17. Kmitavý pohyb

**Kinematika kmitavého pohybu**

- hmotný bod – nahrazení tělesa, kdy zanedbáváme rozměry a vlastnosti tělesa

- oscilátor – zařízení, které se po vychýlení z rovnovážné polohy může kmitat

- kmitavý pohyb má tvar sinusoidy, prochází rovnovážnou polohou a amplitudami

- perioda – doba, za kterou udělá těleso jeden kmit

- harmonické kmitání

$$y=y\_{m}\sin(ωt)$$

$$v=v\_{m}\cos(ωt)=ωy\_{m}\cos(ωt)$$

$$a=a\_{m}\sin(ωt)=-y\_{m}ω^{2}\sin(ωt)=-yω^{2}$$

- frekvence kmitání – počet period za jednu sekundu

$$ω=\frac{2π}{T}=2πf, f=\frac{1}{T}$$

- počáteční fáze kmitání – uvádí se, pokud v počátečním okamžiku není hodnota výchylky nulová

$$y=y\_{m}\sin((ωt+φ))$$

- fázový rozdíl – mají-li dvě harmonická kmitání stejnou frekvenci, fázový rozdíl rozdílem počátečních fází

*Složené kmitání*

- skládaní superpozicí

- koná-li hmotný bod několik harmonických kmitavých pohybů téhož směru 🡪součet výchylek

Skládání ve stejné přímce

- *stejné frekvence* – izochronní, skládání pomocí fázového diagramu

- výsledkem je kmitavý pohyb stejné frekvence, ale s jinými výchylkami

- podle počáteční fáze – stejná fáze $(φ=0)$ – zesilování

 - opačná fáze $(φ=π) $– zeslabování

- *různé frekvence-* neharmonické kmitání

- může být periodické – pokud jsou frekvence kmitů v poměru celých čísel *k=1,2,3*

- základní frekvence – první harmonická složka (akustické tóny)

*- blízké frekvence* – vznikají rázy

- při malých rozdílech se jeví jako harmonické

 - po určité době se hodnota kmitu setká a dojde k zesílení – ráz

- frekvence rázů – rozdíl frekvencí kmitů $f=f\_{2}-f\_{1}$

*Skládání v přímkách kolmých*

- stejné frekvence – trajektorie určena fázovým rozdílem🡪přímka, kružnice, elipsa

- různé frekvence – složité trajektorie – Lissajoussovy křivky (fázové rozdíly, poměry frekvencí)

Fourierova analýza – rozložení složitého kmitání na harmonické složky

**Dynamika kmitavého pohybu**

- příčinou kmitání je síla pružnosti a tíhová síla

$$F=-mω^{2}y$$

- vlastnosti mechanického oscilátoru – podle typu

Pružina (pružinový oscilátor)

- hmotnost, tuhost pružiny

- příčinou kmitání je síla, jejíž velikost je přímo úměrná okamžité výchylce

$$F=F\_{p}+F\_{G}=-ky$$

$$ω\_{0}=\sqrt{\frac{k}{m}}, a=-\frac{k}{m}y, T=2π\sqrt{\frac{m}{k}}, f=\frac{1}{2π}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Kyvadlo

- délka kyvadla

- matematické kyvadlo – hmotný bod, zavěšený, zanedbatelná hmotnost

$$T=2π\sqrt{\frac{l}{g}}, f=\frac{1}{2π}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

**Energie oscilátoru**

- periodické přeměny energie

- potenciální 🡪kinetická 🡪potenciální 🡪atd.

Kinetická

$$E\_{k}=\frac{1}{2}ky\_{m}^{2}\cos((ωt))^{2}$$

Potenciální

$$E\_{p}=\frac{1}{2}ky^{2}=\frac{1}{2}ky\_{m}^{2}\sin((ωt))^{2}$$

Celková

$$E=\frac{1}{2}ky\_{m}^{2}$$

**Tlumené kmity**

- u běžného oscilátoru, část energie se přeměňuje na jinou formu energie – třetí prostředí

- zmenšuje se amplituda, mění se perioda

- kmitání postupně zaniká

**Nucené kmity**

- v důsledku tlumeného kmitání, je nutno dodávat oscilátoru energii

- působí harmonická síla během kmitání

- nucené kmitání vzniká působením periodické síly na oscilátor nebo objekty, frekvence kmitání závisí na frekvenci působící síly

**Rezonance**

- i za použití malé síly je možno rozkmitat jiné těleso, záleží na vhodné frekvenci

- každé těleso má vlastní frekvenci kmitání – při ní dosáhne maximální amplitudy

- spřažená kyvadla – dvě kyvadla, spojená, jedno kmitá🡪rozkmitá druhé a zastaví se🡪druhé kmitá, rozkmitá první a zastaví se 🡪atd.

- vazba volná – energie přechází pomale

- vazba těsná – energie přechází rychle