

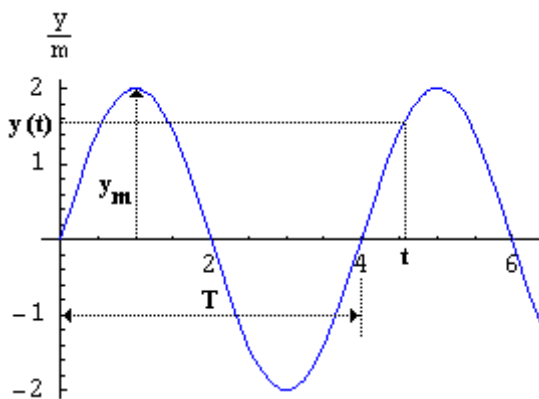
# Harmonické kmitání

Kinematicky popsat [kmitavý pohyb](#) znamená vyjádřit okamžitou polohu [mechanického oscilátoru](#) v závislosti na čase. Popíšeme tělesa zanedbatelných rozměrů, které kmitá ve směru osy  $y$  a které má [rovnovážnou polohu](#) v počátku soustavy [souřadnic](#).

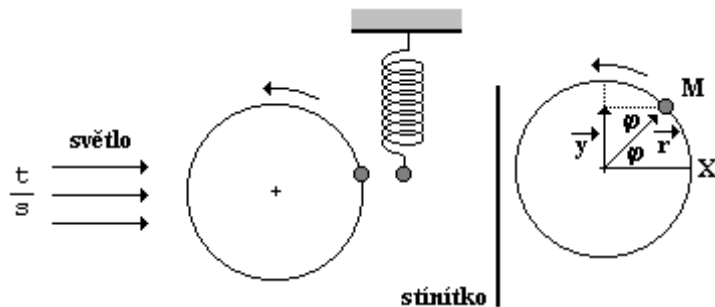
V případě popisu kmitavého pohybu tělesa, jehož rozměry není možné ve zvolené soustavě zanedbat, je rozumnější popisovat [pohyb](#) nikoliv celého tělesa, ale pouze pohyb jeho [těžiště](#).

Jestliže mechanický oscilátor kmitá, je jeho okamžitá poloha určena souřadnicí  $y$ , která se nazývá **okamžitá výchylka**. Okamžitá výchylka se s časem mění v závislosti na funkci sinus - nabývá tedy kladných i záporných hodnot (viz obr. 1). Absolutní hodnota největší [výchyly](#) se nazývá **amplituda výchylky (maximální výchylka)**  $y_m$ .

Fakt, že grafem závislosti okamžité výchylky na čase je sinusoida, lze ověřit např. rozkmitáním závaží na [pružině](#) a chůzí s kmitajícím [oscilátorem](#). Tak dostaneme z pohledu kolmého ke směru pohybu oscilátoru krásnou sinusoidu.



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 3

Vztah pro okamžitou výchylku najdeme srovnáním kmitavého pohybu s [pohybem po kružnici](#) (viz obr. 2). Kulička pevně připevněná na rotující desce i kulička na pružině vrhají na stínítko stín. „Zařízení“ lze synchronizovat tak, že stíny obou kuliček na stínítku se pohybují shodně (stíny se stále překrývají). Kmitavému pohybu tedy odpovídá průmět pohybu [rovnoměrného pohybu](#) po kružnici do svislé roviny. Pomocí těchto úvah a obr. 2 již snadno odvodíme rovnici pro okamžitou výchylku.

Na obr. 3 je znázorněn [hmotný bod](#)  $M$ , který se pohybuje po kružnici stálou [úhlovou rychlostí](#) o velikosti  $\omega$ . Okamžitá poloha bodu  $M$  je určena polohovým vektorem  $\vec{r}$ , který svírá s osou  $x$  úhel  $\varphi$ . Hmotný bod  $M$  byl v čase  $t=0$  v bodě  $X$ , tedy v tomto čase je  $\varphi=0$ . V čase  $t>0$  platí  $\varphi=\omega t$ . Průmět okamžitých výchylek vektoru  $\vec{r}$  do osy  $y$  je vektor  $\vec{y}$  určující okamžitou výchylku hmotného bodu. Pro okamžitou výchylku  $y$  (velikost vektoru  $\vec{y}$ ) platí:  $y = r \sin \varphi$ .

Srovnáme nyní stín hmotného bodu  $M$  se stínem kmitající kuličky zavěšené na pružině. Nachází-li se hmotný bod  $M$  v nejvyšším bodě [kružnice](#), je kmitající kulička (jejíž pohyb je s bodem  $M$  synchronizován) právě v amplitudě svého pohybu. Proto poloměru  $r$  odpovídá amplituda  $y_m$ . Lze tedy pro okamžitou výchylku  $y$  psát:  $y = y_m \sin \omega t$ . Úhel  $\varphi$  se nazývá [fáze kmitavého pohybu](#) a určuje jednoznačně okamžitou výchylku. U kmitavých pohybů se používá pro  $\omega$  termín **úhlová**

**frekvence** a platí  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ .

Graf zobrazený na obr. 1 odpovídá kmitavému pohybu, který má amplitudu výchylky  $2\text{ m}$  a [periodu](#)  $4\text{ s}$ . Okamžitou výchylku v závislosti na čase lze tedy popsat rovnicí

$$y = 2 \sin\left(\frac{2\pi}{4}t\right) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t\right).$$

V těchto rovnicích bývá zvykem za  $\pi$  nedosazovat hodnotu 3,1415926..., ale nechat v rovnici symbol  $\pi$ . Je to výhodnější pro další výpočty, pro zakreslování grafů, ...

Jedinou neznámou v této rovnici tak je čas  $t$ . Pokud by nás zajímala např. okamžitá výchylka v čase  $t_1 = 0,5$  s, stačí do rovnice dosadit:  $y = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t_1\right) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot 0,5\right) \text{ m} = 2 \sin\frac{\pi}{4} \text{ m} = 2 \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ m} = 1,41 \text{ m}$ . S obr. 1 to koresponduje.

**PERIODICKÝ POHYB, JEHOŽ GRAFEM ZÁVISLOSTI OKAMŽITÉ VÝCHYLKY NA ČASE JE SINUSOIDA, SE NAZÝVÁ HARMONICKÝ POHYB.**

Sinusoidou zde budeme rozumět základní graf funkce  $y = \sin x$  včetně jeho libovolného posunu po libovolné ose.

© Encyklopedie Fyziky (<http://fyzika.jreichl.com>); Jaroslav Reichl, Martin Všeticka

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.