

## 4.

## MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

## 1.) TUHÉ TĚLESO

1.01.) TUHÉ TĚLESO:

Fyzikální abstrakce označující ideální těleso, jehož tvar a objem se nemění účinkem libovolně velkých sil.

1.02.) Pohyby TT:

a) Posuvný – všechny body mají stejný vektor posunutí, stejnou okamžitou rychlost

b) Otáčivý – všechny body mají stejnou úhlovou rychlost

2.) MOMENT SÍLY -  $M$ :

Vektorová veličina, která charakterizuje otáčivý účinek síly  $F$  na tuhé těleso.

$M$  je vektorový součin  $F$  a  $r$ :

$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

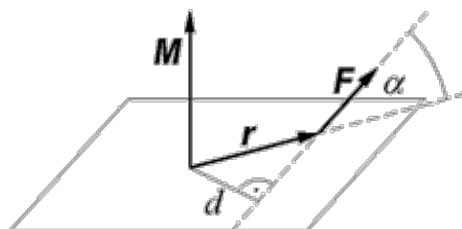
Velikost momentu síly:

$$M = |\mathbf{r}| |\mathbf{F}| \sin \alpha = Fd$$

( $\alpha$  je úhel sevřený vektory  $\mathbf{r}$  a  $\mathbf{F}$ ,  $d$  je rameno síly)

2.01. RAMENO SÍLY -  $d$ :

Vzdálenost vektorové přímky síly  $F$  od osy otáčení

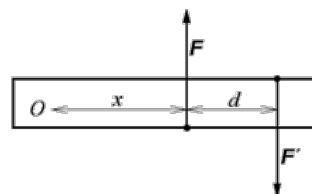


2.02. Směr vektoru  $M$  určuje pravidlo pravé ruky: Položíme-li pravou ruku na povrch tělesa tak, aby prsty ukazovaly směr síly způsobující otáčení, vztyčený palec ukazuje směr momentu síly.

2.03. MOMENTOVÁ VĚTA: Otáčivý účinek sil působících na tuhé těleso otáčivé kolem nehybné osy se ruší, jestliže vektorový součet momentů všech sil vzhledem k ose je nulový vektor:

$$\mathbf{M}_1 + \mathbf{M}_2 + \dots + \mathbf{M}_n = \mathbf{0}$$

2.04. DVOJICE SIL: Soustava dvou stejně velkých sil opačného směru ( $F$  a  $-F$ ), jejichž vektorové přímky jsou ve vzájemné vzdálenosti  $d$  (rameno dvojice sil). Moment  $D$  dvojice sil:



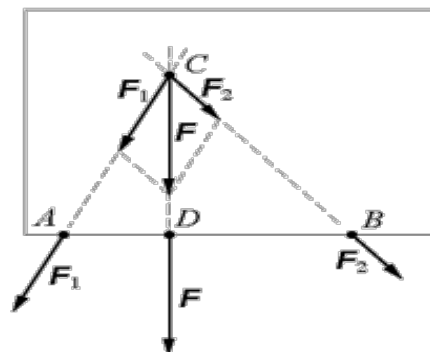
$$\mathbf{D} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

$$D = Fd$$

9.) SKLÁDÁNÍ SIL:

Postup vektorového sčítání sil, kterým zjišťujeme velikost a směr výslednice sil.

- Jestliže síly nemají společné působíště, je třeba síly přesunout po vektorové přímce do průsečíku jejich vektorových přímk. Takto lze určit velikost a směr výslednice, nikoliv její působíště.



9.) ROZKLAD SIL:

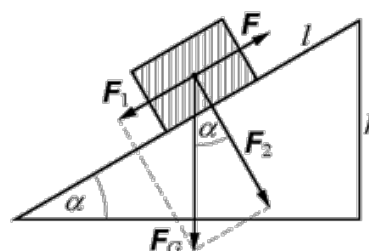
Opačný postup ke skládání sil, kterým určujeme složky síly.

- NAKLONĚNÁ ROVINA: Rovina svírající s vodorovným směrem úhel sklonu  $\alpha$ . Tíhová síla  $F_G$  tělesa ležícího na nakloněné rovině se rozkládá na pohybovou složku  $F_1$  a na tlakovou (normálovou) složku  $F_2$ :

$$F_1 = F_G \sin \alpha$$

$$F_2 = F_G \cos \alpha$$

- Má-li být těleso v rovnovážné poloze, musí na ně působit síla  $F$  o velikosti  $F = F_1$ .
- Podmínka rovnováhy:  $F : F_G = h : l$



9.) TĚŽIŠTĚ TUHÉHO TĚLESA:

5.01.) Působíště tíhové síly.

Bod, kterým prochází výslednice všech tíhových sil, které působí na hmotné body tělesa při kterékoli jeho poloze v prostoru.

TĚŽNICE: Každá přímka, která prochází těžištěm tuhého tělesa.

5.02. ) ROVNOVÁŽNÁ POLOHA TUHÉHO TĚLESA:

Poloha, v níž jsou vektorové součty sil a všech momentů sil, které na těleso působí, nulové vektory a těleso je v klidu.

Jestliže síly leží v jedné rovině, platí podmínka rovnováhy:

$$\sum_{i=1}^n \mathbf{F}_{xi} = \mathbf{0} \quad \sum_{i=1}^n \mathbf{F}_{yi} = \mathbf{0} \quad \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i = \mathbf{0}$$

**Rovnovážná poloha:**

- a) stálá (stabilní) - nejmenší  $E_p$ , po malém vychýlení se těleso vrací do počáteční rovnovážné polohy.
- b) vrátká (labilní) - po vychýlení těleso přechází do jiné rovnovážné polohy s menší potenciální energií.
- c) volná (indiferentní) - po malém vychýlení těleso zaujímá novou rovnovážnou polohu, v níž má stejnou potenciální energii tíhovou.

Míra stability tělesa je dána prací, kterou je nutné vykonat na změnu polohy ze stabilní do labilní.

9.) TŘENÍ:

Jev vznikající při vzájemném pohybu těles, která jsou k sobě přitlačována stykovými plochami. Vlivem tření na tělesa působí třecí síla.

6.01) TŘECÍ SÍLA -  $F_t$ :

Síla, která je důsledkem tření a působí na těleso v rovině stykových ploch. Směr třecí síly je opačný než směr rychlosti pohybujícího se tělesa a její velikost je:

$$F_t = fF_n$$

( $f$  - součinitel smykového tření,  $F_n$  - velikost normálové síly, síly kolmé ke stykové ploše, kterou jsou tělesa k sobě přitlačována)

9.) VALIVÝ ODPOR:

Mechanický odpor, který vzniká při pohybu válcového tělesa o poloměru  $r$  po rovinné podložce. Valivý odpor charakterizuje odporová síla o velikosti:

$$F_t = \xi \frac{F_n}{r}$$

(součinitel  $\xi$  se nazývá rameno valivého odporu,  $F_n$  je velikost kolmé tlakové síly, kterou válec působí na podložku)

8.) ENERGIE ROTUJÍCÍHO TĚLESA:

Součet kinetických energií hmotných bodů tělesa, které koná pohyb rovnoměrný po kružnici.

Kinetická energie  $E_{ki}$   $i$ -tého bodu tělesa:

$$E_{ki} = \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2$$

Celková energie tělesa při otáčivém pohybu:

$$E_k = \sum_{i=1}^n E_{ki} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \omega^2 \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 = \frac{1}{2} J \omega^2$$

- Jestliže těleso koná současně posuvný pohyb rychlostí  $v$  i otáčivý pohyb, pro jeho celkovou kinetickou energii platí:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J \omega^2$$

9.) MOMENT SETRVAČNOSTI TUHÉHO TĚLESA

Skalární veličina, která charakterizuje rozložení hmotnosti v tělese vzhledem k dané ose:

osy  $J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$   $m_i$  - hmotnosti bodů tělesa ve vzdálenostech  $r_i$  od otáčení  
[J] = kg.m<sup>2</sup>