

Fyzika 1 - prednáška 9

Ciele

4. Kmity

4.2 Tlmený harmonický kmitavý pohyb

4.3 Vynútený harmonický kmitavý pohyb

Zopakujte si

- Výchylka netlmeného harmonického kmitavého pohybu je $x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Vzťah $E = \frac{1}{2} k A^2$ je **mechanická energia NHKP**
- Uhlová frekvencia NHKP je daná vzťahom $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.
- Okamžitá rýchlosť priamočiareho pohybu je definovaná ako derivácia **dráhy** podľa **času** .
- Sily pružnosti závisia priamoúmerne od **výchylky** a majú **opačný** smer.

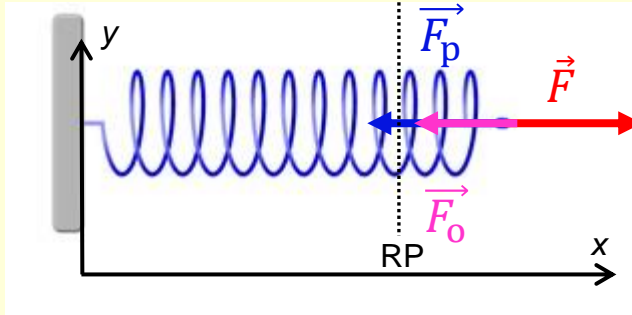
4.1 Netlmený harmonický kmitavý pohyb

Výchylka

Uhlová frekvencia

Energia

4.2 Tlmený harmonický kmitavý pohyb



Pružné sily - \vec{F}_p

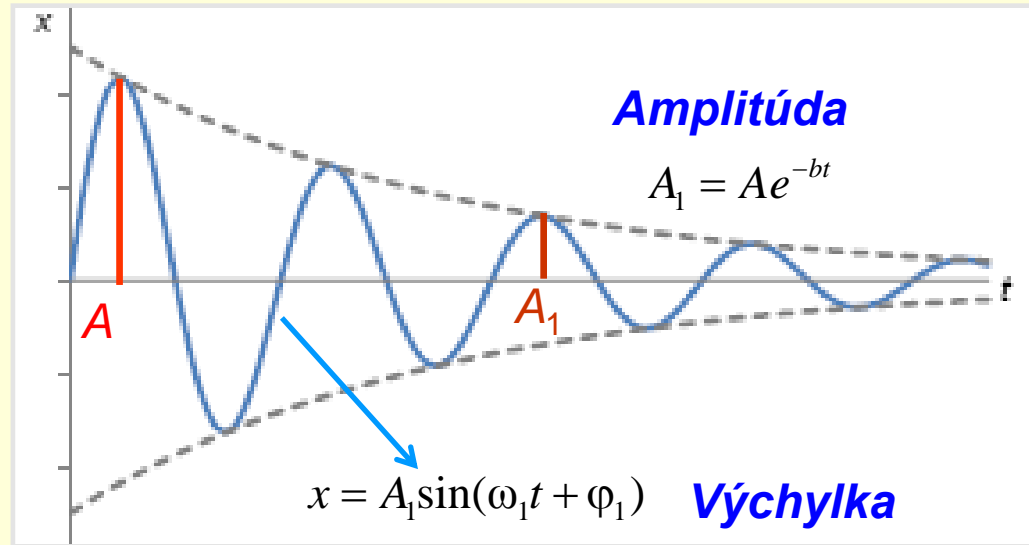
Odporové sily - \vec{F}_o

Tlmený harmonický kmitavý pohyb – pohyb oscilátora vplyvom pružných síl a odporovej sily prostredia

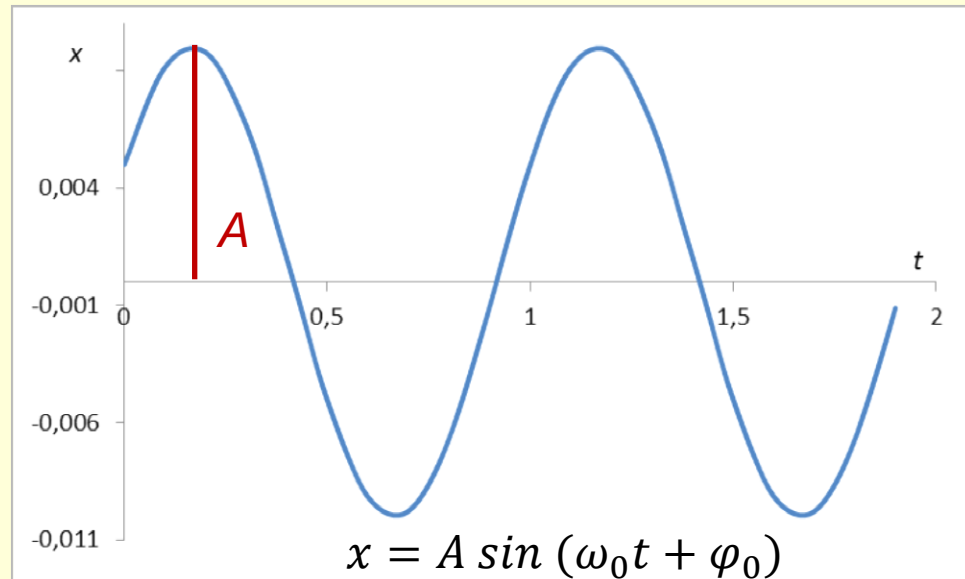
Koeficient útlmu – b Jednotka $(b) = \text{s}^{-1}$

1. Slabé tlmenie $\omega_0^2 > b^2$

THKP



NHKP



Uhlová frekvencia

Doba kmitu

Energia THKP

2. kritické tlmenie

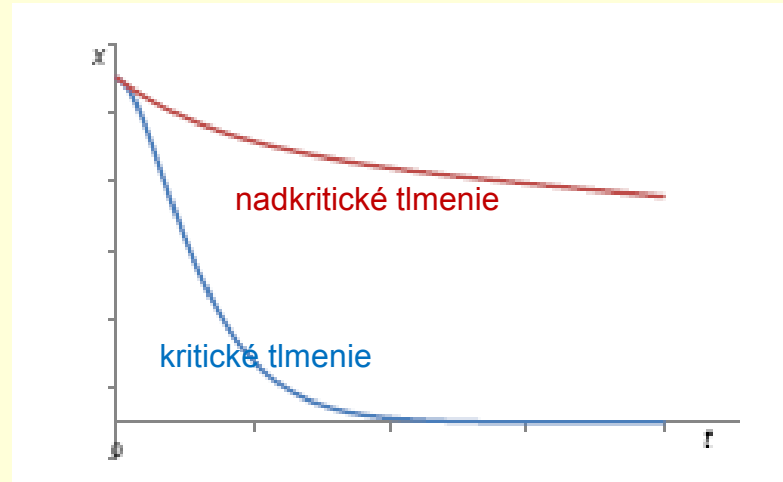
$$\omega_0^2 = b^2$$

Výchylka $x = Ae^{-bt}(1+bt)$

3. Nadkritické (silné) tlmenie

$$\omega_0^2 < b^2$$

Výchylka $x = C_1e^{-\beta_1t} + C_2e^{-\beta_2t}$

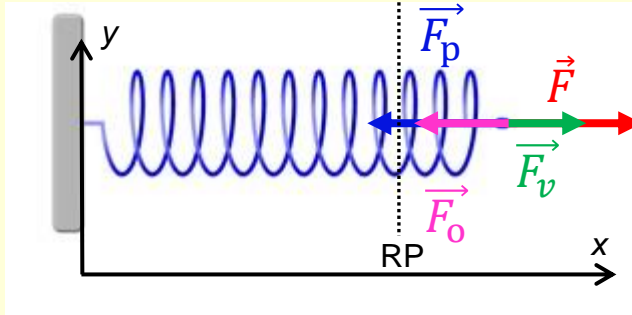


KONTROLKA: Vyberte správnu odpoveď:

Na začiatku pohybu tlmeného harmonického kmitavého pohybu so slabým tlmením

- a) je amplitúda najmenšia,
- b) je amplitúda najväčšia,
- c) je amplitúda tlmená.

3.3 Vynútený harmonický kmitavý pohyb



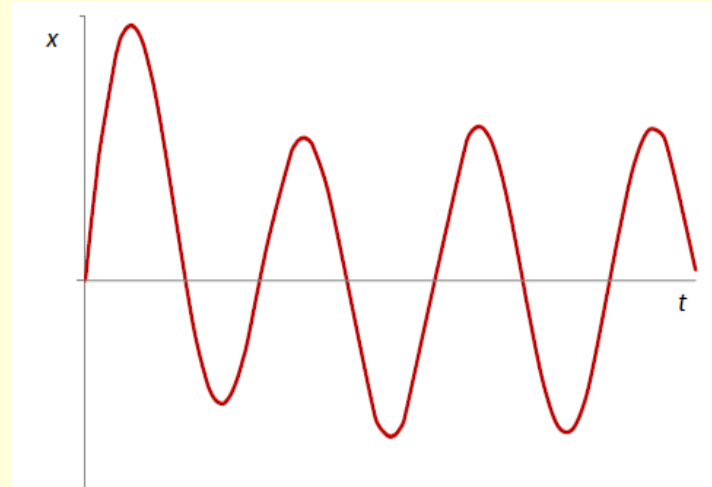
Pružné sily - \vec{F}_p

Odporové sily - \vec{F}_o

Vynucujúce sily - \vec{F}_v

Vynútený harmonický kmitavý pohyb – pohyb oscilátora vplyvom pružných síl, odporovej sily prostredia a vynucujúcej sily.

Výchylka



Ustálený stav

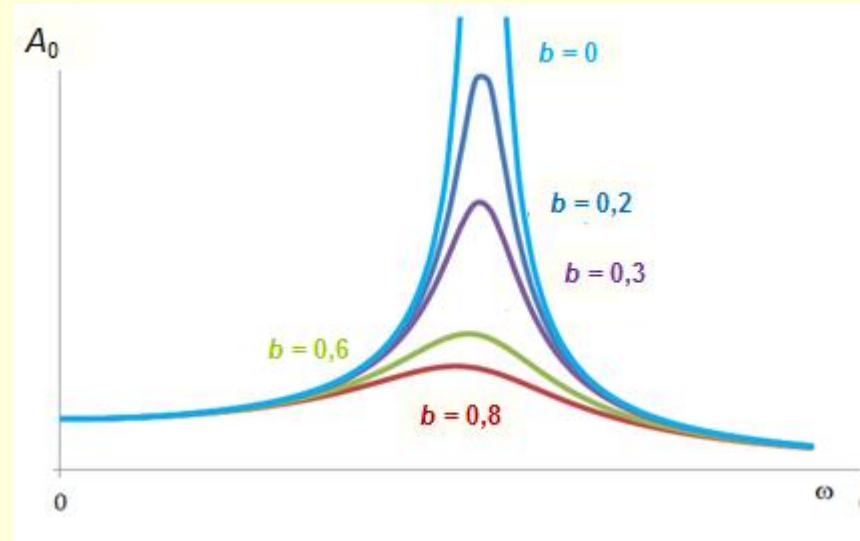
Vlastná frekvencia – pri ktorej dokáže teleso vykmitnúť s maximálnou amplitúdou

Rezonancia – stav buďeného kmitania, pri ktorom oscilátor kmitá s max. amplitúdou.

Rezonančná uhlová frekvencia $\omega_r = \omega_2 = \sqrt{\omega_0^2 - 2b^2}$

Rezonančná amplitúda

$$A_0 = \frac{\frac{F_0}{m}}{2b\sqrt{\omega_0^2 - b^2}}$$



KONTROLKA: Vyberte správnu odpoveď:

Pri vynútenom harmonickom kmitavom pohybe pružinový oscilátor v ustálenom stave kmitá

- a) s vlastnou frekvenciou,
- b) s frekvenciou vynucujúcej sily,
- c) s frekvenciou tlmeného kmitavého pohybu.

Čo sme sa naučili

Definovať **tlmený kmitavý pohyb (THKP)** z hľadiska dynamiky. Zostaviť pohybovú rovnicu a upraviť ju na diferenciálnu rovnicu bez pravej strany. Uviesť riešenie diferenciálnej rovnice pre prípad slabého tlmenia a popísať a vysvetliť zmysel všetkých veličín v riešení – **výchylke**. Nakresliť grafickú závislosť výchylky od času pre tento prípad kmitavého pohybu.

$$x = Ae^{-bt} \sin(\omega t + \varphi) = A_1 \sin(\omega t + \varphi)$$

Napísať vzťah pre **uhlovú frekvenciu a periódu**.

Napísať vzťah pre **energiju** TKHP. $E = \frac{1}{2} k A_1^2 = \frac{1}{2} k (Ae^{-bt})^2$

Vysvetliť ako sa bude teleso pohybovať pri kritickom a nadkritickom tlmení.

Definovať **vynútený kmitavý pohyb (VHKP)** z hľadiska dynamiky. Zostaviť pohybovú rovnicu a upraviť ju na diferenciálnu rovnicu z pravou stranou. Uviesť riešenie diferenciálnej rovnice a popísať a vysvetliť zmysel všetkých veličín v riešení – **výchylke**.

$$x = Ae^{-bt} \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + A_0 \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$$

Nakresliť grafickú závislosť výchylky od času pre tento prípad kmitavého pohybu. Vysvetliť, kedy nastane ustálený stav a ako sa to prejaví na kmitavom pohybe oscilátora.

Vysvetliť, čo je to vlastná frekvencia. Uviesť za akých podmienok nastane rezonancia, s akou amplitúdou a uhlovou frekvenciou bude oscilátor kmitať.