

Anhang

SI-Vorsätze

Faktor	Vorsatzname	Vorsatzzeichen
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{24}$	Yotta	Y
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{21}$	Zetta	Z
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{18}$	Exa	E
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{15}$	Peta	P
$1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$	Tera	T
$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$	Giga	G
$1\ 000\ 000 = 10^6$	Mega	M
$1\ 000 = 10^3$	Kilo	k
$100 = 10^2$	Hekto	h
$10 = 10^1$	Deka	da
$0.1 = 10^{-1}$	Dezi	d
$0.01 = 10^{-2}$	Zenti	c
$0.001 = 10^{-3}$	Milli	m
$0.000\ 001 = 10^{-6}$	Mikro	μ
$0.000\ 000\ 001 = 10^{-9}$	Nano	n
$0.000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$	Piko	p
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-15}$	Femto	f
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-18}$	Atto	a
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-21}$	Zepto	z
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-24}$	Yokto	y

Dezimale, Bruchteile und Vielfache

Da die Zahlen von über 1 000 bzw. unter 0,001 viel Platz beanspruchen und ausserdem die Lesbarkeit beeinträchtigen, werden im SI für dezimale Bruchteile und Vielfache besondere Vorsätze eingeführt. Diese werden ohne Zwischenraum vor die Einheiten geschrieben. Die Kumulation von Vorsatzzeichen ist jedoch nicht gestattet. Potenzexponenten bei derart zusammengesetzten Zeichen beziehen sich jeweils auf das ganze Zeichen. Nicht zugelassen sind die SI-Vorsätze für die Winkeleinheiten ", ' und °, die Zeiteinheiten min, h und d, die Flächenmasse a und ha, das metrische Karat ct sowie die Dioptrie.

Beispiele

$$12\,000\text{ N} = 12 \cdot 10^3\text{ N} = 12\text{ kN}$$

$$0.000\,05\text{ s} = 50 \cdot 10^{-6}\text{ s} = 50\ \mu\text{s}$$

$$0.004\ \mu\text{m} = 4 \cdot 10^{-3}\ \mu\text{m} = 4 \cdot 10^{-9}\text{ m} = 4\text{ nm}$$

$$0.000\,004\text{ kg} = 4 \cdot 10^{-6}\text{ kg} = 4 \cdot 10^{-3}\text{ g} = 4\text{ mg}$$

Schreibweisen von numerischen Werten physikalischer Grössen

	Beispiel
generell $A = \{A\} \cdot [A]$	
A: physikalische Grösse, $\{A\}$: numerischer Wert, $[A]$: Einheit	$\lambda = 3.896 \cdot 10^{-7}\text{ m}$ oder $\lambda = 389.6\text{ nm}$
Als Dezimalzeichen kann nach ISO 80 000–1 das Komma oder der Punkt verwendet werden, je nach nationalen oder sprachlichen Gepflogenheiten.	3,896
Innerhalb eines Textes sollte es immer gleich verwendet werden.	3.896
Vielstellige Zahlen werden im technisch-wissenschaftlichen Bereich der besseren Lesbarkeit wegen in Gruppen zu drei Ziffern unterteilt.	4 867.219 1 statt 4867.2191
Bei Unklarheiten zwischen Multiplikanden wird ein Multiplikationszeichen (halbhoher Punkt) oder ein \times (Kreuz) gesetzt.	$3.86 \cdot 4.23$ oder 3.86×4.23
Zusatzbezeichnungen von Grössen müssen beim Grössen- und nicht beim Einheitensymbol stehen.	$U_{max} = 500\text{ V}$ nicht $U = 500\text{ V}_{max}$
Physikalische Grössen werden kursiv, Einheiten und Funktionen in gerader Schrift (senkrecht) dargestellt.	$p(h) = p_0 \exp(-h/8\,000\text{ m})$

Definitionen wichtiger Einheiten

Das internationale Einheitensystem SI ist dasjenige Einheitensystem, in dem

– die Frequenz des Hyperfeinstrukturübergangs des Grundzustands

im ^{133}Cs -Atom $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770\text{ s}^{-1}$,

– die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum $c = 299\,792\,458\text{ m s}^{-1}$,

– die Planck-Konstante $h = 6.626\,070\,15 \times 10^{-34}\text{ J s}$,

– die Elementarladung $e = 1.602\,176\,634 \times 10^{-19}\text{ C}$ ($\text{C} = \text{A s}$),

– die Boltzmann-Konstante, $k = 1.380\,649 \times 10^{-23}\text{ J K}^{-1}$ ($\text{J K}^{-1} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$),

– die Avogadro-Konstante $N_{\text{A}} = 6.022\,140\,76 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$,

– die Photometrisches Strahlungsäquivalent einer monochromatischen Strahlung von

$540 \times 10^{12}\text{ Hz}$ $K_{\text{cd}} = 683\text{ lm W}^{-1}$ beträgt,

wobei Hertz, Joule, Coulomb, Lumen und Watt mit ihren entsprechenden Einheitsymbolen

(Hz, J, C, lm und W) in Beziehung stehen zu den Messgrössen Sekunde, Meter, Kilogramm,

Ampere, Kelvin, Mol und Candela mit ihren entsprechenden Symbolen s, m, kg, A, K, mol, and

cd), gemäss. $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$, $\text{J} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$, $\text{C} = \text{A s}$,

$\text{lm} = \text{cd sr}$, und $\text{W} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$.

Das ist die eigentliche Definition des Internationalen Einheitensystems (SI). Daraus ergeben sich Definitionen für die Einheiten.

Kilogramm

Das Kilogramm (Symbol kg) ist die SI-Einheit der Masse. Es wird definiert durch die Konstante des Planck'schen Wirkungsquantums h . Der Zahlenwert dieser Konstante ist auf $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ festgelegt, wenn sie in der Einheit J s bzw. $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ angegeben wird und die Sekunde und der Meter durch $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ und c definiert sind.

Meter

Der Meter (Symbol m) ist die SI-Einheit der Länge. Er wird definiert durch die Konstante der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum c . Der Zahlenwert dieser Konstante ist auf 299 792 458 festgelegt, wenn sie in der Einheit m s^{-1} angegeben wird und die Sekunde durch $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert ist.

Sekunde

Die Sekunde (Symbol s) ist die SI-Einheit der Zeit. Sie wird definiert durch die Konstante der Cäsiumfrequenz $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, der Frequenz des ungestörten Hyperfeinübergangs des Grundzustands des Cäsium-Isotops ^{133}Cs . Der Zahlenwert dieser Konstante ist auf 9 192 631 770 festgelegt, wenn sie in der Einheit Hz bzw. s^{-1} angegeben wird.

Ampere

Das Ampere (Symbol A) ist die SI-Einheit der Stromstärke. Es wird definiert durch die Konstante der Elementarladung e . Der Zahlenwert dieser Konstante ist auf $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ festgelegt, wenn sie in der Einheit C bzw. A s angegeben wird und die Sekunde durch $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert ist.

Kelvin

Das Kelvin (Symbol K) ist die SI-Einheit der thermodynamischen Temperatur. Es wird definiert durch die Boltzmann-Konstante k . Der Zahlenwert dieser Konstante ist auf $1.380\,649 \times 10^{-23}$ festgelegt, wenn sie in der Einheit J K^{-1} bzw. $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ angegeben wird und das Kilogramm, der Meter und die Sekunde durch h , c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.

Mol

Das Mol (Symbol mol) ist die SI-Einheit der Stoffmenge. Ein Mol enthält exakt $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$ Einzelteilchen. Diese Zahl wird Avogadro-Zahl genannt und entspricht der Avogadro-Konstante N_A , wenn diese in der Einheit mol^{-1} angegeben wird.

Candela

Die Candela (Symbol cd) ist die SI-Einheit der Lichtstärke in einer bestimmten Raumrichtung. Sie wird definiert durch die Konstante K_{cd} , das photometrische Strahlungsäquivalent einer monochromatischen Strahlung von 540×10^{12} Hz. Der Zahlenwert dieser Konstante ist auf 683 festgelegt, wenn sie in der Einheit lm W^{-1} bzw. cd sr W^{-1} oder $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ angegeben wird und das Kilogramm, der Meter und die Sekunde durch h , c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.

Impressum

Herausgeber

Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS
Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern, Schweiz, Tel. +41 58 387 01 11, www.metas.ch

Sprachen

Die Broschüre «Unsere Masseinheiten: das Internationale Einheitensystem (SI)» wird in deutscher, französischer und italienischer Sprache herausgegeben.

Ausgabe

Mai 2019

Hinweis

Diese Broschüre wurde mit grosser Sorgfalt zusammengestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

Nachdruck

mit Quellenangabe gestattet, Belegexemplare erwünscht.