

Physik für Biologen und Zahnmediziner

Kapitel 5: Impuls und Drehungen

Dr. Daniel Bick



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

22. November 2017

Sa, 25.11. im Audimax (VMP 4) um **09:45 Uhr**.

Bitte seien Sie schon um 09:30 Uhr da, wg. der Einlasskontrolle.

Für die Klausur benötigen sie:

- Lichtbildausweis
- Imatrikulationsbescheinigung / UKE-Ausweis.
- 1 oder 2 dokumentenechte Stifte.
- Taschenrechner dürfen benutzt werden.
- Ein paar **unbeschriebene** Blätter für Notizen.

Mobiltelefone und andere Unterlagen sind während der Klausur untersagt.
Am Besten gar nicht erst dabei haben.

- Es darf **keine** eigene Formelsammlung verwendet werden.
- Die Klausur enthält eine Seite mit relevanten Formeln.
- Multiple Choice: Nur die Antwort zählt, der Lösungsweg spielt keine Rolle.

1 Mechanik starrer, ausgedehnter Körper

- Drehmoment
- Hebel
- Gleichgewicht

2 Impuls

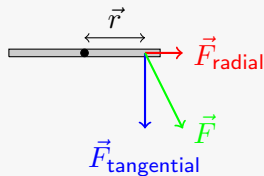
Drehung hängt ab von

- Größe der Kraft $\rightarrow \vec{F}$
- Richtung der Kraft $\rightarrow \vec{F}_{\text{tangential}}$
- Ansatzpunkt der Kraft $\rightarrow \vec{r}$

Das **Drehmoment** $\vec{M}$ ist ein Maß für die Drehwirkung

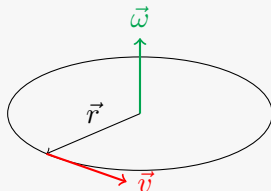
$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

- Richtung von $\vec{M}$ gibt Drehsinn an



$$[M] = [r] \cdot [F] = \text{Nm} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$$

- Bahngeschwindigkeit bisher: $v = \omega \cdot r$
- Zusätzlich: Richtung der Drehachse $\Rightarrow$ vektoriell



$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

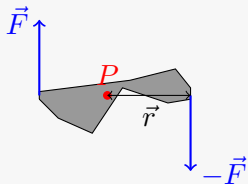
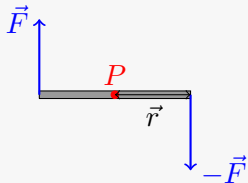
$\vec{M}$ und $\vec{\omega}$ sind **Axialvektoren**

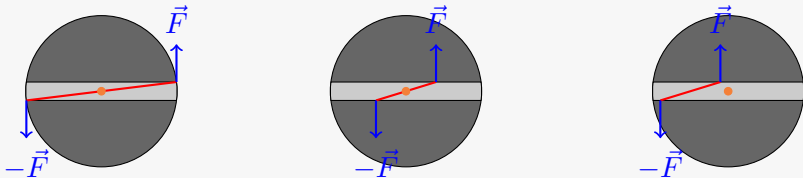
Zwei parallele Kräfte

- deren Betrag gleich ist
- die entgegengesetzt wirken
- deren Angriffspunkte nicht zusammenfallen

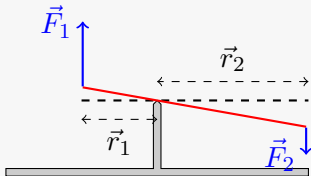
heissen **Kräftepaar**.

- $\vec{F}$ und $-\vec{F}$ verursachen eine Drehung des Körpers um P .
- P liegt auf der Verbindungsline der beiden Angriffspunkte.



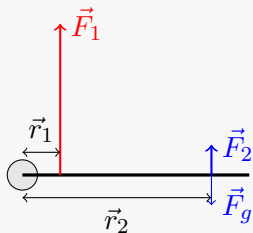


- Ein breiterer Schaubenzieher bewirkt ein größeres Drehmoment.
- $\Rightarrow$ Drehen (Schrauben) fällt einem leichter!
- Drehachse ist vorgegeben! Am besten in der Mitte ansetzen!

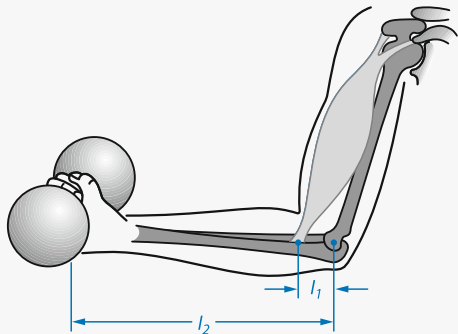


- Gleichgewicht von Drehmomenten

Hebelgesetz



- Die Kraft muss in die gleiche Richtung aufgebracht werden
- Alternativ: Umlenkrolle
- Beispiel: Unterarm



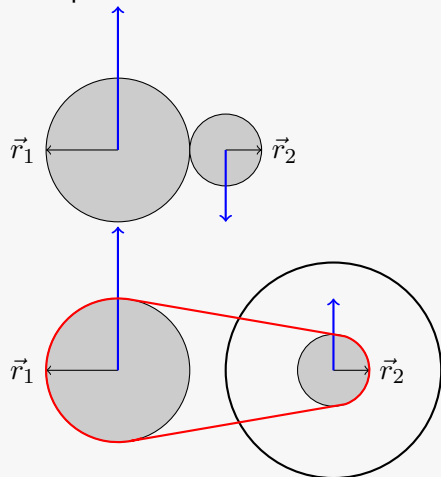
Kurze Arme helfen beim Armdrücken



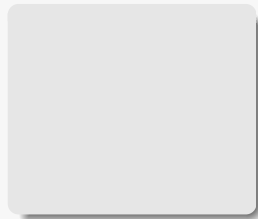
- Schere
- Zimmermannshammer
- Flaschenöffner
- Schraubenschlüssel
- Nussknacker



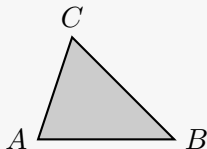
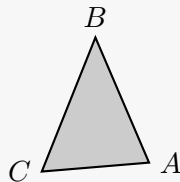
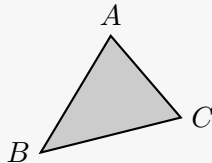
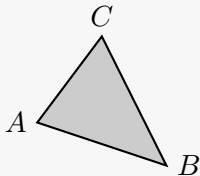
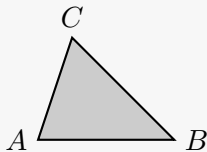
Funktionsprinzip eines Getriebes
Prinzip ähnlich dem Hebel

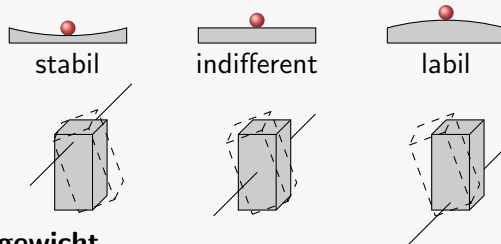


- statt Hebelarm Zahnräder unterschiedlicher Größe



- Häufig eindeutig durch Symmetrie
- Ansonsten: Nehme **Gewichtskraft** zur Hilfe
 - Lagere Gegenstand auf einer freien Drehachse
 - → Drehung durch Schwerkraft
 - → Schwerpunkt auf der Vertikalen unterhalb der Drehachse
 - Wiederholung für mehrere Drehachsen
- Schnittpunkt aller Vertikalen ergibt Schwerpunkt





Stabiles Gleichgewicht

- Zustand kehrt nach Störung dorthin zurück
- Verrücken erfordert Energie

Indifferentes Gleichgewicht

- Kleine Störung verschiebt den Gleichgewichtszustand nur leicht
- Energie bleibt unverändert

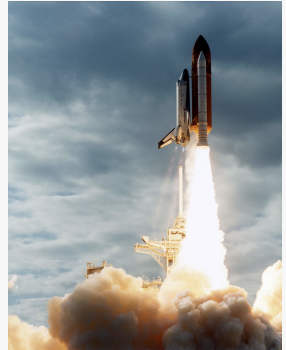
Instabiles (labiles) Gleichgewicht

- Zustand verlässt das Gleichgewicht völlig bei kleiner Störung
- Verrücken setzt Energie frei

1 Mechanik starrer, ausgedehnter Körper

- Drehmoment
- Hebel
- Gleichgewicht

2 Impuls

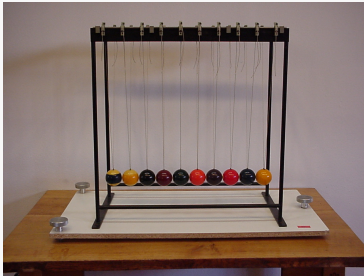


Impuls

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

- Der Gesamtimpuls bleibt in einem **abgeschlossenen System** erhalten!
- Wirkt auf ein System **keine äußere Kraft** bleibt der Gesamtimpuls erhalten!

Weitere Formulierung des 2. Newtonschen Axioms





Zentraler elastischer Stoß: $v_2 = 0$

