

# Physik

Gleichungen und Tabellen

Bearbeitet von  
Dietmar Mende, Günter Simon

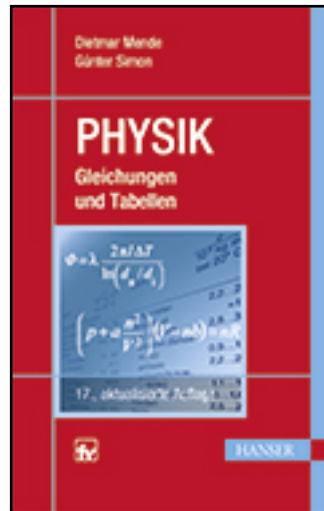
17., aktualisierte Auflage 2016. Buch. 450 S. Hardcover  
ISBN 978 3 446 44969 5  
Format (B x L): 12,4 x 19,3 cm  
Gewicht: 484 g

[Weitere Fachgebiete > Physik, Astronomie > Physik Allgemein](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung bech-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



Leseprobe

Dietmar Mende, Günter Simon

Physik

Gleichungen und Tabellen

ISBN (Buch): 978-3-446-44969-5

ISBN (E-Book): 978-3-446-44970-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44969-5>

sowie im Buchhandel.

---

# Inhaltsverzeichnis

---

1	Grundbegriffe der Metrologie . . . . .	11
1.1	Physikalische Größen . . . . .	11
1.2	Formelzeichen physikalischer Größen (Auswahl) . . . . .	11
1.3	Einheiten physikalischer Größen . . . . .	15
1.4	Umrechnungstabellen (s. auch Kapitel 13) . . . . .	18
1.5	Dimensionen physikalischer Größenarten . . . . .	20
1.6	Physikalische Gleichungen . . . . .	25
2	Mechanik fester Körper . . . . .	26
2.1	Kinematik . . . . .	26
2.2	Statik starrer Körper . . . . .	39
2.3	Physikalische Grundlagen der Festigkeitslehre . . . . .	47
2.4	Dynamik . . . . .	66
2.5	Zusammenfassung wichtiger Gesetze der Kinematik und Dynamik . . . . .	83
2.6	Gravitation . . . . .	86
3	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase . . . . .	93
3.1	Allgemeine Eigenschaften der Flüssigkeiten und Gase . . . . .	93
3.2	Ruhende Flüssigkeiten und Gase . . . . .	95
3.3	Strömende Flüssigkeiten und Gase . . . . .	98
4	Thermodynamik . . . . .	111
4.1	Temperatur . . . . .	111
4.2	Thermische Ausdehnung der festen Körper und Flüssigkeiten . . . . .	112
4.3	Zustandsgleichung des idealen Gases . . . . .	116
4.4	Wärmemenge . . . . .	120
4.5	Wärmeübertragung . . . . .	129
4.6	Erster Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	135
4.7	Zustandsänderungen des idealen Gases . . . . .	136
4.8	Carnot'scher Kreisprozess . . . . .	143
4.9	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	145
4.10	Exergie und Anergie . . . . .	145
4.11	Änderungen des Aggregatzustandes . . . . .	145
4.12	Reale Gase . . . . .	155
4.13	Kinetische Theorie der Wärme . . . . .	159
5	Elektrik . . . . .	169
5.1	Gleichstrom . . . . .	169

5.2	Elektrisches Feld . . . . .	181
5.3	Magnetisches Feld . . . . .	192
5.4	Zusammenfassung der wichtigsten Gesetze des elektrischen und magnetischen Feldes . . . . .	212
5.5	Leitungsvorgänge in Festkörpern und Flüssigkeiten . . . . .	215
5.6	Leitungsvorgänge in Gasen und im Vakuum . . . . .	224
5.7	Wichtige Bauelemente der Elektronik . . . . .	229
5.8	Grundlagen der Schaltalgebra . . . . .	239
6	Schwingungen . . . . .	243
6.1	Mechanische Schwingungen . . . . .	243
6.2	Elektrische Schwingungen . . . . .	256
6.3	Wechselstrom . . . . .	258
7	Wellen . . . . .	272
7.1	Allgemeine Wellenlehre . . . . .	272
7.2	Wellenfeld . . . . .	275
7.3	Schallwellen . . . . .	279
7.4	Schallfeldgrößen . . . . .	285
7.5	Physiologische Akustik . . . . .	291
7.6	Elektromagnetische Wellen . . . . .	293
7.7	Lichtausbreitung . . . . .	298
7.8	Optische Abbildung . . . . .	309
7.9	Optische Geräte . . . . .	313
7.10	Fotometrie . . . . .	315
7.11	Lichtabsorption . . . . .	320
7.12	Temperaturstrahlung . . . . .	322
8	Spezielle Relativitätstheorie . . . . .	326
9	Quantentheorie und Atombau . . . . .	331
9.1	Atom . . . . .	331
9.2	Dualismus Welle – Korpuskel . . . . .	332
9.3	Atomhülle . . . . .	334
9.4	Physik der Atomkerne . . . . .	361
9.5	Dosimetrie und Strahlenschwächung . . . . .	388
10	Häufig benötigte physikalische Konstanten (Fundamental- konstanten) nach CODATA 2014 . . . . .	403
11	Grundlagen der Vektorrechnung . . . . .	409
11.1	Vektoralgebra . . . . .	409
11.2	Vektoranalysis (Differenzialoperationen) . . . . .	413
12	Grundlagen der Fehlerrechnung . . . . .	416
13	Umrechnung von Einheiten . . . . .	422
14	Sachwortverzeichnis . . . . .	428

---

## Vorwort

---

Die Zusammenstellung der wichtigsten Gleichungen, Größen, Zahlenwerte und Konstanten aus dem Gesamtbereich der Physik auf möglichst knappem Raum, dabei übersichtlich, einprägsam und rasch auffindbar, wo möglich in Tabellenform – das ist das Anliegen dieses Buches. Dem Benutzer soll ein Hilfsmittel für theoretische und praktische Arbeiten auf dem Gebiet der Physik, ein „Speicher“ für gelerntes Wissen zur Verfügung gestellt werden.

„PHYSIK – Gleichungen und Tabellen“ ist kein Lehrbuch, es baut auf vorhandenen Kenntnissen auf. Unterschiedlichen Niveaustufen wird durch entsprechende Gliederung des Stoffes Rechnung getragen; dem Einarbeiten in die Methodik des Buches dienen die Benutzungshinweise. In seiner Anlage wendet sich dieses Nachschlagewerk vorrangig an Studenten der Fachhochschulen, Technischen Hochschulen und Universitäten, Ingenieure, Techniker und Laboranten, aber auch an Naturwissenschaftler.

Zugang zu den gewünschten Informationen erhält der Benutzer vor allem durch das umfangreiche Sachwortverzeichnis am Schluss des Buches.

Für Hinweise zur weiteren Verbesserung des Werkes sind wir sehr dankbar.

*Autoren und Verlag*

---

## 2 Mechanik fester Körper

---

### 2.1 Kinematik

#### Länge

- Die Länge ist eine Basisgröße. Die *Einheit* der Länge ist das *Meter*: Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von  $1/299\,792\,458$  Sekunden durchläuft.

#### Zeit

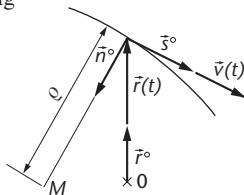
- Die Zeit ist eine Basisgröße. Die *Einheit* der Zeit ist die *Sekunde*: Die Sekunde ist die Dauer von  $9\,192\,631\,770$  Perioden der Strahlung, die dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes des Atoms Cäsium 133 entspricht.

#### Bahngeschwindigkeit

$s, t \rightarrow$	Benutzungshinweise	
$v$	Bahngeschwindigkeit (Geschwindigkeit)	$\text{m s}^{-1}$
$\vec{r}$	Ortsvektor	$\text{m}$
$\vec{s}^\circ$	Einheitsvektor in Richtung der Bahnkurve	1
$\vec{r}^\circ$	Einheitsvektor in Richtung des Ortsvektors	1

$v, \vec{r}, s, \vec{r}^\circ$  und  $\vec{s}^\circ$  sind im Allgemeinen zeitabhängig

- $$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$
$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}} = \frac{ds}{dt} \vec{s}^\circ = v \vec{s}^\circ$$



#### Bahngeschwindigkeit auf gerader Bahn

$s, t \rightarrow$	Benutzungshinweise	
$v$	Bahngeschwindigkeit (Geschwindigkeit)	$\text{m s}^{-1}$
$s_0$	zur Zeit $t_0$ bereits zurückgelegter Weg	$\text{m}$

#### Augenblicksgeschwindigkeit

- $$v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

## Durchschnittsgeschwindigkeit

$$\bullet \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \quad v = \frac{s - s_0}{t} \quad \text{für } t_0 = 0$$

## Geschwindigkeit bei gleichförmiger Bewegung

$$\bullet \quad v = \frac{s}{t} \quad \text{für } t_0 = 0 \quad \text{und } s_0 = 0$$

## Einige Geschwindigkeiten (Durchschnittswerte)

Bewegung	$\frac{v}{\text{km h}^{-1}}$	$\frac{v}{\text{m s}^{-1}}$
Gletscherbewegung	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Schneeflocken	0,72	0,2
Gehen	5	1,4
Dauerlauf	10	2,8
Radfahren	20	5,5
Kurzstreckenlauf	bis 36	bis 10
Brieftaube	72	20
Rennpferd	90	25
Orkan (Windstärke 12)	126	35
Schallgeschwindigkeit in Luft bei 0 °C und 101,325 kPa	1225	340
Punkt am Äquator (Umfangsgeschwindigkeit der Erde)	1670	464
Überschallverkehrsflugzeug	2500	695
Gewehrgeschoss (Anfangsgeschwindigkeit)	3130	870
Wasserstoffmoleküle bei 0 °C und 101,325 kPa	6625	1840
Erdbebenwelle	13000	3600
Künstlicher Erdsatellit	28800	8000
Bahngeschwindigkeit der Erde um die Sonne	$1,1 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^4$
Licht im Vakuum (gerundet)	$1,1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^8$

## Bahngeschwindigkeit bei Kreisbewegung mit konstanter Drehfrequenz

$v$	Bahngeschwindigkeit	$\text{m s}^{-1}$
$r$	Radius der Kreisbahn	$\text{m}$
$f$	Drehfrequenz (Drehzahl)	$\text{s}^{-1}$

$$\bullet \quad v = 2\pi r f$$

**Winkelgeschwindigkeit**

(→ Bild S. 26);  $M$  und  $O$  liegen in der Zeichenebene

$\vec{\omega}$	Winkelgeschwindigkeit bezüglich $O$	$\text{rad s}^{-1} \equiv \text{s}^{-1}$
$\vec{r}$	Ortsvektor	m
$\vec{e}^\circ$	Einheitsvektor, senkrecht zur Bahnebene	1
$\varphi$	Winkel zwischen $\vec{r}$ und einer vorgegebenen Richtung	$\text{rad} \equiv 1$
$\vec{n}^\circ$	Einheitsvektor in Richtung der Normalen der Bahnkurve zum Krümmungsmittelpunkt	1
$\varrho$	Krümmungsradius der Bahnkurve	m

$$\overrightarrow{\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)} = \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}^\circ$$

Winkelgeschwindigkeit bezüglich  $O$

$$\vec{e}^\circ \perp \vec{r} \quad \overrightarrow{\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)} = \frac{1}{r^2} (\vec{r} \times \vec{v})$$

Winkelgeschwindigkeit bezüglich  $M$

$$\vec{e}^\circ \perp \vec{n}^\circ \quad \vec{\omega} = \frac{1}{\varrho} (\vec{v} \times \vec{n}^\circ) \quad \omega = \frac{v}{\varrho}$$

Wenn  $O$  und  $M$  zusammenfallen, gilt  $\vec{\omega} = \overrightarrow{\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)}$ .

**Winkelgeschwindigkeit bei Kreisbewegung**

$\omega$	Winkelgeschwindigkeit	$\text{rad s}^{-1} \equiv \text{s}^{-1}$
$\varphi$	Drehwinkel	$\text{rad} \equiv 1$
$t$	Zeit	s
$T$	Periodendauer (Umlaufzeit)	s
$f$	Drehfrequenz (Drehzahl)	$\text{s}^{-1}$
$v$	Bahngeschwindigkeit	$\text{m s}^{-1}$
$r$	Radius der Kreisbahn	m
$s$	Kreisbogen	m
$z$	Anzahl der Umdrehungen	1

Augenblickswinkelgeschwindigkeit

$$\bullet \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi} \quad \text{mit} \quad \varphi = \frac{s}{r}$$

Durchschnittswinkelgeschwindigkeit

$$\bullet \quad \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{\varphi - \varphi_0}{t - t_0}, \quad \omega = \frac{\varphi - \varphi_0}{t} \quad \text{für} \quad t_0 = 0$$



Winkelgeschwindigkeit bei konstanter Drehfrequenz für  $t_0 = 0$  und  $\varphi_0 = 0$

$$\bullet \quad \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T}, \quad \omega = 2\pi f, \quad f = \frac{1}{T}$$

Zusammenhang zwischen Bahngeschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit

$$\bullet \quad v = \omega r$$

Anzahl der Umdrehungen bei konstanter Drehfrequenz

$$\bullet \quad z = ft$$

### Beschleunigung

(→ Bild S. 26)

$\vec{a}$  Vektor der Beschleunigung  $\text{m s}^{-2}$

$\vec{r}$  Ortsvektor  $\text{m}$

$a_t$  Bahnbeschleunigung (Tangentialbeschleunigung)  $\text{m s}^{-2}$

$v$  Bahngeschwindigkeit  $\text{m s}^{-1}$

$a_r$  Radialbeschleunigung  $\text{m s}^{-2}$

$Q$  Krümmungsradius der Bahnkurve  $\text{m}$

$\vec{s}^\circ$  Einheitsvektor in Richtung der Bahnkurve  $1$

$\vec{n}^\circ$  Einheitsvektor in Richtung der Normalen der Bahnkurve  $1$

$t$  Zeit  $\text{s}$

$$\bullet \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \dot{v}\vec{s}^\circ + \frac{v^2}{Q}\vec{n}^\circ = \vec{a}_t + \vec{a}_r$$

Betrag der Beschleunigung

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2}, \quad a_t = \dot{v}, \quad a_r = \frac{v^2}{Q}$$

### Bahnbeschleunigung

$a_t$  Bahnbeschleunigung (Tangentialbeschleunigung)  $\text{m s}^{-2}$

$v$  Bahngeschwindigkeit  $\text{m s}^{-1}$

$t$  Zeit  $\text{s}$

$v_0, t_0$  Anfangswerte von  $v$  und  $t$

Augenblicksbeschleunigung

$$\bullet \quad a_t = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s}$$

Durchschnittsbeschleunigung

$$\bullet \quad a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}, \quad a_t = \frac{v - v_0}{t} \quad \text{für } t_0 = 0$$

## Beschleunigung bei gleichmäßig beschleunigter Bewegung

$$\bullet \quad a_t = \frac{v}{t} \quad \text{für} \quad t_0 = 0 \quad \text{und} \quad v_0 = 0$$

## Beträge einiger Beschleunigungen (Durchschnittswerte)

Bewegung	$\frac{a}{\text{m s}^{-2}}$
Anfahren von Güterzügen	0,1 ... 0,3
Anfahren von Personenzügen	0,5 ... 0,6
Anfahren von Kraftfahrzeugen	1 ... 3
Bremsen von Güterzügen	0,15
Bremsen von Personenzügen	0,3 ... 1
Bremsen von Kraftfahrzeugen	1 ... 10
Normwert der Fallbeschleunigung	9,80665
Tennisball beim Aufprall auf eine Wand	$10^5$
Abschuss eines Geschosses	bis $5 \cdot 10^5$

## Radialbeschleunigung

(→ Bild S. 26)

$a_r$	Radialbeschleunigung	$\text{m s}^{-2}$
$v$	Bahngeschwindigkeit	$\text{m s}^{-1}$
$\varrho$	Krümmungsradius der Bahnkurve	$\text{m}$
$r$	Radius des Kreises bei Kreisbewegung	$\text{m}$
$\omega_Q$	Winkelgeschwindigkeit um die zur Bahnebene senkrechte Achse durch den Krümmungsmittelpunkt $M$	$\text{rad s}^{-1} \equiv \text{s}^{-1}$
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit bei Kreisbewegung	$\text{rad s}^{-1} \equiv \text{s}^{-1}$

$$a_r = \frac{v^2}{\varrho}, \quad \frac{v^2}{\varrho} = v\omega_Q = \omega_Q^2 \varrho$$

## Radialbeschleunigung bei Kreisbewegung

$$\bullet \quad a_r = \frac{v^2}{r}, \quad \frac{v^2}{r} = v\omega = \omega^2 r$$

## Winkelbeschleunigung

$\alpha$	Winkelbeschleunigung	$\text{rad s}^{-2} \equiv \text{s}^{-2}$
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit	$\text{rad s}^{-1} \equiv \text{s}^{-1}$

$\varphi$	Drehwinkel	rad $\equiv$ 1
$t$	Zeit	s
$\vec{e}^\circ$	Einheitsvektor in Richtung der Achse, um die die Drehung erfolgt	1
$\omega_0, t_0$	Anfangswerte von $\omega$ und $t$	

Augenblickswinkelbeschleunigung

$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}, \quad \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\dot{\omega}} = \vec{\ddot{\varphi}} = \dot{\omega}\vec{e}^\circ$$

●  $\alpha = \frac{d\omega}{dt}, \quad \frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega} = \ddot{\varphi}$

Durchschnittswinkelbeschleunigung

●  $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t - t_0}, \quad \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} \quad \text{für } t_0 = 0$

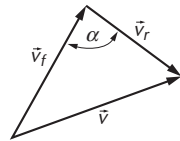
Winkelbeschleunigung bei gleichmäßig beschleunigter Kreisbewegung

●  $\alpha = \frac{\omega}{t} \quad \text{für } t_0 = 0 \quad \text{und } \omega_0 = 0$

**Geschwindigkeit bei Relativbewegung**

$\vec{v}$	Absolutgeschwindigkeit (Geschwindigkeit des Körpers gegenüber dem ruhenden System)	m s <sup>-1</sup>
$\vec{v}_f$	Führungsgeschwindigkeit (Geschwindigkeit des translatorisch bewegten Bezugssystems gegenüber dem ruhenden System)	m s <sup>-1</sup>
$\vec{v}_r$	Relativgeschwindigkeit (Geschwindigkeit des Körpers, bezogen auf das bewegte Bezugssystem)	m s <sup>-1</sup>

●  $\vec{v} = \vec{v}_f + \vec{v}_r, \quad v = \sqrt{v_f^2 + v_r^2 - 2v_f v_r \cos \alpha}$



**Beschleunigung bei Relativbewegung**

$\vec{a}$	Absolutbeschleunigung (Beschleunigung des Körpers, bezogen auf das ruhende System)	m s <sup>-2</sup>
$\vec{a}_f$	Führungsbeschleunigung (Beschleunigung des bewegten Systems, bezogen auf das ruhende System)	m s <sup>-2</sup>
$\vec{a}_r$	Relativbeschleunigung (Beschleunigung des bewegten Körpers, bezogen auf das bewegte System)	m s <sup>-2</sup>
$\vec{a}_c$	CORIOLIS-Beschleunigung	m s <sup>-2</sup>

$\vec{\omega}$	Winkelgeschwindigkeit des bewegten Systems, bezogen auf das ruhende System	$\text{rad s}^{-1} \equiv \text{s}^{-1}$
$\vec{v}_r$	Relativgeschwindigkeit (Geschwindigkeit des Körpers, bezogen auf das bewegte System)	$\text{m s}^{-1}$
$\alpha$	Winkel zwischen $\vec{\omega}$ und $\vec{v}_r$	$\text{rad} \equiv 1$

Absolutbeschleunigung

$$\vec{a} = \vec{a}_f + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$

CORIOLIS-Beschleunigung

$$\vec{a}_c = 2\vec{\omega} \times \vec{v}_r$$

$$a_c = 2\omega v_r \sin \alpha, \quad a_c = 2\omega v_r \quad \text{für } \vec{\omega} \perp \vec{v}_r$$

$a_c = 0$  für  $\omega = 0$ : Es ist nur Translationsbewegung der beiden Systeme zueinander vorhanden.

$v_r = 0$ : Der Körper ruht im bewegten System.

$\vec{v}_r \parallel \vec{\omega}$ : Die Geschwindigkeit des Körpers im bewegten System ist parallel zur Drehachse.

### Gesetze der beschleunigten geradlinigen Bewegung

$s, v, t \rightarrow$  Benutzungshinweise

$a$  Beschleunigung  $\text{m s}^{-2}$

$s_0, v_0, t_0$  Anfangswerte von  $s, v, t$

Für  $t_0 = 0$  gelten:

Für  $t_0 \neq 0$  gelten:

Weg-Zeit-Gesetz

$$\bullet \quad s = s_0 + \int_0^t v \, dt,$$

$$s = s_0 + \int_{t_0}^t v \, dt$$

Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz

$$\bullet \quad v = v_0 + \int_0^t a \, dt,$$

$$v = v_0 + \int_{t_0}^t a \, dt$$

$s, v$  und  $a$  sind zeitabhängig.

### Gesetze der gleichmäßig beschleunigten geradlinigen Bewegung

( $a = \text{const}$ )

$s, v, t \rightarrow$  Benutzungshinweise

$a$  Beschleunigung  $\text{m s}^{-2}$

$s_0, v_0, t_0$  Anfangswerte von  $s, v, t$

Für  $t_0 = 0$  gelten:

Weg-Zeit-Gesetz

$$\bullet \quad s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\bullet \quad s = s_0 + \frac{v + v_0}{2} t$$

$$\bullet \quad s = s_0 + v t - \frac{1}{2} a t^2$$

Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz

$$\bullet \quad v = v_0 + a t$$

Zeitfreie Gleichung

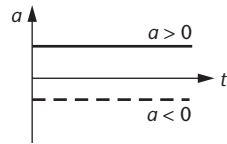
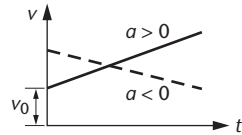
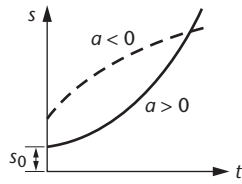
$$\bullet \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2a(s - s_0)}$$

Spezialfälle → S. 38

**Freier Fall**

$g$	Fallbeschleunigung	$\text{m s}^{-2}$
$h$	Fallhöhe	$\text{m}$
$t$	Zeit	$\text{s}$
$\varphi$	geografische Breite	$^\circ$
$r$	Abstand vom Erdmittelpunkt	$\text{m}$
$r_E$	Erdradius	$\text{m}$
$h_1$	Höhe über der Erdoberfläche	$\text{m}$

$$\bullet \quad h = \frac{1}{2} g t^2, \quad v = g t, \quad v = \sqrt{2gh}$$



*Fallbeschleunigung*

Ort	Formelzeichen	$\frac{g}{\text{m s}^{-2}}$
Normort (45° nördliche Breite 0 m über dem Meeresspiegel)	$g_n$	9,80665
Pol	$g_p$	9,83221
Äquator	$g_{\text{ä}}$	9,78049

Abhängigkeit der Fallbeschleunigung von der geografischen Breite

$$\frac{g_\varphi}{\text{m s}^{-2}} = \frac{g_p}{\text{m s}^{-2}} - 0,052 \cos^2 \varphi$$

Abhängigkeit der Fallbeschleunigung vom Abstand vom Erdmittelpunkt

$$g_r = \frac{r_E^2}{r^2} g_n, \quad r > r_E = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Fallbeschleunigung in der Höhe  $h_1$  über der Erdoberfläche

$$\frac{g_h}{\text{m s}^{-2}} = \frac{g_n}{\text{m s}^{-2}} - 3 \cdot 10^{-6} \frac{h_1}{\text{m}} \quad \text{für} \quad \frac{h_1}{r_E} \ll 1$$

### Senkrechter Wurf

Der senkrechte Wurf nach oben ist eine gleichmäßig verzögerte Bewegung mit der Beschleunigung  $a = -g$  (Ordinaten werden nach oben positiv gezählt) ( $\rightarrow$  S. 33;  $s_0 = 0$ ).

$v, t \rightarrow$  Benutzungshinweise

$h$	Höhe	m
$h_{\max}$	Steighöhe	m
$t_{\max}$	Steigzeit	s
$v_0$	Anfangsgeschwindigkeit	m s <sup>-1</sup>
$g$	Fallbeschleunigung	m s <sup>-2</sup>

$$\bullet \quad h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \quad h = \frac{1}{2} (v + v_0) t$$

$$\bullet \quad v = v_0 - g t, \quad v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

Steighöhe                      Steigzeit

$$\bullet \quad h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \quad t_{\max} = \frac{v_0}{g}$$

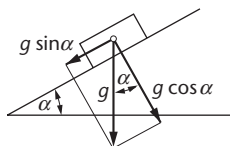
### Reibungsfreie Bewegung auf der geneigten Ebene

$a$	Beschleunigung	m s <sup>-2</sup>
$g$	Fallbeschleunigung	m s <sup>-2</sup>
$\alpha$	Winkel	°

Die reibungsfreie Abwärtsbewegung auf der geneigten Ebene ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit der Beschleunigung

$$\bullet \quad a = g \sin \alpha$$

Es gelten die Gleichungen für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung ( $\rightarrow$  S. 33).



---

## 14 Sachwortverzeichnis

---

- ABBE'sche Zahl 304 f.  
Abbildung, optische 309 ff.  
Abbildungsgleichung 309 ff.  
Abbildungsmaßstab 309 ff.  
Abklingkoeffizient 244, 257  
Ablenkempfindlichkeit 228  
Ablenkung auf dem Auffangschirm  
228  
–, minimale 304  
Ablenkwinkel 228  
Abplattung 90  
Absolutbeschleunigung 31 f.  
absoluter Fehler 416  
Absolutgeschwindigkeit 31  
Absorber 398, 401  
Absorption 277, 297, 320 f., 353,  
401  
Absorptionsgesetz 321  
Absorptionsgrad 320, 322  
Absorptionskoeffizient 321  
Absorptionsmaß, dekadisches 321  
–, natürliches 321  
Addition 410  
– phasenverschobener Spannungen  
258  
– – Ströme 258  
– von Kräften 40  
– zweier Kräfte 39  
Additionsgesetz der Geschwindig-  
keiten 326  
Adiabate 141  
Adiabatexponent 124  
adiabatische Zustandsänderung 139  
Aggregatzustandsänderungen 145  
Aktivität 375, 388  
–, spezifische 389  
Akustik, physiologische 291 ff.  
Akzeptor 217  
Albedo 91  
  
α-Strahlung 374  
α-Teilchen 407  
α-Zerfall 373  
Ampere 15, 17, 169  
Amplitude der Überlagerungs-  
schwingung 249  
Amplitudenmodulation 247  
Amplitudenresonanzfunktion 246  
Anergie 145  
Ängström 17 f.  
Ankerstromstärke 204  
Anlaufstromstärke 230  
Anodenstoffe 358  
Anregung, thermische 354  
Antiquarks 365  
Antiteilchen 365  
Antivalenz 241  
Anzahl der Atome 331  
aperiodischer Grenzfall 245  
Apertur, numerische 315  
Äquivalent, elektrochemisches 222 f.  
Äquivalentdosis 392  
Äquivalentdosisleistung 392 f.  
–, effektive 393  
Äquivalenz 241  
Arbeit 72 f., 85, 137 ff., 142 f.  
– bei Rotation 81  
– im Gravitationsfeld 87  
–, äußere 135  
–, mechanische 72  
Arbeitsfähigkeit 74  
Arbeitsgebiet der Triode 231  
assoziatives Gesetz 239, 410  
astronomische Einheit 18  
Atmosphäre, physikalische 16, 19  
–, technische 16, 19  
Atom 331 ff.  
atomare Masseneinheit 332, 372,  
403

- Atombau 331 ff.  
 Atomhülle 334 ff.  
 Atomkerne 361 ff.  
 Atommasse, relative 331, 349 ff.,  
 353, 406  
 –, – des Alpha-Teilchens 407  
 –, – – Deuterons 406  
 –, – – Elektrons 406  
 –, – – Myons 407  
 –, – – Neutrons 407  
 –, – – Protons 407  
 Atommassen, relative 361  
 Atommassenkonstante 332, 403  
 Atomradius, scheinbarer 332  
 Atomvolumen, scheinbares 332  
 Atto 16  
 Aufbau der Atomkerne 361  
 Aufenthaltsort 342  
 Aufenthaltswahrscheinlichkeit 340  
 Aufladung eines Kondensators  
 190, 211  
 Auflagerkräfte 64, 66  
 Auflösungsvermögen optischer  
 Instrumente 315  
 Auftrieb 96  
 Augenblicksbeschleunigung 29  
 Augenblicksgeschwindigkeit 26, 28  
 Augenblicksleistung 75, 82, 259 ff.,  
 263, 265  
 Augenblickswinkelbeschleunigung  
 31  
 Ausbreitungsgeschwindigkeit der  
 Welle 272  
 – elektromagnetischer Wellen 296  
 Ausdehnung der Gase 116  
 –, scheinbare 115  
 –, thermische 112  
 Ausdehnungsarbeit 135  
 Ausflusszahl 99 f.  
 Ausgangswiderstand 237  
 Auslenkung, statische 247  
 Auslöschung 273, 306  
 Ausschaltvorgang 210  
 – einer Induktivität 211  
 Ausströmungsgeschwindigkeit unter  
 Wirkung der Schwerkraft 99  
 – – – eines Kolbendruckes 100  
 Austauschreaktionen 380  
 Austauschteilchen 370  
 Austrittsarbeit 225 f., 396  
 AVOGADRO-Konstante 159 f., 331,  
 403  
 Bahnbeschleunigung 29  
 Bahndrehimpuls-Quantenzahl  
 344  
 Bahngeschwindigkeit 26  
 – auf gerader Bahn 26  
 – bei Kreisbewegung 27  
 – der Elektronen 336  
 Bahnkurve 227  
 BALMER-Serie 338  
 Bandbreite 216  
 Bar 19  
 BARKHAUSEN-Gleichung 231  
 Barn 378  
 barometrische Höhenformel 97  
 Baryonen 365, 369, 371  
 Baryonenzahl 363, 369  
 Basiseinheiten 15  
 Basisschaltung 237  
 Bauelemente der Elektronik 229 ff.,  
 238  
 Beauty 366  
 Becquerel 17  
 Belastbarkeit von Leitungen 173  
 Beleuchtungsstärke 318 f.  
 Belichtung 320  
 benetzende Flüssigkeit 95  
 BERNOULLI, Gleichung von 101  
 Beschleunigung 84, 227  
 – bei Relativbewegung 31  
 Beschleunigungsarbeit 73  
 Besetzungsdifferenz 354  
 Bestrahlungsstärke 278  
 $\beta$ -Strahlung 374, 394  
 $\beta$ -Zerfall 373  
 Betrag des Vektors 409



- Beugung 275, 306 f.  
 – am Doppelspalt 307  
 – – Gitter 307  
 –, FRAUNHOFER'sche 307  
 Beweglichkeit von Ionen 222  
 – – Ladungsträgern 221  
 Bewegung elektrisch geladener Teilchen 227 f.  
 –, beschleunigte geradlinige 32  
 –, gleichmäßig beschleunigte geradlinige 32  
 Bewegungsgesetz der Drehschwingung 254  
 – der ungedämpften harmonischen Schwingung 243  
 Bewertungsfaktoren 392  
 Bezugssysteme 71  
 Biegebeanspruchung 62  
 Biegelinie 63 f., 66  
 Biegemoment 63 f., 66  
 Biegeschwingungen 252  
 Biegespannung 63  
 Biegungswellen 282  
 Bildgröße 309 ff.  
 Bildweite 309 ff.  
 Bindungsenergie 372  
 Biot 17  
 Blindleistung 266  
 –, induktive 260  
 –, kapazitive 261  
 –, kompensierte 266  
 Blindleitwert 260 f., 265  
 Blindwiderstand 263  
 –, induktiver 260  
 –, kapazitiver 261  
 BOHR'sche Postulate 334  
 BOHR'sches Magneton 362, 403  
 BOHR-Radius 403  
 BOLTZMANN-Gleichung 168  
 BOLTZMANN-Konstante 162, 323, 403  
 BOLTZMANN-Verteilung 354  
 Böschungswinkel 71  
 Bosonen 367  
 BOYLE und MARIOTTE, Gesetz von 137, 161  
 BRACKETT-Serie 338  
 BRAGG, Gleichung von 360  
 Brechung 275, 299  
 Brechungsgesetz 299  
 Brechwert 310  
 Brechzahl 299, 302  
 Breite, geografische 33  
 Brennschluss 89  
 Brennweite 309 ff.  
 Brennwert 128  
 –, spezifischer 128  
 BREWSTER'sches Gesetz 307  
 Brückenschaltung, WHEATSTONE'sche 179  
 Candela 15, 316  
 CARNOT'scher Kreisprozess 143  
 CARNOT-Prozess 143  
 –, linksläufiger 144  
 CELSIUS-Skala 111  
 CELSIUS-Temperatur, kritische 157  
 Charme 366  
 chemische Elemente 349  
 Clausius 17  
 CLAUSIUS und CLAPEYRON, Gleichung von 158  
 Colour 366  
 COMPTON-Effekt 395 ff.  
 COMPTON-Wellenlänge 397, 403  
 – des Elektrons 403  
 – – Neutrons 403  
 – – Protons 403  
 CORIOLIS-Beschleunigung 31 f.  
 CORIOLIS-Kraft 72  
 Coulomb 17  
 COULOMB'sches Gesetz 189  
 COULOMB-Anziehungskraft 335  
 Curie 17, 388  
 CURIE-Punkt 195  
 D'ALEMBERT, Prinzip von 72

- Dampfdruck 154  
 Dampftafel 160  
 DE-BROGLIE-Wellenlänge 332  
 Debye 17  
 Defektelektronen 215, 217 f.  
 Dehnung 60  
 Dehnzahl 60  
 Deka 16  
 Dekrement, logarithmisches 245, 257  
 Delta-Operator 414  
 Deuteron 379 f., 406  
 Dezi 16  
 diamagnetische Stoffe 195, 202 f.  
 diatonische Durskalen 280  
 – Mollskalen 280  
 Dichte 47  
 – der Atomkerne 362  
 – – Elemente 48  
 – – Gase 58  
 – – trockenen Luft 119  
 – des Wassers 115  
 – fester Stoffe 51  
 – verflüssigter Gase 57  
 – von Flüssigkeiten 56 f.  
 –, mittlere 48  
 Dichteänderung 115  
 Dichtebestimmung 97  
 Dielektrikum 186  
 Differenzialgleichung der Dreh-  
 schwingung 254  
 – – ebenen Wellen 272  
 – – elektrischen Schwingung 256 f.  
 – – elektromagnetischen Wellen 295  
 – – erzwungenen Schwingung 246  
 – – freien gedämpften Schwingung 244  
 – – Kugelwelle 273  
 – – ungedämpften harmonischen Schwingung 243  
 – – Wärmeleitung 129  
 –, Poisson'sche 185, 201  
 Differenzialoperationen 413 ff.  
 Differenzvektor 410  
 Dimensionen 20 ff.  
 Diode 229  
 Dioptrie 310  
 Dipol, elektrischer 186 f.  
 Dipolmoment 203 f.  
 –, elektrisches 186  
 Direktionsmoment 86, 254  
 Dispersion 304  
 –, mittlere 305  
 Dissoziationsgrad 151 f.  
 distributives Gesetz 239  
 Divergenz 413 f.  
 Donator 217  
 Doppelleitung 188, 207  
 Doppelspalt 275  
 DOPPLER-Effekt 285  
 –, optischer 329  
 Dosimetrie 388 ff.  
 Dosis, bewertete 392  
 Dosisleistungskonstante 393 f.  
 Dotierung 217  
 drain 238  
 Drainstromstärke 238  
 Drall 83  
 Drehfrequenz 28 f., 204  
 Drehimpuls 83, 86, 342  
 Drehimpulserhaltungssatz 83  
 Drehimpulsoperator 342  
 Drehimpulsquantum 404  
 Drehmoment 40, 81, 85  
 Drehschwingung 254  
 –, elastische 86  
 Drehstoß 83, 86  
 Drehstromkreis 267 f.  
 Drehung, spezifische 308  
 Drehwinkel 28, 84  
 Drehwinkel-Zeit-Gesetz 36 f., 255  
 Drehzahl 28 f., 204  
 Dreieckschaltung 268  
 Driftelektronenstrom 238  
 Druck 58  
 –, dynamischer 101  
 –, kritischer 157

- , statischer 101
- Druckabfall 109
- Druckabhängigkeit des Siedepunktes 153
- Druckänderung der Gase 117
- Druckeinheiten 19
- Druckfestigkeit 59
- Druckkoeffizient 117
  - der Siedetemperatur 153
- Druckmittelpunkt 96
- Drucksprung 94
- Druckverluste in Rohrleitungen und Krümmern 109 f.
- Druckverlustfaktor 109
- Dualismus Welle-Korpuskel 332 f.
- DULONG und PETIT, Regel von 122, 168
- Durchbiegung, maximale 64, 66
- Durchflussmenge 98
- Durchflutung, elektrische 193
- Durchflutungsgesetz 193
- Durchgriff 230
- Durchlassrichtung 218
- Durchschlagfestigkeiten 184
- Durchschnittsbeschleunigung 29
- Durchschnittsgeschwindigkeit 27
- Durchschnittsleistung 75, 85, 297
- Durchschnittswinkelbeschleunigung 31
- Durchschnittswinkelgeschwindigkeit 28
- Durskalen, diatonische 280
- Dyn 18
- Dynamik 66 ff.
- dynamische Viskosität 102 f.
- dynamisches Grundgesetz 67, 81, 85, 328
  
- Ebene, geneigte 34, 73
- ebullioskopische Konstante 152 f.
- Effekt, äußerer lichtelektrischer 226
- Effektivwerte von Spannung und Stromstärke 258
- Eichbosonen 365
  
- Eigendrehimpuls 362
- Eigenfrequenz 86, 250 ff., 254 f.
  - der ungedämpften harmonischen Schwingung 243
- Eigenfunktionen 341
- Eigenleitung 217
- Eigenleitungskoeffizient 216
- Eigenschwingung 243, 246
- Eigenwerte 341 f.
- Eindringtiefe 269
- Einfachleitung 188, 207
- Einfangquerschnitt 378
- Einfangreaktionen 380
- Eingangswiderstand 237
- eingeschwungener Zustand 246
- Einheit 11
- Einheiten 15
  - , kohärente 15
  - , SI-fremde 16
  - , Vielfache und Teile 16
- Einheitsvektoren 409
- Einschaltvorgang 209
  - einer Induktivität 211
- EINSTEIN'sche Masse-Energie-Beziehung 329
- EINSTEIN-Koeffizient 354
- Einzelkapazitäten 189
- Einzelladungen 189
- elastische Linie 63
- Elastizitätsmodul 59, 61
- Elektrik 169 ff.
- elektrochemische Spannungsreihe 223
- elektrochemisches Äquivalent 222 f.
- Elektrolyte 172
- Elektromotor 204
- Elektron 229, 361 f., 368, 403 ff.
- Elektronen 217 f., 227, 345, 371
- Elektronenanordnung der Elemente 346
- Elektroneneinfang 373
- Elektronenemission aus Metallen 225
- , thermische 226

- Elektronenladung, spezifische elektrische 407
- Elektronenleitung 221
- Elektronenradius, klassischer 404
- Elektronenschale 346
- Elektronenstoß 224
- elektronentheoretische Deutung der Leitfähigkeit 221
- – des Stromes 170
- Elektronik 229 f.
- Elektronvolt 19, 404
- Elementarladung 170, 361, 404
- Elementarteilchen 365 ff.
- , fundamentale 365
- Elemente, chemische 349
- Elongation 285
- Emission 353
- , induzierte 354 f.
  - , spontane 354 f.
  - , stimulierte 354
- Emissionsgrad 322 f.
- Emitterschaltung 235 ff.
- Emitterstromstärke 235
- Empfindlichkeit eines Thermoelements 220
- Energie 74, 145, 333, 353
- bei Rotation, kinetische 82
  - der Bewegung 74
    - – Elektronen 336
    - – Lage 74  - des geladenen Kondensators 189
    - – gestreuten  $\gamma$ -Quants 397
    - – idealen Gases, innere 167
    - – magnetischen Feldes 208  - eines bewegten Körpers 329
    - – Strahlungsquants 375  - , elektrische 181
  - , –, der elektrischen Schwingung 256
  - , innere 135
  - , kinetische 74, 85, 251, 343
  - , mittlere kinetische 162 f.
  - , potenzielle 74, 251, 343 f.
  - , spezifische innere 135, 158
- Energieäquivalent 403, 407
- des Alpha-Teilchens 407
  - – Deuterons 407
  - – Elektrons 407
  - – Myons 407
  - – Neutrons 407
  - – Protons 407
  - – Wasserstoffatoms 407
- Energiebilanz 382, 396
- bei Kernfusion und bei Kernspaltung 382
- Energiedichte 197
- des elektrischen Feldes 190
  - – elektromagnetischen Wellenfeldes 296
  - – magnetischen Feldes 208
- Energiedosis 390 f.
- Energiedosisleistung 390
- Energieeigenwerte 343 f.
- Energieeinheiten 19
- Energieerhaltungssatz der Mechanik 74
- Energieflussdichte 389, 394
- Energiegleichung 357
- Energiekonstante 232 f.
- Energieniveau 335
- Energieniveaus des Wasserstoffatoms 336
- Energieoperatoren 342
- Energiesatz 343
- Energiespektrum 374
- Energieverteilung 382
- Enthalpie 136
- , spezifische 136, 158
- Entladung eines Kondensators 191, 211
- Entmagnetisierungskurve 197
- Entropie 135, 168
- , spezifische 136, 158
- Entropieänderung 137 ff., 142 f.
- Entwicklungssatz 412
- Erde 90
- Erg 19
- Erhaltungssätze 86, 365

- Ersatzkapazität 188 f.  
 Ersatzleitwert 177  
 Ersatzwiderstand 177  
 –, magnetischer 200  
 Erwartungswert 416 ff.  
 Erwartungswerte, quantenmechanische 342  
 Eta-Meson 368  
 Exa 16  
 Exergie 145  
 Eximerlaser 356  
 Expansion 135  
 Extinktion 321  
 Exzentrizität 91
- Fahrwiderstand 70  
 Fahrwiderstandszahlen 70  
 Fall, freier 33  
 Fallbeschleunigung 33 f., 87  
 Fallhöhe 33  
 Farad 17  
 FARADAY'sche Gesetze 222  
 FARADAY-Konstante 222, 404  
 Farbbereich 304  
 Farben der Glimmentladung 224  
 Farbstofflaser 356  
 Federkonstante 69, 86, 250  
 Federschwingungen 250  
 Fehler, absoluter und relativer 416  
 Fehlerfortpflanzung 418  
 Fehlerfortpflanzungsgesetz 419  
 Fehlerrechnung 416 ff.  
 Feinstrukturkonstante 362, 404  
 Feld, elektrisches 181 ff., 212 f., 227  
 –, –, Grundgesetze 185  
 –, magnetisches 192 ff., 208, 212 f.  
 –, –, Grundgesetze 200  
 Feldeffekttransistor 238  
 Feldemission 225  
 Feldenergie 190, 209  
 Feldgrößen 212  
 Feldkonstante, elektrische 182, 404  
 –, magnetische 194, 405  
 Feldkonstanten 215  
 Feldquanten 365, 370  
 Feldstärke, elektrische 175, 181, 206  
 –, magnetische 192  
 Femto 16  
 Fermionen 365  
 Fernrohr 314  
 Ferrite 199  
 ferromagnetische Stoffe 195, 216  
 Festigkeitslehre 47 ff.  
 fet 238 f.  
 FET 239  
 Flächen(trägheits)moment 45 f.  
 –, axiales 45  
 –, polares 47  
 –, zentrifugales 47  
 Flächendichte 183  
 Flächendiode 234  
 Flächenmoment 45 ff.  
 Flächenschwerpunkte 41  
 Fluchtgeschwindigkeit 87  
 Fluss, elektrischer 185  
 –, magnetischer 193 f., 200  
 Flussdichte, elektrische 183  
 –, magnetische 194  
 Flüssigkeit, benetzende 95  
 Flüssigkeiten 93  
 –, ruhende 95  
 –, strömende 98  
 Flussquant, magnetisches 404  
 Formelzeichen 11, 25  
 Fotodiode 238  
 Fotoeffekt 226, 395 f.  
 Fotometrie 315 ff.  
 fotometrisches Strahlungsäquivalent 317 f.  
 Fototransistor 238  
 Fotowiderstand 238  
 Franklin 17  
 FRAUNHOFER'sche Beugung 307  
 Freiheitsgrad 168  
 Führungsbeschleunigung 31

- Führungsgeschwindigkeit 31  
 Fundamentalsystem 72  
 Funkenentladung 224  
 Fusion 383
- Gal 17  
 GALILEI'sches Fernrohr 314  
 GALILEI-Transformation 326  
 $\gamma$ -Quanten 373, 397  
 Gammastrahlenkonstante 393  
 $\gamma$ -Strahlung 375, 395, 398  
 Gangunterschied 273  
 Gas, ideales 116, 136, 161, 167  
 Gasdichte 118  
 Gase 93  
 –, reale 155 ff.  
 –, ruhende 95  
 –, strömende 98  
 Gaskonstante 118  
 –, molare 118, 404  
 –, spezielle 118  
 –, universelle 404  
 Gaslaser 356  
 gate-source-Spannung 238  
 Gauß 17  
 GAUSS'scher Satz 186  
 GAUSS-Verteilung 418  
 GAY-LUSSAC, 1. Gleichung von 116  
 –, 2. Gleichung von 117  
 –, Gesetz von 138 f.  
 Gefrierpunktserniedrigung 151  
 Gegenstandsgröße 309 ff.  
 Gegenstandsweite 309 ff.  
 Generator 206  
 Generatorkonstante 206  
 Geräte, optische 313 ff.  
 Gesamtdruck 101  
 Gesamtenergie 251, 342 f.  
 Gesamttinnenwiderstand 180  
 Gesamtkapazität 188 f.  
 Gesamtladung 330  
 Gesamtleitwert 177  
 Gesamtspannung 177, 262  
 Gesamtstromstärke 177, 264  
 Gesamtwiderstand 177  
 Geschwindigkeit 35, 84, 326  
 – bei Relativbewegung 31  
 – eines geladenen Teilchens 330  
 – – Satelliten 87  
 – nach Durchlaufen der Spannung 227  
 –, 1. kosmische 87  
 –, 2. kosmische 87  
 –, wahrscheinlichste 163 ff.  
 Geschwindigkeitsbetrag, mittlerer 163 ff.  
 Geschwindigkeitsquadrat, mittleres 161 ff., 165  
 Geschwindigkeitstheorem, nicht-relativistisches 327  
 Geschwindigkeitsverteilung, MAXWELL'sche 163  
 Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz 32 f.  
 Gewicht 68  
 Gewichtskraft 68  
 g-Faktor des Elektrons 404  
 Giga 16  
 Gilbert 17  
 Gitterkonstante 216, 360  
 Glaslaser 356  
 Gleichgewicht im ebenen Kraftsystem 40  
 Gleichgewichtsbedingungen 41  
 Gleichstrom 169 ff.  
 Gleichungen, physikalische 25 ff.  
 Gleichverteilungssatz 167  
 Gleitreibungskraft 69  
 Gleitreibungszahlen 70  
 Glimmentladung 224  
 Glimmröhre 191  
 Gluon 370  
 Gon 19  
 Grad 19  
 – Celsius 17  
 Gradient 413 f.  
 Grammäquivalente 389  
 GRASHOF-Zahl 105

- Gravitation 86 ff., 370  
 Gravitationsbeschleunigung 86 f.  
 Gravitationsfeldstärke 86  
 Gravitationsgesetz 86  
 Gravitationskonstante 86, 404  
 Gravitationskraft 86  
 Gravitationspotenzial 86 f.  
 Graviton 367, 370  
 Gray 17  
 Grenze, kurzwellige 357  
 –, langwellige 226  
 Grenzschrift 217 f.  
 Grenzwinkel der Totalreflexion 302 f.  
 Größen des Wellenfeldes, kinematische 275  
 –, fotometrische 320  
 –, molare 159  
 –, physikalische 11  
 Größengleichungen 25  
 –, zugeschnittene 25  
 Größenwert 11  
 Größtabweichung 416, 418 ff.  
 Grunddispersion 304  
 Grundgesetz bei Rotation, dynamisches 81  
 – des Transformators 267  
 –, dynamisches 67, 85, 328  
 Grundgesetze des Drehstromkreises 267  
 – – elektrischen Feldes 185  
 – – magnetischen Feldes 200  
 Grundgleichung des Elektromotors 204  
 – – Generators 206  
 Grundschriftung 252  
 Gütezahl 263, 265  
 gyromagnetisches Verhältnis des Protons 405  
  
 Hadronen 365, 371  
 Haftreibungskraft 69  
 Haftreibungszahlen 69  
 Haftspannung 95  
  
 HAGEN-POISEUILLE'sche Gleichung 104  
 Halbleiter 173, 216  
 Halbleiterlaser 356  
 Halbleiterdioden 234  
 Halbleiterwiderstände 232  
 –, spannungsabhängige 233  
 –, temperaturabhängige 233  
 Halbwertsdicke 359 f., 395, 398 f., 401  
 – für Neutronenstrahlung 402  
 Halbwertszeit 375  
 HALL-Effekt 215  
 HALL-Koeffizient 215 f.  
 HALL-Spannung 215 f.  
 HALL-Widerstand 215 f.  
 Hangabtriebskraft 68  
 hartmagnetische Stoffe 197  
 Hauptdispersion 304 f.  
 Hauptebenen 312  
 Hauptquantenzahl 344, 346  
 Hauptsatz der Thermodynamik, erster 135 ff., 142, 145  
 –, zweiter 145  
 Hebelgesetz 41  
 HEISENBERG'sche Unschärferelation 334  
 Heizwert 128  
 –, spezifischer 128 f.  
 Hekto 16  
 Hellempfindlichkeit, spektrale 315  
 Henry 17  
 Hertz 17  
 Höhenformel, barometrische 97  
 Hohlspiegel, sphärischer 309  
 HOOKE'sches Gesetz 58, 61  
 Hörschall 279  
 Hörschwelle 291  
 Hubarbeit 73  
 Hybridparameter 235 ff.  
 Hydraulik 96  
 Hyperladung 363  
 Hyperonen 369, 371  
 Hyperschall 279

- Hysteresis 198  
 Hysteresisverluste 195  
 Identität 240  
 igfet 239  
 Immersionslinse 312  
 Immissionsgrenzen 289  
 Implikation 241  
 Impuls 75, 86, 328 f., 333, 342, 353  
 Impulsänderung 76  
 Impulserhaltungssatz 76  
 Impulsfolgen 269  
 Impulsoperator 342  
 Induktionsgesetz 206 f.  
 Induktivität 207 f.  
 Inertialsystem 72  
 Influenzkonstante 182  
 Infraschall 279  
 Inhibition 241  
 inkompressibel 99  
 Innenwiderstand 179  
 – einer Spannungsquelle 180  
 Integralionendosis 391  
 Integralsatz von GAUSS 415  
 – – STOKES 415  
 Interferenz 273 f., 305  
 Interferenzmaxima 275, 306  
 Interferenzminima 275, 306  
 Internationales Einheitensystem (SI) 15  
 Ionendosis 391  
 Ionendosisleistung 391  
 Ionenleitung 215, 221  
 Ionisationsäquivalent 391  
 Ionisierung 224  
 Ionisierungsspannungen 224  
 Isentrope 141  
 isentrope Zustandsänderung 139  
 Isentropenexponent 124  
 Isobare 140  
 isobare Zustandsänderung 138  
 Isochore 140  
 isochore Zustandsänderung 137 f.  
 Isolierstoffe 172, 184  
 Isospin 363  
 Isotherme 141  
 isotherme Zustandsänderung 136 f.  
 Jahr 18  
 JOSEPHSON-Konstante 405  
 Joule 15, 17, 19  
 Kalorie 16, 120  
 Kältemaschine 144  
 Kaltkathodenröhren 238  
 Kamera 314  
 Kaon 368  
 Kapazität des Phasenschieberkondensators 266  
 –, elektrische 187  
 Kapillare 95  
 Katodenstromstärke 232  
 Kelvin 15, 17, 111  
 KELVIN-Skala 111  
 Kennlinien elektronischer Bauelemente 238  
 Kennlinienfeld eines Transistors 236  
 Kennzahlen bei Strömungen 105  
 KEPLER'sche Gesetze 88  
 KEPLER'sches Fernrohr 314  
 Kerma 390  
 Kermaleistung 390  
 Kernbindungsenergie 372  
 Kernfotoeffekt 380, 395  
 Kernmagneton 362, 405  
 Kernreaktionen 379 ff.  
 Kernspaltung 380  
 Kilo 16  
 Kilogramm 15  
 Kilokalorie 19  
 Kilometer 16  
 Kilopond 16, 18  
 Kilopondmeter 19  
 Kilowatt 20  
 Kilowattstunde 19  
 Kinematik 26 ff.  
 kinematische Viskosität 102 f.  
 kinetische Theorie der Wärme 159 ff.



- Kippschwingung 191 f., 271  
 KIRCHHOFF'sche Regeln 178  
 KIRCHHOFF'sches Strahlungsgesetz 322  
 Klemmenspannung 209  
 K-Mesonen 371  
 Knotenpunktregel 178  
 Koerzitivfeldstärke 195, 198  
 Kohärenzbedingung 306  
 Kohärenzlänge 356  
 Kollektor 238  
 Kollektorschaltung 237  
 kommutatives Gesetz 239, 410  
 Komponentendarstellung 409, 411  
 Kompressibilität 62, 93  
 Kompression 135  
 Kompressionsmodul 62, 93  
 Kondensator 187 ff.  
 –, Aufladung 190, 211  
 –, Entladung 191, 211  
 Konkavspiegel 309  
 Konstante, ebullioskopische 152 f.  
 –, kryoskopische 151 f.  
 –, physikalische 403 ff.  
 Kontinuitätsgleichung 99  
 Konvexspiegel 309  
 Körper, nichtschwarzer 325  
 –, schwarzer 322  
 Korrelationskoeffizient 421  
 kosmische Geschwindigkeit, 1. und 2. 87  
 Kraft 39, 85  
 – auf eine bewegte Ladung 205  
 – – einen geraden Stromleiter 205  
 – – – Magnetpol 194  
 – – – umströmten Körper 106  
 – einer ruhenden Flüssigkeit gegen eine Wand 95  
 – gegen eine ebene Fläche 100  
 – – – hohle Schaufel 101  
 – zwischen zwei geraden parallelen Leitern 205  
 – – – Platten 189  
 – – – Punktladungen 189  
 Kräfte im Magnetfeld 205  
 – in beschleunigten Bezugssystemen 71  
 Krafteinheiten 18  
 Kräftepaar 40  
 Kraftgesetz, lineares 69  
 Kraftmoment 40, 81 ff., 85  
 – auf einen elektrischen Dipol 186  
 – – – Magnet 204  
 – – eine Spule 204  
 Kraftmomentensatz 41  
 Kraftstoß 76, 86  
 Kraftsystem, ebenes zentrales 39  
 Kreis, magnetischer 199  
 Kreisbewegung, beschleunigte 36  
 –, gleichmäßig beschleunigte 36  
 Kreisfrequenz 250, 257 f., 272  
 – der Drehschwingung 254  
 – – Eigenschwingung 243  
 – – freien gedämpften Schwingung 245  
 – – ungedämpften Eigenschwingung 246  
 Kreisgüte 263, 265  
 Kriechvorgang 245  
 Kristallografie 360  
 kritische Daten 157  
 kryoskopische Konstante 151 f.  
 Kugelfunkenstrecken 225  
 Kugelkondensator 187 f.  
 Kugelkonduktor 187  
 Kurzschluss 176  
 Ladevorgänge 190  
 Ladung des Elektrons, spezifische 229  
 – – Protons, spezifische 229  
 –, elektrische 169  
 –, spezifische 228 f.  
 Ladungsquantenzahl 363, 369  
 Lagerreibung 70  
 Lambda 369  
 Länge 20, 26  
 –, charakteristische 106

- Längenausdehnung 112  
 Längeneinheiten 18  
 Längenkontraktion 328  
 Lanthaniden 348  
 LAPLACE-Operator 295, 343, 414  
 Laser 353, 355 f.  
 Laserbedingungen 355  
 Laserstrahlung 356  
 Lasertypen 356  
 Lautstärkepegel 291, 293  
 Lebensdauer, mittlere 375  
 Leerlauf 176  
 Leistung 74 f., 85, 176, 204  
 – bei Bewegung gegen eine Strömung 109  
 – – Rotation 82  
 – des elektromagnetischen Wellenfeldes 296  
 – im Drehstromkreis 268  
 – – Wechselstromkreis 266  
 –, elektrische 176, 181  
 –, mittlere 75, 82  
 Leistungsanpassung 176, 181  
 Leistungseinheiten 20  
 Leistungsverstärkung 237  
 Leistungszahl 144  
 Leitfähigkeit 221  
 –, elektrische 170 f., 173  
 Leitung durch Defektelektronen und Elektronen 215  
 Leitungsarten in festen Körpern 215  
 Leitungsvorgänge im Vakuum 224 ff.  
 – in Festkörpern 215 ff.  
 – – Flüssigkeiten 215 ff.  
 – – Gasen 224 ff.  
 Leitwert, elektrischer 171  
 –, magnetischer 200  
 Leitwert-Parameter 235  
 Leptonen 365, 368, 371  
 Leptonenzahl 363  
 Leuchtdichte 316  
 Lichtabsorption 320 ff.  
 Lichtausbeute 317, 319  
 Lichtausbreitung 298 f.  
 lichtelektrischer Effekt 226  
 Lichtemission der Atome 337  
 Lichtgeschwindigkeit 215, 298  
 – im Vakuum 405  
 Lichtjahr 18  
 Lichtmenge 319  
 Lichtstärke 20, 316  
 Lichtstrom 317  
 lineare Regression 420 f.  
 Linie, elastische 63  
 Linienschwerpunkte 41  
 Linsen, dicke 312  
 –, dünne 310  
 Linsensysteme 312  
 LISSAJOUS-Figur 249 f.  
 logarithmisches Dekrement 245, 257  
 logische Funktionen 240  
 Longitudinalwellen 281  
 – im idealen Gas 283  
 – in langen Stäben 282  
 – – realen Gasen 284  
 LORENTZ-Kraft 228  
 LORENTZ-Kraftgesetz 194  
 LORENTZ-Transformation 326  
 LOSCHMIDT-Konstante 160, 405  
 Luft, Zusammensetzung 98  
 Luftdruck 97  
 Luftfeuchte, absolute 154  
 –, relative 155  
 Luftfeuchtigkeit 154  
 Luftspalt 200  
 Lupe 313  
 LYMAN-Serie 338  
 Magnet, Tragkraft 205  
 Magnetfeld 228  
 magnetische Energie der elektrischen Schwingung 256  
 magnetisches Moment des Deuterons 405  
 – – – Elektrons 362, 405

- – – Myons 405
- – – Neutrons 362, 405
- – – Protons 362, 405
- Magnetisierung 201
- Magnetisierungskurve 195, 197 f.
- Magnetisierungsverluste 195
- Magneton, BOHR'sches 362, 403
- Magnetpol 194, 203
- Majoritätsträger 217 f.
- Maschenregel 178
- Masse 20, 85, 353
  - des Atoms 331
  - – Elektrons 335
  - eines bewegten Körpers 328
  - – Strahlungsquants 333
- , molare 117, 160
- , reduzierte 80
- Masse-Energie-Beziehung, EINSTEIN'sche 329
- Massenbilanz 381
- Massendefekt 372
- Masseneinheit, atomare 332, 372, 403
- Massenmittelpunkt 41
- Massenschwächungskoeffizient 359, 398
- Massenspektroskopie 229
- Massenträgheitsmoment 77 ff., 85
  - , zentrifugales 80
- Massenverhältnis 89
- Massenzahl 361, 375
- Materie 395
- Materiewellenlänge 332 f.
- Maxwell 17
- MAXWELL'sche Geschwindigkeitsverteilung 163
  - Gleichung 293
- Mechanik der Flüssigkeiten und Gase 93 ff.
  - fester Körper 26 ff.
- Mega 16
- Megapond 18
- Mehrfachprozesse 380
- Mengenkonstante 233
- Mesonen 365, 368, 371
- Messabweichungen 416
- Messbereichserweiterung von Spannungs- und Strommessern 179
- Messergebnis 416f.
- Messreihe 416f.
- Messunsicherheit 416
- Meter 15, 26
- Methode der kleinsten Quadrate 420
- Metrologie 11 ff.
- Mikro 16
- Mikrobar 19
- Mikroskop 314
- Milchstraßensystem 92
- Milli 16
- Millimeter Wassersäule 19
- Minoritätsträger 217
- Minute 18 f.
- Mischleitung 215
- Mischungstemperatur 127 f.
- Mittelwert einer Messreihe 417
- Mittelwerte der Geschwindigkeit, statistische 165
- Modulationsgrad 248
- Mol 15, 117, 331
- MOLLIER-( $h, s$ )-Diagramm 159
- Mollskalen, diatonische 280
- Moment nach AMPÈRE, magnetisches 203
  - – COULOMB, magnetisches 203
  - , elektrisches 186
  - , magnetisches 203 f., 405
- Mond 91
- Monde der Planeten 92
- MOSELEY'sches Gesetz 358
- Mosfet 239
- Mutterkerne 373
- Myon 368, 371, 407
- Nabla-Operator 414
- NAND 239, 241 f.
- Nano 6

- Nebenmaxima 275  
 Nebenquantenzahl 344  
 Nebenwiderstand 179  
 Negation 239  
 Neodymlaser 356  
 Neptunium-Reihe 376  
 Netzebenenabstand 360  
 Neutrino 368, 371  
 Neutron 361 f., 369, 402 ff., 407  
 Neutronen, schnelle 379  
 –, thermische 378  
 Neutroneneinfang 401  
 Neutronenstrahlung 401 f.  
 Neutronenzahl 361  
 Newton 15, 17 f.  
 NEWTON'sche Ringe 306  
 NEWTON'sches Reibungsgesetz 102  
 NICHT 240, 242  
 Nichtlinearitätskoeffizient 233  
 n-Leitung 217  
 NOR 239, 241  
 Normalatmosphäre 97 f.  
 Normalkraft 68 f.  
 Normalluftdruck 408  
 Normalpotenzial 223  
 Normalvergrößerung 314  
 Normbedingungen 118, 161  
 Normdruck 118  
 Normfallbeschleunigung 406  
 Normgewichtskraft 68  
 Normtemperatur 118  
 Normvolumen, molares 118, 160  
 Nukleonen 369, 371  
 Nuklide 383  
 numerische Apertur 315  
 NUSSELT-Zahl 105  
  
 Oberflächenenergie, spezifische 94  
 Oberflächenspannung 94  
 Oberschwingung 252  
 ODER 240, 242  
 Oersted 17  
 Öffnung, relative 314  
 Öffnungsverhältnis 314  
  
 Ohm 15, 17  
 OHM'sches Gesetz 175 f.  
 – – des magnetischen Kreises 200  
 – – – Wechselstromkreises 266  
 Omega 369  
 Operator der Gesamtenergie 342  
 – – kinetischen und potenziellen  
 Energie 342  
 Operatoren 342  
 optische Abbildung 309 ff.  
 – Geräte 313 ff.  
 Ordnungszahl 361  
 Ortsfunktion 413  
 Ortskoordinaten 326  
 Ortsoperator 342  
 Ortsvektor 414  
 Oszillator, harmonischer 343  
 –, linear harmonischer 343  
  
 Paarbildung 395, 397 f.  
 Parallelresonanz 265  
 Parallelschaltung 180, 189, 208,  
 263  
 – von Widerständen 177  
 paramagnetische Stoffe 195, 202  
 Parität 363  
 Parsec 18  
 Pascal 15, 17, 19  
 PASCHEN-Serie 338  
 PAULI-Prinzip 345  
 PÉCLET-Zahl 105  
 Pendel, mathematisches 255  
 –, physikalisches 255  
 Pendelschwingungen 255  
 Pentode 231  
 Periodendauer 192, 257 f., 272  
 – (Umlaufzeit) 28  
 Periodensystem der Elemente 346,  
 352  
 Permeabilitätszahl 195, 197 f., 202  
 Permittivitätszahl 184  
 Peta 16  
 Pfeife, gedeckte 280  
 –, offene 280

- Pferdestärke 20  
 PFUND-Serie 338  
 Phasenschieberkondensator 266  
 Phasenverschiebung 246, 263, 265,  
 270, 274  
 Photon 364, 367, 370 f.  
 physikalische Gleichungen 25 ff.  
 – Größen 11  
 – Konstanten 403 ff.  
 Piko 16  
 $\pi$ -Mesonen 371  
 Pion 368, 370  
 PLANCK'sche Strahlungskonstanten  
 324, 406  
 PLANCK'sches Strahlungsgesetz  
 324, 354  
 – Wirkungsquantum 227, 323,  
 335, 406  
 PLANCK-Konstante 406  
 Planeten 90  
 Platte, planparallele 303  
 Plattenkondensator 182, 187, 189  
 p-Leitung 217  
 pnp-Transistor 235  
 pn-Übergang 218  
 Poise 17, 102  
 POISSON'sche Differenzialgleichung  
 185, 201  
 – Gleichungen 142  
 POISSON-Zahl 60 f.  
 Polarisation 307  
 –, elektrische 186  
 Polarisationswinkel 308  
 Polarisierbarkeit, elektrische 186  
 –, magnetische 201  
 Polstärke 193  
 Polytrope 141  
 polytrope Zustandsänderung 142  
 Postulate 335  
 Potenzial einer Punktladung 183  
 –, elektrostatisches 182  
 POYNTING'scher Vektor 297  
 PRANDTL-Zahl 105  
 Presse, hydraulische 96  
 Prinzip von D'ALEMBERT 72  
 Prisma 303  
 Produkt, skalares 410, 412  
 –, vektorielles 411  
 Proton 229, 361 f., 369, 403 ff., 407  
 Protonenaktivität 373  
 Protonenladung, spezifische elek-  
 trische 407  
 Punktladung 182 f.  
 Qualitätsfaktor 392  
 Quantenbedingungen 335  
 Quanten-HALL-Effekt 216  
 Quanten-HALL-Widerstand 406  
 quantenmechanische Ausdrücke  
 341  
 – Erwartungswerte 342  
 Quantentheorie 331 ff.  
 Quantenzahl, magnetische 344  
 Quantenzahlen 344, 366  
 – der Elementarteilchen 363  
 Quarks 365 ff., 371  
 Quarkskombinationen 367  
 Quellenspannung 176  
 Querkürzung 60  
 Rad 390  
 Radialbeschleunigung 30, 68  
 Radialkraft 68, 335  
 Radiant 15, 19  
 Radioaktivität 372 ff.  
 Radius der Atomkerne 362  
 – – Kreisbahn 228  
 Radiusvektor 409  
 Raketenantrieb 88 f.  
 Randwinkel 95  
 Raumausdehnungskoeffizient 114,  
 116  
 Raumausdehnungskoeffizienten,  
 scheinbare 116  
 Raumladungsdichte 330  
 Raumladungsstromstärke 230  
 Rauschen 216  
 Rauschleistung 216

- Rauschspannung 216  
 RAYLEIGH-JEANS'sches Strahlungsgesetz 324  
 RAYLEIGH-Streuung 395  
 Reaktionsenergie 381  
 reale Gase 155 ff.  
 Rechteckimpulse 269  
 Rechteckschwingung 270  
 Rechter 19  
 Reflexion 274, 277, 297, 299, 320  
 Reflexionsgrad 320  
 Regression, lineare 420 f.  
 Regressionsgerade 420  
 Reibung 69  
 Reibungsarbeit 73  
 Reibungsgesetz, NEWTON'sches 102  
 Reibungskraft 69  
 Reichweite 374  
 –, maximale 395  
 Reihenresonanz 263  
 Reihenschaltung 180, 188, 208, 261  
 – magnetischer Widerstände 200  
 – von Widerständen 176  
 –, Umrechnung in eine Parallelschaltung 268  
 Reinabsorptionsgrad 321  
 Reintransmission 322  
 Reintransmissionsgrad 322  
 Relativbeschleunigung 31  
 Relativbewegung 31  
 relative Messabweichung 416  
 relativer Fehler 416  
 Relativgeschwindigkeit 31  
 Relativitätsprinzip 72  
 Relativitätstheorie, spezielle 326 ff.  
 Relaxationslänge 398  
 rem 392  
 Remanenzflussdichte 197 f.  
 Resonanz 247, 263  
 Resonanzen 368  
 Resonanzkreisfrequenz 247  
 Resonanzkurve 247  
 Resonanzüberhöhung 247  
 Resonator, optischer 355  
 Resultierende 39  
 REYNOLDS-Zahl 105 f.  
 RICHARDSON'sche Gleichung 226  
 Richtgröße 69, 86, 250  
 Ringspule 207  
 Rohdichte 51  
 Rohrleitung 109  
 Rollreibung 70  
 Rollreibungswiderstand 70  
 Röntgen 17, 391  
 Röntgenbremspektrum 357  
 Röntgenbremsstrahlung 357  
 RÖNTGEN-Spektroskopie 360  
 Röntgenstrahlung, charakteristische 357  
 Rotation 37 f., 83 ff., 413 f.  
 –, dynamisches Grundgesetz 81  
 Rotationsenergie 82, 85  
 Rubinlaser 356  
 Rückstellkraft 69  
 Ruheenergie 329  
 Ruhemasse 365, 407  
 – des Alpha-Teilchens 407  
 – – Deuterons 407  
 – – Elektrons 407  
 – – Myons 407  
 – – Neutrons 407  
 – – Protons 407  
 – – Wasserstoffatoms 407  
 RYDBERG-Frequenz 337, 407  
 RYDBERG-Konstante 337, 358, 407  
 Saite, schwingende 252, 280  
 Satellit 87  
 Sättigungsdruck des Wasserdampfes 155  
 Sättigungsflussdichte 198  
 Sättigungsmenge 155  
 Sättigungsstromstärke 230  
 Satz von STEINER 47, 81  
 Schallabsorption 289  
 Schallabsorptionsgrad 289  
 Schallarten 279

- Schallausschlag 285  
 Schalldämm-Maß 290  
 Schalldämmung 290  
 Schalldruck 286  
 – in Luft 286  
 Schalldruckpegel 288  
 –, absoluter 288  
 –, relativer 288  
 Schallenergiedichte 288  
 Schallfeldgrößen 285 ff.  
 Schallfluss 286  
 Schallgeschwindigkeit 282  
 – in festen Körpern 281  
 – – Flüssigkeiten 283  
 – – Gasen 283 f.  
 – – Luft 284  
 Schallintensität 287  
 Schall-Leistung 287  
 Schall-Leistungsdichte 287  
 Schallpegel 288  
 –, AF-bewerteter 291  
 Schallquellen 279  
 Schallschnelle 285  
 Schallstärke 287  
 Schallwechseldruck 286  
 Schallwellen 276 ff.  
 Schaltalgebra 239 ff.  
 Schaltung von gleichen Spannungs-  
 quellen 180  
 – – Induktivitäten 208  
 – – Kondensatoren 188  
 –, spannungsrichtige 179  
 –, stromstärkerichtige 179  
 Schaltvorgänge in einem Strom-  
 kreis 209  
 Scheinleistung 266, 268  
 Scheinleitwert 262, 264  
 –, komplexer 264  
 Scheinwiderstand 262, 266  
 –, komplexer 262  
 Scherung 61  
 Schiebung 61  
 Schmelzpunkt 145  
 Schmelzwärme, spezifische 145  
 SCHRÖDINGER-Gleichung 339 f., 343 f.  
 – in Operatorschreibweise 343  
 Schub 89  
 Schubkoeffizient 61  
 Schubkraft 89  
 Schubmodul 61  
 Schüttdichte 55  
 Schutzwände 360  
 Schwächung der Röntgenstrahlung  
 358  
 – von  $\beta$ -Strahlung 394  
 – –  $\gamma$ -Strahlung 395  
 – – Neutronenstrahlung 401 f.  
 Schwächungsfaktor 399  
 Schwächungsgesetz 359, 394  
 – für  $\gamma$ -Strahlung 398  
 Schwächungskoeffizient 359, 395,  
 398 f.  
 –, linearer 379  
 schwarzer Körper 322  
 Schwarzkörpertemperatur 325  
 Schwebung 249, 284  
 Schwebungsfrequenz 249, 284  
 Schwebungsperiode 249  
 Schweredruck 95, 101  
 Schwerpunkt 41  
 Schwerpunkte von Flächen 42 f.  
 – – Körpern 44 f.  
 – – Linien 42  
 Schwingung, amplitudenmodu-  
 lierte 248  
 –, elastische 86  
 Schwingungen 243 ff.  
 –, elektrische 256 ff.  
 –, gedämpfte elektrische 257  
 –, harmonische 243 ff.  
 –, mechanische 243 ff.  
 –, ungedämpfte elektrische 256  
 Seemeile 18  
 Sehweite, konventionelle 313  
 Sekundärelektronenemission 225  
 Sekunde 15, 18 f., 26  
 Selbstinduktion 207  
 Selbstinduktionsspannung 207

- Selbstinduktivität 207  
Senke 238  
SI (Internationales Einheiten-  
system) 15  
Sicherheit, statistische 417  
Siedepunkt 148 f., 153  
Siedepunktserhöhung 152 f.  
Siedetemperatur 154  
SI-Einheiten, abgeleitete 15  
Siemens 17  
Sievert 17, 392  
SI-fremde Einheiten 16  
Sigma 369  
Sinkgeschwindigkeit 105  
Skalar 410  
Skalarprodukt 410, 412  
Skinneffekt 269  
SNELLIUS'sches Brechungsgesetz  
299  
Solarkonstante 91, 277  
SOMMERFELD-Feinstruktur-  
konstante 404  
Sonne 90  
Sonnenstrahlung 277  
source 238  
Spalt 275, 307  
Spaltung 373, 401  
Spannarbeit 73  
Spannung bei Resonanz, elektri-  
sche 263  
–, elektrische 169, 182, 259 ff., 264  
–, induzierte elektrische 206  
–, magnetische 193, 200  
Spannungsabfall 169, 176  
Spannungsabhängigkeit des Wider-  
standes 233  
Spannungsreihe, elektrochemische  
223  
–, thermoelektrische 221  
Spannungsstoß 194  
Spannungsteiler 180  
Spannungsverstärkung 231, 237  
Spatprodukt 412  
Spektrallinien 304, 338  
Spektralserien des Wasserstoff-  
atoms 338  
Spektrum, elektromagnetisches  
300  
Sperrichtung 218  
Sperrschicht-Feldeffekttransistor  
239  
Sperrschichtfotoelement 238  
Sperrschichttemperatur 216  
spezifische Drehung 308  
Spiegel 309  
–, ebener 309  
–, sphärischer 309  
Spin 362  
Spindrehimpuls-Quantenzahl 344,  
363  
Spinquantenzahl 344  
Spitzdiode 234  
Sprungtemperatur 218 f.  
Stab, longitudinal schwingender  
280  
Stabilisatorröhre 238  
Standardabweichung 417, 419  
Standard-Atmosphäre 408  
Standardmodell der Elementarteil-  
chen 365  
Statik starrer Körper 39 ff.  
statistische Sicherheit 417  
Staudruck 101  
STEFAN-BOLTZMANN'sches Strah-  
lungsgesetz 323  
STEFAN-BOLTZMANN-Konstante  
323, 408  
Steighöhe 34, 36, 95  
Steigzeit 34, 36  
Steilheit 230  
STEINER, Satz von 47, 84  
Steradian 15  
Sternschaltung 268  
Steuerspannung 231 f.  
Stilb 316  
Stoffe, diamagnetische 195, 202 f.  
–, ferromagnetische 195, 216  
–, hartmagnetische 197



- , paramagnetische 195, 202
- , weichmagnetische 195, 198
- Stoffmenge 20, 117
- Stokes 17, 103
- STOKES'sche Gleichung 105 f.
- Störstellenleitung 217
- Stoß, gerader zentraler 76
- Stoßgesetz 76
- Stoßparameter 76 f.
- Stoßquerschnitt 165
- Stoßzahl 165 f.
- Strahldichte 278
- , spektrale 325
- Strahlenschutz 392
- Strahlenschwächung 388 ff.
- Strahlstärke 277
- Strahlung, natürliche radioaktive 374
- Strahlungsäquivalent, fotometrisches 317 f.
- Strahlungsdruck 277, 297
- Strahlungsenergiedichte 276
- Strahlungsfeldgrößen 320
- Strahlungsfluss 276, 323, 389
- Strahlungsflussdichte 276, 389, 394
- , elektromagnetische 297
- Strahlungsgesetz, KIRCHHOFF'sches 322
- , PLANCK'sches 324, 354
- , RAYLEIGH-JEANS'sches 324
- , STEFAN-BOLTZMANN'sches 323
- , WIEN'sches 324
- Strahlungsgleichgewicht 354
- Strahlungskonstanten, PLANCK'sche 324, 406
- Strahlungsleistung 276
- Strahlungsquant 333, 353, 375
- strange particles 371
- Strangeness 363
- Streuung 401
- , elastische 380
- , klassische 395
- , unelastische 380
- Stromdichte, elektrische 169, 175
- Strom-Spannungs-Kennlinie 176, 233 f.
- Stromstärke 20
- bei Resonanz, elektrische 265
- , elektrische 169, 256 ff.
- Strömung durch ein Rohr, laminare 104
- um eine Kugel, laminare 105
- Strömungen, laminare 106
- , stationäre 99
- , turbulente 106
- Strömungsgeschwindigkeit 98
- Stromverstärkung 237
- Student-Faktor 417
- Stunde 16, 18
- Subtraktion 410
- Summenvektor 410
- Supraleitung 218
- Suszeptibilität 195
- , elektrische 186
- , magnetische 201
- , spezifische magnetische 201 ff.
- systematische Messabweichung 416, 418
- Tag 18
- Tangentialbeschleunigung 29
- Tauon 368
- Teilkapazitäten 188
- Teilspannungen 177, 188
- Teilstromstärken 177 f.
- Teilwiderstände 177 f.
- Teilzahldichte 354
- Temperatur 20, 111
- , kritische 157
- Temperaturabhängigkeit des Dampfdrucks 154
- – spezifischen Widerstandes 174
- Temperaturdifferenzen 111
- Temperaturfestpunkte 111 f.
- Temperaturkoeffizient 175, 233
- Temperaturleitfähigkeit 131 f.
- Temperaturskalen 111
- Temperaturstrahlung 322 ff.

- Tera 16  
 Tesla 17  
 thermische Anregung 354  
 Thermistoren 233  
 Thermodynamik 111 ff.  
 thermodynamische Wahrscheinlichkeit 168  
 thermoelektrische Spannungsreihe 221  
 Thermoelektrizität 219  
 Thermoelemente 219 f.  
 Thermospannung 219  
 THOMSON'sche Gleichung 256  
 Thorium-Reihe 376  
 Tochterkerne 373  
 Tonne 16  
 Tonskalen 280  
 –, gleichmäßig temperierte 281  
 Torr 17, 19  
 Tor-Senke-Spannung 238  
 Totalreflexion 302 f.  
 Trägerdichte 218  
 Trägheitsarm 81  
 Trägheitshalbmesser 81  
 Trägheitskraft 72  
 Trägheitsmoment 77 ff., 85  
 –, zentrifugales 80  
 Trägheitsradius 47, 81  
 Tragkraft eines Magnets 205  
 Transformator 267  
 Transistor 234 ff.  
 Transistorgrundschaltungen 237  
 Translation 37 f., 83 ff.  
 Transmission 320  
 Transmissionsgrad 320  
 Transversalwellen 282  
 Triode 230  
 Triton 379 f.  
 Troposphäre 97  
 Tunneldiode 234  
  
 Überdruck 94 f.  
 Überlagerung harmonischer Schwingungen 248 f.  
 Überlagerungsschwingung 248 f.  
 Überschlagspannungen 225  
 Übersetzungsverhältnis 267  
 Ultraschall 279  
 Umkehrungsgesetz 239  
 Umlaufzeit 28, 88, 91  
 Umrechnung einer Reihenschaltung in eine Parallelschaltung 268  
 UND 240, 242  
 Unschärferelation, HEISENBERG'sche 334  
 Unterscheidung 345  
 Uran-Actinium-Reihe 377  
 Uran-Radium-Reihe 377  
  
 Vakuumfotозelle 238  
 Vakuumgleichrichterröhre 229  
 VAN-DER-WAALS'sche Konstanten 156  
 – Zustandsgleichung 155  
 Varistoren 233  
 Vektoralgebra 409 ff.  
 Vektoranalysis 413 ff.  
 Vektorprodukt 411 f.  
 Vektorrechnung 409 ff.  
 VENTURI-Rohr 102  
 Verdampfungswärme, spezifische 148 f., 158  
 Vergrößerung 313  
 Verlustleistung 75  
 Verschiebungsfluss, elektrischer 185  
 Verschiebungsgesetz, WIEN'sches 325  
 Verstärkung 273, 306  
 Verstärkungsfaktor 231  
 Vertrauensbereich 417  
 Vertrauensniveau 417  
 Vielfache und Teile der Einheiten 16  
 Vierpol 235  
 Vierpolgleichungen 235  
 Viskosität, dynamische 102 f.  
 –, kinematische 102 f.  
 Volt 15, 17

- Volumen des idealen Gases, molares 406  
 –, kritisches 157  
 –, spezifisches 119, 158  
 Volumenänderungsarbeit 135  
 Volumenausdehnung 114  
 Volumenschnelle 286  
 Volumenstrom 98, 102, 104  
 Volumentransformation 330  
 VON-KLITZING-Konstante 216, 406  
 Vorsätze 16
- Wahrscheinlichkeit, thermodynamische 168  
 Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung 341  
 Wanderhebung 109  
 Wärme 137 ff., 142 f.  
 Wärmebewegung von Elektronen 216  
 Wärmedurchgang 133  
 Wärmedurchgangskoeffizient 133 f.  
 Wärmedurchgangswiderstand 133 f.  
 Wärmedurchlasswiderstand 129 f.  
 Wärmeenergie 181  
 Wärmekapazität 120  
 –, molare 122, 125 f., 168  
 –, spezifische 120, 122, 124 f.  
 –, volumenbezogene 120, 122, 126 f.  
 Wärmeleistung des elektrischen Stromes 181  
 Wärmeleitfähigkeit 130  
 Wärmeleitung 129  
 Wärmeleitwiderstand 129 f., 133  
 Wärmemenge 120 ff.  
 Wärmepumpe 144  
 Wärmestrom 129 f.  
 Wärmestromdichte 129  
 Wärmeübergang 132  
 Wärmeübergangskoeffizient 132  
 Wärmeübergangswiderstand 132  
 Wärmeübertragung 129 ff.  
 Wärmewiderstand 129, 133
- Wasserstoffatom 336, 338, 407  
 Wasserstoff-Normalelektrode 223  
 Wasserstoffspektrum 338  
 Watt 15, 17, 20  
 Weakon 370  
 Weber 17  
 WEBER und FECHNER, Gesetz von 291  
 Wechselgrößen, nichtsinusförmige 269  
 Wechselspannung 258  
 Wechselstrom 258 ff.  
 Wechselstromkreis 258 ff.  
 – mit induktivem Widerstand 259  
 – – kapazitivem Widerstand 260  
 Wechselstromwiderstand der Spule 260  
 – des Kondensators 261  
 Wechselwirkung 371  
 – von  $\gamma$ -Strahlung 395  
 –, elektromagnetische 370 f.  
 –, elektroschwache 370  
 –, schwache 370 f.  
 –, starke 370 f.  
 Wechselwirkungen 370  
 – von Neutronen 401  
 Weg 84  
 Weglänge, mittlere freie 166 f.  
 Weg-Zeit-Gesetz 32 f., 244  
 – der freien gedämpften Schwingung 245  
 – des eingeschwingenen Zustandes 246  
 weichmagnetische Stoffe 195, 198  
 Welle, harmonische 272  
 Wellen 272 ff.  
 –, elektromagnetische 293 ff., 300  
 –, stehende 274  
 Wellenfeld 275 ff.  
 –, kinematische Größen 275  
 Wellenfunktion 340  
 Wellengleichung 272, 295  
 Wellenlänge, mittlere 333

- Wellenlängen der Röntgenstrahlung 357
- Wellenlängenänderung 397
- Wellenlehre 272 ff.
- Wellenwiderstand 297
- des Vakuums 298, 408
- Wellenzahl 338, 357
- Wert der physikalischen Größe 11
- WHEATSTONE'sche Brückenschaltung 179
- Wichtungsfaktoren 393
- Widerstand 233
- , elektrischer 170
- , induktiver 259
- , innerer 231
- , kapazitiver 260
- , magnetischer 200
- , ohmscher 258 f., 263
- , spezifischer elektrischer 170 ff.
- Widerstandskombinationen 270
- Widerstandslegierungen 171, 175
- Widerstandsmessung 179
- Widerstandsmoment 63
- Widerstandszahl 106 f.
- WIEDEMANN-FRANZ'sches Gesetz 171
- WIEN'sche Konstante 325
- WIEN'sches Strahlungsgesetz 324
- Verschiebungsgesetz 325
- WIEN-Konstante 408
- Winkelbeschleunigung 30, 84
- Winkelbeschleunigungs-Zeit-Gesetz 255
- Winkleinheiten 19
- Winkelgeschwindigkeit 28, 84
- bei Kreisbewegung 28
- Winkelgeschwindigkeit-Zeit-Gesetz 36 f., 255
- Winkelrichtgröße 86, 254
- Wirkleistung 181, 259 ff.
- Wirkleitwert 265
- Wirkungsgrad 75, 144
- des Grundstromkreises 181
- Wirkungsquantum 227, 323, 335, 406
- Wirkungsquerschnitt 378
- bei Paarbildung 398
- für den COMPTON-Effekt 397
- von Neutronen 402
- , makroskopischer 379
- , mikroskopischer 378, 396
- Wirkwiderstand 263
- Wölbspiegel, sphärischer 309
- Wurf, horizontaler 35
- , schiefer 35
- , senkrechter 34
- Wurfparabel 35
- Wurfweite 35 f.
- X-Einheit 18, 357
- Xi 269
- Yocto 16
- Yotta 16
- Zahlenwert 11, 25
- Zahlenwertgleichungen 25
- Z-Diode 234
- Zeigerdiagramm 248
- Zeit 20, 26
- Zeitdilatation 327
- Zeiteinheiten 18
- Zeitkonstante 191, 210
- Zeitkoordinaten 326
- Zenti 16
- Zentralkraft 68
- Zentrifugalbeschleunigung 87
- Zentripetalkraft 68
- Zepto 16
- Zerfallsgesetz 375
- Zerfallskonstante 375
- Zerfallsreihen 375
- Zerlegung einer Kraft 39
- Zeton 370
- Zetta 16
- ZIOLKOWSKI-Gleichung 89
- Zirkulationsquant 408

- zufällige Messabweichung 416 ff.  
zugeschnittene Größengleichungen  
  25  
Zugfestigkeit 59  
Zusammensetzung der Luft 98  
Zustand 346  
–, angeregter 354  
Zustandsänderung 140  
–, adiabatische 139  
–, isentrope 139  
–, isobare 138  
–, isochore 137 f.  
–, isotherme 136 f.  
–, polytrope 142  
Zustandsänderungen des idealen  
  Gases 136 ff., 143  
Zustandsgleichung 117, 137 ff.  
– des idealen Gases 116  
–, VAN-DER-WAAL'sche 155  
Zustandsgleichungen 142  
Zylinderkondensator 187  
Zylinderspule 192 f., 207