

Statika 1

1. přednáška

Úvod & Soustavy sil

Miroslav Vokáč

miroslav.vokac@cvut.cz

ČVUT v Praze, Fakulta architektury

20. února 2017

Konzultační hodiny

Ing. Miroslav Vokáč, Ph.D.

Kloknerův ústav, ČVUT v Praze
Šolínova 7
166 08 Praha 6 - Dejvice



Konzultační hodiny: *Pondělí 14 - 15 hod. v místnosti T9:508*

Tel.: 224 353 509

E-mail: miroslav.vokac@cvut.cz

URL: <http://15122.fa.cvut.cz>

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Organizace výuky

Podmínky k udělení klasifikovaného zápočtu:

1. Docházka na cvičení min. 80 %.
2. Každý student navštěvuje cvičení, kde je zapsán v KOSu. Přesun není možný.
3. Odevzdané a správně vypracované domácí úkoly.
4. Termín pro odevzdání domácího cvičení je 14 dní od jeho zadání, viz také harmonogram na <http://15122.fa.cvut.cz>. Pozdní odevzdání znamená práci navíc – trestný úkol.
5. Úspěšně napsaná zápočtová písemka (žádný příklad není hodnocen F).
6. V klasifikovaném zápočtu se hodnotí jednak výsledek zápočtové písemky a jednak práce během semestru (např. domácí úkoly).
7. Uzavření klasifikace v letním semestru 2016/2017 je 16.6.2017.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v roviněObecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Organizace výuky

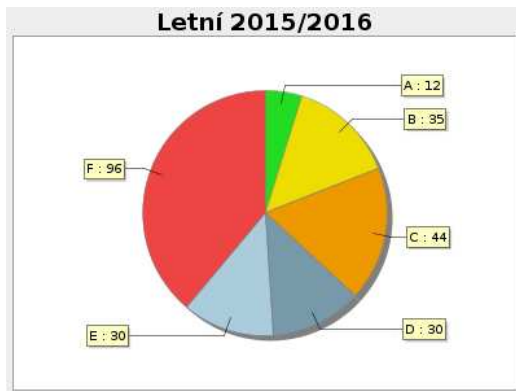
Zápočtová písemka:

1. Momenty setrvačnosti.
2. Vnitřní síly na staticky určité soustavě.

Pomůcky k zápočtové písemce:

1. Kalkulačka, čisté listy papíru, psací potřeby.
2. Výpis důležitých vzorců libovolného zpracování (psaný text, tiskárna PC, Xerox,...). Omezen je formát papíru na 1 list A4.

Statistika výsledků klasifikace STATIKA I:



Doporučená literatura

- ▶ Radmila Vondrová. *Statika I. Příklady*. Praha : ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-02949-7.
- ▶ Czesaná Božena, Hejnová Olga. *Teoretická mechanika - příklady*. Praha : ČVUT, 1994. ISBN 80-01-00284-5.
- ▶ Dvořák Jiří. *Stavební mechanika*. Praha : SOBOTÁLES, 1994. ISBN 80-901570-7-6.
- ▶ Tadeusz Kolendowicz. *Stavební mechanika pro architekty*. Přeložil doc. Ing. Jiří Muk, CSc. Praha : SNTL, 1984. 290s.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Statika jako vědní obor

- ▶ Původ názvu *statika* je v řeckém slově *statikós*, které znamená zastavující.
- ▶ Po stavebních konstrukcích vyžadujeme, aby se nepřemisťovaly v prostoru (neposouvaly, nepřeklápěly).
- ▶ Podle 1. *Newtonova zákona* (zákonu setrvačnosti) setrvává těleso v klidu nebo rovnoměrném pohybu, jestliže na těleso působí rovnovážná soustava sil.
- ▶ *Statika* jako klasická vědní teorie (založená na axiomech, definicích a větách) řeší *rovnováhu sil* působících na tělesa a vzájemnou interakci těchto těles, která jsou v klidu.
- ▶ Stavební mechanika jako moderní vědní disciplína zahrnuje i vyšetřování stavu napětí v konstrukci, výpočet deformací a další oblasti pružnosti a pevnosti.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

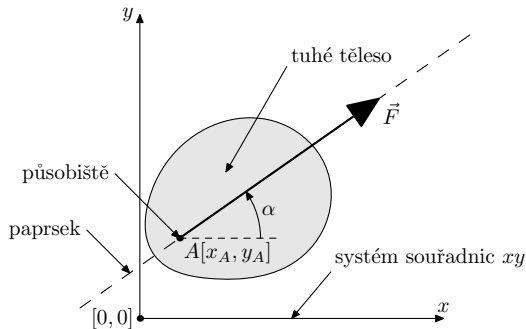
Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Síla je vektor



Každá síla působící na tuhé těleso musí být jednoznačně zadána:

- ▶ Velikostí síly
- ▶ Směrem síly
- ▶ Působíštěm síly – bod, kde se přenáší účinek síly na těleso

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

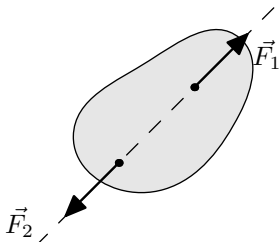
Kontrolní otázky

Soustavy sil

Axiomy statiky

1. Axiom o rovnováze sil

Dvě síly \vec{F}_1 a \vec{F}_2 opačného směru ($\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$) působící na tuhém tělese na stejném paprsku jsou v rovnováze.

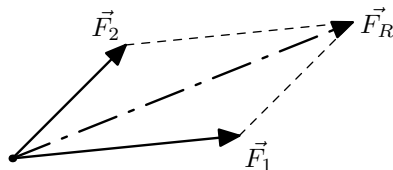
[Výuka](#)[Úvod do statiky](#)[Soustavy sil](#)[Rovinný svazek sil](#)[Prostorový svazek sil](#)[Obecná soustava sil
v rovině](#)[Obecná soustava sil
v prostoru](#)[Kontrolní otázky](#)

Soustavy sil

Axiomy statiky

2. Axiom o rovnoběžníku sil

Účinek dvou sil \vec{F}_1 a \vec{F}_2 , které mají působiště ve stejném bodě, se rovná účinku výslednice \vec{F}_R , jejíž vektor je tvořen úhlopříčkou rovnoběžníku sil.



Z axiomu o rovnoběžníku sil plyne:

- ▶ Nezáleží na pořadí při sčítání vektorů sil.
- ▶ Každou sílu \vec{F} lze rozložit do dvou sil, jejichž paprsky se protínají na paprsku síly \vec{F} .

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

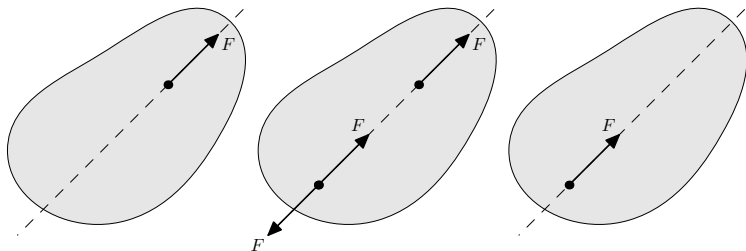
Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Důsledky 1. axiomu statiky a 1. Newtonova zákona

Z axiomu o rovnováze sil a zákona setrvačnosti plyne:



- ▶ Přidám-li, nebo uberu-li, rovnovážnou soustavu působících sil na **tuhé** těleso, pohybový stav tělesa se nezmění.
- ▶ Mohu nejprve jednu rovnovážnou soustavu sil přidat, a potom jinou rovnovážnou soustavu odebrat.
- ▶ Posunu-li působíště síly po jejím paprsku, účinek síly na **tuhé** těleso se nezmění.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

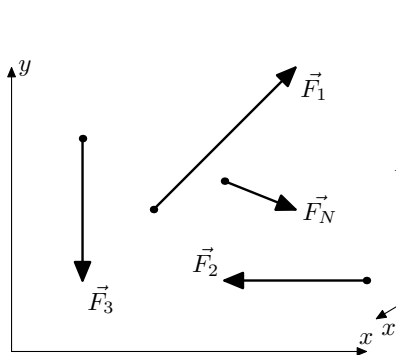
Kontrolní otázky

Soustavy sil

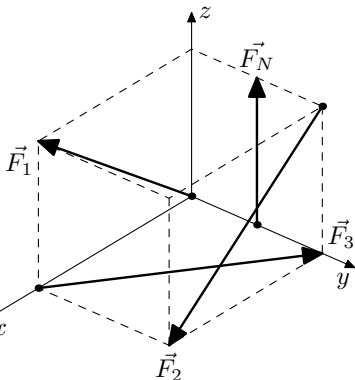
Rozdělení soustav sil

Podle prostoru:

- ▶ **Rovinné soustavy** - v souřadném systému xy
- ▶ **Prostorové soustavy** - v souřadném systému xyz



Rovinná soustava sil



Prostorová soustava sil

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

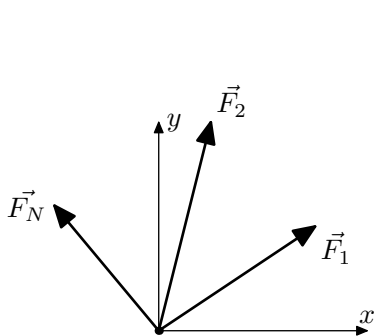
Kontrolní otázky

Soustavy sil

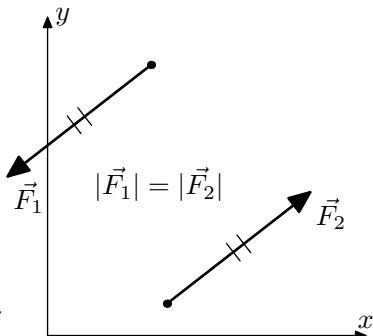
Rozdělení soustav sil

Speciální soustavy, které mají vlastní název:

- ▶ **Svazek sil** (rovinný nebo prostorový) - paprsky všech sil se protínají v jednom bodě.
- ▶ **Dvojice sil** v rovině - dvě síly stejné velikosti opačného směru, které leží na rovnoběžných paprscích.



Rovinný svazek sil



Dvojice sil

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

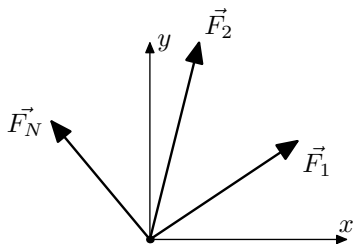
Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Rovinný svazek sil



- ▶ Rovinný svazek sil je taková rovinná soustava, kde se všechny síly protínají v jediném bodě.
- ▶ Do průsečíku paprsků umístíme počátek souřadného systému.
- ▶ Hledaná výslednice nebo rovnovážná síla také prochází počátkem souřadného systému.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

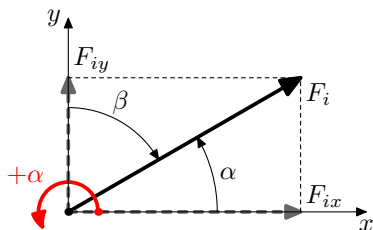
Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Pro každou sílu F_i v rovinném svazku sil platí:



$$\vec{F}_i = (F_{ix}; F_{iy})$$

$$|\vec{F}_i| = F_i = \sqrt{F_{ix}^2 + F_{iy}^2}$$

$$F_{ix} = F_i \cos \alpha$$

$$F_{iy} = F_i \sin \alpha = F_i \cos \beta$$

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta = 1$$

$$\vec{e}_i = (\cos \alpha; \cos \beta)$$

$$\vec{F}_i = F_i \vec{e}_i$$

V rovině je vhodné vyjadřovat směr síly pomocí úhlu α , který má kladný směr od osy x proti směru hodinových ručiček.

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Rovinný svazek sil a základní úlohy statiky

1. **Výslednice** \vec{F}_R – je definována **podmínkou ekvivalence**:

$$\vec{F}_R = \sum_i \vec{F}_i$$

$$F_{Rx} = \sum_i F_{ix}$$

$$F_{Ry} = \sum_i F_{iy}$$

2. **Rovnovážná síla** \vec{A} – je definována **podmínkou rovnováhy**:

$$\vec{A} + \sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$$

$$A_x + \sum_i F_{ix} = 0$$

$$A_y + \sum_i F_{iy} = 0$$

3. **Rozklad síly** $\vec{A} + \vec{B} = \vec{F}$

$$A_x + B_x = A \cos \alpha_A + B \cos \alpha_B = F_x$$

$$A_y + B_y = A \sin \alpha_A + B \sin \alpha_B = F_y$$

Úloha musí být zadána tak, aby v soustavě rovnic byly 2 nezávislé neznámé.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

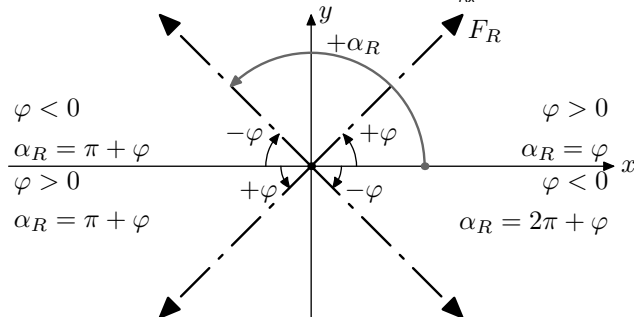
Rovinný svazek sil

Stanovení velikosti a směru výslednice ze složek F_{Rx} a F_{Ry}

U svazku sil se všechny síly protínají v jednom bodě, kterým prochází i výslednice F_R .

Její velikost je $F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$

Směr se určí např. pomocí $\varphi = \arctg \frac{F_{Ry}}{F_{Rx}}$



Obor hodnot funkce $\arctg(x)$ je jen v intervalu $\langle -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2} \rangle$, proto se kvadrant určí ze znamének složek F_{Rx} a F_{Ry} .

U rovnovážné síly se postupuje analogicky.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

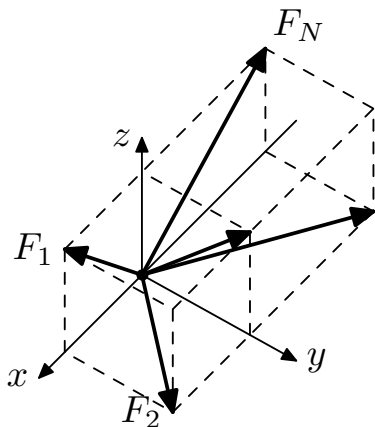
Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Prostorový svazek sil

Prostorový svazek sil



- ▶ **Prostorový svazek sil** je taková soustava v prostoru, kde se všechny síly protínají v jediném bodě.
- ▶ Do průsečíku paprsků umístíme počátek souřadného systému.
- ▶ Hledaná výslednice nebo rovnovážná síla také prochází počátkem souřadného systému.
- ▶ **Matematické vztahy používané ve 2D se „jen rozšíří“ o třetí rozměr na 3D.**

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

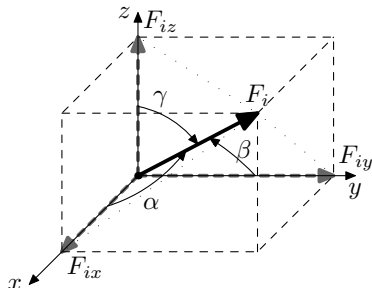
Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Prostorový svazek sil

Pro každou sílu F_i v prostorovém svazku sil platí:



$$\vec{F}_i = (F_{ix}; F_{iy}; F_{iz})$$

$$|\vec{F}_i| = F_i = \sqrt{F_{ix}^2 + F_{iy}^2 + F_{iz}^2}$$

$$F_{ix} = F_i \cos \alpha$$

$$F_{iy} = F_i \cos \beta$$

$$F_{iz} = F_i \cos \gamma$$

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$$

$$\vec{e}_i = (\cos \alpha; \cos \beta; \cos \gamma)$$

$$\vec{F}_i = F_i \vec{e}_i$$

Ve 3D se směr síly určuje směrovými kosíny, tj. směrovým vektorem.

Jen 2 úhly jsou nezávislé, třetí se určí z podmínky

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1.$$

Pokud používáme kosíny, potom nezávisí na směru, kterým je úhel měřen.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Prostorový svazek sil

Prostorový svazek sil a základní úlohy statiky

1. Výslednice $\vec{F}_R = \sum_i \vec{F}_i$

$$F_{Rx} = \sum_i F_{ix}$$

$$F_{Ry} = \sum_i F_{iy}$$

$$F_{Rz} = \sum_i F_{iz}$$

Velikost $F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2 + F_{Rz}^2}$

Složky směrového vektoru výslednice F_R :

$$\cos \alpha = \frac{F_{Rx}}{F_R}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{Ry}}{F_R}$$

$$\cos \gamma = \frac{F_{Rz}}{F_R}$$

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Prostorový svazek sil

Prostorový svazek sil a základní úlohy statiky

$$2. \text{ Rovnovážná síla } \vec{A} + \sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$$

$$A_x + \sum_i F_{ix} = 0$$

$$A_y + \sum_i F_{iy} = 0$$

$$A_z + \sum_i F_{iz} = 0$$

Velikost rovnovážné síly a její směr se určí analogicky jako u výslednice.

[Výuka](#)[Úvod do statiky](#)[Soustavy sil](#)[Rovinný svazek sil](#)[Prostorový svazek sil](#)[Obecná soustava sil
v rovině](#)[Obecná soustava sil
v prostoru](#)[Kontrolní otázky](#)

Prostorový svazek sil a základní úlohy statiky

3. Rozklad síly $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = \vec{F}$

$$A_x + B_x + C_x = A \cos \alpha_A + B \cos \alpha_B + C \cos \alpha_C = F_x$$

$$A_y + B_y + C_y = A \cos \beta_A + B \cos \beta_B + C \cos \beta_C = F_y$$

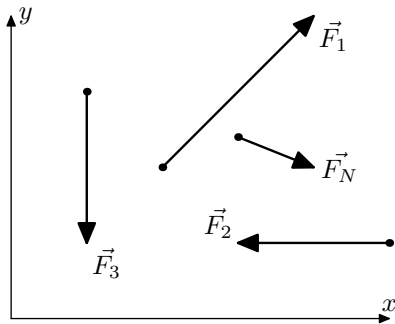
$$A_z + B_z + C_z = A \cos \gamma_A + B \cos \gamma_B + C \cos \gamma_C = F_z$$

Úloha musí být zadána tak, aby v soustavě rovnic byly 3 nezávislé neznámé. Úhly α , β a γ jsou na sobě závislé ($\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$).

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil v rovině



- ▶ Velikost a směr výslednice (nebo rovnovážné síly) lze určit jako u svazku sil.
- ▶ Není ale předem známo, kterým bodem výslednice prochází, jako u svazku sil.
- ▶ Působíště se určí z momentové podmínky.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

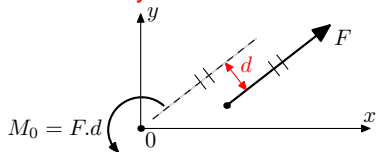
Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

Moment síly k bodu



Ve 2D lze moment k bodu definovat jako součin velikosti síly a vzdálenosti paprsku od bodu: $M_0 = Fd$

Základní jednotka: N m

Odvozené jednotky: kN m, MN m, N mm, ...

Znaménko závisí na působišti a orientaci síly!

Snadnější je počítat moment jako součet momentů od složek F_x a F_y .

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

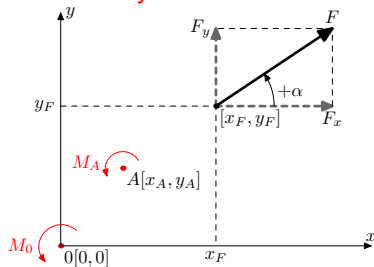
Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

Moment síly k bodu



1. Moment síly k počátku systému souřadnic $0[0; 0]$

$$M_0 = F_y x_F - F_x y_F = F(x_F \sin \alpha - y_F \cos \alpha)$$

2. Moment síly k bodu $A[x_A; y_A]$

$$M_A = F_y(x_F - x_A) - F_x(y_F - y_A)$$

$$M_A = F[(x_F - x_A) \sin \alpha - (y_F - y_A) \cos \alpha]$$

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil a základní úlohy statiky

1. Výslednice $\vec{F}_R = \sum_i \vec{F}_i$

$$F_{Rx} = \sum_i F_{ix}$$

$$F_{Ry} = \sum_i F_{iy}$$

$$M_{0,R} = \sum_i M_{0,Fi}$$

- ▶ Ze složek F_{Rx} a F_{Ry} se určí velikost F_R a směr α_R výslednice – jako u rovinného svazku sil.
- ▶ Momentovou podmínkou je dána rovnice paprsku výslednice: $F_{Ry}x_R - F_{Rx}y_R = M_{0,R}$
- ▶ Působišť F_R získám tak, že jednu souřadnici (např. x_R) v rovnici přímky zvolím a druhou dopočtu.
- ▶ Pokud $F_{Rx} = F_{Ry} = 0$, ale $M_{0,R} \neq 0$, potom je výslednicí (nebo rovnovážnou silou) dvojice sil.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil a základní úlohy statiky

$$2. \text{ Rovnovážná síla } \vec{A} + \sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$$

$$A_x + \sum_i F_{ix} = 0$$

$$A_y + \sum_i F_{iy} = 0$$

$$M_{0,A} + \sum_i M_{0,F_i} = 0$$

- ▶ Ze složek A_x a A_y se určí velikost A a směr α_A jako u rovinného svazku sil.
- ▶ Momentovou podmínkou je dána rovnice paprsku:
 $A_y x_A - A_x y_A = -M_{0,A}$

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

[Výuka](#)[Úvod do statiky](#)[Soustavy sil](#)[Rovinný svazek sil](#)[Prostorový svazek sil](#)[Obecná soustava sil
v rovině](#)[Obecná soustava sil
v prostoru](#)[Kontrolní otázky](#)

Obecná soustava sil a základní úlohy statiky

3. Rozklad síly $\vec{A} + \vec{B} = \vec{F}$

$$A_x + B_x = F_x$$

$$A_y + B_y = F_y$$

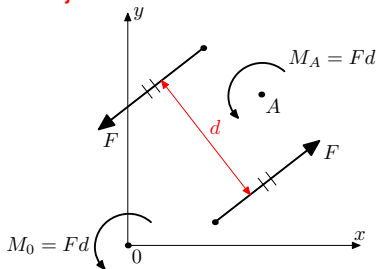
$$M_{0,A} + M_{0,B} = M_{0,F}$$

Úloha musí být zadána tak, aby v soustavě rovnic byly 3 nezávislé neznámé. Např. u síly \vec{A} je znám paprsek a u síly \vec{B} jen bod, kterým prochází.

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

Dvojice sil



Moment $M = Fd$ je stejný k libovolnému bodu roviny. Znaménko momentu je podle orientace sil.

$$F_{Rx} = \sum_i F_{ix} = 0$$

$$F_{Ry} = \sum_i F_{iy} = 0$$

$$M_{0,R} = \sum_i M_{0,Fi} \neq 0$$

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v rovině

V praxi se pro součtové podmínky rovnováhy používají značky:

$$\uparrow: \quad \rightarrow:$$

Pro momentovou podmínku např. k bodu b se používá značka:

$$\overset{\frown}{b} :$$

Příklad:

$$\uparrow: F_{1y} + F_{2y} + \dots + A_y + B_y = 0$$

$$\rightarrow: F_{1x} + F_{2x} + \dots + A_x + B_x = 0$$

$$\overset{\frown}{b} : M_{b,F1} + M_{b,F2} + \dots + M_{b,A} + M_{b,B} = 0$$

Součtovou podmínku rovnováhy \uparrow : nebo \rightarrow : mohu nahradit momentovou podmínkou, která nebyla v soustavě rovnic použita. V tomto případě k libovolnému bodu roviny mimo bod b .

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

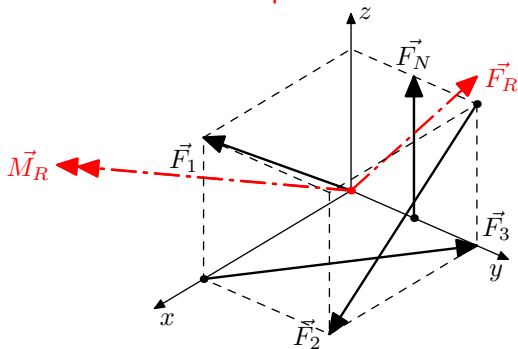
Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v prostoru

Obecná soustava sil v prostoru



- ▶ V prostoru jsou 3 podmínky součtové ve směru os x , y , z a 3 podmínky momentové kolem os x , y , z .
- ▶ Výslednice (nebo rovnovážná síla) nemusí být tvořena jednou silou, proto se vyjadřuje jako **bivektor**, tj. dvojice vektorů s působišťem v počátku $[0; 0; 0]$:

$$\vec{F}_R = (F_{Rx}; F_{Ry}; F_{Rz}) \text{ a } \vec{M}_R = (M_{x,R}; M_{y,R}; M_{z,R})$$

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

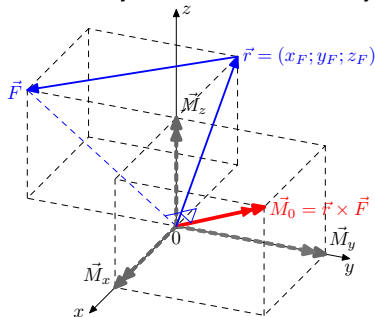
Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v prostoru

Moment síly k osám souřadného systému x, y, z

Moment je obecně definován jako vektorový součin $\vec{M}_0 = \vec{r} \times \vec{F}$.



Složky vektoru \vec{M}_0 :

$$M_{x,F} = F_z \cdot y_F - F_y \cdot z_F$$

$$M_{y,F} = F_x \cdot z_F - F_z \cdot x_F$$

$$M_{z,F} = F_y \cdot x_F - F_x \cdot y_F \text{ (viz 2D)}$$

Pravidlo pravé ruky: Palec pravé ruky ve směru momentového vektoru, prsty ukazují kladný směr otáčení momentu.

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil v rovině

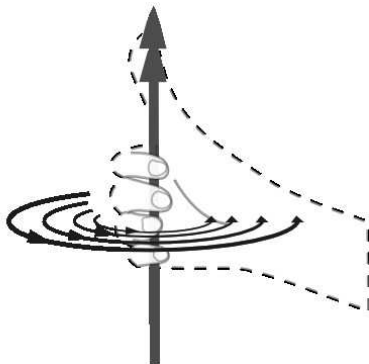
Obecná soustava sil v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v prostoru

Pravidlo pravé ruky



Jestliže palec pravé ruky je ve směru momentového vektoru, potom prsty ukazují kladný směr otáčení momentu.

Soustavy sil

Obecná soustava sil v prostoru

Obecná soustava sil v prostoru a základní úlohy statiky

1. Výslednice $\vec{F}_R = \sum_i \vec{F}_i$

$$F_{Rx} = \sum_i F_{ix}$$

$$F_{Ry} = \sum_i F_{iy}$$

$$F_{Rz} = \sum_i F_{iz}$$

$$M_{x,R} = \sum_i M_{x,Fi}$$

$$M_{y,R} = \sum_i M_{y,Fi}$$

$$M_{z,R} = \sum_i M_{z,Fi}$$

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Soustavy sil

Obecná soustava sil v prostoru

Obecná soustava sil v prostoru a základní úlohy statiky

$$2. \text{ Rovnovážná síla } \vec{A} + \sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$$

$$A_x + \sum_i F_{ix} = 0$$

$$\vdots$$

$$M_{x,A} + \sum_i M_{x,Fi} = 0$$

$$\vdots$$
[Výuka](#)[Úvod do statiky](#)[Soustavy sil](#)[Rovinný svazek sil](#)[Prostorový svazek sil](#)[Obecná soustava sil
v rovině](#)[Obecná soustava sil
v prostoru](#)[Kontrolní otázky](#)

- ▶ Co je to svazek sil?
- ▶ Jakou soustavu nazýváme dvojice sil?
- ▶ Jak definujeme výslednici soustavy sil?
- ▶ Jak definujeme rovnovážnou sílu soustavy sil?
- ▶ Jak definujeme podmínku rovnováhy?

Výuka

Úvod do statiky

Soustavy sil

Rovinný svazek sil

Prostorový svazek sil

Obecná soustava sil
v rovině

Obecná soustava sil
v prostoru

Kontrolní otázky

Děkuji za pozornost.

Vysázeno systémem \LaTeX .

Obrázky vytvořeny v systému .