

Fyzika 1 - prednáška 8

Ciele

3. Dynamika sústavy HB a tuhého telesa

3.4 Otáčavý pohyb tuhého telesa okolo
pevnej osi

4. Kmity

4.1 Netlmený harmonický kmitavý pohyb

Zopakujte si

- Mechanická energia je daná ako súčet **kinetickej** energie a **potenciálnej** energie.
- Kinetická energia telesa pri posuvnom pohybe je daná vzťahom $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.
- Výraz $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ je vyjadrením **potenciálnej energie pružnosti**.
- Okamžitá rýchlosť priamočiareho pohybu je definovaná ako derivácia **dráhy** podľa **času**.
- Výraz $a = \frac{dv}{dt}$ je matematickým vyjadrením **okamžitého zrýchlenia** pre priamočiary pohyb.
- Zotrvačné vlastnosti pri otáčavom pohybe popisuje **moment zotrvačnosti**.

3.4 Otáčavý pohyb tuhého telesa okolo pevnej osi

Moment hybnosti

Moment hybnosti telesa rotujúceho okolo pevnej osi – je určený súčinom momentu zotrvačnosti telesa I vzhľadom k osi rotácie a uhlovej rýchlosti ω rotácie.

Pohybová rovnica

Pohybová rovnica – výsledný moment všetkých vonkajších síl pôsobiacich na teleso, vzhľadom na pevnú os otáčania, je rovný súčinu momentu zotrvačnosti I telesa k tejto osi a uhlového zrýchlenia telesa α .

Posuvný pohyb priamočiary		Otáčavý pohyb v rovine
$a =$ zrýchlenie		$\alpha =$ uhlové zrýchlenie
$m =$ hmotnosť	Zotrvačné vlastnosti telesa	$I =$ moment zotrvačnosti
$F =$ sila	Príčina pohybu	$M =$ moment sily
$p = mv$	Popis pohybového stavu	$L = I\omega$
$F = ma$	Pohybová rovnica	$M = I\alpha$
$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	Kinetická energia	$E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$

4. KMITY

Oscilátor – zariadenie, ktoré vykonáva kmitavý pohyb (pružinový oscilátor).

Rovnovážna poloha - poloha, v ktorej je oscilátor v pokoji.

Okamžitá výchylka - x - vzdialenosť od rovnovážnej polohy v danom čase.

Amplitúda - A - maximálna výchylka, maximálna vzdialenosť od rovnovážnej polohy, ktorú pri kmitaní oscilátor neprekročí.

Mechanické kmitanie (oscilácia) – taký mechanický pohyb HB, pri ktorom je HB viazaný na rovnovážnu polohu a to tak, že pri svojom pohybe neprekročí konečnú vzdialenosť od tejto polohy.

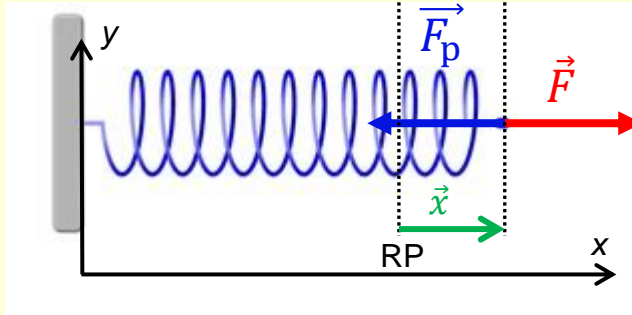
Periodický pohyb - pohyb, ktorý sa pravidelne opakuje; $f(t) = f(t + T)$.

Harmonický kmitavý pohyb - pohyb, ktorý sa dá popísať funkciou sínus (kosínus).

Frekvencia – počet kmitov za sekundu. **Jednotka** $(f) = \text{Hz}$

Perióda – doba, za ktorú sa uskutoční jeden kmit. **Jednotka** $(T) = \text{s}$

4.1 Netlmený harmonický kmitavý pohyb

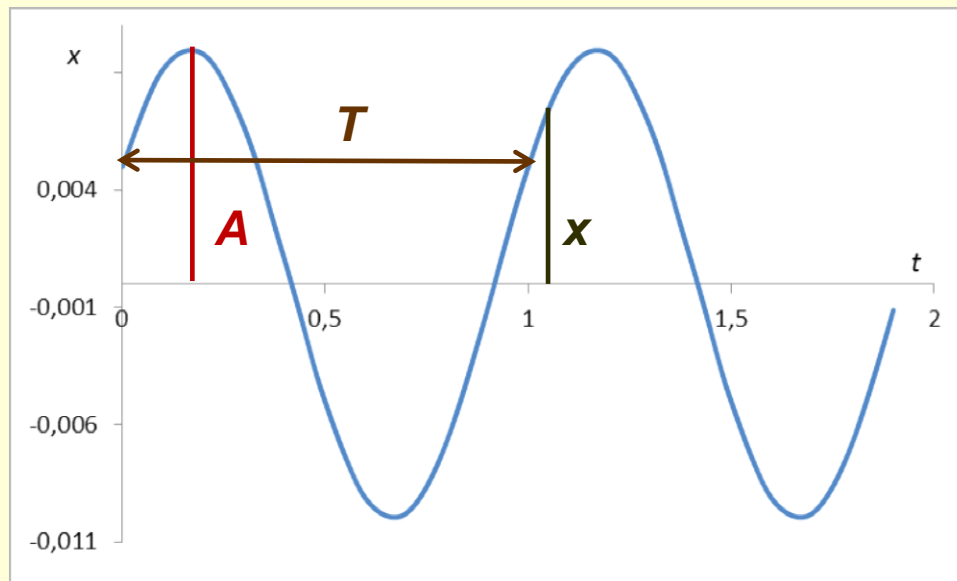


Pružné sily

Netlmený harmonický kmitavý pohyb – pohyb oscilátora vplyvom pružných síl po priamke okolo rovnovážnej polohy

Výchylka

A – amplitúda, ω_0 – uhlová frekvencia, φ_0 – počiatočná fáza



KONTROLKA: Častica vykonáva harmonický kmitavý pohyb s periódou T . V čase $t = 0$ s sa nachádzala v polohe $x = -A$. Rozhodnite, či sa v čase

a) $t = 2T$,

b) $t = 1,5 T$,

c) $t = 1/4 T$,

bude nachádzať v bode o súradnici: $x = A$, $x = -A$, $x = 0$ alebo x bude z intervalu $(-A, 0)$ alebo z intervalu $(0, A)$.

Uhlová frekvencia

Periódá

Frekvencia

M5: Derivácia zloženej funkcie, derivácie ďalších funkcií

Derivácia zloženej funkcie:

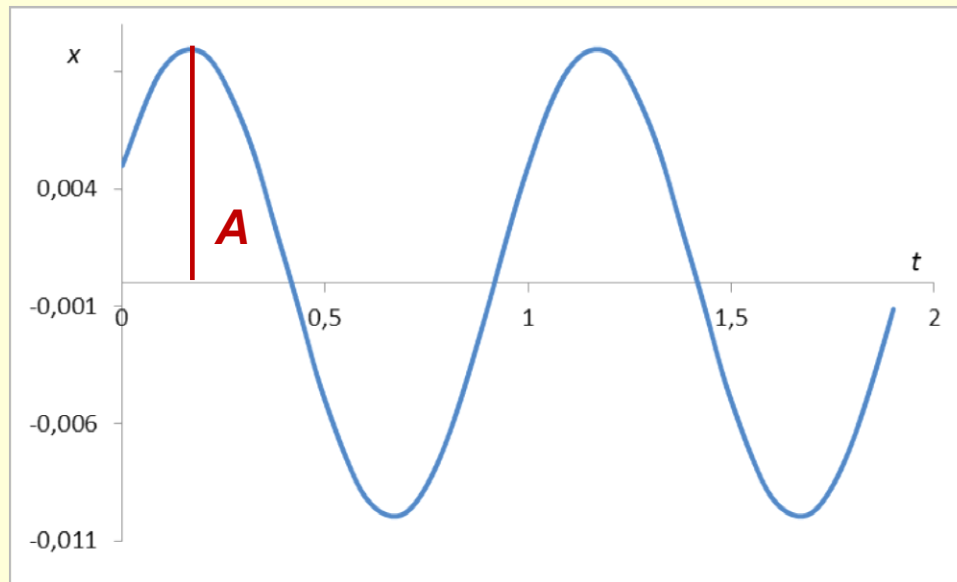
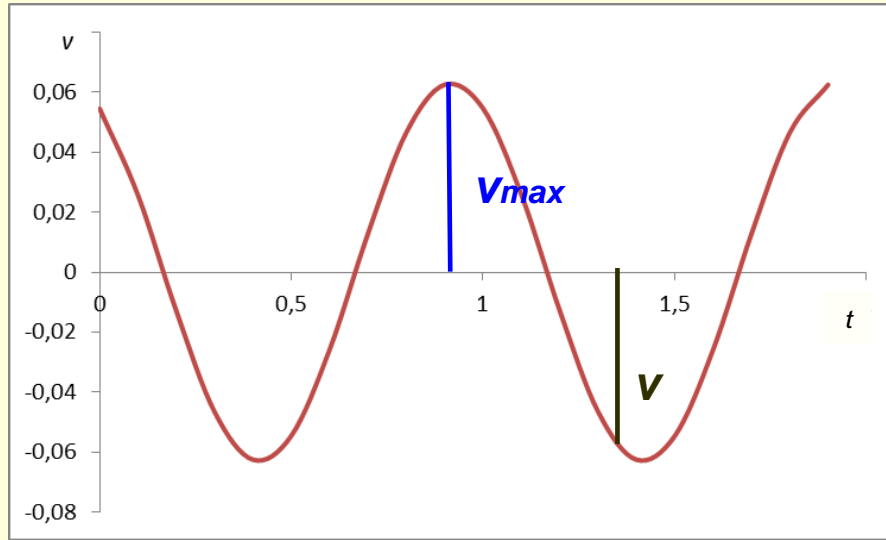
$$(f(g(x)))' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$$

Derivácie funkcií:

$y = \sin x$	$y' = \cos x$
$y = \cos x$	$y' = -\sin x$

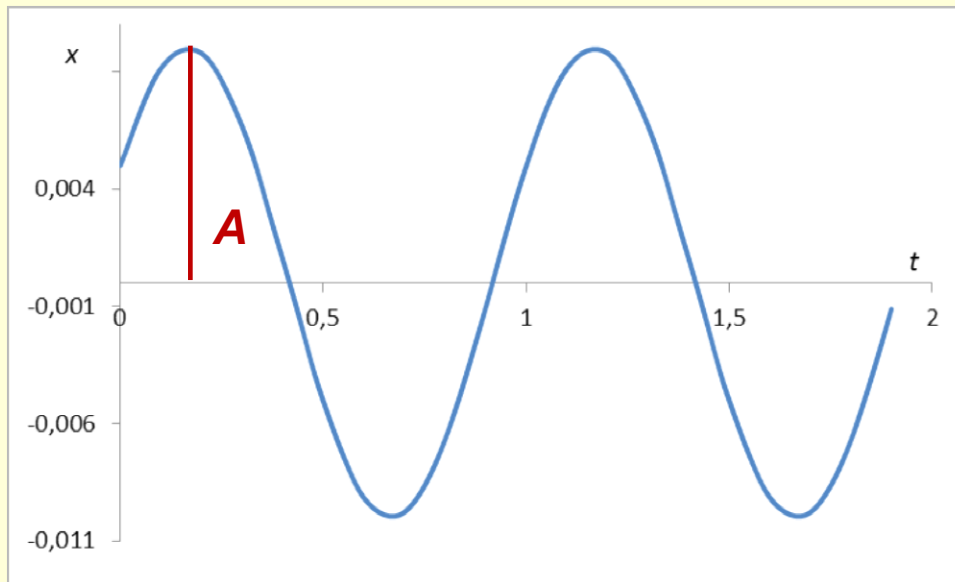
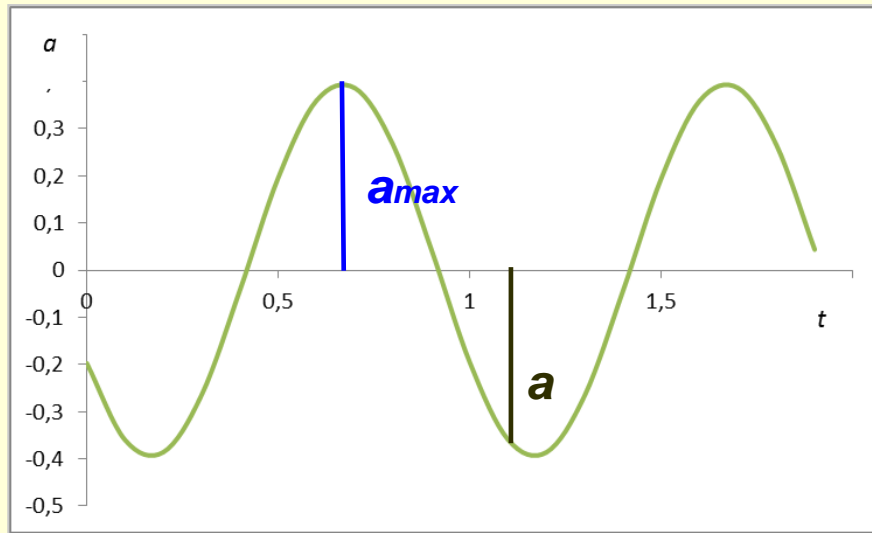
Rýchlosť

Maximálna rýchlosť



Zrýchlenie

Maximálne zrýchlenie



KONTROLKA: Pružinový oscilátor má pri NHKP maximálnu rýchlosť

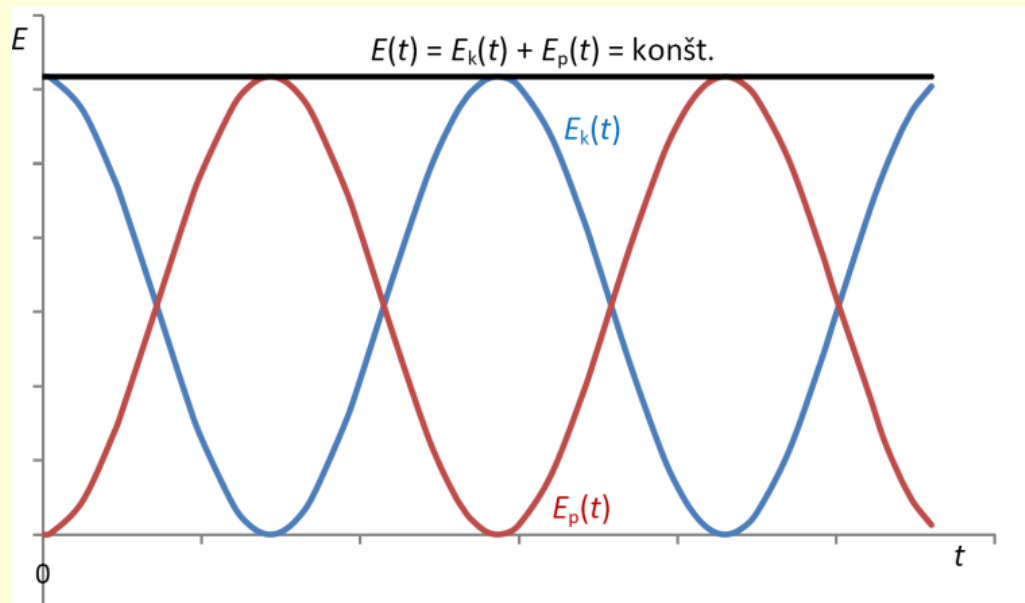
- a) v rovnovážnej polohe,
- b) v maximálnej výchylke,
- c) v polovičke amplitúdy,
- d) v tretine amplitúdy.

Mechanická energia netlmeného harmonického kmitavého pohybu

Kinetická energia

Potenciálna energia pružnosti

Mechanická energia



KONTROLKA: Vyberte správnu odpoveď: V rovnovážnej polohe pružinového oscilátora je kinetická energia jeho netlmeného harmonického pohybu:

- a) najväčšia,
- b) najmenšia,
- c) je polovicou celkovej mechanickej energie.

Čo sme sa naučili

Napísať vzťah pre moment hybnosti otáčavého pohybu telesa okolo pevnej osi a jeho pohybovú rovnicu.

$$M = I\alpha \quad L = I\omega$$

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

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

Napísať vzťah pre **uhlovú frekvenciu a periódu**. Odvodiť **rýchlosť a zrýchlenie**, (postup odvodu, matematický zápis odvodeného vzťahu), znázorniť grafickú závislosť od času pre rýchlosť a zrýchlenie. Vedieť určiť maximálne hodnoty rýchlosti a zrýchlenia v závislosti od výchylky.

$$v = A\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad a = -A\omega_0^2 \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

Odvodiť **mechanickú energiu pre NHKP** (postup odvodu, matematický zápis a slovné znenie odvodeného vzťahu) a graficky znázorniť.

$$E = \frac{1}{2} A^2 m \omega_0^2 = \frac{1}{2} k A^2$$