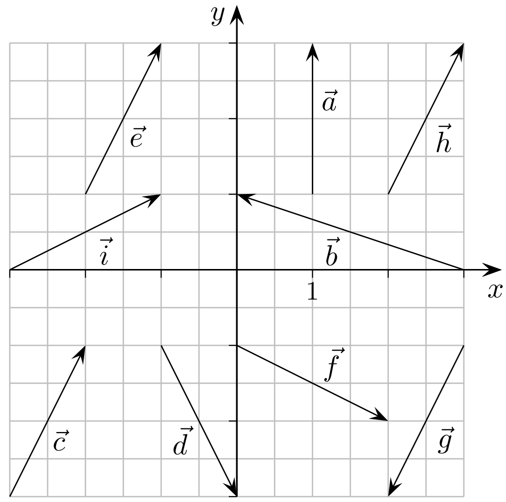
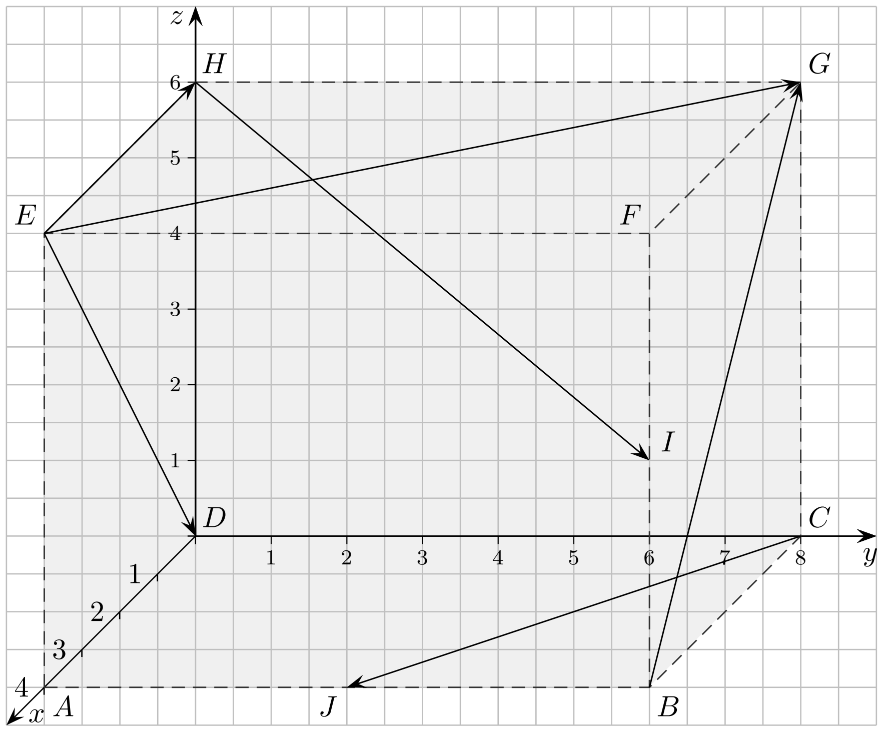
# ↑ Vektoren

1. Wie lauten die Koordinaten der Vektoren?

   *Verschiebe den Pfeil entweder in den Ursprung, um die Koordinaten abzulesen, oder betrachte direkt die Koordinatenveränderung hinsichtlich Anfangs- und Endpunkt.*




2. Bestimme die Vektoren
   a) $\overrightarrow{CJ}$
   b) $\overrightarrow{BG}$
   c) $\overrightarrow{HI}$
   d) $\overrightarrow{ED}$
   e) $\overrightarrow{EH}$
   f) $\overrightarrow{EG}$

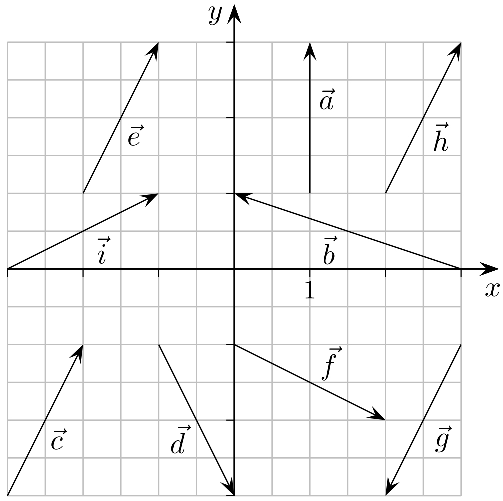
Die Koordinaten der Vektoren können direkt abgelesen werden oder betrachte z. B. für $\overrightarrow{CJ}$
$\overrightarrow{DC} + \overrightarrow{CJ} = \overrightarrow{DJ}$, d. h. $\overrightarrow{CJ} = \overrightarrow{DJ} - \overrightarrow{DC}$, $\overrightarrow{CJ} = \overrightarrow{OJ} - \overrightarrow{OC}$, „Spitze minus Fuß“,
$J(4\,|\,4\,|\,0)$, $C(0\,|\,8\,|\,0)$.

# ↑ Vektoren  Lösungen

1. $\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix}$ $\vec{d} = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \end{pmatrix}$ $\vec{g} = \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \end{pmatrix}$

$\vec{b} = \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \end{pmatrix}$ $\vec{e} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ $\vec{h} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$

$\vec{c} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ $\vec{f} = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\vec{i} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$




2. a) $\overrightarrow{CJ} = \begin{pmatrix} 4 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix}$

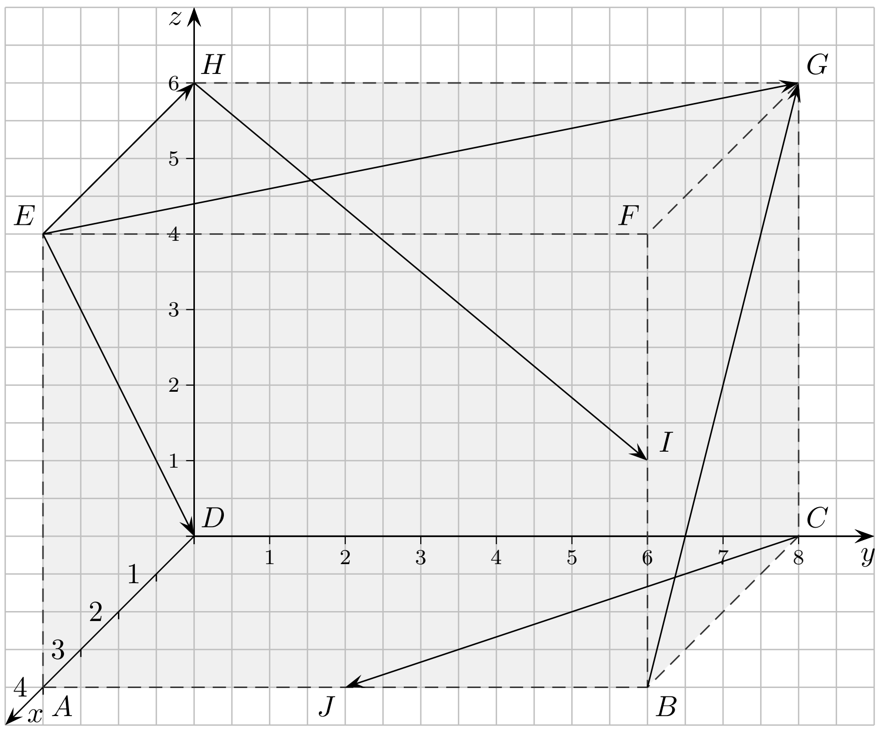
b) $\overrightarrow{BG} = \begin{pmatrix} -4 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix}$

c) $\overrightarrow{HI} = \begin{pmatrix} 4 \\ 8 \\ -3 \end{pmatrix}$

d) $\overrightarrow{ED} = \begin{pmatrix} -4 \\ 0 \\ -6 \end{pmatrix}$

e) $\overrightarrow{EH} = \begin{pmatrix} -4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

f) $\overrightarrow{EG} = \begin{pmatrix} -4 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix}$



# ↑ Vektoren

3. Bestimme die Vektoren

   a) $\overrightarrow{GJ}$

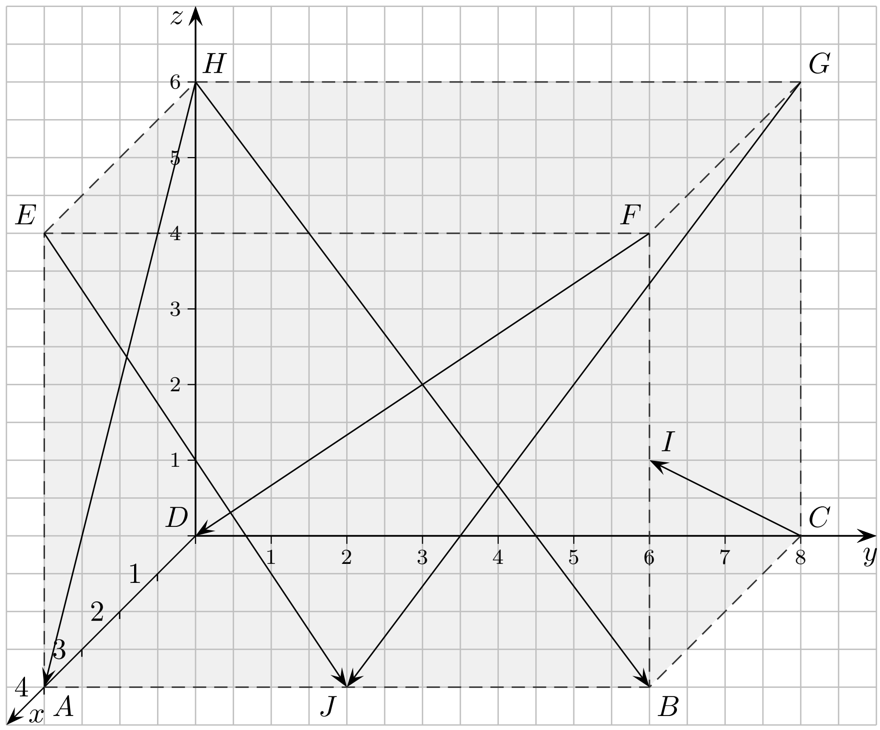
   b) $\overrightarrow{HB}$

   c) $\overrightarrow{CI}$

   d) $\overrightarrow{HA}$

   e) $\overrightarrow{EJ}$

   f) $\overrightarrow{FD}$



3. a) $\overrightarrow{GJ} = \begin{pmatrix} 4 \\ -4 \\ -6 \end{pmatrix}$

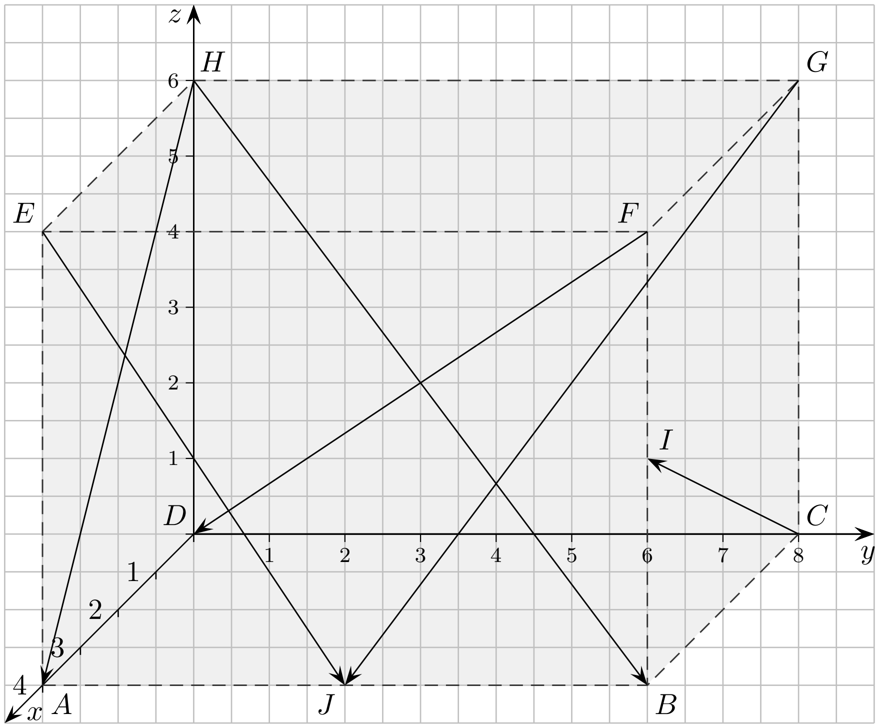
b) $\overrightarrow{HB} = \begin{pmatrix} 4 \\ 8 \\ -6 \end{pmatrix}$

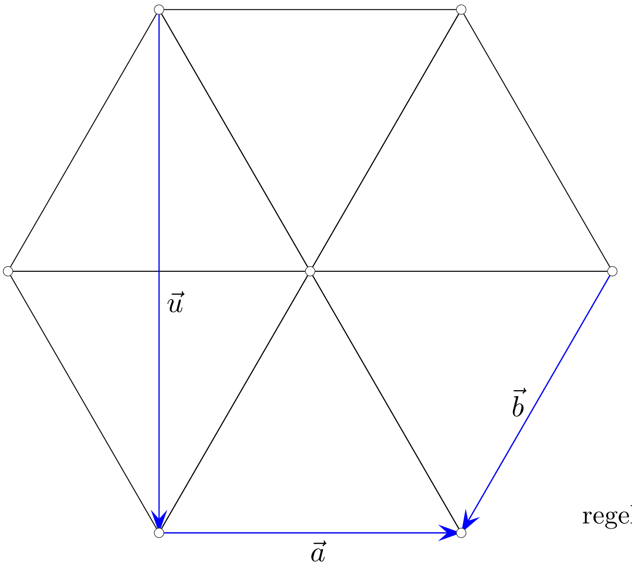
c) $\overrightarrow{CI} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}$

d) $\overrightarrow{HA} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ -6 \end{pmatrix}$

e) $\overrightarrow{EJ} = \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ -6 \end{pmatrix}$

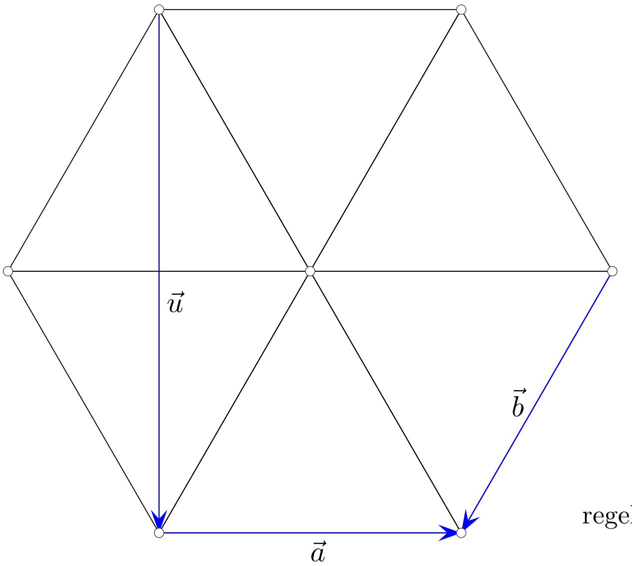
f) $\overrightarrow{FD} = \begin{pmatrix} -4 \\ -8 \\ -6 \end{pmatrix}$





regelmäßiges Sechseck

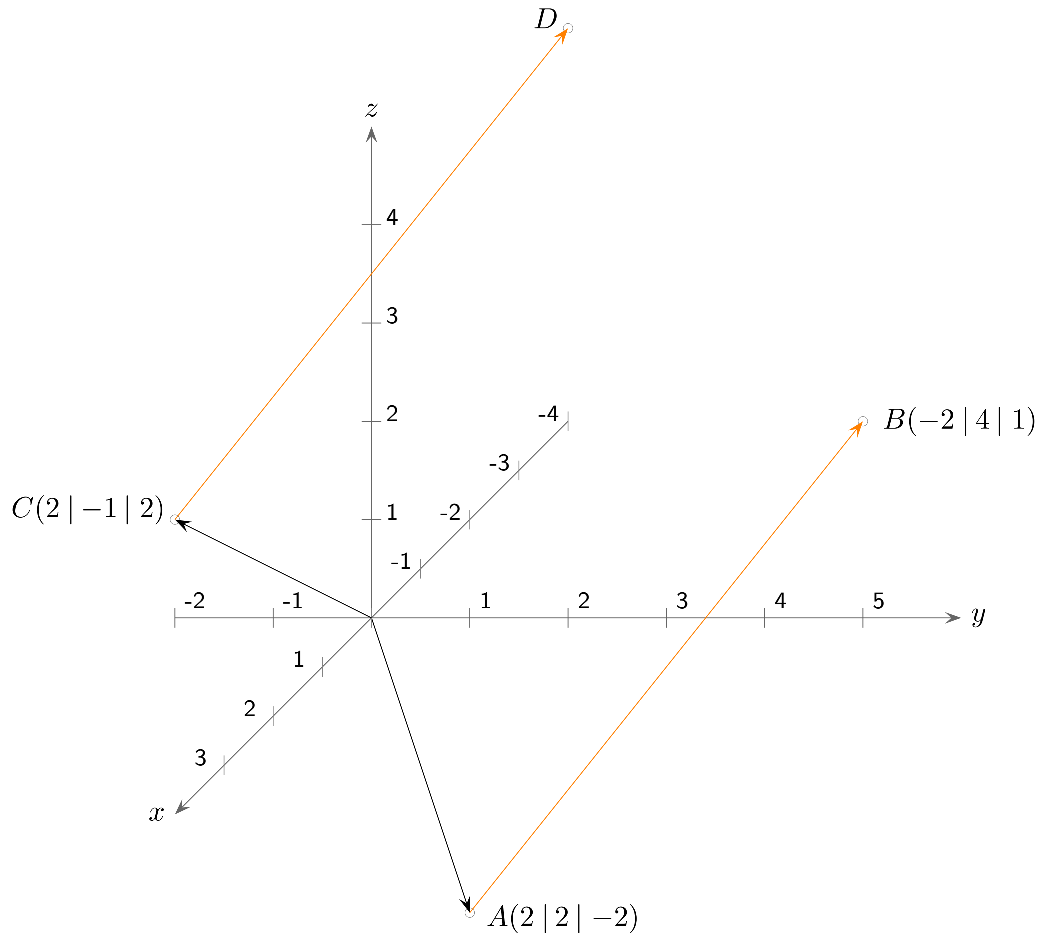
Wie kann man den Vektor $\vec{u}$ mit Hilfe der Vektoren $\vec{a}$ und $\vec{b}$ berechnen?




regelmäßiges Sechseck

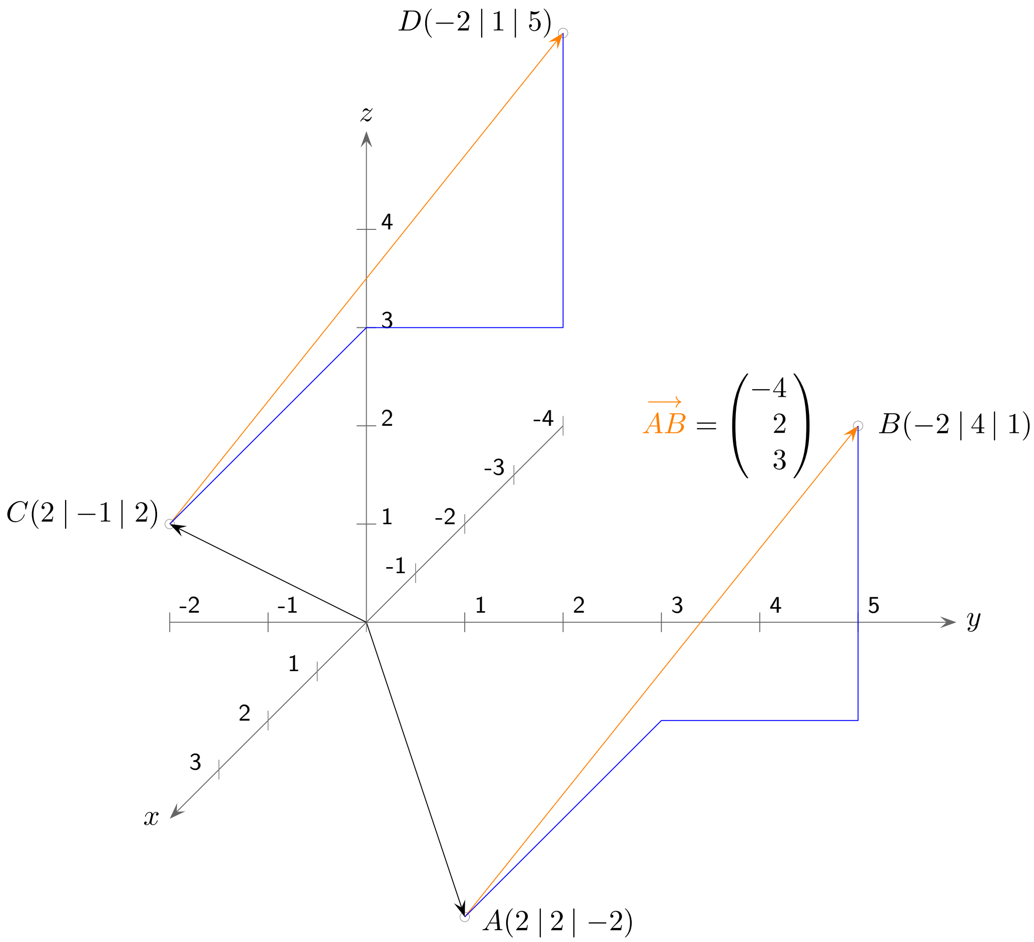
Wie kann man den Vektor $\vec{u}$ mit Hilfe der Vektoren $\vec{a}$ und $\vec{b}$ berechnen? $\vec{u} = \vec{a} + 2\vec{b}$

# ↑ Ortsvektor/Richtungsvektor




Die orangen Pfeile haben gleiche Richtung und gleiche Länge.
Wie lauten die Koordinaten von $D$?

# ↑ Ortsvektor/Richtungsvektor




Zu jedem geordneten Punktepaar $(A, B)$ (grafisch ein Pfeil),
kann der Differenzvektor (Richtungsvektor) gebildet werden:

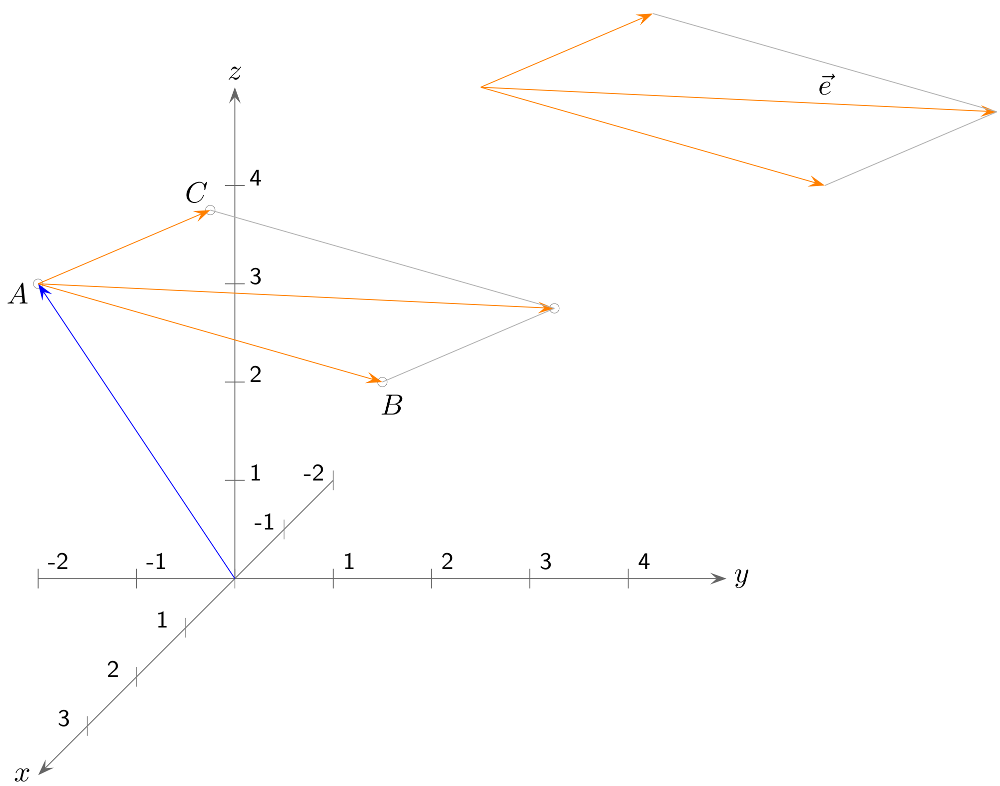
$A(a_1\,|\,a_2\,|\,a_3),\;\; B(b_1\,|\,b_2\,|\,b_3)$

$$\overrightarrow{AB} = \begin{pmatrix} b_1 - a_1 \\ b_2 - a_2 \\ b_2 - a_2 \end{pmatrix}$$

Der Vektor enthält die Koordinatenänderungen, um von $A$ nach $B$ zu gelangen, und die Länge der Strecke $\overline{AB}$.

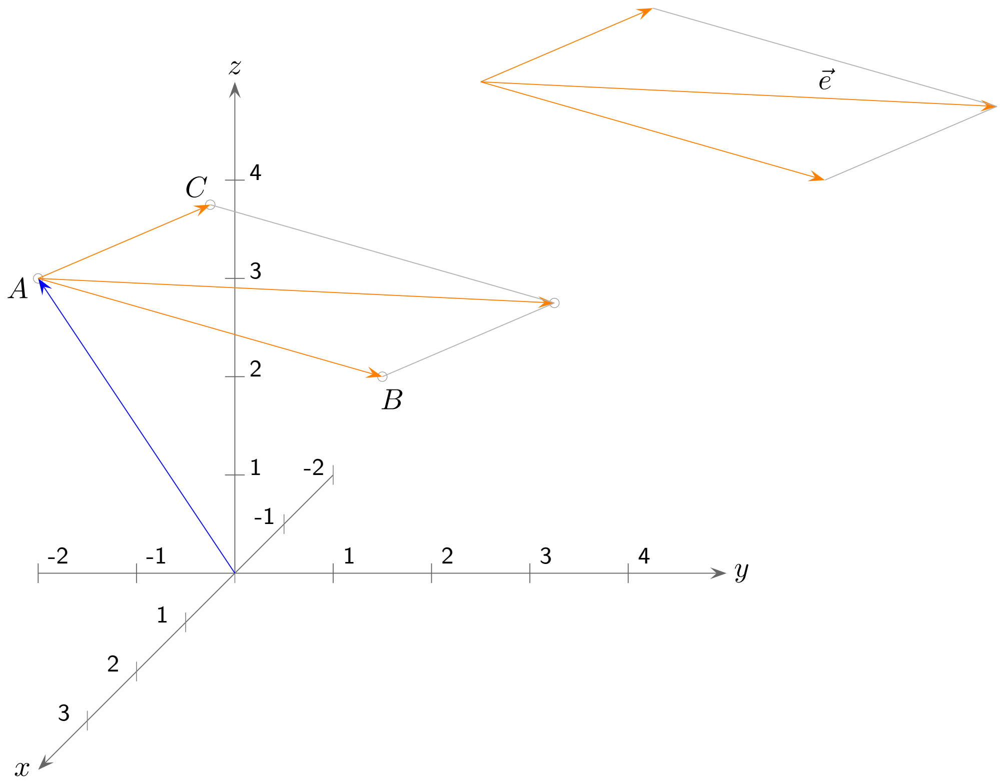
Der Richtungsvektor $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}$ wird hier an den Ortsvektor $\overrightarrow{OC}$ angehängt. Das ergibt den Ortsvektor von Punkt $D$.

# ↑ Ortsvektor/Richtungsvektor




Gegeben sind die Punkte $A(2 \mid -1 \mid 4)$, $B(1 \mid 2 \mid 2{,}5)$ und $C(-0,5 \mid -0,5 \mid 3{,}5)$.
Ermittle den Vektor $\vec{e}$.

# $\uparrow$ Ortsvektor/Richtungsvektor




Gegeben sind die Punkte $A(2\,|\,-1\,|\,4)$, $B(1\,|\,2\,|\,2{,}5)$ und $C(-0,5\,|\,-0,5\,|\,3{,}5)$.
Ermittle den Vektor $\vec{e}$.

$$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \\ -1{,}5 \end{pmatrix}$$

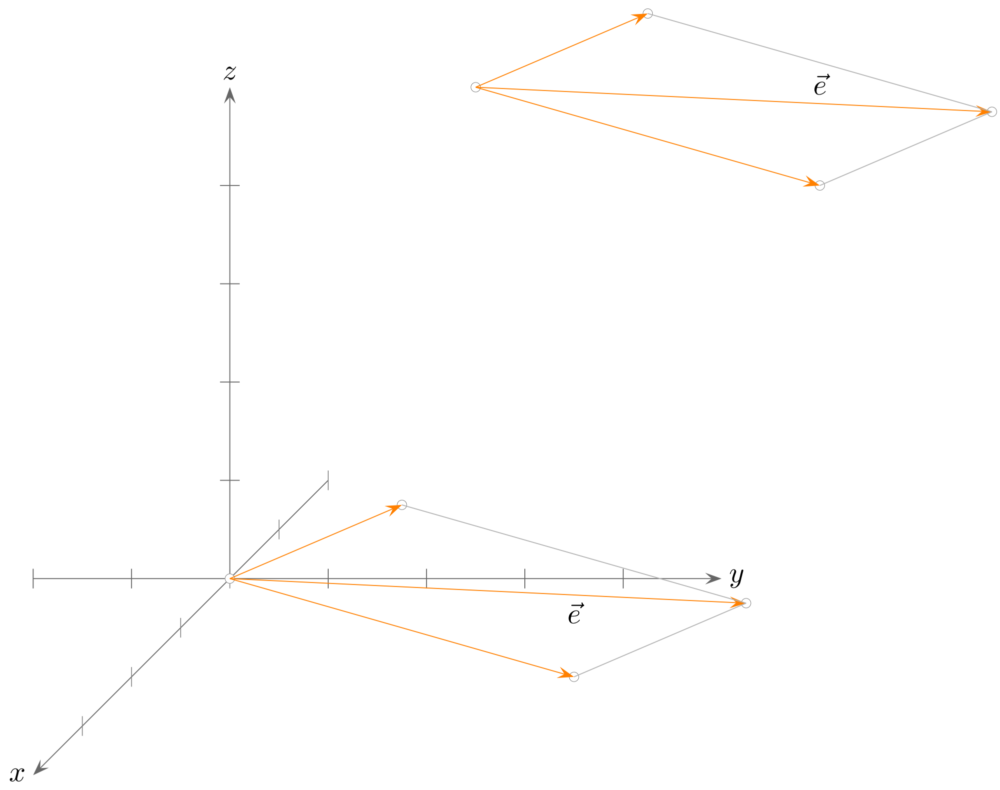
$$\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OA} = \begin{pmatrix} -2{,}5 \\ 0{,}5 \\ -0{,}5 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AC} = \begin{pmatrix} -3{,}5 \\ 3{,}5 \\ -2 \end{pmatrix}$$

Der Pfeil eines Vektors, von dem nur die Richtung interessiert, kann beliebig platziert werden.

Punktregel
Sollen die Koordinaten eines Punktes vektoriell ermittelt werden, muss die Vektorsumme mindestens einen Ortsvektor als Summanden enthalten.

# ↑ Ortsvektor/Richtungsvektor

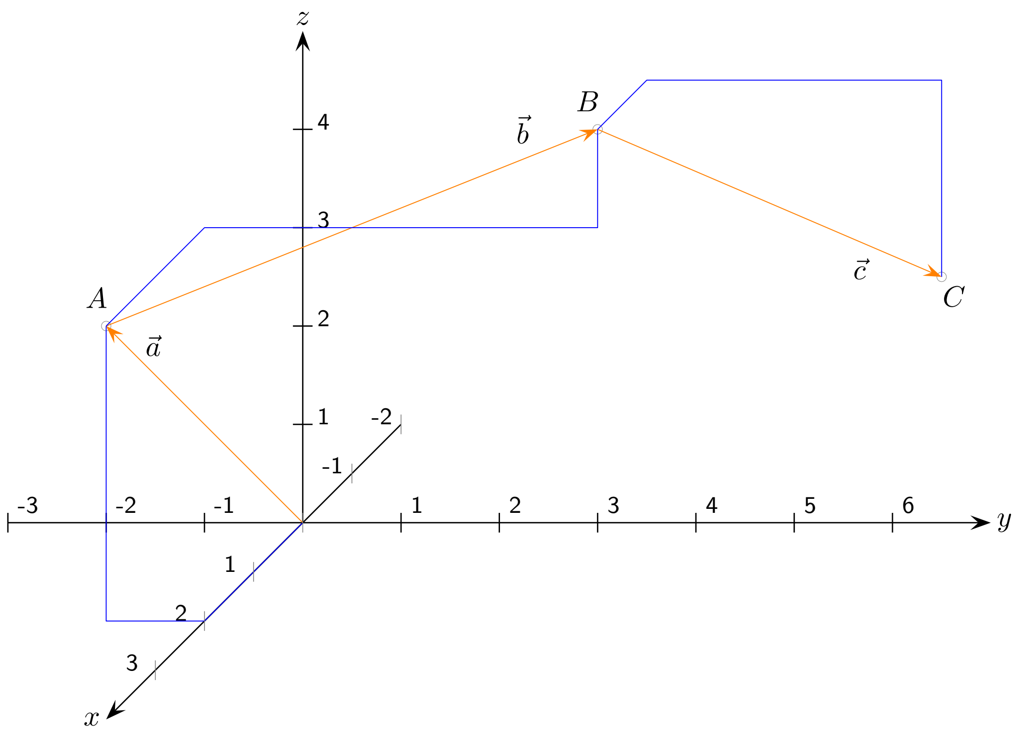



Zur Wiederholung:

Die Pfeile von Richtungsvektoren (Differenz-, Verbindungsvektoren) können, wenn es der besseren Anschauung dient, in den Ursprung verschoben werden. Rechnungen ändern sich dadurch nicht.

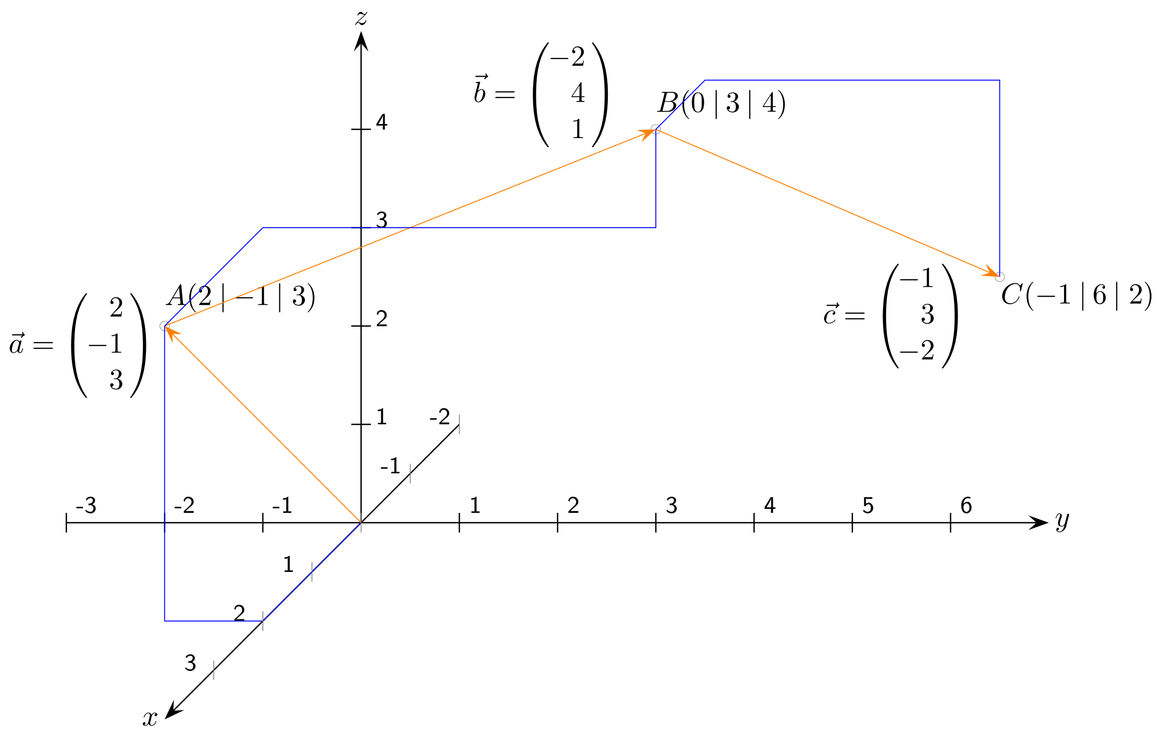
# $\uparrow$ Vektoren und Punkte

Ermittle die Komponenten der Vektoren $\vec{a}$, $\vec{b}$ und $\vec{c}$
sowie die Koordinaten der Punkte $A$, $B$ und $C$.
Alle Angaben sind ganzzahlig.



# ↑ Vektoren und Punkte

Ermittle die Komponenten der Vektoren $\vec{a}$, $\vec{b}$ und $\vec{c}$
sowie die Koordinaten der Punkte $A$, $B$ und $C$.
Alle Angaben sind ganzzahlig.



# ↑ Grundlegende Fragestellungen

1. Wie wird die Länge eines Vektors ermittelt?

2. Gegeben sind die Punkte $A$, $B$, $C$ und $D$.
   Wie kann überprüft werden, ob das Viereck $ABCD$ ein Parallelogramm ist?

3. Gegeben sind die Punkte $A$, $B$, $C$ und $D$.
   Wie kann überprüft werden, ob das Viereck $ABCD$ ein Quadrat ist?

4. Gegeben sind die Punkte $A$, $B$ und $C$.
   Wie kann überprüft werden, ob das Dreieck $ABC$ gleichschenklig (gleichseitig) ist?

5. Gegeben sind die Punkte $A$, $B$ und $C$.
   Ergänze den Punkt $D$ so, dass das Viereck $ABCD$ ein Parallelogramm ist.

6. Gegeben sind die Punkte $A$ und $B$.
   Ermittle die Länge der Strecke $\overline{AB}$.

7. Gegeben sind die Punkte $A$ und $B$.
   Ermittle den Mittelpunkt der Strecke $\overline{AB}$.

8. Wie kann überprüft werden, ob die Punkte $A$, $B$ und $C$ auf einer Geraden liegen?

9. Gegeben ist im Raum die Gerade $g\colon\ \vec{x} = \vec{a} + r\vec{u}$.
   $g$ verläuft parallel zur $y$-Koordinatenachse.
   Was bedeutet das für die Vektoren in der Gleichung von $g$?

10. Gegeben ist im Raum die Gerade $g\colon\ \vec{x} = \vec{a} + r\vec{u}$.
    $g$ verläuft in der $yz$-Koordinatenebene.
    Was bedeutet das für die Vektoren in der Gleichung von $g$?

11. Gegeben sind im Raum die Geraden $g\colon\ \vec{x} = \vec{a} + r\vec{u}$ und $h\colon\ \vec{x} = \vec{b} + r\vec{v}$.
    Wie kann überprüft werden, ob $g$ parallel zu $h$ verläuft?

12. Gegeben sind im Raum die Geraden $g\colon\ \vec{x} = \vec{a} + r\vec{u}$ und $h\colon\ \vec{x} = \vec{b} + r\vec{v}$.
    Wie kann überprüft werden, ob $g$ mit $h$ übereinstimmt?

13. Gegeben sind im Raum die Geraden $g\colon\ \vec{x} = \vec{a} + r\vec{u}$ und $h\colon\ \vec{x} = \vec{b} + r\vec{v}$.
    Wie kann nachgewiesen werden, dass sich die Geraden $g$ und $h$ nicht schneiden?

14. Gegeben ist im Raum die Gerade $g\colon\ \vec{x} = \vec{a} + r\vec{u}$.
    Wie wird der Spurpunkt mit der $x_1x_3$-Koordinatenebene ermittelt?

1. $\vec{a} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}$ (2-dimensional entsprechend) $\quad |\,\vec{a}\,| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$ siehe hier

2. z. B. $\overrightarrow{AC} \stackrel{?}{=} \overrightarrow{AD}$

3. Liegt ein Parallelogramm vor und sind die Diagonalen gleich lang?

4. Die Seitenlängen $|\overrightarrow{AB}|$, $|\overrightarrow{BC}|$ und $|\overrightarrow{AC}|$ ausrechnen ...

5. z. B. $\overrightarrow{OD} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{BC}$

6. $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}$ und dann $|\overrightarrow{AB}|$ ermitteln

7. $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OA} + \frac{1}{2}\overrightarrow{AB}$ oder $\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\big(\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OB}\big)$ siehe hier

8. z. B. Liegt $C$ auf der Geraden durch $A$ und $B$? $\quad \overrightarrow{OC} \stackrel{?}{=} \overrightarrow{OA} + r\,\overrightarrow{AB}$

9. $\vec{u}$ ist kollinear zu $\vec{e} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, d. h. $\vec{u}$ ist Vielfaches von $\vec{e}$, $\vec{u} = r\vec{e}$

10. Die $x$-Koordinaten von $\vec{a}$ und $\vec{u}$ sind null.

11. $\vec{u}$ ist kollinear zu $\vec{v}$, d. h. $\vec{u}$ ist Vielfaches von $\vec{v}$, $\vec{u} = r\vec{v}$

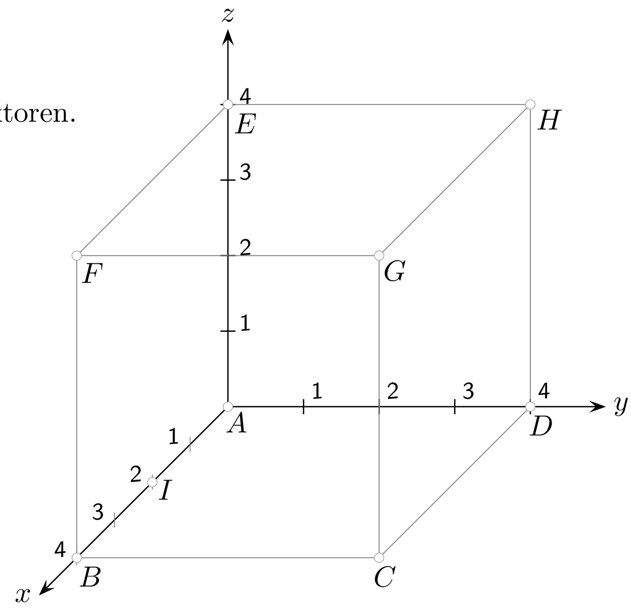
12. $g$ muss parallel zu $h$ sein und z. B. der Stützvektor von $g$ zu $h$ führen, $\vec{a} \stackrel{?}{=} \vec{b} + r\vec{v}$

13. Ansatz $\vec{a} + r\vec{u} = \vec{b} + s\vec{v}$ Einen Parameter umbenennen!
    Mit 2 Gleichungen $r$ und $s$ bestimmen.
    Die 3. Gleichung ist nicht erfüllt, d. h. das Einsetzen von $r$ und $s$ in die 3. Gleichung führt zu einem Widerspruch.

14. Die $y$-Koordinate des Spurpunkts ist null. Ansatz $\begin{pmatrix} a \\ 0 \\ b \end{pmatrix} = \vec{a} + r\vec{u}$

    Aus der 2. Gleichung kann $r$ ermittelt werden und damit dann durch Einsetzen $a$ und $b$.

$\uparrow$ Ermittle die Komponentendarstellung der Vektoren.




a) $\overrightarrow{CG}$

b) $\overrightarrow{AF}$

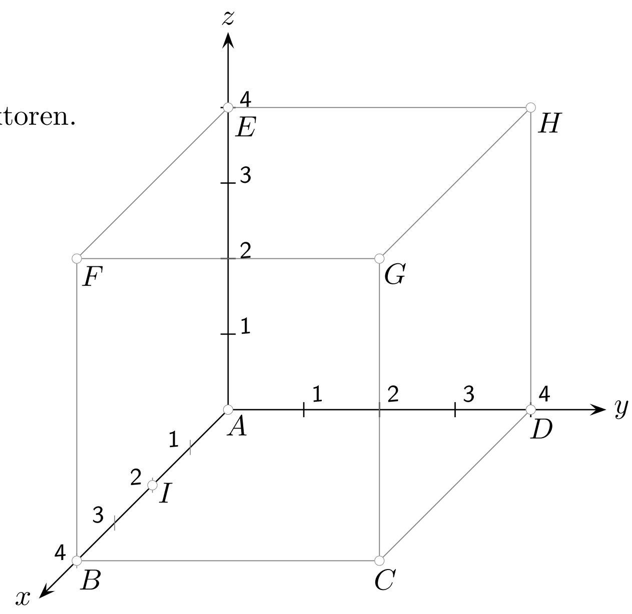
c) $\overrightarrow{CE}$

d) $\overrightarrow{GE}$

e) $\overrightarrow{ID}$

f) $\overrightarrow{HI}$

↑ Ermittle die Komponentendarstellung der Vektoren.




a) $\overrightarrow{CG}$

b) $\overrightarrow{AF}$

c) $\overrightarrow{CE}$

d) $\overrightarrow{GE}$

e) $\overrightarrow{ID}$

f) $\overrightarrow{HI}$

a) $\overrightarrow{CG} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4 \end{pmatrix}$

b) $\overrightarrow{AF} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 4 \end{pmatrix}$

c) $\overrightarrow{CE} = \begin{pmatrix} -4 \\ -4 \\ 4 \end{pmatrix}$

d) $\overrightarrow{GE} = \begin{pmatrix} -4 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix}$

e) $\overrightarrow{ID} = \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}$

f) $\overrightarrow{HI} = \begin{pmatrix} 2 \\ -4 \\ -4 \end{pmatrix}$

↑ Ermittle eine Gleichung der Geraden

a) $EH$

b) $BD$

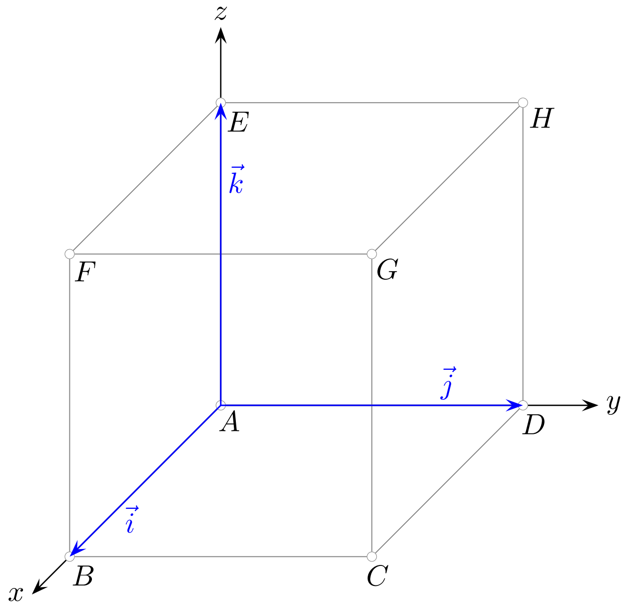
c) $CH$

d) $CE$

e) $AG$

f) $DF$

und verwende nur die Vektoren $\vec{i}$, $\vec{j}$ und $\vec{k}$.



$\uparrow$ Ermittle eine Gleichung der Geraden

a) $EH$ $\qquad \vec{x} = \vec{k} + r\vec{j}$

b) $BD$ $\qquad \vec{x} = \vec{i} + r(\vec{j} - \vec{i})$

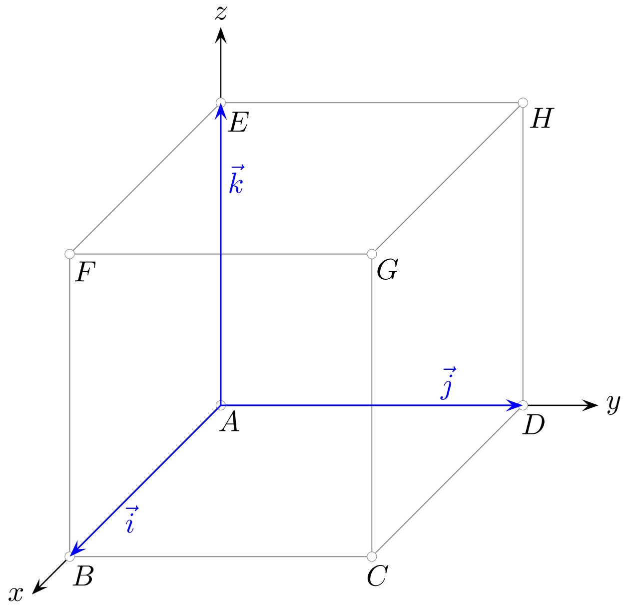
c) $CH$ $\qquad \vec{x} = \vec{i} + \vec{j} + r(\vec{k} - \vec{i})$

d) $CE$ $\qquad \vec{x} = \vec{k} + r(\vec{k} - \vec{i} - \vec{j})$

e) $AG$ $\qquad \vec{x} = r(\vec{i} + \vec{j} + \vec{k})$

f) $DF$ $\qquad \vec{x} = \vec{j} + r(\vec{i} + \vec{k} - \vec{j})$

und verwende nur die Vektoren $\vec{i}$, $\vec{j}$ und $\vec{k}$.



# ↑ Typisches „Rückwärtsrechnen“

1. a) Berechne $a$, so dass der Punkt $A(a\,|\,1\,|\,-2)$ vom Ursprung 3 *LE* entfernt ist.

   b) Berechne den Wert von $c$, für den die Punkte $A(6\,|\,1\,|\,c)$ und $B(3\,|\,5\,|\,6)$ einen Abstand von 5 *LE* haben.

# ↑ Typisches „Rückwärtsrechnen“

1. a) Berechne $a$, so dass der Punkt $A(a\,|\,1\,|\,-2)$ vom Ursprung 3 $LE$ entfernt ist.

$$|\overrightarrow{OA}| = |\begin{pmatrix} a \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}| = \sqrt{a^2+1+4}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{a^2+5} &= 3 \\ a^2+5 &= 9 \\ a^2 &= 4 \\ a_{1/2} &= \pm 2 \end{aligned}$$

b) Berechne den Wert von $c$, für den die Punkte $A(6\,|\,1\,|\,c)$ und $B(3\,|\,5\,|\,6)$ einen Abstand von 5 $LE$ haben.

$$|\overrightarrow{AB}\,| = |\begin{pmatrix} -3 \\ 4 \\ 6-c \end{pmatrix}| = \sqrt{9+16+(6-c)^2} = \sqrt{25+(6-c)^2}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{25+(6-c)^2} &= 5 \\ 25+(6-c)^2 &= 25 \\ (6-c)^2 &= 0 \\ c &= 6 \end{aligned}$$

2. Gegeben sind die Punkte $A(0 \mid 0 \mid 0)$, $B(8 \mid 6 \mid 0)$ und $C(4 \mid 3 \mid z)$, $z > 0$.
   a) Zeige, dass das Dreieck gleichschenklig ist.
   b) Bestimme $z$ so, dass der Flächeninhalt des Dreiecks $\triangle ABC$ 35 $FE$ beträgt.

2. Gegeben sind die Punkte $A(0\,|\,0\,|\,0)$, $B(8\,|\,6\,|\,0)$ und $C(4\,|\,3\,|\,z)$, $z > 0$.

a) Zeige, dass das Dreieck gleichschenklig ist.

$$|\overrightarrow{AC}\,| = |\begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ z \end{pmatrix}| = \sqrt{25 + z^2}$$

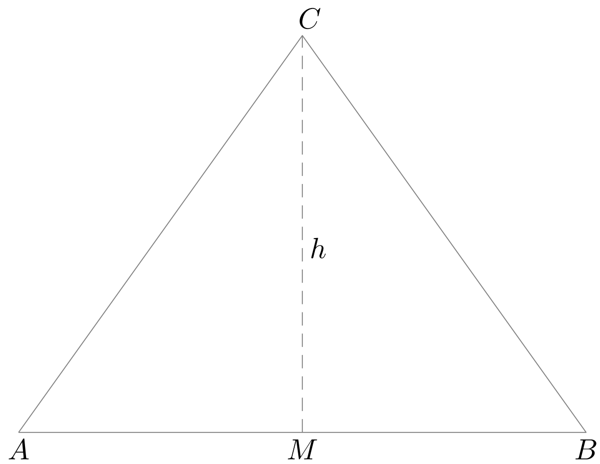
$$|\overrightarrow{BC}\,| = |\begin{pmatrix} -4 \\ -3 \\ z \end{pmatrix}| = \sqrt{25 + z^2}$$

Für jedes $z > 0$ sind die Seiten $\overline{AC}$ und $\overline{BC}$ gleich lang.

b) Bestimme $z$ so, dass der Flächeninhalt des Dreiecks $\triangle ABC$ 35 $FE$ beträgt.

$A = \frac{1}{2} g\, h$

$$g = |\overrightarrow{AB}\,| = |\begin{pmatrix} 8 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}| = \sqrt{100} = 10$$




Der Mittelpunkt der Seite $\overline{AB}$ ist $M(4\,|\,3\,|\,0)$.

$$h = |\overrightarrow{MC}\,| = |\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z \end{pmatrix}| = \sqrt{z} = z,\ z > 0.$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot z = 35 \quad \Longrightarrow \quad z = 7$$

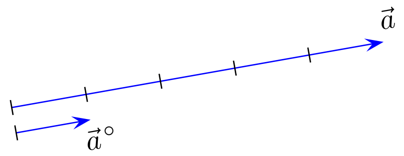
3. Welcher Vektor $\vec{a}^{\,\circ}$ (Einheitsvektor von $\vec{a}$) mit der Länge 1 hat dieselbe Richtung wie $\vec{a} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ -3 \end{pmatrix}$?

3. Welcher Vektor $\vec{a}^\circ$ (Einheitsvektor von $\vec{a}$) mit der Länge 1 hat dieselbe Richtung wie $\vec{a} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ -3 \end{pmatrix}$?

$$|\vec{a}| = \sqrt{16+9} = 5$$

$$\vec{a}^\circ = \frac{1}{5}\begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ -3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{a}^\circ = \frac{1}{|\vec{a}|}\vec{a}$$




Denke bei einer Fragestellung, bei der ein Punkt mit vorgegebener Richtung und festgelegtem Abstand platziert werden soll, an die Verwendung eines Einheitsvektors des Richtungsvektors.

4. Wie sind $a$ und $b$ zu wählen, damit die Geraden

$$g\colon\quad \vec{x} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ -3 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} a \\ 4{,}5 \\ b \end{pmatrix} \qquad \text{und} \qquad h\colon\quad \vec{x} = \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \\ -7 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} -2 \\ -3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

parallel verlaufen? Überprüfe, ob sie dann identisch sind.

4. Wie sind $a$ und $b$ zu wählen, damit die Geraden

$$g\colon \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ -3 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} a \\ 4{,}5 \\ b \end{pmatrix} \qquad \text{und} \qquad h\colon \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \\ -7 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} -2 \\ -3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

parallel verlaufen? Überprüfe, ob sie dann identisch sind.

$$r \begin{pmatrix} -2 \\ -3 \\ 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ 4{,}5 \\ b \end{pmatrix}$$

$r \cdot (-3) = 4{,}5$

d. h. $r = -\frac{4{,}5}{3} = -\frac{9}{6} = -\frac{3}{2}$,

somit gilt $a = 3$ und $b = -6$.

Geraden identisch?

$$\begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ -3 \end{pmatrix} \stackrel{?}{=} \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \\ -7 \end{pmatrix} + r \begin{pmatrix} -2 \\ -3 \\ 4 \end{pmatrix} \quad \Longrightarrow \quad \begin{pmatrix} -2 \\ -3 \\ 4 \end{pmatrix} \stackrel{?}{=} r \begin{pmatrix} -2 \\ -3 \\ 4 \end{pmatrix}, \quad r = 1 \qquad g \equiv h$$

5. In einem Koordinatensystem ist ein gerader Zylinder mit dem Radius 5 und der Höhe 10 gegeben, dessen Grundfläche in der $xy$-Ebene liegt. $M(8\,|\,5\,|\,10)$ ist der Mittelpunkt der Deckfläche.

   a) Weise nach, dass der Punkt $P(5\,|\,1\,|\,0)$ auf dem Rand der Grundfläche des Zylinders liegt.

   b) Unter allen Punkten auf dem Rand der Deckfläche hat der Punkt $S$ den kleinsten Abstand von $P$, der Punkt $T$ den größten. Ermittle die Koordinaten von $S$ und $T$.

5. In einem Koordinatensystem ist ein gerader Zylinder mit dem Radius 5 und der Höhe 10 gegeben, dessen Grundfläche in der $xy$-Ebene liegt. $M(8\,|\,5\,|\,10)$ ist der Mittelpunkt der Deckfläche.

   a) Weise nach, dass der Punkt $P(5\,|\,1\,|\,0)$ auf dem Rand der Grundfläche des Zylinders liegt.

      Der Mittelpunkt der Grundfläche ist $N(8\,|\,5\,|\,0)$.

      Wegen $|\overrightarrow{NP}\,| = |\begin{pmatrix} -3 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix}| = \sqrt{25} = 5$ liegt $P$ auf dem Rand der Grundfläche des Zylinders.

   b) Unter allen Punkten auf dem Rand der Deckfläche hat der Punkt $S$ den kleinsten Abstand von $P$, der Punkt $T$ den größten. Ermittle die Koordinaten von $S$ und $T$.

      $S(5\,|\,1\,|\,10)$

      $\overrightarrow{OT} = \overrightarrow{OM} + \overrightarrow{SM} = \begin{pmatrix} 8 \\ 5 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix}$, d.h. $T$ hat die Koordinaten $(11|9|10)$.

Betrag eines Vektors
Schnittpunkt von Geraden, Lagebeziehungen
Startseite