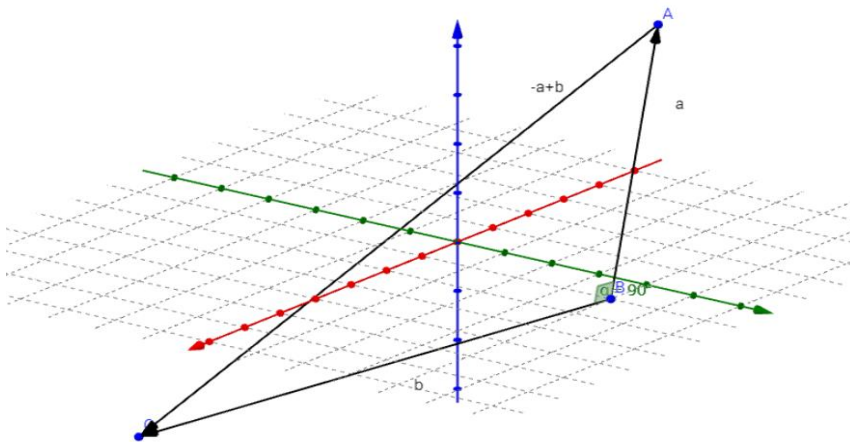


# Orthogonalität von Vektoren

Wann stehen zwei Vektoren  $\vec{a}$  und  $\vec{b}$  senkrecht aufeinander?



Ein Dreieck ist rechtwinklig **genau dann, wenn**  $a^2 + b^2 = c^2$ , also:

Die Vektoren  $\vec{a}$  und  $\vec{b}$  sind rechtwinklig zueinander genau dann, wenn

$$|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 = |-\vec{a} + \vec{b}|^2$$

$$\Leftrightarrow \left| \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \right|^2 + \left| \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \right|^2 = \left| \begin{pmatrix} -a_1 + b_1 \\ -a_2 + b_2 \\ a_3 + b_3 \end{pmatrix} \right|^2$$

$$\Leftrightarrow (\sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2})^2 + (\sqrt{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2})^2 = (\sqrt{(-a_1 + b_1)^2 + (-a_2 + b_2)^2 + (-a_3 + b_3)^2})^2$$

Wurzel und Quadrat heben sich auf

$$\Leftrightarrow a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 = (-a_1 + b_1)^2 + (-a_2 + b_2)^2 + (-a_3 + b_3)^2$$

2. binomische Formel anwenden

$$\Leftrightarrow a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 = (a_1^2 - 2a_1b_1 + b_1^2) + (a_2^2 - 2a_2b_2 + b_2^2) + (a_3^2 - 2a_3b_3 + b_3^2)$$

$a_1^2, a_2^2, a_3^2$  und  $b_1^2, b_2^2, b_3^2$  auf beiden Seiten abziehen

$$\Leftrightarrow 0 = -2a_1b_1 - 2a_2b_2 - 2a_3b_3 \quad \text{durch } (-2) \text{ teilen}$$

$$\Leftrightarrow 0 = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$$

Zwei Vektoren  $\vec{a}$  und  $\vec{b}$  sind orthogonal genau dann, wenn  $a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3 = 0$

Man definiert den Term  $a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$  als das **Skalarprodukt** der Vektoren  $\vec{a}$  und  $\vec{b}$  :

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$$

Damit gilt der Satz: Zwei Vektoren  $\vec{a}$  und  $\vec{b}$  sind orthogonal genau dann, wenn ihr Skalarprodukt Null ist.