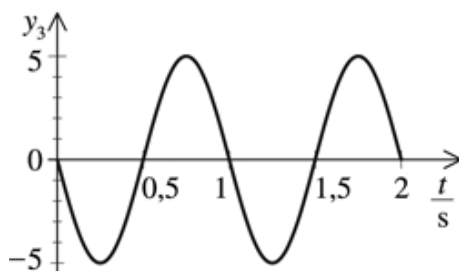
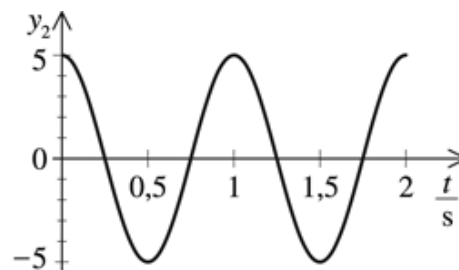
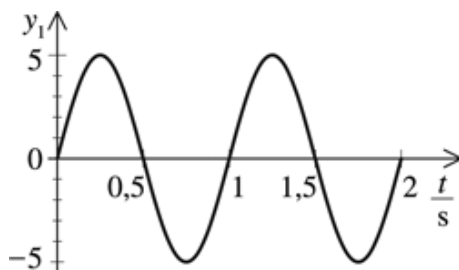
- 3) Čím se navzájem liší kmitání, jejichž časové diagramy jsou na obr. 2? Napište rovnice pro okamžitou výchylku zobrazených harmonických kmitání.



- 4) Hmotný bod kmitá harmonicky s amplitudou výchylky 0,2 m. Určete okamžité výchylky hmotného bodu v časech $T/4$, $T/3$, $T/2$. Počáteční fáze kmitání $\varphi_0 = 0$.

- 5) Číselná hodnota okamžité výchylky harmonického kmitání je dána vztahem $\{y\} = 0,2 \sin 5\pi/2 \{t\}$. V tomto vztahu číselné hodnoty odpovídají hodnotám fyzikálních veličin vyjádřených v nenásobných jednotkách SI. Určete amplitudu výchylky, periodu a frekvenci kmitání.

- 6) Určete počáteční fáze pro harmonické pohyby, jejichž časové diagramy jsou na obr. 3. Napište rovnice pro okamžitou výchylku.



- 7) Hmotný bod harmonicky kmitá tak, že za dobu 0,20 s po průchodu rovnovážnou polohou je jeho okamžitá výchylka 4,5 cm. Jaká je frekvence kmitání, jestliže amplituda kmitů je 6,0 cm?
- 8) Těleso o hmotnosti 10 kg tvoří oscilátor, který kmitá buzenými kmito o frekvenci 500 Hz s amplitudou výchylky 10^{-4} m. Určete velikost amplitudy zrychlení A_m .
- 9) Velikost okamžité výchylky tělesa, které koná harmonický pohyb, závisí na čas podle vztahu $y = 0,5 \cdot \sin(2t + \frac{\pi}{4})$ m. Vypočtete, ve kterém čase od započetí měření ($t_0 = 0$ s) projde těleso poprvé rovnovážnou polohou.
- 10) Jak je velká okamžitá výchylka y harmonicky kmitajícího hmotného bodu s nulovou počáteční fází v čase 0,01 s, jestliže amplituda je 12 cm a frekvence 15 Hz.
- 11) Hmotný bod kmitá harmonicky s amplitudou výchylky 20 cm. Určete okamžitou výchylku v čase $\frac{T}{3}$, je-li časovým diagramem sinusoida s nulovou hodnotou výchylky v čase $t = 0$ s.
- 12) Za jakou dobu t od počátečního okamžiku dosáhne oscilátor kmitající podle rovnice $y = 80 \cdot \sin(4 \cdot \pi \cdot t)$ mm okamžitě výchylky $y = -40$ mm?
- 13) Jaký je nejmenší možný kladný fázový rozdíl (v radiánech) u harmonických pohybů o rovnicích: $y_1 = Y_1 \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $y_2 = -Y_2 \cdot \sin(\omega \cdot t)$.
- 14) Určete maximální výchylku Y netlumeného harmonického kmitavého pohybu hmotného bodu po přímce, jestliže hmotný bod v čase 0 s má okamžitou výchylku 50 mm a okamžitou rychlost o velikosti $20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Frekvence pohybu je $1,0 \text{ s}^{-1}$.
- 15) Horizontální deska koná harmonický pohyb ve vodorovném směru s periodou 5,0 s. Těleso, které leží na desce, se začíná klouzat, jestliže amplituda kmitů dosáhne hodnoty 50 cm. Jaký je koeficient tření mezi tělesem a deskou?
- 16) Na desce leží závaží o hmotnosti 2 000 g. Deska koná harmonický pohyb ve svislém směru s periodou 500 ms a amplitudou 30 mm. Vyjádřete maximální velikost síly F , kterou závaží tlačí na desku.
- 17) Dva harmonické kmitavé pohyby blízkých frekvencí se skládají do výsledného pohybu s frekvencí 5 rázů za sekundu. Jaká je frekvence druhého z těchto pohybů, jestliže první má frekvenci 40 s^{-1} a druhý frekvenci vyšší?
- 18) Hmotný bod vykoná 150 kmitů za minutu. Určete počáteční fází kmitání, jestliže hmotný bod dosáhl kladné amplitudy za dobu 300 ms od počátečního okamžiku. Počáteční fází uvádějte v radiánech v intervalu $\langle -\pi; \pi \rangle$.
- 19) Rovnice pro okamžitou výchylku harmonického kmitání má tvar $y = Y \cdot \sin(\pi \cdot \frac{t}{2} - \frac{\pi}{4})$, kde $Y = 0,02$ m. Určete dobu t , za kterou velikost rychlosti kmitajícího bodu v poprvé dosáhne amplitudy.
- 20) Dvě izochronní harmonická kmitání o frekvenci 4,0 Hz mají stejnou amplitudu výchylky 20 mm. Určete rozdíl kmitání v radiánech, jestliže superpozicí vzniká kmitání, jehož amplituda výchylky je rovněž 20 mm.
- 21) Mechanický oscilátor kmitá s amplitudou výchylky 10 cm a nulovou počáteční fází. Určete velikost okamžité výchylky po uplynutí jedné osminy periody.
- 22) Vodorovná deska kmitá ve svislém směru s amplitudou výchylky 7,5 mm. Jaká může být maximální frekvence kmitání desky, aby se předmět, volně na ní položený, od desky neodděloval?

Řešení:

- 1) $f = 5 \text{ Hz}$, $T = 0,2 \text{ s}$
 - 2) $l = v \cdot T = v/f = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 17 \text{ mm}$
 - 3) Kmitání na obr. 2 a, b se liší periodou, kmitání na obr. b, c se liší amplitudou, kmitání na obr. a, c se liší periodou a amplitudou. $y_1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(2\pi \cdot t)$, $y_2 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(\pi \cdot t)$, $y_3 = 1 \cdot 10^{-2} \cdot \sin(\pi \cdot t)$
 - 4) $y_m = 0,2 \text{ m}$; $y = y_m \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$; $y_1 = 0,2 \text{ m}$; $y_2 = 0,17 \text{ m}$; $y_3 = 0 \text{ m}$;
 - 5) Rovnici $y = 0,2 \cdot \sin\left(\frac{5}{2}\pi \cdot t\right)$ porovnáme s rovnicí pro okamžitou výchylku harmonického kmitání $y = y_m \sin(\omega t + \varphi_0)$. Porovnáním určíme $y_m = 0,2 \text{ m}$, $\omega = 5/2 \text{ s}^{-1}$, $\varphi_0 = 0$. Protože $\omega = 2\pi/T$, platí $T = 4/5 \text{ s}$, $f = 5/4 \text{ Hz}$.
 - 6) a) $\varphi_{01} = 0$, b) $\varphi_{02} = \pi/2$, c) $\varphi_{03} = \pm\pi$, d) $\varphi_{04} = -\pi/2$
- a) $y_1 = 5 \sin 2\pi t$
- b) $y_2 = 5 \sin (2\pi t + \pi/2)$
- c) $y_3 = 5 \sin (2\pi t \pm \pi)$
- d) $y_4 = 5 \sin (2\pi t - \pi/2)$
- 7) $0,67 \text{ s}^{-1}$
 - 8) $10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 - 9) $1,18 \text{ s}$
 - 10) $0,097 \text{ m}$
 - 11) $0,17 \text{ m}$
 - 12) $0,29 \text{ s}$
 - 13) $\pi \text{ rad} = 3,1416 \text{ rad}$
 - 14) $0,059 \text{ m}$
 - 15) $0,081$
 - 16) 29 N
 - 17) 45 Hz
 - 18) $-3,14 \text{ rad} = -\pi \text{ rad}$
 - 19) $0,5 \text{ s}$
 - 20) $2,1 \text{ rad}$
 - 21) $0,071 \text{ m}$
 - 22) $5,8 \text{ Hz}$