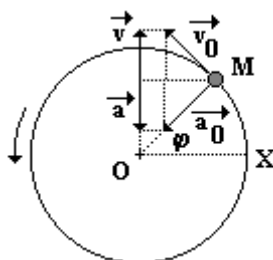


## Rychlost a zrychlení kmitavého pohybu

Rychlost kmitavého pohybu tělesa je maximální tehdy, když těleso prochází rovnovážnou polohou (tj.  $y = 0$ ). Naopak nulová rychlost je v bodech, v nichž dosahuje oscilátor maximální výchylky, tj. platí  $y = \pm y_m$ . Rovnici pro rychlost kmitavého pohybu odvodíme opět na základě analogie s pohybem po kružnici. Vektor rychlosti  $\vec{v}_0$  u rovnoměrného pohybu po kružnici má směr tečny v daném bodě trajektorie a velikost  $v = \omega r$ . Rychlost kmitavého pohybu je průmětem vektoru  $\vec{v}_0$  do osy  $y$ . Z obr. 4 plyne:  $v = v_0 \cos \varphi = \omega r \cos \varphi = \omega y_m \cos \omega t = v_m \cos \omega t$ , kde  $v_m = \omega y_m$  je maximální velikost rychlosti kmitajícího oscilátoru.

Situaci si lze představit tak, že při pohybu hmotného bodu po kružnici máme v každém bodě jeho trajektorie pomocí špejle vymodelovaný vektor rychlosti (ve směru tečny ke kružnici v daném bodě). A tento vektor (tuto špejli) pozorujeme tak, že se díváme ve směru roviny, v níž leží otáčející se kruhová deska.



Obr. 4

Vektor zrychlení  $\vec{a}_0$  rovnoměrného pohybu po kružnici směřuje do středu kružnice a má velikost  $a_0 = \omega^2 r$ . Zrychlení  $\vec{a}$  kmitavého pohybu je průmětem vektoru  $\vec{a}_0$  do osy  $y$ . Vektor  $\vec{a}$  má opačný směr než je směr vektoru  $\vec{y}$ , proto má vektor zrychlení opačné znaménko než okamžitá výchylka  $y$ .

Zrychlení kmitajícího bodu míří vždy do rovnovážné polohy - do polohy, v níž se pohyb nakonec ustálí. Do této polohy „táhne“ oscilátor síla, jejíž směr je (podle 2. Newtonova zákona) stejný jako směr zrychlení, které danému tělesu (kmitajícímu bodu) uděluje. A okamžitá výchylka se měří vždy z rovnovážné polohy - tedy opačně než je směr zrychlení.

Na základě obr. 4 dostáváme:  $a = -a_0 \sin \omega t = -\omega^2 r \sin \omega t = -\omega^2 y_m \sin \omega t = -\omega^2 y$ . Zrychlení harmonického pohybu je tedy přímo úměrné okamžité výchylce a má v každém okamžiku opačný směr než je směr okamžité výchylky.

Zrychlení je maximální, právě tehdy když  $|y| = y_m$ , nulové je v rovnovážné poloze.

S využitím diferenciálního počtu lze vztah pro závislost rychlosti resp. zrychlení na čase odvodit rychleji. Stačí si uvědomit, že pro velikost rychlosti platí:  $v = \frac{ds}{dt}$ . V případě pohybu

oscilátoru tedy lze psát:  $v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}(y_m \sin \omega t) = \omega y_m \cos \omega t$ .

Analogicky lze pro velikost zrychlení psát:  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(\omega y_m \cos \omega t) = -\omega^2 y_m \sin \omega t$ .

