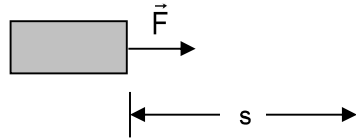


Die Energie als Erhaltungsgröße

Die mechanische Arbeit

Arbeit = Kraft · Weg

$$W = F \cdot s$$



Formelzeichen: W Einheit: 1 N · 1 m = 1 Nm = 1 J Joule („dschul“)

Beachte: s ist die Wegstrecke, in deren Richtung die Kraft \vec{F} zeigt.

Die mechanische Leistung

Leistung = verrichtete Arbeit / benötigte Zeitdauer

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Formelzeichen: P Einheit: $1 \frac{J}{s} = 1 \text{ W Watt}$

Die mechanische Energie

Energie ist die physikalische Größe, die ein Körper besitzt, wenn er verformen oder erwärmen oder Licht aussenden oder mechanische Arbeit verrichten kann.

Energie ist gespeicherte Arbeit!

Formelzeichen: E Einheit: 1 J

Formen mechanischer Energie

- Kinetische Energie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

- Höhenenergie

$$E_h = m \cdot g \cdot h$$

- Spannenergie

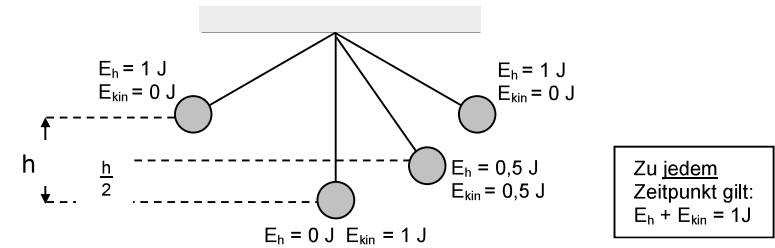
Der Energieerhaltungssatz der Mechanik

In einem reibungsfreien System, in welches nicht eingegriffen wird (abgeschlossenes System) ist die Summe über alle mechanischen Energieformen zu jedem Zeitpunkt konstant:

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{kin}} + E_h + E_{\text{sp}} = \text{konstant}$$

Die einzelnen mechanischen Energieformen können sich ineinander umwandeln, ihre Summe ist jedoch immer die gleiche.

Beispiel: Fadenpendel ohne Reibung (m=100g; h=1m)



Weitere Beispiele: Freier Fall, Würfe, schiefe Ebene, Federpendel

Der Wirkungsgrad

Wirkungsgrad η = genutzte Energie / aufgebrauchte Energie

$$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{aufg}}}$$

Es gilt immer: $\eta < 100 \%$ (Es gibt immer Verluste!)

Perpetuum mobile: Unmögliche Maschine mit $\eta \geq 100 \%$

Die elektrische Ladung

Die kleinste (stabile) elektrische Ladung ist die Ladung e eines Elektrons

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

1C = 1 Coulomb

Jede elektrische Ladung Q ist ein ganzzahliges Vielfaches der Elementarladung

$$Q = N \cdot e$$

Die elektrische Stromstärke

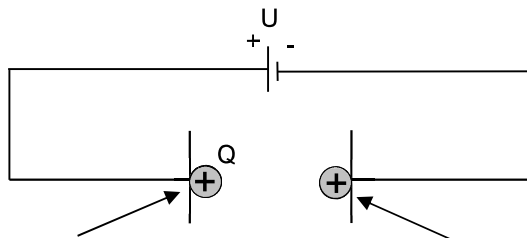
Elektrische Stromstärke = geflossene Ladung/ benötigte Zeitdauer

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Formelzeichen: I

Einheit: $1 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 1 \text{ A Ampère}$

Die elektrische Spannung



Hier hat die Elektrische Ladung Q noch eine hohe potentielle Energie

Hier hat die Elektrische Ladung Q ihre potentielle Energie bereits verloren

Für die Spannung U gilt:

$$\Delta E_{\text{pot}} = Q \cdot U \quad \text{bzw.} \quad U = \frac{\Delta E_{\text{pot}}}{Q}$$

Die elektrische Leistung

Die elektrische Leistung P gibt an, wie viel elektrische Energie ΔE in der Zeit Δt verbraucht wird.

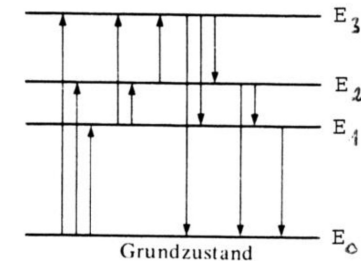
$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$P = U \cdot I$$

Einheit: $1\text{V} \cdot 1\text{A} = 1\text{VA} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1\text{W}$

Atome

- Die Elektronen in der Atomhülle befinden sich auf diskreten Energieniveaus.
- Übergänge zwischen unterschiedlichen Energieniveaus E_0, E_1, \dots („Quantensprünge“) sind mit Energieänderungen verbunden. Bei diesen Energieänderungen werden Lichtquanten (Photonen) ausgesendet (emittiert) oder aufgenommen (absorbiert).
- Zerlegt man das Licht verschiedener Lichtquellen mittels Prisma oder Gitter, so erhält man Emissionsspektren. Selbstleuchtende feste oder flüssige Körper senden kontinuierliche Spektren, glühende Gase oder Dämpfe charakteristische Linienspektren aus.
- Sichtbares Licht: $1,6 \text{ eV (rot)} < E_{\text{Photon}} < 3,3 \text{ eV (violett)}$
- Infrarotes Licht (IR): $E_{\text{Photon}} < 1,6 \text{ eV}$
- Ultraviolettes Licht (UV): $E_{\text{Photon}} > 3,3 \text{ eV}$
- Die Atmosphäre absorbiert einen Großteil der von der Sonne eingestrahlten Strahlung.
- Von der Erde ausgesandte Strahlung (IR) wird von den klimawirksamen Gasen der Atmosphäre absorbiert.
- Klimawirksame Gase sind: Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), Ozon (O_3), Wasserdampf (H_2O)



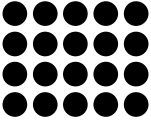
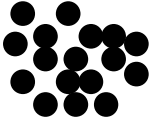
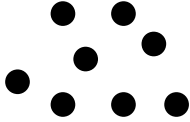
Wärmelehre

Das Teilchenmodell der Materie

Die Materie ist aus kleinsten Teilchen aufgebaut.

Beispiele: Ein Eisenblock besteht aus Eisenatomen,
Wasser besteht aus H₂O-Molekülen
Sauerstoffgas besteht aus O₂- Molekülen

Materie kann in drei verschiedenen **Aggregatzuständen** vorliegen:

Festkörper	Flüssigkeit	Gas
		
Die Teilchen sind ortsfest	Die Teilchen sind verschiebbar	Die Teilchen sind frei

Die Temperatur

Die Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen.

- Die **Celsius-Temperaturskala** (ϑ) ist festgelegt durch
 1. Den Gefrierpunkt von Wasser: 0 °C
 2. Den Siedepunkt von Wasser: 100 °C
- Die **absolute Temperatur** (T) ist festgelegt durch den absoluten Temperaturnullpunkt -273,15 °C

Bei dieser Temperatur beträgt die kinetische Energie aller Teilchen 0 J. Es gibt keine niedrigere Temperatur.
Bsp.: T=20 K entspricht $\vartheta = -253,15$ °C

Innere Energie

Die Innere Energie E_i eines Körpers ist die Summe der Energien aller Teilchen aus denen der Körper besteht.

Erster Hauptsatz der Wärmelehre

Um die innere Energie eines Körpers zu erhöhen, kann man entweder mechanische Arbeit W an ihm verrichten oder ihm Wärme Q übertragen (oder beides).

$$\Delta E_i = W + Q$$

Merke: Die Wärme Q ist eine Energieform! (Einheit: 1 J)

Beispiel: Eine Heizplatte überträgt einem Kochtopf Wärme, verrichtet jedoch keine mechanische Arbeit an diesem.

Wärme kann übertragen werden durch

- **Wärmeleitung, Wärmeströmung oder Wärmestrahlung**

Grundgleichung der Wärmelehre

Wird einem Körper Wärme zugeführt und ändert sich dabei sein Aggregatzustand nicht, so führt dies zu einer Temperaturerhöhung des Körpers.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta$$

m: Masse des Körpers

$\Delta \vartheta$: Temperaturänderung

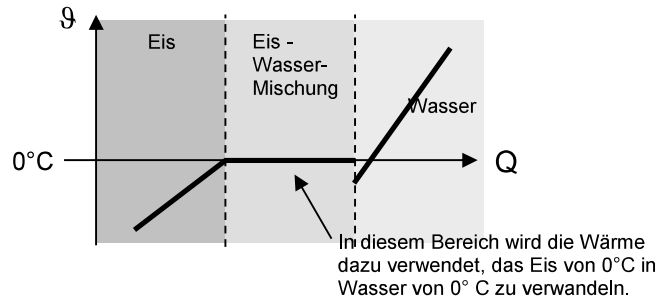
c: Spezifische Wärmekapazität (Materialkonstante, Einheit: $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$)

Beachte: Wasser hat eine sehr hohe spezifische Wärmekapazität!

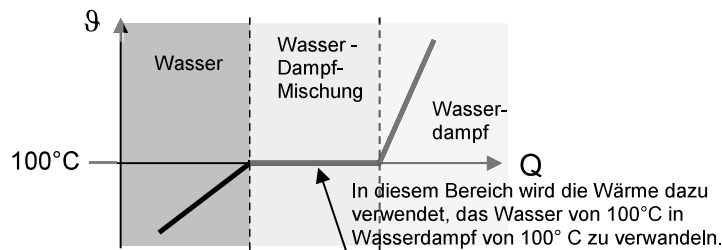
$$c_{\text{Wasser}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$$

Übergänge zwischen Aggregatzuständen

- Schmelzen und Erstarren



- Sieden und Kondensieren:



Druck

Die physikalische Größe Druck p ist der Quotient aus der Kraft F und dem Flächeninhalt A der Fläche, auf welche die Kraft senkrecht wirkt:

$$p = \frac{F}{A}$$

Formelzeichen: p Einheit: $1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$ Pascal

Für Gase gilt:

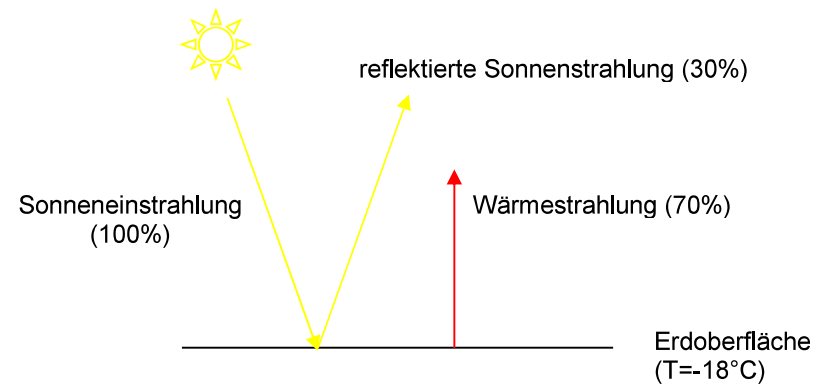
- Bei konstantem Volumen ist der Druck direkt proportional zur Temperatur.
- Bei konstanter Temperatur ist der Druck indirekt proportional zum Volumen.
- Bei konstantem Druck ist das Volumen direkt proportional zur Temperatur.
-

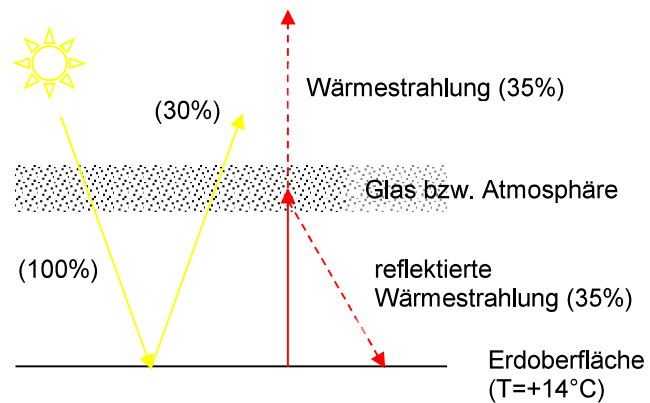
Klima

Klima: Entwicklung des Wetters über einen längeren Zeitraum (mindestens 30 Jahre)

Treibhauseffekt

Ohne Atmosphäre:



Natürlicher Treibhauseffekt:

Durch Erhöhung des Anteils der Treibhausgase in der Atmosphäre, wird weniger Wärmestrahlung durch die Atmosphäre in den interstellaren Raum abgegeben.

Die globale Durchschnittstemperatur T steigt auf über $+14^{\circ}\text{C}$ (**menschengemachter bzw. anthropogener Treibhauseffekt**).

Folgen des Klimawandels

- Abschmelzen von Gletschern und Polareis
- Anstieg des Meeresspiegels
- Wetterextreme
- Verschiebung der Klimazonen
- Tier- und Pflanzensterben
- Versauerung der Ozeane