

Grundlagen der Physik für 8 I

Mechanik

Volumenmessung

- Flüssigkeiten: mit kalibriertem Messzylinder
- unregelmäßig geformte feste Körper: z. B. mit Überlaufgefäß und einem kalibrierten Messzylinder

Volumenberechnung z. B. Quader: $V = a \cdot b \cdot c$

Umrechnung Die Umrechnungszahl zwischen benachbarten Volumeneinheiten ist 1000 (10^3):

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &= 1 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \\ 1 \text{ dm}^3 &= 1 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \\ 1 \text{ cm}^3 &= 1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Für Flüssigkeiten und Gase:

$$\begin{aligned} 1 \ell &= 1 \text{ dm}^3 \\ 1 \text{ ml} &= 1 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Dichte ρ
abgeleitete Größe Die Masse m eines homogenen Stoffes ist zu seinem Volumen V direkt proportional.

Die Dichte ρ eines Stoffes ist der Quotient aus der Masse und dem zugehörigen Volumen eines homogenen Körpers:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{mit} \quad [\rho] = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

So bedeutet z. B. der Wert $\rho_{\text{Eisen}} = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$, dass ein Eisenkörper mit dem Volumen von $1,0 \text{ dm}^3$ eine Masse von $7,8 \text{ kg}$ besitzt.

Merke: $\rho_{\text{Wasser}} = 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

Gebräuchlich sind die Einheiten: $[\rho] = 1 \frac{\text{mg}}{\text{mm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$

Reibungskraft \vec{F}_R Bei einem Festkörper treten nur dann Reibungskräfte auf, wenn

- der Körper durch eine Normalkraft (Anpresskraft) \vec{F}_N auf eine Unterlage gepresst wird und
- gleichzeitig eine Kraft parallel zur gemeinsamen Berührfläche (von Körper und Unterlage) wirkt.

Sie ist abhängig

- vom Betrag der Normalkraft
- sowie von der Stoffart und Oberflächenbeschaffenheit der beteiligten Körper.

$$F_R = \mu \cdot F_N \quad \text{wobei } \mu \text{ die Reibungszahl ist}$$

Arbeit W als Übertragungsgröße
(engl. work)
abgeleitete Größe

An einem Körper wird Arbeit verrichtet, wenn eine Kraft \vec{F} längs eines Wegs \vec{s} wirkt. Für $\vec{F} \parallel \vec{s}$ gilt:

$$W = F \cdot s \quad \text{mit} \quad [W] = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J (Joule)}$$

Arten der Arbeit:

- Hubarbeit: $W = F_G \cdot h$ und somit $W = m \cdot g \cdot h$
- Beschleunigungsarbeit
- Verformungsarbeit
- Reibungsarbeit: $W_R = F_R \cdot s$ und somit $W_R = \mu \cdot F_N \cdot s$

Die Arbeit 1 Joule wird verrichtet, wenn man z. B. einen Körper mit der Gewichtskraft 1 Newton (z. B. 100 g Tafel Schokolade auf der Erde) um einen Meter hochhebt.

$$1 \text{ kJ} = 1 \cdot 10^3 \text{ J} \quad 1 \text{ MJ} = 1 \cdot 10^6 \text{ J} \quad 1 \text{ GJ} = 1 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Energie E als Speichergröße
(engl. energy)
abgeleitete Größe

Energie bezeichnet die Arbeitsfähigkeit eines Körpers.

$$[E] = 1 \text{ J}$$

Arten der Energie:

- Lageenergie (potenzielle Energie)
- Bewegungsenergie (kinetische Energie)
- Spannenergie
- innere Energie eines Körpers

Energieerhaltungssatz

Die Gesamtenergie bleibt bei jedem physikalischen Vorgang konstant. Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, es wird eine Energieform in eine andere umgewandelt.

Leistung P
(engl. power)
abgeleitete Größe

Die Leistung P ist der Quotient aus der verrichteten Arbeit W und der dafür benötigten Zeit t. Sie wird auch als Energiestrom bezeichnet.

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{mit} \quad [P] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 1 \text{ W (Watt)}$$

Die Leistung 1 Watt liegt vor, wenn man z. B. einen Körper mit der Gewichtskraft 1 Newton (z. B. eine 100 g Tafel Schokolade auf der Erde) in einer Sekunde um einen Meter hochhebt.

Wirkungsgrad η

Er ist ein Gütekriterium bei Energieumwandlungen und gibt den Quotienten aus der Nutzarbeit und der zugeführten Arbeit an:

$$\eta = \frac{W_{\text{nutz}}}{W_{\text{zu}}} \quad \text{und somit gilt auch:} \quad \eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{zu}}}$$

Bewegungen

Arten:

a) gleichförmig

Eine gleichförmige Bewegung erfolgt geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit v ist der Quotient aus der zurückgelegten Strecke s in der dafür benötigten Zeit t :

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{mit} \quad [v] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umrechnungen: $1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ und $1,0 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

In Luft beträgt die

- Lichtgeschwindigkeit ca. $c = 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.
- Schallgeschwindigkeit ca. $v_{\text{Luft}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

b) gleichmäßig beschleunigt

Bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ($F = \text{konstant}$) gilt:

$$s \sim t^2 \quad \text{und} \quad v \sim t$$

Der freie Fall (im Vakuum) ist ein Beispiel einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung.

Druck p
(engl. pressure)

In Flüssigkeiten und Gasen herrscht stets ein Druck.
Der Druck p in Flüssigkeiten und Gasen ist der Quotient aus dem Betrag der Kraft \vec{F} , die auf die Fläche A senkrecht wirkt:

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{mit} \quad [p] = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa (Pascal)}$$

a) Der **Normaldruck auf Meereshöhe** beträgt 1013 hPa (Hektopascal)

b) **Schweredruck** in Flüssigkeiten:

$$\begin{aligned} p &\sim \rho \quad (\text{Eintauchtiefe } h \text{ konstant)} && \Rightarrow p \sim \rho \cdot h \\ p &\sim h \quad (\text{Dichte } \rho \text{ konstant)} && \Rightarrow \frac{p}{\rho \cdot h} = \text{konstant} = g \\ &&& \Rightarrow p = \rho \cdot g \cdot h \end{aligned}$$

c) **Auftriebskraft** in Flüssigkeiten und Gasen:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V$$

wobei ρ die Dichte der umgebenden Flüssigkeit oder des Gases ist und V das Volumen der vom Körper verdrängten Flüssigkeit oder des verdrängten Gases.

d) Das **Gesetz von Boyle-Mariotte**

Bei konstanter Temperatur ist bei abgeschlossenen Gasen das Volumen V indirekt proportional zum Druck p :

$$p \cdot V = \text{konstant}$$