

Fyzika - prednáška 7

Ciele

3. Dynamika sústavy HB a tuhého telesa

3.2 Pohybové rovnice sústavy HB a TT

3.3 Zákony zachovania

3.4 Otáčavý pohyb tuhého telesa okolo
pevnej osi

Zopakujte si

- Okamžitá rýchlosť je definovaná ako derivácia **polohového vektora** podľa **času**.
- Vzťah $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ vyjadruje **okamžité zrýchlenie**.
- 2. Newtonov pohybový zákon definuje silu vzťahom $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$.
- Hybnosť je mierou **pohybového stavu telesa** a je daná $\vec{p} = m\vec{v}$.
- Ťažisko je bod, v ktorom je otáčavý účinok všetkých síl **rovnaký** a je v ňom sústredená **celá hmotnosť telesa**.

3.2 Pohybové rovnice sústavy HB a TT

Prvá pohybová rovnica

Prvá pohybová rovnica – veta o hybnosti – výslednica všetkých vonkajších síl pôsobiacich na sústavu HB (teleso) je rovná časovej zmene hybnosti sústavy HB (telesa) (**pre posuvný pohyb**).

Odvodenie vety o pohybe ťažiska:

Veta o pohybe ťažiska – ťažisko sústavy HB (telesa) sa pohybuje tak, akoby sa pohyboval jeden HB, ktorého hmotnosť je rovná hmotnosti sústavy (telesa), keby naň pôsobila sila rovná výslednici všetkých vonkajších síl pôsobiacich na sústavu HB (telesa).

Druhá pohybová rovnica

Druhá pohybová rovnica – veta o momente hybnosti – vektorový súčet momentov všetkých vonkajších síl pôsobiacich na sústavu HB (teleso) je rovný časovej zmene momentu hybnosti sústavy HB (momentu hybnosti telesa) (**rotačný pohyb**).

KONTROLKA: Vyberte správnu odpoveď:

- a) príčinou pohybu sústavy HB pri posuvnom pohybe je výslednica vnútorných síl sústavy,
- b) ťažisko je bod, v ktorom je sústredená všetka hmotnosť sústavy a otáčavý účinok dvoch síl je v ňom rôzny,
- c) pohyb lokomotívy môžeme nahradiť pohybom jeho ťažiska, pričom je v ňom sústredená celá jej hmotnosť,
- d) ťažisko obdĺžnika je v $1/3$ jeho kratšej strany.

3.3 Zákony zachovania

Dynamicky izolovaný systém – systém, v ktorom pôsobia len sily poľa, nepôsobia iné vonkajšie sily (resp. ich výslednica je nulová).

Zákon zachovania hybnosti – ak je výslednica všetkých vonkajších síl pôsobiacich na sústavu nulová, potom celková hybnosť sústavy sa vzhľadom k ľubovoľnému vzťažnému bodu zachováva (**posuvný pohyb**).

Zákon zachovania momentu hybnosti - celkový moment hybnosti sústavy HB, pre ktorú sa výsledný moment vonkajších síl rovná nule, ostáva konštantný vzhľadom k ľubovoľnému vzťažnému bodu (otáčavý pohyb).

ZZMH – **platí aj pre teleso**, ktoré počas otáčania mení rozloženie svojej hmotnosti vzhľadom na os otáčania.

3.4 Otáčavý pohyb tuhého telesa okolo pevnej osi

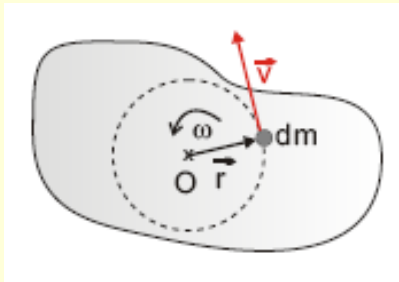
Pevná os – os, ktorá nemení svoju polohu v súradnicovej sústave.

Tuhé teleso – spojite rozložená hmotnosť, volíme **hmotný element** – nekonečne malá hmotnosť telesa.

Moment zotrvačnosti tuhého telesa

Hmotnosť – miera zotrvačných vlastností HB pri posuvnom pohybe.

Moment zotrvačnosti - charakterizuje zotrvačné vlastnosti TT pri otáčovom pohybe.



Moment zotrvačnosti – je definovaný ako integrál zo súčinu hmotného elementu dm a jeho vzdialenosti r od osi otáčania na druhú.

Jednotka **$(I) = \text{kg m}^2$**

Steinerova veta – moment zotrvačnosti I telesa vzhľadom k ľubovoľnej osi je rovný súčtu momentu zotrvačnosti I_0 vzhľadom k osi prechádzajúcej ťažiskom rovnobežnej s uvažovanou osou a súčinu hmotnosti telesa a druhej mocniny kolmej vzdialenosti oboch osí.

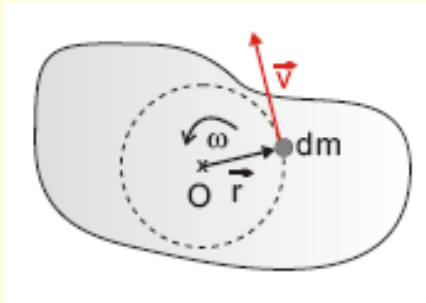
Momenty zotrvačnosti niektorých telies

Teleso	Os cez ťažisko	Moment zotrvačnosti
Valec, tenká kruhová doska r - polomer, m - hmotnosť		$I_z = \frac{1}{2}mr^2$
Guľa r - polomer, m - hmotnosť		$I = \frac{2}{5}mr^2$
Tyč L - dĺžka, m - hmotnosť		$I_{center} = \frac{1}{12}mL^2$

KONTROLKA: Vyberte správnu odpoveď: Moment zotrvačnosti tenkej drevenej palice vzhľadom na os, ktorá prechádza jej koncovým bodom a je kolmá na palicu bude

- a) $I = 1/2 (mL^2)$,
- b) $I = 1/3 (mL^2)$,
- c) $I = 1/12 (mL^2)$.

Kinetická energia



Kinetická energia telesa rotujúceho okolo pevnej osi – závisí od momentu zotrvačnosti telesa I vzhľadom k osi rotácie a uhlovej rýchlosti ω rotácie.

Čo sme sa naučili

Odvodiť **pohybové rovnice (prvá a druhá)** pre SHB a TT. $\vec{F} = \frac{dp}{dt}$ $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

Odvodiť **vetu o pohybe ťažiska**. $\vec{F} = M\vec{a}_T$

Definovať dynamicky izolovaný systém. Odvodiť **zákony zachovania (hybnosti a momentu hybnosti)** pre SHB a TT.

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{konš.} \quad \vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{konš.}$$

Definovať slovne a matematicky **moment zotrvačnosti** pre teleso rotujúce okolo pevnej osi. Nakresliť obrázok a napísať jednotku pre moment zotrvačnosti. Formulovať **Steinerovu vetu**.

$$I = \int_m r^2 dm \quad I = I_0 + mx^2$$

Odvodiť **kinetickú energiu** pre TT rotujúce okolo pevnej osi.

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$$