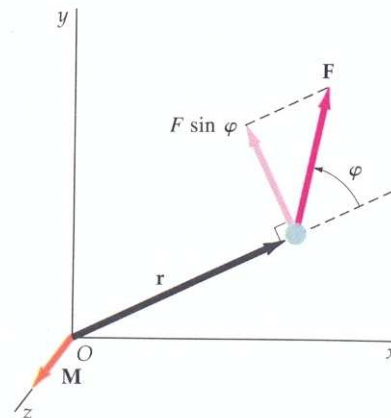


## 4. Anwendungen des Vektorprodukts in der Physik

### • Das Drehmoment

Eine Kraft  $\vec{F}$  wirke auf ein Teilchen im Punkt P mit dem Ortsvektor  $\vec{r}$ . Das dadurch relativ zum Ursprung O ausgeübte Drehmoment  $\vec{M}$  ist ein Vektor mit dem Betrag  $|\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin \varphi$ , wobei  $\varphi$  den Winkel zwischen  $\vec{F}$  und  $\vec{r}$  bezeichnet (für das Drehmoment ist nicht der Abstand  $d = OP$ , sondern der Abstand  $a$  der Wirkungslinie der Kraft  $\vec{F}$  vom Drehpunkt O massgebend).  $\vec{M}$  steht senkrecht auf der von  $\vec{F}$  und  $\vec{r}$  aufgespannten Ebene. Damit kann das Drehmoment als Vektorprodukt geschrieben werden:



$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Drehmoment, das durch eine Kraft  $\vec{F}$  auf ein Teilchen am Ort  $\vec{r}$  ausgeübt wird.

Übungsaufgabe:

Die Kraft  $\vec{F} = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ -4 \end{pmatrix}$  wirkt im Punkt A(1, -1, 2). Berechne das Drehmoment bezüglich

P(2, -1, 3)

Lösung:  $\vec{M} = \begin{pmatrix} 2 \\ -7 \\ -2 \end{pmatrix}$ ,  $|\vec{M}| = \sqrt{57}$

- Lorentzkraft

Aus Experimenten weiss man, dass auf eine Ladung  $q$ , die sich in einem Magnetfeld  $\vec{B}$  bewegt, eine Kraft  $\vec{F}$  mit den folgenden Eigenschaften wirkt:

1. Die Kraft ist proportional zu  $q$ .
2. Die Kraft ist proportional zur Geschwindigkeit  $|\vec{v}|$  der Ladung.
3. Die Kraft wirkt senkrecht zum Magnetfeld und zur Geschwindigkeit der Ladung.
4. Die Kraft ist proportional zu  $\sin \theta$ , wobei  $\theta$  den Winkel zwischen Geschwindigkeit  $\vec{v}$  und Magnetfeld  $\vec{B}$  bezeichnet.

Die Kraft  $\vec{F}$  die ein Magnetfeld auf eine bewegte Ladung ausübt, kann damit folgendermassen beschrieben werden:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad \text{Kraft eines Magnetfeldes auf eine bewegte Ladung}$$

Diese Kraft heisst Lorentzkraft

Die Kraft zeigt in die Richtung, in die sich eine Rechtsschraube bewegt, wenn man sie in die Richtung dreht, die  $\vec{v}$  in  $\vec{B}$  überführt (unter dem kleinstmöglichen Winkel).

