3) Mechanika tuhého tělesa

Tuhé těleso

* Ideální těleso, jehož tvar ani objem se nemění účinkem vnějších sil
* *Při studiu silových účinků na tuhé těleso se tedy nezajímáme o deformace, ale pouze o pohybové účinky působících sil na tuhé těleso.*
* Je tvořeno soustavou vzájemně pevně vázaných hmotných bodů
* Pohyb tuhého tělesa = pohyb složený z pohybu:
	+ **Posuvného**
		- Všechny body tělesa opisují stejné trajektorie
		- Všechny body mají v daném okamžiku stejnou rychlost
		- Např.: bedna posunovaná po podlaze
	+ **Otáčivý pohyb**
	+ Body tělesa mají v daném okamžiku stejnou úhlovou rychlost w
	+ Body tělesa opisují kružnice
	+ Velikosti rychlostí bodů závisí na vzdálenosti od osy otáčení
	+ Například brusný kotouč, CD v mechanice počítače, vodovodní kohoutek

Moment síly

* **Vyjadřuje otáčivý účinek síly na dané těleso vzhledem k určité ose otáčení.**
* Vektorová veličina
* Vektorový součin velikosti síly *F* a kolmé vzdálenosti *d* vektorové přímky síly od osy otáčení ($M=Fd$)
* Vzdálenost *d* se nazývá rameno síly
* Čím delší rameno síly, tím větší otáčivý účinek
* Jednotka N · m
* Směr – pravidlo pravé ruky:
* Výsledný moment sil *M*je vektorový součet momentů jednotlivých sil

$$\vec{M}=\vec{M}\_{1}+\vec{M}\_{2}+...+\vec{M}\_{n}$$

Momentová věta

* **Otáčivé účinky sil** působících na tuhé těleso **se** navzájem **ruší**, je-li vektorový součet momentů všech sil vzhledem k ose otáčení nulový

$$\vec{M}=\vec{M}\_{1}+\vec{M}\_{2}+...+\vec{M}\_{n}=\vec{0}$$

Skládání sil

* Nahradit jednou výslednicí sil
* Výslednice *F* je určena velikostí, směrem a polohou působiště
* Aby měla výslednice stejné otáčivé účinky, musí se její moment síly rovnat součtu momentů skládaných sil ($M=M\_{1}+M\_{2}+...+M\_{n}$)

Dvě rovnoběžné síly stejného směru

* Výslednice F je rovna součtu velikostí obou sil:

$$F=F\_{1}+F\_{2}$$

$$M\_{1}+M\_{2}=0$$

$$x=\frac{F\_{2}l}{F\_{1}+F\_{2}}$$

Dvě rovnoběžné síly opačného směru

* Výslednice F je rovna rozdílu velikostí obou sil:

$$F=\left|F\_{1}-F\_{2}\right|$$

$$M\_{1}+M\_{2}=0$$

$$x=\frac{F\_{2}l}{F\_{1}-F\_{2}}$$

Dvojice sil

* Dvě **stejně velké rovnoběžné** síly navzájem **opačného směru**
* Nelze nahradit výslednicí
* Otáčivý účinek dvojice sil vyjadřuje moment dvojice sil D$$D=Fd$$
* Vzdálenost d vektorových přímek dvojice sil se nazývá rameno dvojice sil
* Například otáčení volantu dvěma rukama, prsty při otáčení šroubovákem

Rozkládání sil

* Nahradit více silami, které mají stejný účinek
* Platí stejná pravidla jako při skládání

Těžiště tuhého tělesa

* Působiště tíhové síly působící na těleso v homogenním tíhovém poli
* Působiště výsledné tíhové síly skládáním tíhových sil působících na jednotlivé mikroskopicky malé části tělesa
* Lze určit experimentálně zavěšováním, jako průsečík těžnic
* **Těžnice** = přímka procházející těžištěm a bodem závěsu (směřuje svisle dolů)
* Může být i mimo těleso: dutá tělesa, koš na odpadky, prstence, podkovy, ohnutý drát, …

Rovnovážná poloha tuhého tělesa

* Těleso je v klidu a platí:
	+ Vektorový součet všech sil, které na těleso působí je rovný nule

$$\vec{F}=\vec{F}\_{1}+\vec{F}\_{2}+...+\vec{F}\_{n}=\vec{O}$$

* + Vektorový součet všech momentů těchto sil je rovný nule

$$\vec{M}=\vec{M}\_{1}+\vec{M}\_{2}+...+\vec{M}\_{n}=\vec{O}$$

* Druhy – stálá, vratká, volná

**Stálá (stabilní)**

* Těleso se po vychýlení vrací zpět do rovnovážné polohy
* Při vychýlení se zvyšuje poloha těžiště – zvyšuje se tíhová potenciální energie
* Ve stále poloze je výška těžiště tak i potenciální energie nejmenší

**Vratká (labilní)**

* Těleso se po vychýlení samo do rovnovážné polohy nevrátí
* V rovnovážné poloze je těleso a těžiště nejvýše nad zemí a tíhová potenciální energie je největší
* Po vychýlení potenciální energie klesá

**Volná (indiferentní)**

* Těleso po vychýlení z rovnovážné polohy zůstává v nové poloze
* Výchylka se nezvětšuje ani nezmenšuje
* Výška těžiště se nemění, potenciální energie se nemění

Moment setrvačnosti (J)

* Skalární veličina
* Vyjadřuje **rozložení látky tělesa** vzhledem **k ose otáčení**
* Jednotka: kg · m2
* Vzhledem k ose otáčení je definován:

$$J=m\_{1}r\_{1}^{2}+m\_{2}r\_{2}^{2}+...+m\_{n}r\_{n}^{2}$$

m1, m2, …mn hmotnosti jednotlivých bodů, ze kterých se těleso skládá

r1, r2, …rn vzdálenost od osy

* V tabulkách:

Kinetická energie tuhého tělesa

* Kinetická energie tělesa otáčejícího se kolem nehybné osy úhlovou rychlostí *ω*

$$E\_{k}=\frac{1}{2}Jω^{2}$$

* Koná-li těleso současně posuvný pohyb a otáčivý pohyb kolem osy procházející těžištěm tělesa, je kinetická energie:

$$E\_{k}=\frac{1}{2}mv^{2}+\frac{1}{2}J\_{0}ω^{2}$$

Jednoduché stroje

* Zařízení, které přenáší sílu a mechanický pohyb z jednoho tělesa na jiné
* Rozdělení strojů:
	+ Založené na rozkladu a rovnováze sil (nakloněná rovina, klín, šroub)
	Založené na rovnováze momentů sil (páka, kladka, kolo s hřídelem)
* Jednoduché stroje zmenšují sílu nutnou ke konání práce, práci ale neušetří
* Kolikrát je **menší** působící **síla**, tolikrát je **delší dráha**, po níž síla působí