



Engaging Physics Tutoring

Lektion 8

Impulserhaltung
Drehimpulserhaltung
Stöße

Konzepte + Tricks

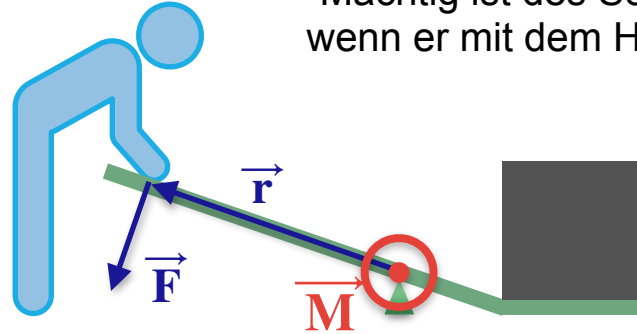
Drehmoment und Drehimpuls

Drehmoment

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = m \cdot (\vec{r} \times \vec{a})$$

$$[M] = \text{Nm}$$

→ Vektor parallel zur Drehachse



Moment
“Mächtig ist des Schlossers ~~Kraft~~,
wenn er mit dem Hebel schafft.”

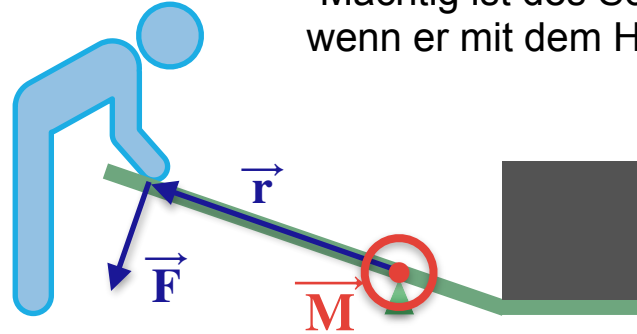
Drehmoment und Drehimpuls

Drehmoment

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = m \cdot (\vec{r} \times \vec{a})$$

$$[M] = \text{Nm}$$

→ Vektor parallel zur Drehachse



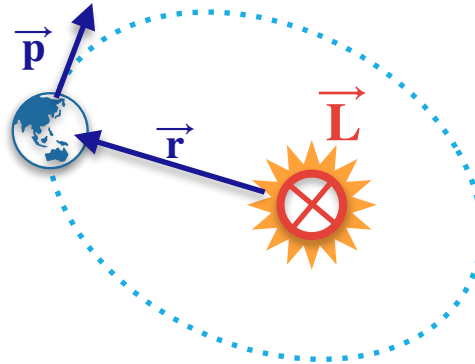
Moment
“Mächtig ist des Schlossers ~~Kraft~~,
wenn er mit dem Hebel schafft.”

Drehimpuls

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = m \cdot (\vec{r} \times \vec{v})$$

$$[L] = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}}$$

→ senkrecht auf \vec{r} und \vec{v}



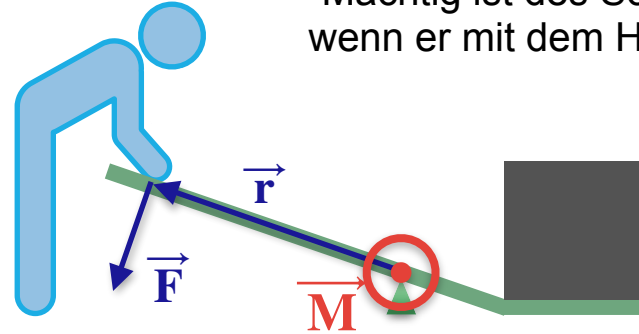
Drehmoment und Drehimpuls

Drehmoment

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = m \cdot (\vec{r} \times \vec{a})$$

$$[M] = \text{Nm}$$

→ Vektor parallel zur Drehachse



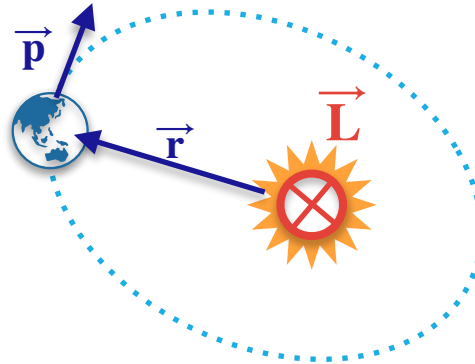
Moment
“Mächtig ist des Schlossers ~~Kraft~~,
wenn er mit dem Hebel schafft.”

Drehimpuls

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = m \cdot (\vec{r} \times \vec{v})$$

$$[L] = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}}$$

→ senkrecht auf \vec{r} und \vec{v}



Zusammenhang:

Drehmoment verursacht
Änderung des Drehimpulses

$$\dot{\vec{L}} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

\vec{M} verhält sich zu \vec{L} ,
wie \vec{F} zu \vec{p} : $\dot{\vec{p}} = \vec{F}$

Mechanik von Massenpunkten

die zentralen Größen

E \vec{L}

W **P**
 \vec{M}

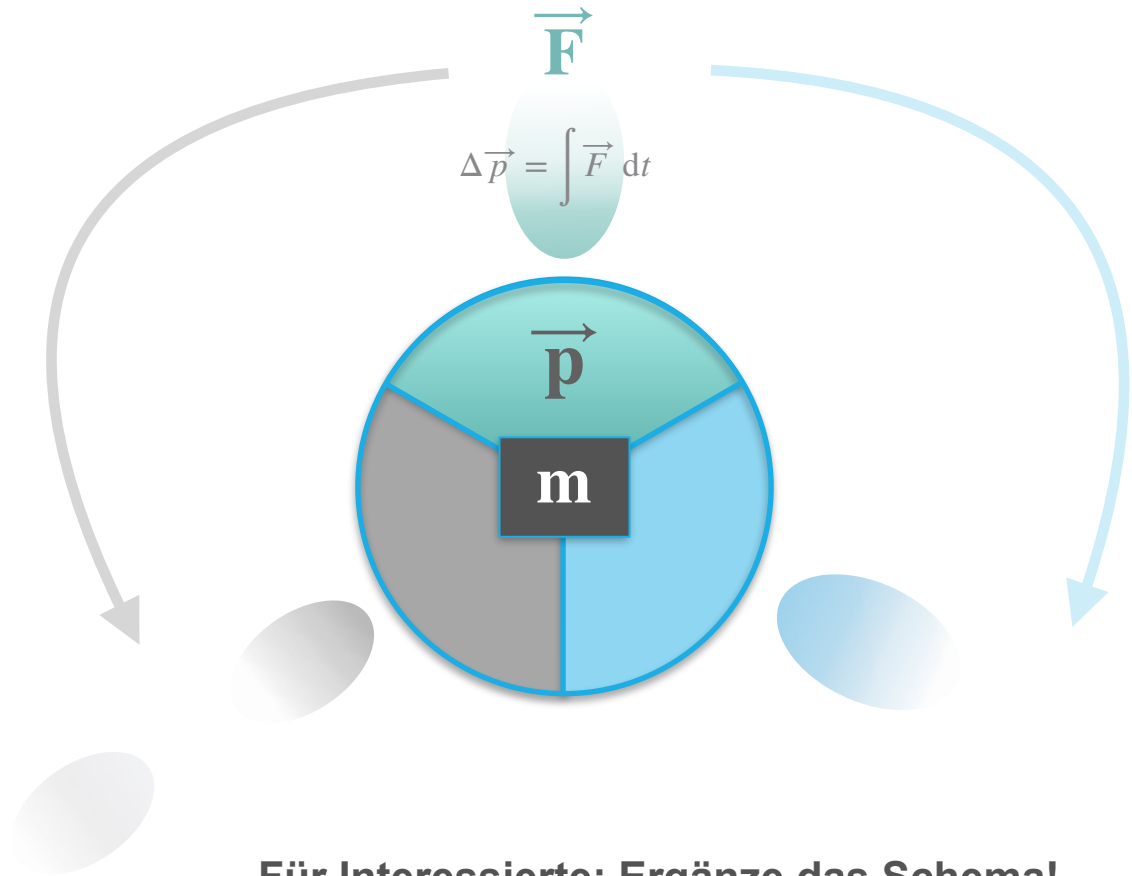
$$\Delta \vec{L} = \int \vec{M} dt$$

$$\Delta E = W$$

$$W = \int P dt$$

$$W = \int \vec{F} d\vec{s}$$

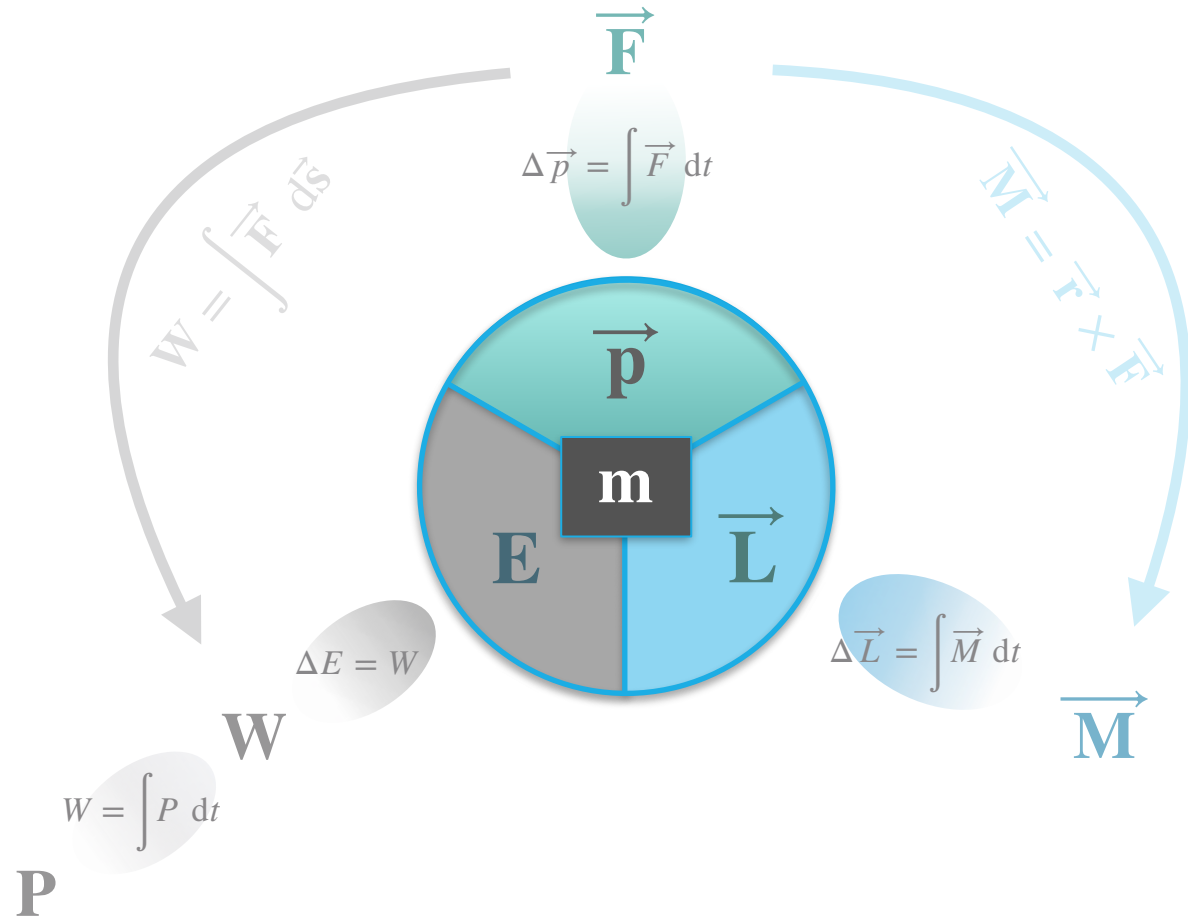
$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$



Für Interessierte: Ergänze das Schema!

Mechanik von Massenpunkten

die zentralen Größen

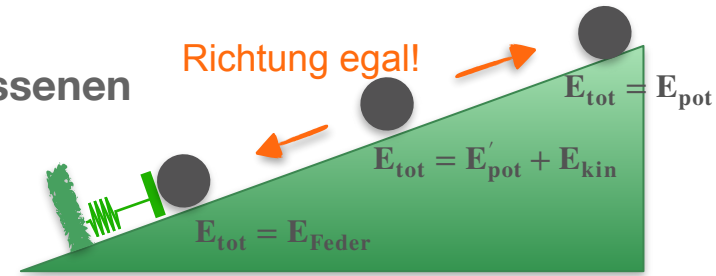


Energieerhaltung

Gesamtenergie im abgeschlossenen System bleibt erhalten.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} + \dots = \text{const.}$$

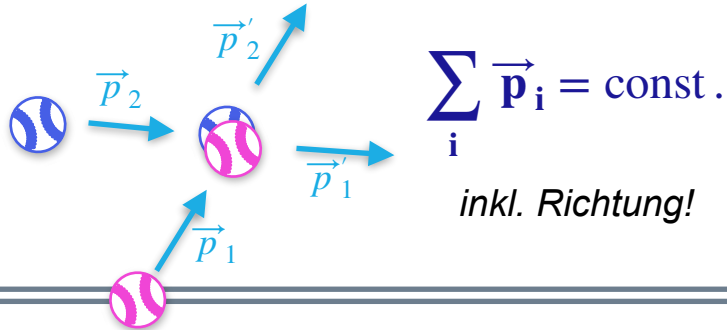
“abgeschlossen”: Kein Energieaustausch von/nach aussen



Erhaltungssätze

Impulserhaltung

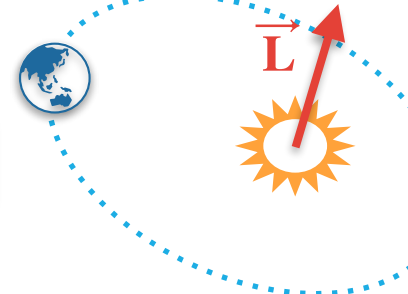
Summe aller Impulse ist konstant, wenn keine äussere Kraft wirkt



Drehimpulserhaltung

$$\sum_i \vec{L}_i = \text{const.} \quad \text{auch Drehachse bleibt erhalten!}$$

Gesamtdrehimpuls im System bleibt konstant, wenn kein externes Drehmoment wirkt



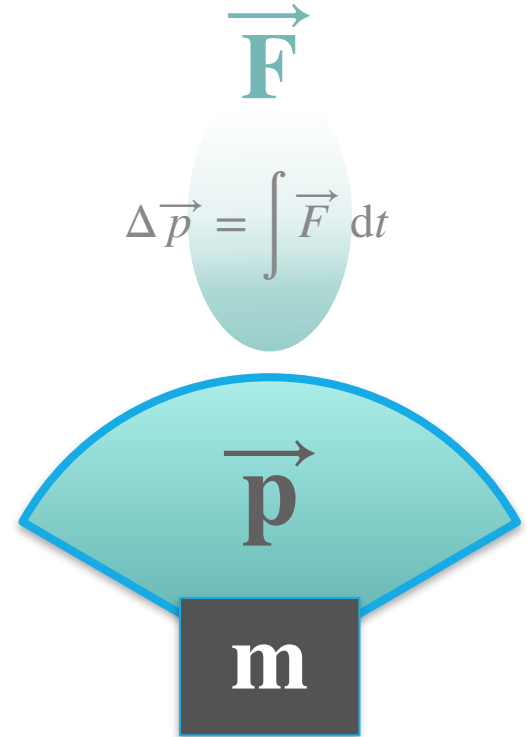
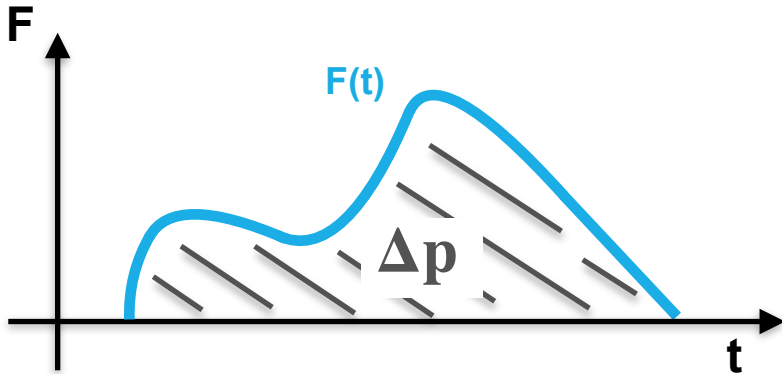
Rechnen mit Stößen

Grundidee beim Kraftstoss:

Verlauf der Kraft über Zeit ist oft zu komplex für Berechnung.

Betrachte stattdessen Impulsübertrag, der insgesamt stattfindet!

⇒ **Integral**



Rechnen mit Stößen

Kräfte während Stoss zu komplex
- benutze Erhaltungssätze

Situation bevor Stoss

Stelle Gesamtimpuls auf



Beispiel zwei Massen, 1D: $\sum p_i = m_1 v_1 + m_2 v_2$

Rechnen mit Stößen

Kräfte während Stoss zu komplex
- benutze Erhaltungssätze

Situation bevor Stoss

Stelle Gesamtimpuls auf



Beispiel zwei Massen, 1D: $\sum \vec{p}_i = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$

voll elastisch



♦ Kombiniere Impuls- und Energieerhaltung

$$\sum_i \vec{p}_i = \sum_i \vec{p}'_i \quad \sum_i E_i = \sum_i E'_i$$

♦ Löse dann nach gesuchter Geschwindigkeit auf.

Beispiel zwei Massen, 1D: $v'_1 = 2 \cdot \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} - v_1$

Rechnen mit Stößen

Kräfte während Stoss zu komplex
- benutze Erhaltungssätze

Situation bevor Stoss

Stelle Gesamtimpuls auf



Beispiel zwei Massen, 1D: $\sum \vec{p}_i = m_1 v_1 + m_2 v_2$

voll elastisch



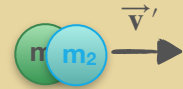
- ◆ Kombiniere Impuls- und Energieerhaltung

$$\sum_i \vec{p}_i = \sum_i \vec{p}'_i \quad \sum_i E_i = \sum_i E'_i$$

- ◆ Löse dann nach gesuchter Geschwindigkeit auf.

Beispiel zwei Massen, 1D: $v'_1 = 2 \cdot \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} - v_1$

voll inelastisch



- ◆ Erhalte Geschwindigkeit aus Impulserhaltung

$$\sum_i \vec{p}_i = \sum_i \vec{p}'_i$$

Beispiel zwei Massen, 1D: $v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$

- ◆ Energie ΔU geht in Verformung!

$$\Delta U = \sum_i E_i - \sum_i E'_i$$