

## Síly se společným působištěm

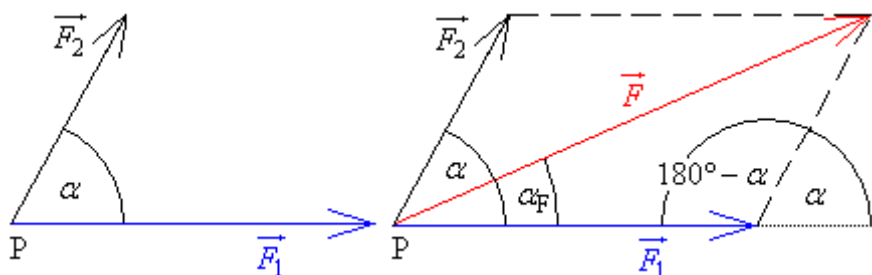
Najít výslednici dvou [různoběžných sil](#) ležících v rovině, které mají společné působiště, lze několika způsoby:

1. grafickým součtem [sil](#) a výpočtem pomocí kosinové věty
2. [rozkladem sil](#) do dvou navzájem kolmých směrů, následným grafickým součtem vektorů a výpočtem pomocí [Pythagorovy věty](#) a goniometrických funkcí v pravouhlém trojúhelníku

Naznačené postupy vysvětlíme na hledání výslednice  $\vec{F}_1$  a  $\vec{F}_2$ , které mají společné působiště v bodě  $P$  (viz obr. 90).

První způsob řešení je založen na skládání dvou různoběžných vektorů doplněním na rovnoběžník vektorů (což je běžná [operace s vektory](#)). Koncovými body zadaných sil vedeme postupně rovnoběžky s oběma silami. V místě průsečíku těchto rovnoběžek leží koncový bod hledané výslednice  $\vec{F}$  (viz obr. 91). Velikost této síly určíme pomocí kosinové věty a využitím vlastnosti funkce kosinus:  $\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos\alpha$ . Lze tedy psát:

$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos(180^\circ - \alpha)} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos\alpha}$ . Úhel  $\alpha_F$ , který svírá výslednice  $\vec{F}$  s jednou ze sil (podle obr. 91 tento úhel svírá se silou  $\vec{F}_1$ ), určíme pomocí sinové věty. V našem případě lze tedy psát:  $\frac{\sin\alpha_F}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{F_2}{F}$ . Vzhledem k tomu, že  $\sin(180^\circ - \alpha) = \sin\alpha$ , lze psát  $\sin\alpha_F = \frac{F_2}{F} \sin\alpha$ .



Obr. 90

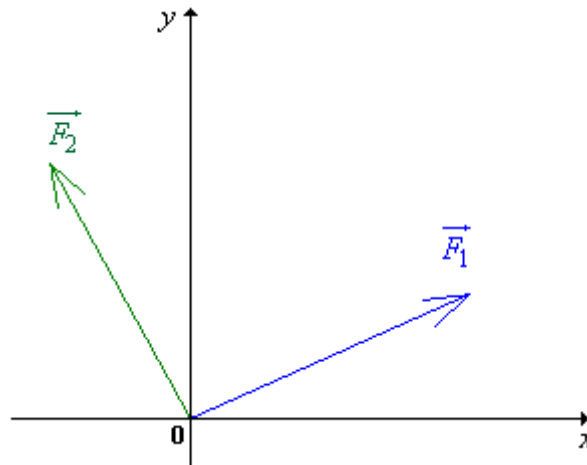
Obr. 91

Naprostu analogicky lze postupovat i pomocí rozkladu zadaných sil na dvě navzájem [kolmé složky](#), které mají směr os kartézského systému [souřadnic](#)  $Oxy$ .

Rozklad na kolmé složky je výhodný pro další počítání - lze pak totiž použít goniometrické funkce sinus, kosinus nebo tangens.

Tuto metodu ukážeme při hledání výslednice  $\vec{F}$  sil  $\vec{F}_1$  a  $\vec{F}_2$  zobrazených na obr. 92 v kartézském systému souřadnic  $Oxy$ .

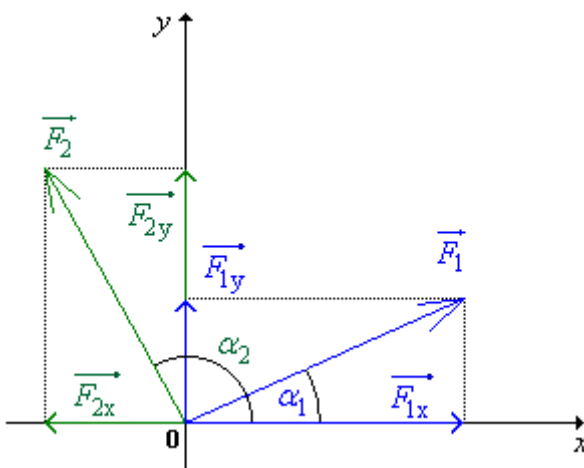
Kdyby síly nebyly zobrazeny v kartézském systému souřadnic, je velmi jednoduché tento systém souřadnic k zakresleným silám dokreslit. Orientace systému souřadnic může být přitom naprosto libovolná - proto je vhodné si natočení kartézského systému souřadnic zvolit tak, aby procházel jednou ze zakreslených sil. Zde ale ponecháme zadání z obr. 92.



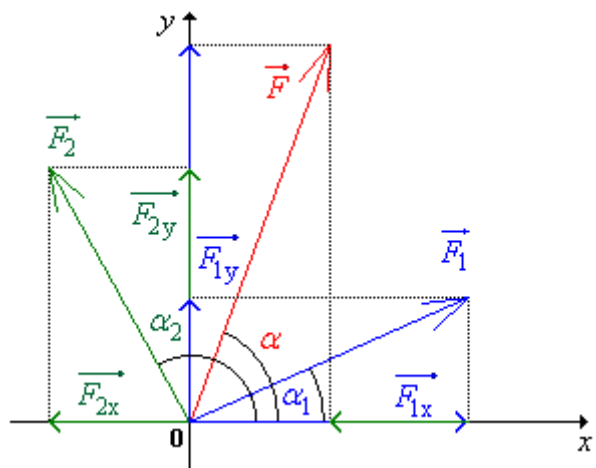
Obr. 92

Nejprve provedeme rozklad sil  $\vec{F}_1$  a  $\vec{F}_2$  na dvě navzájem kolmé složky. Ty jsou charakterizovány svou velikostí a úhlem, který svírá vektor dané síly s kladnou částí osy  $x$ . Pro jednotlivé složky sil platí (viz obr. 93):  $F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1$ ,  $F_{1y} = F_1 \sin \alpha_1$ ,  $F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2$  a  $F_{2y} = F_2 \sin \alpha_2$ . Nyní lze jednoduše určit  $x$ -ovou a  $y$ -ovou složku výsledné síly  $\vec{F}$  tak, že odpovídající si složky složíme (tj. sečteme, mají-li stejný směr, resp. odečteme, mají-li směr opačný). Jak při skládání těchto složek postupujeme je schématicky zobrazeno na obr. 94). Z koncových bodů obou složek výsledné síly  $\vec{F}$  vedeme rovnoběžky s osami kartézského systému. Průsečík těchto pomocných rovnoběžek je koncovým bodem hledané výslednice  $\vec{F}$ .

Naprosto stejný výsledek bychom dostali, kdybychom síly složili tak, jako v předchozím výkladu.



Obr. 93



Obr. 94

Pro velikost složek výsledné síly  $\vec{F}$  platí:  $F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2$  a  $F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2$ . Pro velikost hledané síly  $\vec{F}$  pak platí:  $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ .

Směr síly  $\vec{F}$  je dán úhlem  $\alpha$ , který svírá vektor této síly s kladnou částí osy  $x$ . Nejdříve vypočteme úhel  $\alpha'$  pomocí vztahu  $\text{tg } \alpha' = \frac{F_y}{F_x}$ . Pro úhel  $\alpha$  v závislosti na znaménku složek  $F_x$  a  $F_y$  platí:

1. je-li  $F_x > 0 \wedge F_y \geq 0$ , je  $\alpha = \alpha'$  (síla  $\vec{F}$  leží v prvním kvadrantu kartézského systému  $Oxy$ );

2. je-li  $F_x < 0 \wedge F_y \geq 0$ , je  $\alpha = 180^\circ - \alpha'$  (síla  $\vec{F}$  leží ve druhém kvadrantu kartézského systému  $Oxy$ );
3. je-li  $F_x < 0 \wedge F_y < 0$ , je  $\alpha = 180^\circ + \alpha'$  (síla  $\vec{F}$  leží ve třetím kvadrantu kartézského systému  $Oxy$ );
4. je-li  $F_x > 0 \wedge F_y < 0$ , je  $\alpha = 360^\circ - \alpha'$  (síla  $\vec{F}$  leží ve čtvrtém kvadrantu kartézského systému  $Oxy$ ).

Analogicky se postupuje v případě [skládání sil](#) se společným působištěm v prostoru. Zadané síly se zakreslí do kartézské soustavy  $Oxyz$  a rozloží se na tři navzájem kolmé složky mající směr os  $x$ ,  $y$  a  $z$ . Pro velikost výsledné síly pak platí  $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$ , kde  $\vec{F}_x$ ,  $\vec{F}_y$  a  $\vec{F}_z$  jsou složky síly  $\vec{F}$  do směrů jednotlivých os.

Nyní by mělo být jasné, že složky sil (ať sil skládaných nebo výslednice) mohou být jak kladné, tak záporné (případně nulové):

1.  $x$ -ová (resp.  $y$ -ová) složka dané síly je kladná, má-li tato složka směr kladné části osy  $x$  (resp.  $y$ )
  2.  $x$ -ová (resp.  $y$ -ová) složka dané síly je záporná, má-li tato složka směr záporné části osy  $x$  (resp.  $y$ )
  3.  $x$ -ová (resp.  $y$ -ová) složka dané síly je nulová, je-li daná síla kolmá k ose  $x$  (resp.  $y$ )
- Nulové síly (tj. síly, jejichž velikost je nulová) nebudeme při skládání sil uvažovat!

© **Encyklopedie Fyziky** (<http://fyzika.jreichl.com>); **Jaroslav Reichl, Martin Všeticka**

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.