

2 Physik

2.1 Physikalische Größen, Definitionsgleichungen und Einheiten

2.1.1 Mechanik

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit ¹⁾	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
Länge	l, s, r	Basisgröße	m (Meter)	1 Seemeile (sm) = 1852 m
Fläche	A	$A = l^2$	m ²	Hektar (ha), 1 ha = 10 ⁴ m ² Ar (a), 1 a = 10 ² m ²
Volumen	V	$V = l^3$	m ³	Liter (l) 1 l = 10 ⁻³ m ³ = 1 dm ³
ebener Winkel	α, β, γ	$\alpha = \frac{\text{Kreisbogen}}{\text{Kreisradius}}$	rad \equiv 1 (Radiant)	$\alpha = 1,7 \frac{\text{m}}{\text{m}} = 1,7 \text{ rad}$
Raumwinkel	Ω	$\Omega = \frac{\text{Kugelfläche}}{\text{Radiusquadrat}}$	sr \equiv 1 (Steradian)	$\Omega = 0,4 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2} = 0,4 \text{ sr}$
Zeit	t	Basisgröße	s (Sekunde)	1 min = 60 s; 1 h = 60 min 1 d = 24 h = 86400 s
Frequenz	f	$f = \frac{1}{T}$	$\frac{1}{\text{s}} = \text{s}^{-1} = \text{Hz}$ (Hertz)	Periodendauer
Drehfrequenz (Drehzahl)	n	$n = 2 \pi f$	$\frac{1}{\text{s}} = \text{s}^{-1}$	$\frac{1}{\text{min}} = \text{min}^{-1} = \frac{1}{60\text{s}}$
Geschwindigkeit	v	$v = \frac{ds}{dt} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Beschleunigung	a	$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$\frac{\text{cm}}{\text{h}^2}, \frac{\text{km}}{\text{s}^2} \dots$
Fallbeschleunigung	g		$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Normfallbeschleunigung $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$
Winkelgeschwindigkeit	ω	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{v_u}{r}$	$\frac{1}{\text{s}} = \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	φ Drehwinkel in rad
Umfangsgeschwindigkeit	v_u	$v_u = \pi d n = \omega r$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	d Durchmesser n Drehzahl
Winkelbeschleunigung	α	$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{r}$	$\frac{1}{\text{s}^2} = \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$	ω Winkelgeschwindigkeit

¹⁾ Einheit des „Système International d'Unités“ (Internationales Einheitensystem)

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit ¹⁾	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
Masse	m	Basisgröße	kg	$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$ $1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
Dichte	ϱ	$\varrho = \frac{m}{V}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}; \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$
Kraft	F	$F = m a$	$\text{N} = \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}$ (Newton)	$1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$
Gewichtskraft	F_G	$F_G = m g$	$\text{N} = \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}$	Normgewichtskraft $F_{Gn} = m g_n$
Druck	p	$p = \frac{F}{A}$	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kgm}}{\text{m}^2 \text{s}^2}$	$1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa (Pascal)}$
dynamische Viskosität	η		$\frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kgms}}{\text{m}^2 \text{s}^2}$	$\frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} = \text{Pa} \cdot \text{s}$ $1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s} \text{ (P Poise)}$
kinematische Viskosität	$\nu \text{ (Ny)}$	$\nu = \frac{\eta}{\varrho}$	$\frac{\text{m}^2}{\text{s}} = \frac{\text{Ns} / \text{m}^2}{\text{kg} / \text{m}^3}$	$1 \text{ St} = 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \text{ (St Stokes)}$
Arbeit	W	$W = F s$	$\text{J} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{Ws}$ J Joule Nm Newtonmeter Ws Wattsekunde kWh Kilowattstunde $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ M}$
Energie	W	$W = \frac{m}{2} v^2$ $W = m g h$	$\text{J} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$	
Leistung	P	$P = \frac{W}{t}$	$\text{W} = \frac{\text{Nm}}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W}$
Drehmoment	M	$M = F l$	$\text{Nm} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$	Biegemoment M_b Torsionsmoment T
Trägheitsmoment	J	$J = \int dm \varrho^2$	kgm^2	Massenmoment 2. Grades (früher: Massenträgheitsmoment)
Flächenmoment 2. Grades	I_x	$I = \int dA x^2$	m^4	mm^4 I_x, I_y axiales Flächenmoment 2. Grades I_p polares Flächenmoment 2. Grades (früher: Flächenträgheitsmoment)
	I_y	$I_y = \int dA y^2$	m^4	
	I_p	$I_p = \int dA \varrho^2$	m^4	
Elastizitätsmodul	E	$E = \sigma \frac{l_0}{\Delta l}$	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{m}}$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Schubmodul	G	$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{m}}$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ } (\mu \text{ Poisson-Zahl})$

¹⁾ Einheit des „Système International d'Unités“ (Internationales Einheitensystem)

2.1.2 Thermodynamik

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit ¹⁾	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
Temperatur (thermodynamische Temperatur)	T, Θ	Basisgröße	K (Kelvin)	1 K = 1 °C t, ϑ Celsius-Temperatur
spezifische innere Energie	u	$\Delta u = q + W_v$	$\frac{\text{J}}{\text{kg}} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2 \text{ kg}}$	$1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$
Wärme (Wärmemenge)	Q	$\frac{Q}{m} = c \Delta \vartheta$ $Q = U - w_v$	$\text{J} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$	$1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$
spezifische Wärme	q	$q = \Delta U - w_v$	$\frac{\text{J}}{\text{kg}} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2 \text{ kg}}$	
spezifische Wärmekapazität	c	$c = \frac{Q}{m \Delta \vartheta} = \frac{q}{\Delta T}$	$\frac{\text{J}}{\text{kg K}} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2 \text{ kg K}}$	
Enthalpie	H	$H = U + pV$ $h = u + p v$	$\text{J} = \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$	$h = \frac{H}{m}$ spezifische Enthalpie
Wärmeleitfähigkeit	λ		$\frac{\text{W}}{\text{m K}} = \frac{\text{kgm}}{\text{s}^3 \text{ K}}$	$\frac{\text{J}}{\text{m h K}}$ 1 K = 1 °C
Wärmeübergangskoeffizient	α		$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^3 \text{ K}}$	$\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{ h K}}$ 1 K = 1 °C
Wärmedurchgangskoeffizient	k		$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^3 \text{ K}}$	$\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{ h K}}$ 1 K = 1 °C
spezifische Gaskonstante	$R_i = \frac{R}{M}$	$R_i = \frac{p}{T \rho}$	$\frac{\text{J}}{\text{kg K}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \text{ K}}$	M molare Masse
universelle Gaskonstante	R	$R = 8315 \frac{\text{J}}{\text{kmol K}}$	$\frac{\text{J}}{\text{kmol K}}$	1 kmol = 1 Kilomol
Strahlungskonstante	C		$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}^4} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^3 \text{ K}^4}$	$C_s = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}^4}$ C_s Strahlungskonstante des schwarzen Körpers

2.1.3 Elektrotechnik

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit ¹⁾	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
elektrische Stromstärke	I	Basisgröße	A (Ampere)	
elektrische Spannung	U	$U = \sum E \Delta s$	V (Volt)	$1 \text{ V} = 1 \frac{\text{W}}{\text{A}} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3 \text{A}}$ W (Watt)
elektrischer Widerstand	R		Ω	$1 \frac{\text{V}}{\text{A}} = 1 \Omega = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3 \text{A}^2}$
elektrischer Leitwert	G		$\frac{1}{\Omega}$	$1 \frac{\text{A}}{\text{V}} = 1 \text{ S} = 1 \frac{\text{A}^2 \text{s}^3}{\text{kg m}^2}$ S (Siemens)
elektrische Ladung (Elektrizitätsmengen)	Q		C = As (Coulomb)	1 As = 1 C 1 Ah = 3600 As
elektrische Kapazität	C	$C = \frac{Q}{U}$	$F = \frac{\text{As}}{\text{V}}$ (Farad)	$1 \text{ F} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} = 1 \frac{\text{As}}{\text{V}} = 1 \frac{\text{A}^2 \text{s}^4}{\text{kg m}^2}$
elektrische Flussdichte	D	$D = \epsilon_0 \epsilon_r E$	$\frac{\text{C}}{\text{m}^2}$	$1 \frac{\text{C}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$
elektrische Feldstärke	E	$E = \frac{F}{Q}$	$\frac{\text{V}}{\text{m}}$	$1 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^3 \text{A}}$
Permittivität (früher Dielektrizitätskonstante)	ϵ	$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ ϵ_0 elektrische Feldkonstante ϵ_r Permittivitätszahl	$\frac{\text{F}}{\text{m}} = \frac{\text{A}^2 \text{s}^4}{\text{kg m}^3}$	$1 \frac{\text{S}}{\text{V}} = \frac{\text{s}^2 \text{C}^2}{\text{kg m}^3}$
elektrische Energie	W_e	$W_e = \frac{QU}{2}$	Ws	1 Nm = 1 J = 1 Ws = $1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$
magnetische Feldstärke	H	$H = \frac{I}{2 \pi r}$	$\frac{\text{A}}{\text{m}}$	
magnetische Flussdichte, Induktion	B	$B = \mu H$	$T = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{A}}$ T (Tesla)	$1 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{A}}$ $T = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$ Wb (Weber)
magnetischer Fluss	Φ	$\Phi = \sum B \Delta A$	$\text{Wb} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2 \text{A}}$	1 Wb = 1 Vs = $1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2 \text{A}}$
Induktivität	L	$L = \frac{N \Phi}{I}$ (Windungszahl)	$H = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2 \text{A}^2}$ H (Henry)	$1 \text{ H} = \frac{\text{Vs}}{\text{A}} = 1 \frac{\text{Wb}}{\text{A}} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2 \text{A}^2}$
Permeabilität	μ	$\mu = \mu_0 \mu_r$ μ_0 magnetische Feldkonstante μ_r Permeabilitätszahl	$\frac{\text{H}}{\text{m}} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2 \text{A}^2}$	$1 \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} = 1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2 \text{A}^2}$

2.1.4 Optik

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
Lichtstrom	Φ	$\Phi = I \Omega$	Lumen (cd sr)	I Lichtstärke in Candela (cd) Ω Raumwinkel in Steradian (sr)
Beleuchtungsstärke	E	$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta A} = \frac{I \Phi}{\Delta A} = \frac{l \cos \varphi}{l^2}$	Lux (lx)	l Abstand φ Einfallswinkel
Brechzahl ²⁾	n	$n = \frac{c_0}{c_k} > 1$	1	Lichtgeschwindigkeit $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s Lichtgeschwindigkeit c_k im durchsichtigen Stoff $c_k = \lambda f$
Gangunterschied in dünnen Blättchen	Δx	$\Delta x = 2 d n - \frac{\lambda}{2}$	m	d Dicke des Blättchens
Verstärkung und Auslöschung des Lichts (k natürliche Zahl)		Verstärkung $2k \frac{\lambda}{2} = 2 d n - \frac{\lambda}{2}$		Auslöschung $(2k - 1) \frac{\lambda}{2} = 2 d n - \frac{\lambda}{2}$
Auslenkungswinkel α bei Lichtbeugung am Doppelspalt		$\sin \alpha = k \frac{\lambda}{2b}$		b Abstand im Doppelspalt heller Streifen bei $k = 0, 2, 4, \dots$ dunkler Streifen bei $k = 1, 3, 5, \dots$
Reflexionsgrad	R	$R = \left(\frac{n-1}{n+1} \right)^2$	1	n Brechzahl
Brechungsgesetz für Lichtwellen		$\sin \varepsilon_2 = \sin \varepsilon_1 \frac{n_1}{n_2}$		ε_1 Einfallswinkel ε_2 Brechungswinkel
Parallelverschiebung in planparallelen Platten		$\Delta s = d \frac{\sin(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{\cos \varepsilon_2} = d \sin \varepsilon_1 \left(1 - \frac{\cos \varepsilon_2}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \varepsilon_1}} \right)$		
Totalreflexionsgesetz		$\sin \varepsilon_r = \frac{n_1}{n_2}$		$\sin \varepsilon_r = 1$ (für Übertritt in Luft)

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
Linsen-gleichungen		$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ $\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) - \frac{(n-1)^2}{n} \cdot \frac{d}{r_1 r_2}$		f Brennweite a Gegenstandsweite b Bildweite r_1, r_2 Radien n Brechzahl d Linsendicke
Lichtstärke	I	$\Phi = I \cdot \Omega$	Candela (cd) ¹⁾	Basisgröße
Lichtmenge	Q		Lumen · Sekunde (lm · s)	
Lichtausbeute	η		$\frac{\text{Lumen}}{\text{Watt}} \left(\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right)$	
Leuchtdichte	L		$\frac{\text{Candela}}{\text{Quadratmeter}} \left(\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right)$	

1) Umrechnungsfaktoren von Candela in Hefnerkerze (HK) und umgekehrt

Farbtemperatur	HK/cd	cd/HK
2043 K (Platinpunkt)	0,903	1,107
2360 K (Wolfram-Vakuum-Lampe)	0,877	1,140
2750 K (gasgefüllte Wolframlampe)	0,861	1,162

2) Brechzahlen n für den Übergang des Lichts aus dem Vakuum in optische Mittel³⁾ (durchsichtige Stoffe)

Luft	1,000293 \approx 1	Flintglas ⁴⁾	1,56 ... 1,9	Steinsalz	1,54
Wasser	1,33	Kanadabalsam	1,54	Saphir	1,76
Acrylglas (Plexiglas)	1,49	Kalkspat ⁵⁾ (ao Strahl)	1,49	Diamant	2,40
Kronglas ⁴⁾	1,48 ... 1,57	Kalkspat ⁵⁾ (o Strahl)	1,66	Schwefelkohlenstoff	1,63

3) Das optisch dichtere (dünnere) Mittel ist das mit der größeren (kleineren) Brechzahl.

4) Kronglas hat eine geringere, Flintglas eine hohe Farbzerstreuung (Dispersion).

5) o ordentlicher Strahl, ao außerordentlicher Strahl

2.1.5 Akustik

Größe	Formelzeichen	Definitionsgleichung	SI-Einheit	Bemerkung, Beispiel, andere zulässige Einheiten
Grundfrequenz einer Saite	f_0	$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{\sigma_z}{\varrho}}$	$\frac{1}{s}$	σ_z Zugspannung in der Saite ϱ Dichte l Länge der Saite
Schallschnelle	v	$v = 2\pi A f$	$\frac{m}{s}$	A Amplitude
Schalldruck	p	$p = \varrho c v$	$\frac{N}{m^2} = Pa$	
Schallgeschwindigkeit (feste Körper)	c_k	$c_k = \sqrt{\frac{E}{\varrho}}$	$\frac{m}{s}$	E Elastizitätsmodul
Schallgeschwindigkeit (Flüssigkeiten)	c_f	$c_f = \sqrt{\frac{1}{k \varrho}}$	$\frac{m}{s}$	k Kompressibilitätsfaktor in $\frac{m^2}{N}$
Schallgeschwindigkeit (Gase)	c_g	$c_g = \sqrt{\frac{p \gamma}{\varrho}} = \sqrt{R T \gamma}$	$\frac{m}{s}$	γ Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten R spezifische Gaskonstante
Lautstärke	L	$L = 20 \lg \frac{p_n}{p_0}$	phon $1 \text{ phon} \triangleq \frac{p_n}{p_0} = 1,122$	p_n Normschalldruck p_0 Bezugsschalldruck $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} N/mm^2$
Schallgeschwindigkeit (Gase) bei bekannter c_{Luft}	c_g	$c_g = c_{Luft} \frac{\lambda_g}{\lambda_{Luft}}$	$\frac{m}{s}$	λ_g Wellenlänge der stehenden Schallwelle

2.1.6 Lautstärke, Schalldruck und Schallstärke (absoluter Schallpegel)

Lautstärke L in phon	Schalldruck p in $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ bei 1000 Hz	Schallstärke J in $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
0,0	$2,000 \cdot 10^{-5}$	$1,000 \cdot 10^{-12}$
0,5	$2,118 \cdot 10^{-5}$	$1,122 \cdot 10^{-12}$
1,0	$2,244 \cdot 10^{-5}$	$1,259 \cdot 10^{-12}$
2,0	$2,518 \cdot 10^{-5}$	$1,585 \cdot 10^{-12}$
3,0	$2,824 \cdot 10^{-5}$	$1,995 \cdot 10^{-12}$
4,0	$3,170 \cdot 10^{-5}$	$2,512 \cdot 10^{-12}$
5,0	$3,556 \cdot 10^{-5}$	$3,162 \cdot 10^{-12}$
6,0	$3,990 \cdot 10^{-5}$	$3,981 \cdot 10^{-12}$
7,0	$4,478 \cdot 10^{-5}$	$5,012 \cdot 10^{-12}$
8,0	$5,024 \cdot 10^{-5}$	$6,310 \cdot 10^{-12}$
9,0	$5,636 \cdot 10^{-5}$	$7,943 \cdot 10^{-12}$
10,0	$6,324 \cdot 10^{-5}$	$1,000 \cdot 10^{-11}$
15,0	$1,125 \cdot 10^{-4}$	$3,162 \cdot 10^{-11}$
20,0	$2,000 \cdot 10^{-4}$	$1,000 \cdot 10^{-10}$
30,0	$6,324 \cdot 10^{-4}$	$1,000 \cdot 10^{-9}$
40,0	$2,000 \cdot 10^{-3}$	$1,000 \cdot 10^{-8}$
50,0	$6,324 \cdot 10^{-3}$	$1,000 \cdot 10^{-7}$
100,0	2,000	$1,000 \cdot 10^{-2}$

2.1.7 Lautstärke von Geräuschen

Art des Geräuschs	Phon
untere Hörschwelle	0
leises Flüstern	10
ruhige Wohnung	20
Baumrauschen im Wind	30
Zerreißen von Papier	40
Umgangssprache	50
Straßenbahn	60
Großstadtstraßen	70
starker Straßenverkehr	80
Maschinenräume, U – Bahn	90
Laute Autohupe	100
Blechschmiede	110
Niet- bzw. Presslufthammer	120
Schmerzgrenze	130

2.2 Allgemeine und atomare Konstanten

Bezeichnung	Beziehung
Avogadro-Konstante	$N_A = 6,0221367 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann-Konstante	$k = 1,380658 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
elektrische Elementarladung	$e = 1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8,854187817 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
Faraday-Konstante	$F = 96485,309 \text{ C/mol}$
Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum	$c_0 = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 1,2566370614 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$
molares Normvolumen idealer Gase	$V_{mn} = 2,24208 \cdot 10^4 \text{ cm}^3/\text{mol}$
Planck-Konstante	$h = 6,6260755 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e = 9,1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Ruhemasse des Protons	$m_p = 1,672622 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Stefan-Boltzmann-Konstante	$\sigma = 5,67051 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
(universelle) Gaskonstante	$R = 8,314510 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
Gravitationskonstante	$G = 6,67259 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

2.3 Umrechnungstabelle für metrische Längeneinheiten

Einheit	Pico- meter pm	Ång- ström ¹⁾ Å	Nano- meter nm	Mikro- meter µm	Milli- meter mm	Zenti- meter cm	Dezi- meter dm	Meter m	Kilo- meter km
1 pm =	1	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵
1 Å ¹⁾ =	10 ²	1	10 ⁻¹	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹³
1 nm =	10 ³	10	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²
1 µm =	10 ⁶	10 ⁴	10 ³	1	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹
1 mm =	10 ⁹	10 ⁷	10 ⁶	10 ³	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶
1 cm =	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ⁷	10 ⁴	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻⁵
1 dm =	10 ¹¹	10 ⁹	10 ⁸	10 ⁵	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻⁴
1 m =	10 ¹²	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ⁶	10 ³	10 ²	10	1	10 ⁻³
1 km =	10 ¹⁵	10 ¹³	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁴	10 ³	1

1) Das Ångström ist nicht als Teil des Meters definiert, gehört also nicht zum metrischen System. Es ist benannt nach dem schwedischen Physiker A. J. Ångström (1814–1874).

Hinweis: Der negative Exponent gibt die Anzahl der Nullen (vor der 1) *einschließlich* der Null vor dem Komma an, z. B. 10⁻⁴ 0,0001; 10⁻¹ 0,1; 10⁻⁶ 0,000001.
Der positive Exponent gibt die Anzahl der Nullen (nach der 1) an, z. B. 10⁴ 10000; 10¹ 10; 10⁶ 1000000.

2.4 Vorsatzzeichen zur Bildung von dezimalen Vielfachen und Teilen von Grundeinheiten oder hergeleiteten Einheiten mit selbstständigem Namen

Vorsatz	Kurzzeichen	Bedeutung	
Tera	T	1000000000000	(= 10^{12}) Einheiten
Giga	G	1000000000	(= 10^9) Einheiten
Mega	M	1000000	(= 10^6) Einheiten
Kilo	k	1000	(= 10^3) Einheiten
Hekto	h	100	(= 10^2) Einheiten
Deka	da	10	(= 10^1) Einheiten
Dezi	d	0,1	(= 10^{-1}) Einheiten
Zenti	c	0,01	(= 10^{-2}) Einheiten
Milli	m	0,001	(= 10^{-3}) Einheiten
Mikro	μ	0,000001	(= 10^{-6}) Einheiten
Nano	n	0,000000001	(= 10^{-9}) Einheiten
Pico	p	0,000000000001	(= 10^{-12}) Einheiten

2.5 Umrechnungstabelle für Leistungseinheiten

Einheit	Nm/s = W	kpm/s	PS	kW	kcal/s
1 Nm/s = 1 W =	1	0,101972	$1,35962 \cdot 10^{-3}$	0,001	$2,38846 \cdot 10^{-4}$
1 kpm/s =	9,80665	1	0,0133333	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	$2,34228 \cdot 10^{-3}$
1 PS =	735,499	75	1	0,735499	0,175671
1 kW =	1000	101,972	1,35962	1	0,238846
1 kcal/s =	4186,80	426,935	5,69246	4,18680	1

2.6 Schallgeschwindigkeit c , Dichte ϱ und Elastizitätsmodul E einiger fester Stoffe

Stoff	c in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	ϱ in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	E in $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
Aluminium in Stabform	5080	2700	$7,1 \cdot 10^{10}$
Blei	1170	11400	$1,6 \cdot 10^{10}$
Stahl in Stabform	5120	7850	$21,0 \cdot 10^{10}$
Kupfer	3700	8900	$12,5 \cdot 10^{10}$
Messing	3500	8100	$10,0 \cdot 10^{10}$
Nickel	4780	8800	$20,0 \cdot 10^{10}$
Zink	3800	7100	$10,5 \cdot 10^{10}$
Zinn	2720	7300	$5,5 \cdot 10^{10}$
Quarzglas	5360	2600	$7,6 \cdot 10^{10}$
Plexiglas	2090	1200	$0,5 \cdot 10^{10}$

2.7 Schallgeschwindigkeit c und Dichte ϱ einiger Flüssigkeiten

Flüssigkeit	t in °C	c in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	ϱ in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Benzol	20	1 330	878
Petroleum	34	1 300	825
Quecksilber	20	1 450	13 595
Transformatoröl	32,5	1 425	895
Wasser	20	1 485	997

2.8 Schallgeschwindigkeit c , Verhältnis $\kappa = \frac{c_p}{c_v}$ einiger Gase bei $t = 0\text{ °C}$

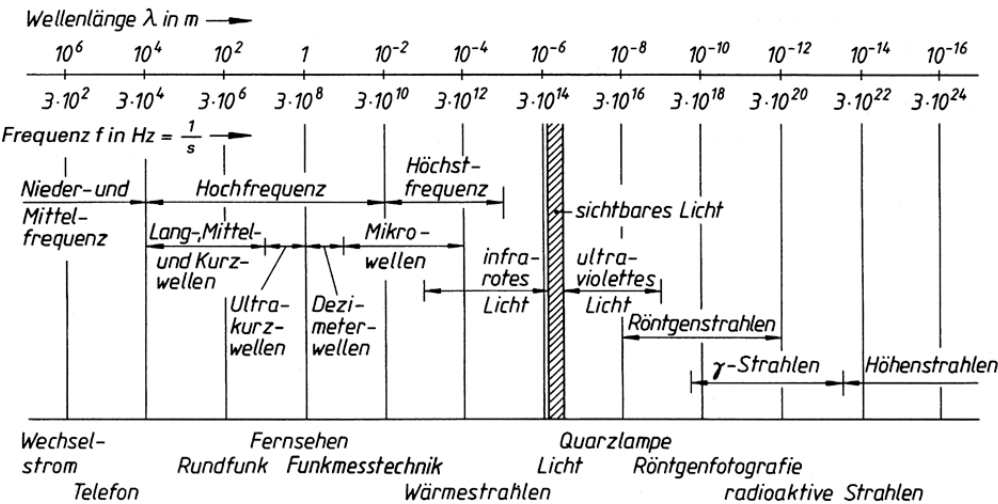
Gas	c in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	κ
Helium	965	1,66
Kohlenoxid	338	1,4
Leuchtgas	453	–
Luft	331 (344 bei 20 °C)	1,402
Sauerstoff	316	1,396
Wasserstoff	1 284 (1 306 bei 20 °C)	1,408

c_p mittlere spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck
 c_v mittlere spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen

2.9 Schalldämmung von Trennwänden

Baustoff	Dicke s in cm	Masse m' in kg/m^2	mittlere Dämmzahl D in dB
Dachpappe	–	1	13
Sperrholz, lackiert	0,5	2	19
Dickglas	0,6 ... 0,7	16	29
Heraklithwand, verputzt	–	50	38,5
Vollziegelwand, $\frac{1}{4}$ Stein verputzt	9	153	41,5
bei $\frac{1}{2}$ Stein	15	228	44
bei $\frac{1}{1}$ Stein	27	457	49,5

2.10 Elektromagnetisches Spektrum



2.11 Brechzahlen *n* für den Übergang des Lichts aus dem Vakuum in optische Mittel ¹⁾ (durchsichtige Stoffe)

Luft	1,000 293 \approx 1	Kalkspat (ao Strahl)	1,49
Wasser	1,33	Kalkspat (o Strahl)	1,66
Acrylglas (Plexiglas)	1,49	Steinsalz	1,54
Kronglas ²⁾	1,48 ... 1,57	Saphir	1,76
Flintglas ²⁾	1,56 ... 1,9	Diamant	2,4
Kanadabalsam	1,54	Schwefelkohlenstoff	1,63

¹⁾ Das optisch dichtere (dünnere) Mittel ist das mit der größeren (kleineren) Brechzahl.

²⁾ Kronglas ist Glas mit geringer, Flintglas mit hoher Farbzerstreuung (Dispersion).

Formeln und Tabellen Maschinenbau

Für Studium und Praxis

Böge, A.; Böge, W. (Hrsg.)

2015, XIV, 411 S. 675 Abb., 277 Abb. in Farbe.,
Softcover

ISBN: 978-3-658-09816-2