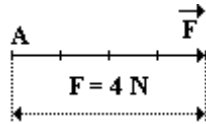


## Operace s vektory

Uvažujme například vektor **síly**  $\vec{F}$ . Na obr. 2 je znázorněna síla  $\vec{F}$  o velikosti 4 N. Tuto skutečnost zapisujeme zápisem:  $|\vec{F}| = F = 4 \text{ N}$ . Velikost každého vektoru je skalár.

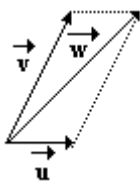
Počáteční bod vektoru (bod A) určuje umístění vektoru, přímka procházející počátečním a koncovým bodem se nazývá **vektorová přímka**.



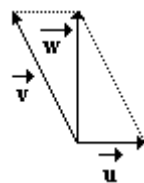
Obr. 2

S vektory lze provádět některé matematické operace:

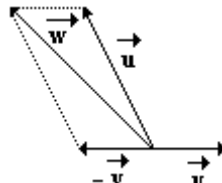
- násobení vektoru**  $\vec{v}$  nenulovým reálným číslem  $k$  (skalárem) - výsledný vektor  $k\vec{v}$  je  $k$ -násobkem původního vektoru  $\vec{v}$ . Výsledný vektor je rovnoběžný s původním vektorem  $\vec{v}$  a má stejný směr jako vektor  $\vec{v}$ , je-li  $k$  kladné. Pokud je  $k$  záporné, je výsledný vektor orientován opačně. Velikost výsledného vektoru je  $|k\vec{v}| = |k| \cdot |\vec{v}| = |k\vec{v}|$ .
- sčítání dvou vektorů** - ve fyzice má jisté omezení: sčítat lze jen **fyzikální veličiny** téhož druhu (např. nelze sčítat sílu a rychlost, ...). Součet dvou různoběžných vektorů  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  - vektor  $\vec{w}$  - sestrojíme jako úhlopříčku vektorového rovnoběžníku, jehož strany tvoří vektory  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$ . Výsledek vektorového sčítání závisí nejen na velikosti jednotlivých vektorů, ale také na jejich směrech, tj. na úhlu, který oba vektory svírají (viz obr. 3). Jsou-li vektory  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  rovnoběžné, stačí např. vektor  $\vec{u}$  přenést na vektorovou přímku vektoru  $\vec{v}$  tak, aby počáteční bod vektoru  $\vec{u}$  byl totožný s koncovým bodem vektoru  $\vec{v}$ .
- rozdíl vektorů** - platí stejné omezení jako u sčítání vektorů: opět lze odčítat pouze fyzikální veličiny stejného druhu. Rozdíl  $\vec{w} = \vec{u} - \vec{v}$  různoběžných vektorů  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  sestrojíme tak, že k vektoru  $\vec{u}$  přičteme vektor opačný k vektoru  $\vec{v}$ , tj. provedeme operaci  $\vec{w} = \vec{u} - \vec{v} = \vec{u} + (-\vec{v}) = \vec{u} + (-1)\vec{v}$  (viz obr. 4). V případě rovnoběžných vektorů se jejich rozdíl provádí analogicky jako jejich součet.
- rozklad vektoru do dvou daných směrů** - operace, která se ve fyzice používá velice často. V tomto případě hledáme dva takové vektory, které leží v daných směrech a jejichž vektorovým součtem dostaneme zadaný vektor. Máme-li např. vektor  $\vec{w}$  rozložit do směrů daných polopřímkami  $p$  a  $q$ , (viz obr. 5), uvědomíme si, že při sčítání dvou vektorů (dva nalezené vektory musí po sečtení dát vektor  $\vec{w}$ ) využíváme vektorového rovnoběžníku. V tomto případě postupujeme „odzadu“: koncovým bodem vektoru  $\vec{w}$  vedeme rovnoběžky s polopřímkami  $p$ ,  $q$ . Průsečíky sestrojených rovnoběžek s polopřímkami  $p$  a  $q$  určují koncové body hledaných vektorů  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$ . Vektor  $\vec{w}$  jsme tedy rozložili na dvě složky  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$ , pro něž platí:  $\vec{w} = \vec{u} + \vec{v}$ .



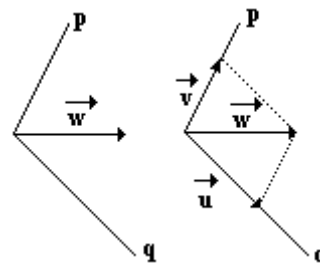
Obr. 3



Obr. 4



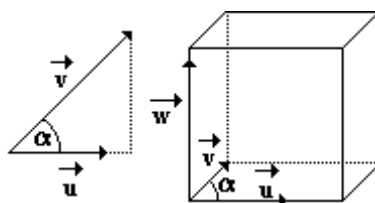
Obr. 5



Ve fyzice se používají ještě další dvě operace s vektory. A to skalární a vektorový součin.

**Skalární součin dvou vektorů**  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  je definován takto:  $\vec{u} \cdot \vec{v} = u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3$ , kde příslušné vektory mají **souřadnice**  $\vec{u} = (u_1, u_2, u_3)$  a  $\vec{v} = (v_1, v_2, v_3)$ . Skalární součin je možné určit také vztahem  $\vec{u} \cdot \vec{v} = |\vec{u}| |\vec{v}| \cos \alpha$ , kde  $\alpha$  je úhel, který tyto vektory svírají. Jedná se vlastně o součin velikosti jednoho z vektorů a kolmého průmětu druhého vektoru do směru prvního vektoru (viz obr. 6). Výsledkem skalárního součinu dvou vektorů je tedy číslo. Budou-li vektory  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  nenulové, pak  $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$  v případě, že vektory jsou na sebe vzájemně kolmé,  $\vec{u} \cdot \vec{v} > 0$  jestliže příslušné vektory svírají ostrý úhel a  $\vec{u} \cdot \vec{v} < 0$  v případě, že svírají úhel tupý. Skalární součin lze aplikovat i na dva vektory v rovině.

**Vektorový součin dvou vektorů**  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  (viz obr. 7)  $\vec{u} \times \vec{v} = \vec{w}$  je opět vektor, který je definován takto:  $\vec{w} \perp \vec{u} \wedge \vec{w} \perp \vec{v}$ , velikost  $|\vec{w}|$  vektoru  $\vec{w}$  je číselně rovna obsahu rovnoběžníku určeného vektory  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$ , tj.  $|\vec{w}| = |\vec{u}| |\vec{v}| \sin \alpha$  ( $\alpha$  je úhel, který svírají vektory  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$ ) a  $\vec{w}$  je orientován vůči rovině vektorů  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  podle **pravidla pravé ruky**. Souřadnice vektoru  $\vec{w}$  jsou:  $\vec{w} = (u_2 v_3 - u_3 v_2, u_3 v_1 - u_1 v_3, u_1 v_2 - u_2 v_1)$ , kde  $\vec{u} = (u_1, u_2, u_3)$  a  $\vec{v} = (v_1, v_2, v_3)$ . Platí-li:  $\vec{v} = k\vec{u}$ ,  $k \in \mathbb{R} - \{0\}$ , pak  $\vec{w} = \vec{u} \times \vec{v} = \vec{u} \times k\vec{u} = 0$ . Další podstatnou vlastností je  $\vec{w} = \vec{u} \times \vec{v} = -\vec{v} \times \vec{u}$ , tj. uvedená operace mezi vektory není komutativní. Vektorový součin je definován pouze pro dva vektory ze 3D prostoru.



Obr. 6

Obr. 7