

1.0. Größen und Einheiten

1.0.1. Einordnung der Physik

Die **Physik** (von griech. $\Phi\upsilon\sigma\iota\varsigma$ /physis = Natur) untersucht die **Körper** und ihre **Bewegungen**. Zu den **Körpern** gehören vor allem die **kleinsten Teilchen** wie z.B. Atome, Elektronen und Photonen und die z.B. **elektrischen, magnetischen** oder **Gravitationskräfte**, welche ihre Bewegungen beeinflussen und die **Energie**, die dadurch übertragen und gespeichert wird.

Viele Teilgebiete der Physik sind so umfangreich und bedeutend für unser tägliches Leben, dass sie als eigenständige Wissenschaften gelten:

Die **Chemie** untersucht die **Eigenschaften und Reaktionen der Stoffe**, aus denen Körper bestehen. Dazu gehören neben den festen Stoffen auch flüssige und gasförmige. Diese Eigenschaften und Reaktionen werden durch die vielfältigen **Bindungen** zwischen den Atomen bestimmt.

Die **Biologie** untersucht die Vielfalt des **Lebens** in den Körpern der Bakterien, Pilze, Pflanzen und Tiere.

Die **Medizin** beschränkt sich auf den für uns wichtigsten Körper, nämlich den **menschlichen Körper**.

Die **Ingenieurwissenschaften Maschinenbau, Elektrotechnik** und **Bauingenieurwesen** nutzen die Erkenntnisse der Physik zur Konstruktion von Maschinen und Gebäuden.

Neben der Frage was die Welt im Innersten zusammenhält sind die Anwendung physikalischer Erkenntnisse in Medizin und Technik die wichtigsten Gründe für die Beschäftigung mit Physik in Schule und Ausbildung.

1.0.2. SI-Basiseinheiten

Um physikalische **Größen** wie z.B. Massen vergleichen zu können, benötigt man einen Vergleichsmaßstab. Dieser Vergleichsmaßstab wird **Einheit** genannt. Die **Maßzahl** gibt an, wievielfach grösser die Größe im Vergleich zur Einheit ist. **Beispiel:** Wenn ein Fahrrad 15,1 kg wiegt, bedeutet das, dass es 15,1 mal so schwer ist wie ein Kilogramm:

| |
|--|
| $\text{Größe} = \text{Maßzahl} \cdot \text{Einheit}$ $15,1 \text{ kg} = 15,1 \cdot 1 \text{ kg}$ |
|--|

Übungen: Aufgaben zu Größen und Einheiten Nr. 1 - 2

Das international verbreitete System international d'Unités (**SI-System**) leitet alle physikalischen Größen aus sieben Basisgrößen ab:

| Basisgrösse | Einheit |
|--|----------------|
| Strecke s | Meter m |
| Masse m (<i>mass</i>) | Kilogramm kg |
| Zeit t (<i>time</i>) | Sekunde s |
| Elektrische Stromstärke I (<i>intensity</i>) | Ampère A |
| Thermodynamische Temperatur T (<i>temperature</i>) | Kelvin K |
| Stoffmenge n (<i>number of particles</i>) | Mol mol |
| Lichtstärke I_v (<i>intensity</i>) | Candela cd |

Abgeleitete Größen und Einheiten:

In der Praxis werden die Basisgrößen je nach Bedarf zu neuen abgeleiteten Größen mit ihren entsprechenden Einheiten.

Die bekanntesten abgeleiteten Größen sind

a) **Flächeninhalt** A (*area*) in Quadratmeter m^2 .

b) **Volumen** V (*volume*) in Kubikmeter m^3

c) **Dichte** ρ (*density*) = $\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} = \frac{m}{V}$ in Kilogramm pro Kubikmeter $\frac{kg}{m^3}$

d) **Geschwindigkeit** v (*velocity*) = $\frac{\text{Strecke}}{\text{Zeit}} = \frac{s}{t}$ in Meter pro Sekunde $\frac{m}{s}$

e) **Beschleunigung** a (*acceleration*) = $\frac{\text{Geschwindigkeit}}{\text{Zeit}} = \frac{v}{t}$ in Meter pro Sekunde zum Quadrat $\frac{m}{s^2}$

f) **Kraft** F (*force*) = Masse · Beschleunigung = $m \cdot a$ in **Newton** $N = kg \cdot \frac{m}{s^2}$

g) **Druck** p (*pressure*) = $\frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}} = \frac{F}{A}$ in **Pascal** $p = \text{Newton pro Quadratmeter}$ $\frac{N}{m^2}$

Umrechnung in andere Einheiten

Längen:

$$1 \text{ mm} \xrightarrow{\cdot 10} 1 \text{ cm} \xrightarrow{\cdot 10} 1 \text{ dm} \xrightarrow{\cdot 10} 1 \text{ m} \xrightarrow{\cdot 10} 10 \text{ m} \xrightarrow{\cdot 10} 100 \text{ m} \xrightarrow{\cdot 10} 1 \text{ km}$$

Flächeninhalte:

$$1 \text{ mm}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1 \text{ cm}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1 \text{ dm}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1 \text{ m}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1 \text{ a} \xrightarrow{\cdot 100} 1 \text{ ha} \xrightarrow{\cdot 100} 1 \text{ km}^2$$

Volumina:

$$1 \text{ mm}^3 \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ dm}^3 \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ m}^3 \xrightarrow{\cdot 1000} 1000 \text{ m}^3 \xrightarrow{\cdot 1000} 1\,000\,000 \text{ m}^3 \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ km}^3$$

$= 1 \mu\text{l} \quad = 1 \text{ ml} \quad = 1 \text{ l}$

Massen:

$$1 \text{ mg} \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ g} \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ kg} \xrightarrow{\cdot 1000} 1 \text{ t}$$

Zeiten:

$$1 \text{ s} \xrightarrow{\cdot 60} 1 \text{ min} \xrightarrow{\cdot 60} 1 \text{ h} \xrightarrow{\cdot 24} 1 \text{ d} \xrightarrow{\cdot 365} 1 \text{ a}$$

(hora) \qquad \qquad \qquad (dies) \qquad \qquad \qquad (annus)

Beispiele zur Umrechnung von Einheiten

- a) $0,003456 \text{ km} = 3,456 \text{ m} = 34,56 \text{ dm} = 345,6 \text{ cm} = 3\,456 \text{ mm} = 3\,456\,000 \mu\text{m} = \dots$
 b) $0,003456 \text{ km}^2 = 0,3456 \text{ ha} = 34,56 \text{ a} = 3\,456 \text{ m}^2 = 345\,600 \text{ dm}^2 = 34\,560\,000 \text{ cm}^2 = \dots$
 c) $0,003456 \text{ km}^3 = 3\,456\,000 \text{ m}^3 = 3\,456\,000 \text{ dm}^3 = 3\,456\,000 \text{ Liter} = 3\,456\,000\,000 \text{ cm}^3 = 3\,456\,000\,000 \text{ ml} = \dots$
 d) $0,378 \text{ t} = 378 \text{ kg} = 378\,000 \text{ g} = 378\,000\,000 \text{ mg} = \dots$
 e) $3,7 \text{ d} = 3,7 \cdot 24 \text{ h} = 88,8 \text{ h} = 88,8 \cdot 60 \text{ min} = 5\,328 \text{ min} = 5328 \cdot 60 \text{ s} = 319\,680 \text{ s} = \dots$
 f) $50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{50\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 13,8 \bar{8} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 g) $23 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 23 \frac{10\,000 \text{ N}}{10\,000 \text{ cm}^2} = 23 \frac{10\,000 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 230\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Übungen: Aufgaben zu Größen und Einheiten Nr. 3 - 6

1.0.3. Zehnerpotenzen

Beispiele:

- a) $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g} = 1000 \text{ g}$
 b) $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m} = 0,001 \text{ m}$
 c) $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W} = 1\,000\,000 \text{ W}$

Übungen: Aufgaben zu Größen und Einheiten Nr. 7

| Zehnerpotenz | Vorsilbe |
|--------------|-------------|
| 10^{12} | Tera T |
| 10^9 | Giga G |
| 10^6 | Mega M |
| 10^3 | Kilo k |
| 10^2 | Hekto h |
| 10 | Deka d |
| 10^{-3} | Milli m |
| 10^{-6} | Mikro μ |
| 10^{-9} | Nano n |
| 10^{-12} | Piko p |

1.0.4. Wissenschaftliche Darstellung:

Da sich das Interesse der Physiker vom Inneren der Atome bis zu den Grenzen des Kosmos erstreckt, verwendet man die wissenschaftliche Normdarstellung, um sehr große und sehr kleine Zahlen kompakt darzustellen. Sie hat die Form $a \cdot 10^z$ mit $1 \leq a < 10$ und $z \in \mathbb{Z}$.

Beispiele:

- a) $685\,000\,000 = 6,85 \cdot 10^8$
 b) $0,000\,0012345 = 1,2345 \cdot 10^{-6}$

Übungen: Aufgaben zu Größen und Einheiten Nr. 8 und 9

1.0.5. Ergänzung: Abgeleitete SI-Einheiten

| Abgeleitete Größe | Einheit |
|---|---|
| Fläche A (<i>area</i>) | m ² |
| Volumen V (<i>volume</i>) | m ³ |
| Geschwindigkeit $v = \frac{ds}{dt}$ (<i>velocity</i>) | $\frac{m}{s}$ |
| Beschleunigung $a = \frac{dv}{dt}$ (<i>acceleration</i>) | $\frac{m}{s^2}$ |
| Impuls $p = m \cdot v$ (<i>momentum</i>) | $kg \cdot \frac{m}{s}$ |
| Dichte $\rho = \frac{m}{V}$ (<i>density</i>) | $\frac{kg}{m^3}$ |
| Kraft $F = m \cdot a$ (<i>force</i>) | Newton N = $kg \cdot \frac{m}{s^2}$ |
| Arbeit $dW = F \cdot ds$ (<i>Work</i>) | Joule J = N·m = $kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$ |
| Kinetische Energie $E = \frac{1}{2} mv^2$ (<i>energy</i>) | Joule J = N·m = $kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$ |
| Wärme $dQ = c \cdot m \cdot dT$ (<i>heat</i>) | Joule J = N·m = $kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$ |
| Entropie $S = \frac{Q}{T}$ (<i>entropy</i>) | $\frac{J}{K}$ |
| Leistung $P = \frac{dW}{dt} = F \cdot v$ (<i>power</i>) | Watt W = $\frac{J}{s} = N \cdot \frac{m}{s}$ |
| Druck $p = \frac{F}{A}$ (<i>pressure</i>) | Pascal Pa = $\frac{N}{m^2}$ oder bar = 10 ⁵ Pa |
| Elektrische Ladung $dQ = I \cdot dt$ (<i>charge</i>) | Coulomb C = A·s |
| Elektrische Feldstärke $E = \frac{F}{Q}$ | $\frac{N}{As}$ |
| Elektrische Spannung $U = \frac{W}{Q}$ | Volt V = $\frac{J}{C} = \frac{Nm}{As}$ |
| Elektrischer Widerstand $R = \frac{U}{I}$ (<i>resistance</i>) | Ohm $\Omega = \frac{V}{A}$ |
| Kapazität $C = \frac{Q}{U}$ (<i>capacity</i>) | Farad F = $\frac{C}{V}$ |

Anmerkungen

Der vorangestellte kleine Buchstabe d (für **differentiell** oder **Differenz**) bedeutet eine **unmessbar kleine Änderung**.

Beispiele:

- $v = \frac{ds}{dt}$ bedeutet: Geschwindigkeit = $\frac{\text{Ortsänderung}}{\text{Zeitänderung}}$ = zurückgelegte Strecke pro benötigte Zeit.
- $dW = F \cdot ds$ bedeutet Arbeitsänderung = Kraft mal Ortsänderung \Leftrightarrow verrichtete Arbeit = Kraft (in Wegrichtung) mal zurückgelegter Weg.
- $dQ = c \cdot m \cdot dt$ bedeutet Wärmeänderung = **spezifische Wärmekapazität** mal Masse mal Temperaturänderung. Die **spezifische Wärmekapazität c** ist die Wärme, die man benötigt, um 1 kg des Stoffes um 1 K zu erwärmen.

Übungen: Aufgaben zu Größen und Einheiten Nr. 10 und 11