

Formelsammlung Physik

<http://www.fersch.de>

©Klemens Fersch

31. März 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Mechanik	2
1.1	Grundlagen Mechanik	2
1.1.1	Gewichtskraft	2
1.1.2	Kräfte	2
1.1.3	Dichte	2
1.1.4	Wichte	3
1.1.5	Reibung	3
1.1.6	Schiefe Ebene	3
1.1.7	Hookesches Gesetz	4
1.1.8	Drehmoment	4
1.1.9	Hebelgesetz	4
1.1.10	Druck	4
1.1.11	Auftrieb in Flüssigkeiten	4
1.1.12	Schweredruck	5
1.2	Kinematik	6
1.2.1	Geradlinige Bewegung $v=\text{konst.}$	6
1.2.2	Beschleunigte Bewegung	6
1.2.3	Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit	6
1.2.4	Durchschnittsgeschwindigkeit	6
1.2.5	Durchschnittsbeschleunigung	7
1.2.6	Freier Fall	7
1.2.7	Senkrechter Wurf nach oben	7
1.2.8	Waagrechter Wurf	8
1.2.9	Schiefer Wurf	8
1.2.10	Frequenz-Periodendauer	9
1.2.11	Winkelgeschwindigkeit	9
1.2.12	Bahngeschwindigkeit	9
1.2.13	Zentralbeschleunigung	9
1.3	Dynamik	10
1.3.1	Kraft	10
1.3.2	Schiefe Ebene	10
1.3.3	Zentralkraft	10
1.3.4	Gravitationsgesetz	11
1.3.5	Impuls	11
1.3.6	Elastischer Stoß	11
1.3.7	Unelastischer Stoß	11
1.3.8	Mechanische Arbeit	12
1.3.9	Hubarbeit - Potentielle Energie	12
1.3.10	Spannarbeit-Spannenergie	12
1.3.11	Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie	12
1.3.12	Mechanische Leistung	12
1.3.13	Wirkungsgrad	12
1.4	Schwingungen/Wellen	13
1.4.1	Lineares Kraftgesetz	13
1.4.2	Periodendauer (harmonische Schwingung)	13
1.4.3	Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)	13

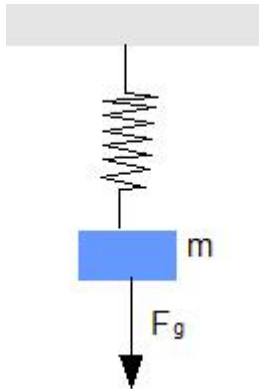
2	Elektrotechnik	14
2.1	Elektrizitätslehre	14
2.1.1	Stromstärke	14
2.1.2	Ohmsches Gesetz	14
2.1.3	Reihenschaltung von Widerständen	14
2.1.4	Parallelschaltung von Widerständen	15
2.1.5	Widerstandsänderung - Temperatur	15
2.1.6	Spezifischer Widerstand	15
2.1.7	Spezifischer Leitwert	15
2.1.8	Elektrische Leistung	16
2.1.9	Elektrische Arbeit	16
2.2	Elektrisches Feld	17
2.2.1	Elektrische Feldstärke	17
2.2.2	Gesetz von Coulomb	17
2.2.3	Kapazität eines Kondensators	17
2.2.4	Reihenschaltung von Kondensatoren	17
2.2.5	Parallelschaltung von Kondensatoren	18
2.2.6	Elektrische Energie des Kondensators	18
2.3	Magnetisches Feld	19
2.3.1	Flußdichte	19
2.3.2	Feldstärke einer langgestreckten Spule	19
2.3.3	Flußdichte - Feldstärke	19
2.3.4	Magnetischer Fluß	19
2.3.5	Induktivität einer langgestreckten Spule	19
2.3.6	Reihenschaltung (Induktivität)	20
2.3.7	Parallelschaltung (Induktivität)	20
2.4	Wechselstrom	21
2.4.1	Wechselspannung - Wechselstrom	21
2.4.2	Scheitel - Effektiv	21
2.4.3	Induktiver Widerstand	21
2.4.4	Kapazitiver Widerstand	21
2.4.5	Wirkleistung	21
2.5	Elektrischer Schwingkreis	22
2.5.1	Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)	22
2.5.2	Eigenkreisfrequenz	22
2.6	Allgemeine Elektrotechnik	23
2.6.1	Spannungsteiler	23
3	Wärmelehre	24
3.1	Temperatur	24
3.1.1	Temperatur - Umrechnungen	24
3.1.2	Temperaturdifferenz	24
3.2	Ausdehnung der Körper	25
3.2.1	Längenausdehnung	25
3.2.2	Flächenausdehnung	25
3.2.3	Volumenausdehnung	25
3.3	Energie	26
3.3.1	Wärmeenergie	26
3.3.2	Verbrennungsenergie	26
3.3.3	Schmelzen und Erstarren	26
3.3.4	Verdampfen und Kondensieren	26
3.4	Zustandsänderungen der Gase	27
3.4.1	Allgemeine Gasgleichung	27
3.4.2	Thermische Zustandsgleichung	27

4	Optik	28
4.1	Reflexion und Brechung	28
4.1.1	Reflexion	28
4.1.2	Brechung	28
4.2	Linsen	29
4.2.1	Brennweite	29
4.2.2	Bildgröße - Gegenstandsgröße	29
5	Astronomie	30
5.1	Gravitation	30
5.1.1	Gravitationsgesetz	30
5.1.2	Gravitationsfeldstärke	30
6	Atomphysik	31
6.1	Atombau	31
6.1.1	Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)	31
6.1.2	Atommasse	31
6.1.3	Masse des Atomkerns	31
6.1.4	Stoffmenge und Anzahl der Teilchen	31
6.1.5	Molare Masse	31
6.1.6	Masse - Energie	31
6.2	Kernumwandlungen	32
6.2.1	Zerfallsgesetz	32
6.2.2	Halbwertszeit	32
6.2.3	Aktivität	32
6.2.4	Photon	32
7	Physikalische Konstanten	33
8	Tabellen	34
8.1	Umrechnungen	34
8.1.1	Längen	34
8.1.2	Flächen	34
8.1.3	Volumen	34
8.1.4	Zeit	35
8.1.5	Vorsilben	35
8.1.6	Masse	36
8.1.7	Kraft	36
8.1.8	Energie-Arbeit	36
8.1.9	Leistung	37
8.1.10	Geschwindigkeit	37
8.1.11	Druck	37
8.1.12	Frequenz	38
8.1.13	Spannung	38
8.1.14	Strom	38
8.1.15	Widerstand	38

1 Mechanik

1.1 Grundlagen Mechanik

1.1.1 Gewichtskraft

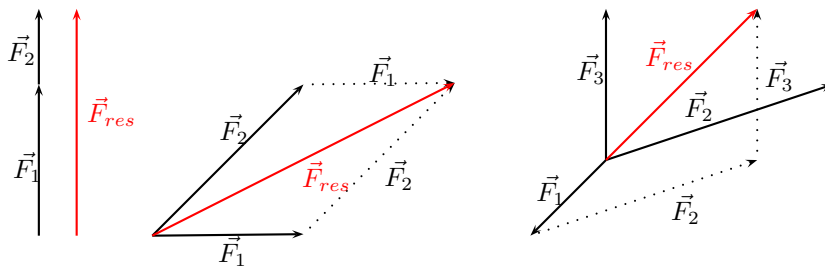


$$F_G = m \cdot g$$

m	Masse	kg	
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
F_G	Gewichtskraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F_G}{g}$		$g = \frac{F_G}{m}$	

Interaktive Inhalte: $F_G = m \cdot g$ - $m = \frac{F_G}{g}$ - $g = \frac{F_G}{m}$ -

1.1.2 Kräfte



$$\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

F_2	Einzelkraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
F_1	Einzelkraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
F_{res}	Resultierende Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$

Interaktive Inhalte: $\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ -

1.1.3 Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

V	Volumen	m^3	
m	Masse	kg	
ρ	Dichte	$\frac{kg}{m^3}$	
$m = \rho \cdot V$		$V = \frac{m}{\rho}$	

Interaktive Inhalte: $\rho = \frac{m}{V}$ - $m = \rho \cdot V$ - $V = \frac{m}{\rho}$ -

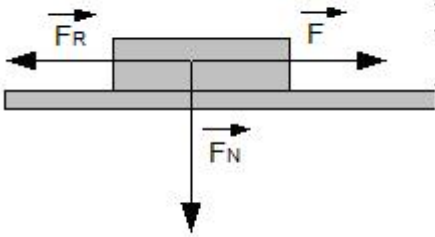
1.1.4 Wichte

$$\gamma = \frac{F_G}{V}$$

V	Volumen	m^3	
F_G	Gewichtskraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
γ	Wichte	$\frac{N}{m^3}$	
$F_G = V \cdot \gamma \quad V = \frac{F_G}{\gamma}$			

Interaktive Inhalte: $\gamma = \frac{F_G}{V}$ - $F_G = V \cdot \gamma$ - $V = \frac{F_G}{\gamma}$ -

1.1.5 Reibung

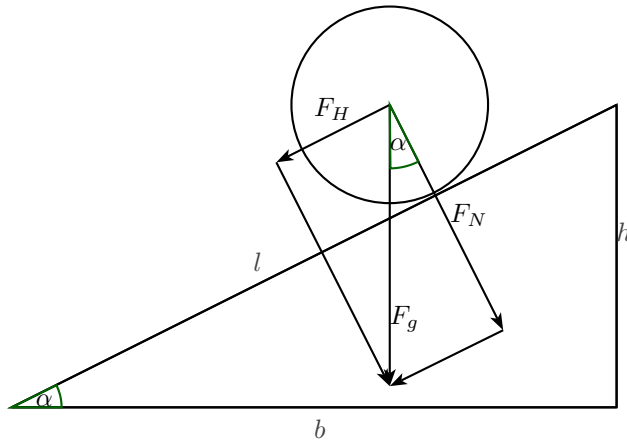


$$F_R = \mu \cdot F_N$$

μ	Reibungszahl		
F_N	Normalkraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
F_R	Reibungskraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$F_N = \frac{F_R}{\mu} \quad \mu = \frac{F_R}{F_N}$			

Interaktive Inhalte: $F_R = \mu \cdot F_N$ - $F_N = \frac{F_R}{\mu}$ - $\mu = \frac{F_R}{F_N}$ -

1.1.6 Schiefe Ebene



$$F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$$

h	Höhe	m	
l	Länge	m	
F_G	Gewichtskraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
F_H	Hangabtriebskraft	N	
$F_G = \frac{F_H \cdot l}{h} \quad h = \frac{F_H \cdot l}{F_G} \quad l = \frac{F_G \cdot h}{F_H}$			

$$F_N = \frac{F_G \cdot b}{l}$$

l	Länge	m	
b	Breite	m	
F_G	Gewichtskraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
F_N	Normalkraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$F_G = \frac{F_N \cdot l}{b} \quad b = \frac{F_N \cdot l}{F_G} \quad l = \frac{F_G \cdot b}{F_N}$			

Interaktive Inhalte: $F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$ - $F_G = \frac{F_H \cdot l}{h}$ - $h = \frac{F_H \cdot l}{F_G}$ - $l = \frac{F_G \cdot h}{F_H}$ - $F_N = \frac{F_G \cdot b}{l}$ - $F_G = \frac{F_N \cdot l}{b}$ - $b = \frac{F_N \cdot l}{F_G}$ - $l = \frac{F_G \cdot b}{F_N}$ -

1.1.7 Hookesches Gesetz

$$F = D \cdot s$$

s	Weg, Auslenkung	m	
D	Federkonstante, Richtgröße	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$D = \frac{F}{s} \quad s = \frac{F}{D}$			

Interaktive Inhalte: $F = D \cdot s$ - $D = \frac{F}{s}$ - $s = \frac{F}{D}$ -

1.1.8 Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

l	Hebelarm	m	
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
M	Drehmoment	Nm	$\frac{kgm^2}{s^2}$
$F = \frac{M}{l} \quad l = \frac{M}{F}$			

Interaktive Inhalte: $M = F \cdot l$ - $F = \frac{M}{l}$ - $l = \frac{M}{F}$ -

1.1.9 Hebelgesetz

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

l_2	Hebelarm	m	
l_1	Hebelarm	m	
F_2	Einzelkraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
F_1	Einzelkraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1} \quad l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1}$			

Interaktive Inhalte: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ - $F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$ - $l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1}$ -

1.1.10 Druck

$$p = \frac{F}{A}$$

A	Fläche	m^2	
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
p	Druck	Pa	$\frac{N}{m^2}$
$F = p \cdot A \quad A = \frac{F}{p}$			

Interaktive Inhalte: $p = \frac{F}{A}$ - $F = p \cdot A$ - $A = \frac{F}{p}$ -

1.1.11 Auftrieb in Flüssigkeiten

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

V	Volumen	m^3	
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
ρ	Dichte	$\frac{kg}{m^3}$	
F_A	Auftriebskraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$\rho = \frac{F_A}{g \cdot V} \quad V = \frac{F_A}{g \rho}$			

Interaktive Inhalte: $F_A = \rho \cdot g \cdot V$ - $\rho = \frac{F_A}{g \cdot V}$ - $V = \frac{F_A}{g \rho}$ -

1.1.12 Schweredruck

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

h	Höhe der Flüssigkeitssäule	m	
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
ρ	Dichte	$\frac{kg}{m^3}$	
p	Druck	Pa	$\frac{N}{m^2}$
$\rho = \frac{p}{g \cdot h}$			
$h = \frac{p}{g \rho}$			

Interaktive Inhalte: $p = \rho \cdot g \cdot h$ - $\rho = \frac{p}{g \cdot h}$ - $h = \frac{p}{g \rho}$ -

1.2 Kinematik

1.2.1 Geradlinige Bewegung $v=\text{konst.}$

$$s = v \cdot t$$

t	Zeit	s
v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
s	Weg,Auslenkung	m
$v = \frac{s}{t}$		$t = \frac{s}{v}$

Interaktive Inhalte: $s = v \cdot t$ - $v = \frac{s}{t}$ - $t = \frac{s}{v}$ -

1.2.2 Beschleunigte Bewegung

$$v = a \cdot t$$

t	Zeit	s
a	Beschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
$a = \frac{v}{t}$		$t = \frac{v}{a}$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

t	Zeit	s
a	Beschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
s	Weg,Auslenkung	m
$a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$		$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$

Interaktive Inhalte: $v = a \cdot t$ - $a = \frac{v}{t}$ - $t = \frac{v}{a}$ - $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ - $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$ - $t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$ -

1.2.3 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit

$$v = v_0 + a \cdot t$$

v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
t	Zeit	s
a	Beschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
$v_0 = v - a \cdot t$		$t = \frac{v - v_0}{a}$
		$a = \frac{v - v_0}{t}$

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

s_0	Anfangsweg	m
v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
t	Zeit	s
a	Beschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
s	Weg,Auslenkung	m
$a = \frac{2 \cdot (s - s_0 - v_0 \cdot t)}{t^2}$		$t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{a}$
$s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$		$v_0 = \frac{s - s_0 - 0,5 \cdot a \cdot t^2}{t}$

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
a	Beschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
s	Weg,Auslenkung	m
$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_0^2}$		$v_0 = \sqrt{v^2 - 2 \cdot a \cdot s}$

Interaktive Inhalte: $v = v_0 + a \cdot t$ - $v_0 = v - a \cdot t$ - $t = \frac{v - v_0}{a}$ - $a = \frac{v - v_0}{t}$ - $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ - $a = \frac{2 \cdot (s - s_0 - v_0 \cdot t)}{t^2}$ - $t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{a}$ - $s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ - $v_0 = \frac{s - s_0 - 0,5 \cdot a \cdot t^2}{t}$ - $v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$ - $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_0^2}$ - $v_0 = \sqrt{v^2 - 2 \cdot a \cdot s}$ -

1.2.4 Durchschnittsgeschwindigkeit

$$v = \frac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2}$$

t_2	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s
t_1	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s
x_2	zurückgelegter Weg	m
x_1	zurückgelegter Weg	m
v	Bahngeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$

Interaktive Inhalte: $v = \frac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2}$ -

1.2.5 Durchschnittsbeschleunigung

$$a = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$$

t_2	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s
t_1	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s
v_2	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
v_1	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
a	Durchschnittsbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$

Interaktive Inhalte: $a = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$ -

1.2.6 Freier Fall

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

t	Zeit	s
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$ 9,81 $\frac{m}{s^2}$
h	Fallhöhe	m
$g = \frac{2 \cdot h}{t^2} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$		

$$v = \sqrt{2 \cdot h \cdot g}$$

h	Höhe	m
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$ 9,81 $\frac{m}{s^2}$
v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
$h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$		

Interaktive Inhalte: $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ - $g = \frac{2 \cdot h}{t^2}$ - $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$ - $v = \sqrt{2 \cdot h \cdot g}$ - $h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$ -

1.2.7 Senkrechter Wurf nach oben

$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

h_0	Abwurfhöhe	m
v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
t	Zeit	s
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$ 9,81 $\frac{m}{s^2}$
h	Höhe	m
$g = -\frac{2 \cdot (h - h_0 - v_0 \cdot t)}{t^2} \quad t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 4 \cdot 0,5 \cdot g \cdot (h_0 - h)}}{-g}$		
$h_0 = h - v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$		

$$v = v_0 - g \cdot t$$

v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
t	Zeit	s
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$ 9,81 $\frac{m}{s^2}$
v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
$v_0 = v + g \cdot t \quad t = \frac{v_0 - v}{g} \quad g = \frac{v_0 - v}{t}$		

Interaktive Inhalte: $h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ - $g = -\frac{2 \cdot (h - h_0 - v_0 \cdot t)}{t^2}$ - $t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 4 \cdot 0,5 \cdot g \cdot (h_0 - h)}}{-g}$ - $h_0 = h - v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ -
 $v = v_0 - g \cdot t$ - $v_0 = v + g \cdot t$ - $t = \frac{v_0 - v}{g}$ - $g = \frac{v_0 - v}{t}$ -

1.2.8 Waagrechter Wurf

Bewegung in x-Richtung:
 $x = v_x \cdot t$

Bewegung in y-Richtung:
 $y = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
 $v_y = g \cdot t$

Zeitfreie Darstellung:
 $y = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{v_x}\right)^2 = -\frac{g}{2 \cdot v_x^2} \cdot x^2$

Gesamtgeschwindigkeit:
 $v_{ges} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

Wurfzeit:
 $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}}$

Wurfweite:
 $x = v_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}}$

Auftreffwinkel:
 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$

x	x-Richtung	m	Meter
y	y-Richtung	m	Meter
h_0	Anfangshöhe	m	Meter
$v_0 = v_x$	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
v_y	Geschwindigkeit in y-Richtung	$\frac{m}{s}$	
x_w	Wurfweite	m	Meter
v_{ges}	Gesamtgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
g	Fallbeschleunigung	g	$\frac{m}{s^2}$
$9,81$		$\frac{m}{s^2}$	

Interaktive Inhalte: $y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ - $t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}}$ - $s = v \cdot t$ - $v = \frac{s}{t}$ -

1.2.9 Schiefer Wurf

$$x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g}$$

g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
α	Abwurfwinkel		
v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
x_w	Wurfweite	m	
$t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$			

$$v_y = v \cdot \sin \alpha - g \cdot t$$

g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
t	Zeit	s	
α	Winkel Geschwindigkeitsvektor v - x-Achse	$^\circ$	
v	Betrag der Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
v_y	Geschwindigkeit in y-Richtung	$\frac{m}{s}$	
$v = \frac{v_y + g \cdot t}{\sin \alpha}$			

$$v_x = v \cdot \cos \alpha$$

α	Winkel Geschwindigkeitsvektor v - x-Achse	$^\circ$	
v	Betrag der Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
v_x	Geschwindigkeit in x-Richtung	$\frac{m}{s}$	
$v = \frac{v_x}{\cos \alpha}$			

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

v_x	Geschwindigkeit in x-Richtung	$\frac{m}{s}$	
v_y	Geschwindigkeit in y-Richtung	$\frac{m}{s}$	
v	Betrag der Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
$v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2}$			

$$v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2}$$

v	Betrag der Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
v_x	Geschwindigkeit in x-Richtung	$\frac{m}{s}$	
v_y	Geschwindigkeit in y-Richtung	$\frac{m}{s}$	
$v_y = \tan \alpha \cdot v_x$ $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ $v_x = \frac{v_y}{\tan \alpha}$			

$$y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

v_0	Anfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
g	Fallbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
α	Abwurfwinkel		
x	in x-Richtung (Bahnkurve)	m	
y	in y-Richtung (Bahnkurve)	m	
$t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$			

Interaktive Inhalte: $x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g}$ - $t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$ - $v_y = v \cdot \sin \alpha - g \cdot t$ - $v = \frac{v_y + g \cdot t}{\sin \alpha}$ - $v_x = v \cdot \cos \alpha$ - $v = \frac{v_x}{\cos \alpha}$ - $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$
 - $v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2}$ - $v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2}$ - $v_y = \tan \alpha \cdot v_x$ - $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ - $v_x = \frac{v_y}{\tan \alpha}$ - $y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$ - $t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$ -

1.2.10 Frequenz-Periodendauer

$f = \frac{1}{T}$	<p>T Periodendauer s</p> <p>f Frequenz $hz = \frac{1}{s}$</p> <p>$T = \frac{1}{f}$</p>
$f = \frac{n}{t}$	<p>t Zeit s</p> <p>n Perioden-Umdrehungen</p> <p>f Frequenz $hz = \frac{1}{s}$</p> <p>$t = \frac{n}{f}$ $n = f \cdot t$</p>

Interaktive Inhalte: $f = \frac{1}{T}$ - $T = \frac{1}{f}$ - $f = \frac{n}{t}$ - $t = \frac{n}{f}$ - $n = f \cdot t$ -

1.2.11 Winkelgeschwindigkeit

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$	<p>π Kreiszahl 3,1415927</p> <p>f Frequenz $hz = \frac{1}{s}$</p> <p>ω Winkelgeschwindigkeit $\frac{1}{s}$</p> <p>$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$</p>
--------------------------------	---

Interaktive Inhalte: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ - $f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$ - $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ - $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$ -

1.2.12 Bahngeschwindigkeit

$v = \omega \cdot r$	<p>r Radius m</p> <p>ω Winkelgeschwindigkeit $\frac{1}{s}$</p> <p>v Bahngeschwindigkeit $\frac{m}{s}$</p> <p>$\omega = \frac{v}{r}$ $r = \frac{v}{\omega}$</p>
----------------------	---

Interaktive Inhalte: $v = \omega \cdot r$ - $\omega = \frac{v}{r}$ - $r = \frac{v}{\omega}$ -

1.2.13 Zentralbeschleunigung

$a_z = \omega^2 \cdot r$	<p>r Radius m</p> <p>ω Winkelgeschwindigkeit $\frac{1}{s}$</p> <p>a_z Zentralbeschleunigung $\frac{m}{s^2}$</p> <p>$\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}}$ $r = \frac{a_z}{\omega^2}$</p>
--------------------------	--

Interaktive Inhalte: $a_z = \omega^2 \cdot r$ - $\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}}$ - $r = \frac{a_z}{\omega^2}$ -

1.3 Dynamik

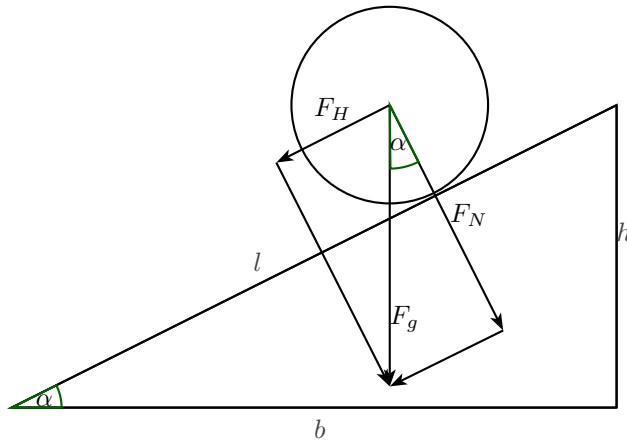
1.3.1 Kraft

$$F = m \cdot a$$

m	Masse	kg
a	Beschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
F	Kraft	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F}{a} \quad a = \frac{F}{m}$		

Interaktive Inhalte: $F = m \cdot a$ - $m = \frac{F}{a}$ - $a = \frac{F}{m}$ -

1.3.2 Schiefe Ebene



$$F_H = F_G \cdot \sin\alpha$$

α	Neigungswinkel	$^\circ$
F_G	Gewichtskraft	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
F_H	Hangabtriebskraft	N
$F_G = \frac{F_H}{\sin\alpha} \quad \sin\alpha = \frac{F_H}{F_G}$		

$$F_N = F_G \cdot \cos\alpha$$

α	Neigungswinkel	$^\circ$
F_G	Gewichtskraft	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
F_N	Normalkraft	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
$F_G = \frac{F_N}{\cos\alpha} \quad \cos\alpha = \frac{F_N}{F_G}$		

Interaktive Inhalte: $F_H = F_G \cdot \sin\alpha$ - $F_G = \frac{F_H}{\sin\alpha}$ - $\sin\alpha = \frac{F_H}{F_G}$ - $F_N = F_G \cdot \cos\alpha$ - $F_G = \frac{F_N}{\cos\alpha}$ - $\cos\alpha = \frac{F_N}{F_G}$ -

1.3.3 Zentralkraft

$$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

r	Radius	m
ω	Winkelgeschwindigkeit	$\frac{1}{s}$
m	Masse	kg
F_z	Zentralkraft	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
$mm = \frac{F_z}{\omega^2 \cdot r} \quad \omega = \sqrt{\frac{F_z}{m \cdot r}} \quad r = \frac{F_z}{m \cdot \omega^2}$		

Interaktive Inhalte: $F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$ - $m = \frac{F_z}{\omega^2 \cdot r}$ - $\omega = \sqrt{\frac{F_z}{m \cdot r}}$ - $r = \frac{F_z}{m \cdot \omega^2}$ -

1.3.4 Gravitationsgesetz

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

G	Gravitationskonstante	$\frac{Nm^2}{kg^2}$	$6,672041E - 11$
r	Abstand der Massen	m	
m_2	Massen	kg	
m_1	Massen	kg	
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$	$m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2}$	$m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$	

Interaktive Inhalte: $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ - $r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$ - $m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2}$ - $m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$ -

1.3.5 Impuls

$$p = m \cdot v$$

v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
m	Masse	kg	
p	Impuls	Ns	$kg \frac{m}{s}$
$m = \frac{p}{v}$	$v = \frac{p}{m}$		

Interaktive Inhalte: $p = m \cdot v$ - $m = \frac{p}{v}$ - $v = \frac{p}{m}$ -

1.3.6 Elastischer Stoß

Elastischer Stoß

Geschwindigkeit nach dem Stoß:

$$v'_1 = \frac{v_1(m_1 - m_2) + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v'_2 = \frac{v_2(m_2 - m_1) + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

Impulserhaltungssatz:

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

Energieerhaltungssatz:

$$E_{kin} = E'_{kin}$$

$$E_1 + E_2 = E'_1 + E'_2$$

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2$$

m_1	Masse 1	kg
m_2	Masse 2	kg
v_1	Geschwindigkeit von m_1 vorher	$\frac{m}{s}$
v_2	Geschwindigkeit von m_2 vorher	$\frac{m}{s}$
E_1	Kinetische Energie von m_1 vorher	J
E_2	Kinetische Energie von m_2 vorher	J
v'_1	Geschwindigkeit von m_1 nachher	$\frac{m}{s}$
v'_2	Geschwindigkeit von m_2 nachher	$\frac{m}{s}$
E'_1	Kinetische Energie von m_1 nachher	J
E'_2	Kinetische Energie von m_2 nachher	J

1.3.7 Unelastischer Stoß

Unelastischer Stoß

Geschwindigkeit nach dem Stoß:

$$v'_1 = v'_2 = v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

Impulserhaltungssatz:

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

Energie:

$$E_{kin} > E'_{kin}$$

$$\Delta E = E_1 + E_2 - (E'_1 + E'_2)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - (\frac{1}{2}m_1v'^2 + \frac{1}{2}m_2v'^2)$$

m_1	Masse 1	kg
m_2	Masse 2	kg
v_1	Geschwindigkeit von m_1 vorher	$\frac{m}{s}$
v_2	Geschwindigkeit von m_2 vorher	$\frac{m}{s}$
E_1	Kinetische Energie von m_1 vorher	J
E_2	Kinetische Energie von m_2 vorher	J
v'_1	Geschwindigkeit von m_1 nachher	$\frac{m}{s}$
v'_2	Geschwindigkeit von m_2 nachher	$\frac{m}{s}$
E'_1	Kinetische Energie von m_1 nachher	J
E'_2	Kinetische Energie von m_2 nachher	J

1.3.8 Mechanische Arbeit

$$W = F \cdot s$$

s	Weg, Auslenkung	m	
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
W	Arbeit	J	$Nm = Ws$
$F = \frac{W}{s}$		$s = \frac{W}{F}$	

Interaktive Inhalte: $W = F \cdot s$ - $F = \frac{W}{s}$ - $s = \frac{W}{F}$ -

1.3.9 Hubarbeit - Potentielle Energie

$$W = F_G \cdot h$$

h	Hubhöhe	m	
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
W	Arbeit	J	$Nm = Ws$
$F_G = \frac{W}{h}$		$h = \frac{W}{F_G}$	

Interaktive Inhalte: $W = F_G \cdot h$ - $F_G = \frac{W}{h}$ - $h = \frac{W}{F_G}$ -

1.3.10 Spannarbeit-Spannenergie

$$W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

s	Weg, Auslenkung	m	
D	Federkonstante, Richtgröße	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
W	Arbeit	J	$Nm = Ws$
$s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}}$		$D = \frac{2 \cdot W}{s^2}$	

Interaktive Inhalte: $W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$ - $s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}}$ - $D = \frac{2 \cdot W}{s^2}$ -

1.3.11 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$	
m	Masse	kg	
W	Arbeit	J	$Nm = Ws$
$m = \frac{2 \cdot W}{v^2}$		$v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}}$	

Interaktive Inhalte: $W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ - $m = \frac{2 \cdot W}{v^2}$ - $v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}}$ -

1.3.12 Mechanische Leistung

$$P = \frac{W}{t}$$

W	Arbeit	J	$Nm = Ws$
t	Zeit	s	
P	Leistung	$\frac{J}{s}$	$\frac{Nm}{s} = W$
$W = P \cdot t$		$t = \frac{W}{P}$	

Interaktive Inhalte: $P = \frac{W}{t}$ - $W = P \cdot t$ - $t = \frac{W}{P}$ -

1.3.13 Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

P_2	abgegebene Leistung	W	$VA = \frac{J}{s}$
P_1	zugeführte Leistung	W	$VA = \frac{J}{s}$
η	Wirkungsgrad		
$P_1 = \frac{P_2}{\eta}$		$P_2 = \eta \cdot P_1$	

Interaktive Inhalte: $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ - $P_1 = \frac{P_2}{\eta}$ - $P_2 = \eta \cdot P_1$ -

1.4 Schwingungen/Wellen

1.4.1 Lineares Kraftgesetz

$$F = -D \cdot y$$

y	Auslenkung, Elongation	m	
D	Federkonstante, Richtgröße	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$D = \frac{-F}{y} \quad y = \frac{-F}{D}$			

Interaktive Inhalte: $F = -D \cdot y$ - $D = \frac{-F}{y}$ - $y = \frac{-F}{D}$ -

1.4.2 Periodendauer (harmonische Schwingung)

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$$

π	Kreiszahl		3,1415927
D	Federkonstante, Richtgröße	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
m	Masse	kg	
T	Periodendauer	s	
$D = m \cdot \frac{(2 \cdot \pi)^2}{T^2} \quad m = D \cdot \frac{T^2}{(2 \cdot \pi)^2}$			

Interaktive Inhalte: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ - $D = m \cdot \frac{(2 \cdot \pi)^2}{T^2}$ - $m = D \cdot \frac{T^2}{(2 \cdot \pi)^2}$ -

1.4.3 Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)

$$y = y_s \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$$

t	Zeit	s
ϕ_0	Phase für $t=0$	rad
ω	Winkelgeschwindigkeit	$\frac{1}{s}$
y_s	max. Auslenkung, Scheitelwert	m
y	Auslenkung, Elongation	m
$y_s = \frac{y}{\sin(\omega \cdot t + \phi_0)} \quad t = \frac{\arcsin(y/y_s) - \phi_0}{\omega}$		

Interaktive Inhalte: $y = y_s \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$ - $y_s = \frac{y}{\sin(\omega \cdot t + \phi_0)}$ - $t = \frac{\arcsin(y/y_s) - \phi_0}{\omega}$ -

2 Elektrotechnik

2.1 Elektrizitätslehre

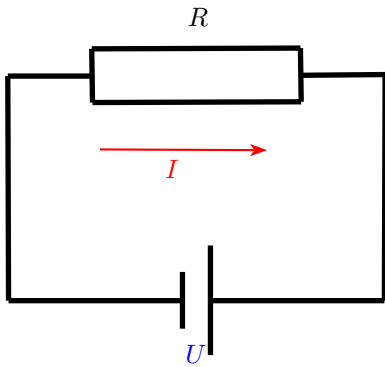
2.1.1 Stromstärke

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Δt	Zeitänderung	s	
ΔQ	Ladungsänderung	C	As
I	Stromstärke	A	
$\Delta Q = I \cdot \Delta t \quad \Delta t = \frac{\Delta Q}{I}$			

Interaktive Inhalte: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ - $\Delta Q = I \cdot \Delta t$ - $\Delta t = \frac{\Delta Q}{I}$ -

2.1.2 Ohmsches Gesetz

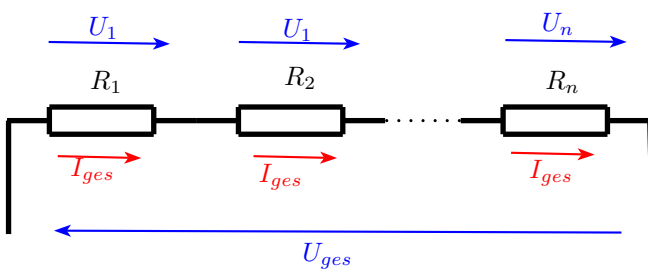


$$R = \frac{U}{I}$$

I	Stromstärke	A	
U	Spannung	V	
R	Widerstand	Ω	$\frac{V}{A}$
$U = R \cdot I \quad I = \frac{U}{R}$			

Interaktive Inhalte: $R = \frac{U}{I}$ - $U = R \cdot I$ - $I = \frac{U}{R}$ -

2.1.3 Reihenschaltung von Widerständen



$$R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$I = \text{konstant}$$

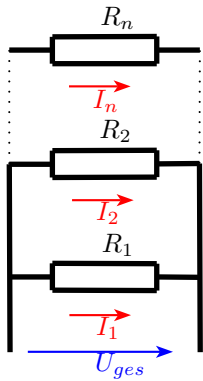
R_2	Einzelwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
R_1	Einzelwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
R_g	Gesamtwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
$R_g = R_1 + R_2 \quad R_1 = R_g - R_2 \quad R_2 = R_g - R_1$			

$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

U_2	Einzelspannung	V
U_1	Einzelspannung	V
U_g	Gesamtspannung	V
$U_g = U_1 + U_2 \quad U_1 = U_g - U_2 \quad U_2 = U_g - U_1$		

Interaktive Inhalte: $R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ - $R_g = R_1 + R_2$ - $R_1 = R_g - R_2$ - $R_2 = R_g - R_1$ - $U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ - $U_g = U_1 + U_2$ - $U_1 = U_g - U_2$ - $U_2 = U_g - U_1$ -

2.1.4 Parallelschaltung von Widerständen



$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_n}$$

$U = \text{konstant}$

R_2	Einzelwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
R_1	Einzelwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
R_g	Gesamtwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$		$R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g}$	$R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g}$

$$I_g = I_1 + I_2 \dots + I_n$$

I_2	Einzelstrom	A
I_1	Einzelstrom	A
I_g	Gesamtstrom	A
$I_g = I_1 + I_2 \quad I_1 = I_g - I_2 \quad I_2 = I_g - I_1$		

Interaktive Inhalte: $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_n}$ - $R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ - $R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g}$ - $R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g}$ - $I_g = I_1 + I_2 \dots + I_n$ - $I_g = I_1 + I_2$ - $I_1 = I_g - I_2$ - $I_2 = I_g - I_1$ -

2.1.5 Widerstandsänderung - Temperatur

$$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

α	Temperaturbeiwert	$\frac{1}{K}$
ΔT	Temperaturänderung	K
R	Widerstand	$\Omega \quad \frac{V}{A}$
ΔR	Widerstandsänderung	$\Omega \quad \frac{V}{A}$
$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T}$		

Interaktive Inhalte: $\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$ - $\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$ - $\alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T}$ - $\Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T}$ -

2.1.6 Spezifischer Widerstand

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

A	Fläche	mm^2
l	Länge	m
ρ	Spezifischer Widerstand	$\frac{\Omega mm^2}{m}$
R	Widerstand	$\Omega \quad \frac{V}{A}$
$l = \frac{R \cdot A}{\rho} \quad \rho = \frac{R \cdot A}{l} \quad A = \frac{R \cdot \rho}{R}$		

Interaktive Inhalte: $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ - $l = \frac{R \cdot A}{\rho}$ - $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$ - $A = \frac{R \cdot \rho}{R}$ -

2.1.7 Spezifischer Leitwert

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

A	Fläche	mm^2
l	Länge	m
κ	Spezifischer Leitwert	$\frac{m}{\Omega mm^2}$
R	Widerstand	$\Omega \quad \frac{V}{A}$
$l = R \cdot \kappa \cdot A \quad A = \frac{l}{\kappa \cdot R} \quad \kappa = \frac{l}{R \cdot A}$		

Interaktive Inhalte: $R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$ - $l = R \cdot \kappa \cdot A$ - $A = \frac{l}{\kappa \cdot R}$ - $\kappa = \frac{l}{R \cdot A}$ -

2.1.8 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

I	Stromstärke	A	
U	Spannung	V	
P	Leistung	W	$VA = \frac{J}{s}$
$U = \frac{P}{I}$		$I = \frac{P}{U}$	

Interaktive Inhalte: $P = U \cdot I$ - $U = \frac{P}{I}$ - $I = \frac{P}{U}$ -

2.1.9 Elektrische Arbeit

$$W = U \cdot I \cdot t$$

t	Zeit	s	
I	Stromstärke	A	
U	Spannung	V	
W	Arbeit	Ws	$VAs = J$
$U = \frac{W}{I \cdot t}$		$I = \frac{W}{U \cdot t}$	$t = \frac{W}{U \cdot I}$

Interaktive Inhalte: $W = U \cdot I \cdot t$ - $U = \frac{W}{I \cdot t}$ - $I = \frac{W}{U \cdot t}$ - $t = \frac{W}{U \cdot I}$ -

2.2 Elektrisches Feld

2.2.1 Elektrische Feldstärke

$E = \frac{F}{Q}$	<table border="0"> <tr> <td>F</td> <td>Kraft</td> <td>N</td> <td>$\frac{kgm}{s^2}$</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Ladung</td> <td>C</td> <td>As</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Elektrische Feldstärke</td> <td>$\frac{N}{C}$</td> <td>$\frac{V}{m}$</td> </tr> </table>	F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$	Q	Ladung	C	As	E	Elektrische Feldstärke	$\frac{N}{C}$	$\frac{V}{m}$
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$										
Q	Ladung	C	As										
E	Elektrische Feldstärke	$\frac{N}{C}$	$\frac{V}{m}$										
	$F = E \cdot Q \quad Q = \frac{F}{E}$												
$E = \frac{U}{d}$	<table border="0"> <tr> <td>U</td> <td>Spannung</td> <td>V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Plattenabstand</td> <td>m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Elektrische Feldstärke</td> <td>$\frac{N}{C}$</td> <td>$\frac{V}{m}$</td> </tr> </table>	U	Spannung	V		d	Plattenabstand	m		E	Elektrische Feldstärke	$\frac{N}{C}$	$\frac{V}{m}$
U	Spannung	V											
d	Plattenabstand	m											
E	Elektrische Feldstärke	$\frac{N}{C}$	$\frac{V}{m}$										
	$U = E \cdot d \quad d = \frac{U}{E}$												

Interaktive Inhalte: $E = \frac{F}{Q}$ - $F = E \cdot Q$ - $Q = \frac{F}{E}$ - $E = \frac{U}{d}$ - $U = E \cdot d$ - $d = \frac{U}{E}$ -

2.2.2 Gesetz von Coulomb

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$	<table border="0"> <tr> <td>Q_2</td> <td>Ladung 2</td> <td>C</td> <td>As</td> </tr> <tr> <td>Q_1</td> <td>Ladung 1</td> <td>C</td> <td>As</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Entfernung</td> <td>m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>π</td> <td>Kreiszahl</td> <td></td> <td>3,1415927</td> </tr> <tr> <td>ϵ_0</td> <td>Elekt. Feldkonstante</td> <td>$\frac{As}{Vm}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>Kraft</td> <td>N</td> <td>$\frac{kgm}{s^2}$</td> </tr> </table>	Q_2	Ladung 2	C	As	Q_1	Ladung 1	C	As	r	Entfernung	m		π	Kreiszahl		3,1415927	ϵ_0	Elekt. Feldkonstante	$\frac{As}{Vm}$		F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
Q_2	Ladung 2	C	As																						
Q_1	Ladung 1	C	As																						
r	Entfernung	m																							
π	Kreiszahl		3,1415927																						
ϵ_0	Elekt. Feldkonstante	$\frac{As}{Vm}$																							
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$																						
	$r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}} \quad Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2}$																								

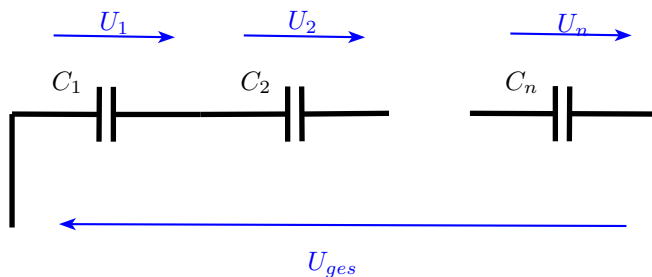
Interaktive Inhalte: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ - $r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}}$ - $Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2}$ -

2.2.3 Kapazität eines Kondensators

$C = \frac{Q}{U}$	<table border="0"> <tr> <td>U</td> <td>Spannung</td> <td>V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Ladung</td> <td>C</td> <td>As</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Kapazität</td> <td>F</td> <td>$\frac{As}{V}$</td> </tr> </table>	U	Spannung	V		Q	Ladung	C	As	C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$								
U	Spannung	V																			
Q	Ladung	C	As																		
C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$																		
	$Q = C \cdot U \quad U = \frac{Q}{C}$																				
$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$	<table border="0"> <tr> <td>d</td> <td>Plattenabstand</td> <td>m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Fläche</td> <td>m^2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ϵ_0</td> <td>Elekt. Feldkonstante</td> <td>$\frac{As}{Vm}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ϵ_r</td> <td>Dielektrizitätszahl</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Kapazität</td> <td>F</td> <td>$\frac{As}{V}$</td> </tr> </table>	d	Plattenabstand	m		A	Fläche	m^2		ϵ_0	Elekt. Feldkonstante	$\frac{As}{Vm}$		ϵ_r	Dielektrizitätszahl			C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$
d	Plattenabstand	m																			
A	Fläche	m^2																			
ϵ_0	Elekt. Feldkonstante	$\frac{As}{Vm}$																			
ϵ_r	Dielektrizitätszahl																				
C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$																		
	$A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r} \quad d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C}$																				

Interaktive Inhalte: $C = \frac{Q}{U}$ - $Q = C \cdot U$ - $U = \frac{Q}{C}$ - $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ - $A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r}$ - $d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C}$ -

2.2.4 Reihenschaltung von Kondensatoren



$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

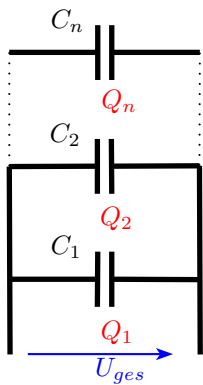
C_2	Kapazität 1	F	$\frac{As}{V}$
C_1	Kapazität 1	F	$\frac{As}{V}$
C_g	Gesamtkapazität	F	$\frac{As}{V}$
$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g} \quad C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$			

$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

U_2	Einzelspannung	V
U_1	Einzelspannung	V
U_g	Gesamtspannung	V
$U_g = U_1 + U_2 \quad U_1 = U_g - U_2 \quad U_2 = U_g - U_1$		

Interaktive Inhalte: $\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$ - $C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$ - $C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$ - $C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$ - $U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ - $U_g = U_1 + U_2$ - $U_1 = U_g - U_2$ - $U_2 = U_g - U_1$ -

2.2.5 Parallelschaltung von Kondensatoren



$$C_g = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

C_2	Kapazität 1	F	$\frac{As}{V}$
C_1	Kapazität 1	F	$\frac{As}{V}$
C_g	Gesamtkapazität	F	$\frac{As}{V}$
$C_g = C_1 + C_2 \quad C_1 = C_g - C_2 \quad C_2 = C_g - C_1$			

$$Q_g = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

Q_2	Ladung 2	C	As
Q_1	Ladung 1	C	As
Q_g	Gesamtladung	C	As
$Q_g = Q_1 + Q_2 \quad Q_1 = Q_g - Q_2 \quad Q_2 = Q_g - Q_1$			

Interaktive Inhalte: $C_g = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ - $C_g = C_1 + C_2$ - $C_1 = C_g - C_2$ - $C_2 = C_g - C_1$ - $Q_g = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$ - $Q_g = Q_1 + Q_2$ - $Q_1 = Q_g - Q_2$ - $Q_2 = Q_g - Q_1$ -

2.2.6 Elektrische Energie des Kondensators

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$
U	Spannung	V	
W	Arbeit	Ws	$VAs = J$
$U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}} \quad C = \frac{2 \cdot W}{U^2}$			

Interaktive Inhalte: $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ - $U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}}$ - $C = \frac{2 \cdot W}{U^2}$ -

2.3 Magnetisches Feld

2.3.1 Flußdichte

$$B = \frac{F}{I \cdot l}$$

I	Stromstärke	A
l	Länge	m
F	Kraft	N $\frac{kgm}{s^2}$
B	Magnetische Flußdichte	T $\frac{Ns}{Am}$
$F = B \cdot I \cdot l \quad I = \frac{F}{B \cdot l} \quad l = \frac{F}{I \cdot B}$		

Interaktive Inhalte: $B = \frac{F}{I \cdot l}$ - $F = B \cdot I \cdot l$ - $I = \frac{F}{B \cdot l}$ - $l = \frac{F}{I \cdot B}$ -

2.3.2 Feldstärke einer langgestreckten Spule

$$H = \frac{I \cdot N}{l}$$

l	Länge der Spule	m
N	Anzahl der Windungen	
I	Stromstärke	A
H	Magnetische Feldstärke	$\frac{A}{m}$
$I = \frac{H \cdot l}{N} \quad N = \frac{H \cdot l}{I} \quad l = \frac{I \cdot N}{H}$		

Interaktive Inhalte: $H = \frac{I \cdot N}{l}$ - $I = \frac{H \cdot l}{N}$ - $N = \frac{H \cdot l}{I}$ - $l = \frac{I \cdot N}{H}$ -

2.3.3 Flußdichte - Feldstärke

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$$

μ_r	Permeabilitätszahl	
μ_0	Magn. Feldkonstante	$\frac{Vs}{Am}$
H	Magnetische Feldstärke	$\frac{A}{m}$
B	Magnetische Flußdichte	T $\frac{Ns}{Am}$
$H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} \quad \mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} \quad \mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H}$		

Interaktive Inhalte: $B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$ - $H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0}$ - $\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H}$ - $\mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H}$ -

2.3.4 Magnetischer Fluß

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\delta)$$

δ	Winkel Flächennormale-Flußdichte	rad
A	Fläche	m^2
B	Magnetische Flußdichte	T $\frac{Ns}{Am}$
Φ	Magnetischer Fluß	Vs Wb
$A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)} \quad B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)} \quad \delta = \arccos(\frac{\Phi}{B \cdot A})$		

Interaktive Inhalte: $\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\delta)$ - $A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)}$ - $B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)}$ - $\delta = \arccos(\frac{\Phi}{B \cdot A})$ -

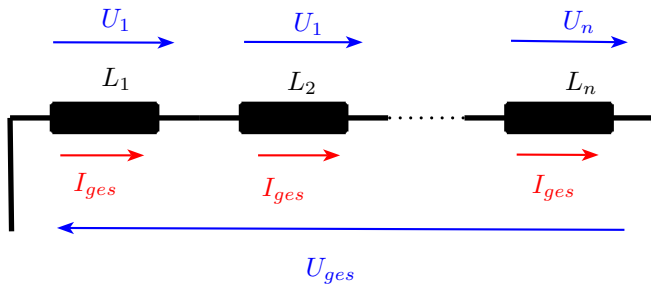
2.3.5 Induktivität einer langgestreckten Spule

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$$

A	Fläche	m^2
l_{SP}	Länge der Spule	m
N	Anzahl der Windungen	
μ_r	Permeabilitätszahl	
μ_0	Magn. Feldkonstante	$\frac{Vs}{Am}$
L	Induktivität	H $\frac{Vs}{A}$
$l_{SP} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L} \quad A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2} \quad N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}}$		

Interaktive Inhalte: $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$ - $l_{SP} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L}$ - $A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2}$ - $N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}}$ -

2.3.6 Reihenschaltung (Induktivität)



$$L_g = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

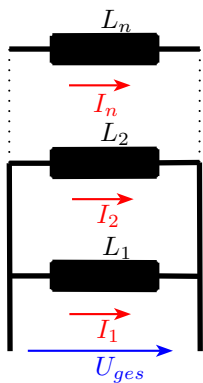
L_2	Induktivität 2	H	$\frac{Vs}{A}$
L_1	Induktivität 1	H	$\frac{Vs}{A}$
L_g	Gesamtinduktivität	H	$\frac{Vs}{A}$
$L_g = L_1 + L_2$			
$L_1 = L_g - L_2$			
$L_2 = L_g - L_1$			

$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

U_2	Einzelspannung	V	
U_1	Einzelspannung	V	
U_g	Gesamtspannung	V	
$U_g = U_1 + U_2$			
$U_1 = U_g - U_2$			
$U_2 = U_g - U_1$			

Interaktive Inhalte: $L_g = L_1 + L_2 + \dots + L_n$ - $L_g = L_1 + L_2$ - $L_1 = L_g - L_2$ - $L_2 = L_g - L_1$ - $U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ - $U_g = U_1 + U_2$ - $U_1 = U_g - U_2$ - $U_2 = U_g - U_1$ -

2.3.7 Parallelschaltung (Induktivität)



$$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

L_2	Induktivität 2	H	$\frac{Vs}{A}$
L_1	Induktivität 1	H	$\frac{Vs}{A}$
L_g	Gesamtinduktivität	H	$\frac{Vs}{A}$
$L_1 = \frac{L_2 \cdot L_g}{L_2 - L_g}$			
$L_2 = \frac{L_1 \cdot L_g}{L_1 - L_g}$			

$$I_g = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

I_2	Einzelstrom	A	
I_1	Einzelstrom	A	
I_g	Gesamtstrom	A	
$I_g = I_1 + I_2$			
$I_1 = I_g - I_2$			
$I_2 = I_g - I_1$			

Interaktive Inhalte: $\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$ - hier klicken $L_1 = \frac{L_2 \cdot L_g}{L_2 - L_g}$ - $L_2 = \frac{L_1 \cdot L_g}{L_1 - L_g}$ - $I_g = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ - $I_g = I_1 + I_2$ - $I_1 = I_g - I_2$ - $I_2 = I_g - I_1$ -

2.4 Wechselstrom

2.4.1 Wechselspannung - Wechselstrom

$$U_t = U_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

t	Zeit	s
U_{max}	Scheitel-, Spitzenspannung	V
ω	Kreisfrequenz	$\frac{1}{s}$
U_t	Momentanspannung zum Zeitpunkt t	V

$$I_t = I_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Interaktive Inhalte: $U_t = U_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ - $I_t = I_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ -

2.4.2 Scheitel - Effektiv

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

U_{max}	Scheitel-, Spitzenspannung	V
U_{eff}	Effektivspannung	V

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{eff} \quad I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

Interaktive Inhalte: [hier klicken](#) $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ - $I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{eff}$ - $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ -

2.4.3 Induktiver Widerstand

$$X_L = \omega \cdot L$$

L	Induktivität	H	$\frac{Vs}{A}$
ω	Eigenkreisfrequenz	$\frac{1}{s}$	
X_L	Induktiver Widerstand	Ω	$\frac{V}{A}$

$$L = \frac{X_L}{\omega} \quad \omega = \frac{X_L}{L}$$

Interaktive Inhalte: $X_L = \omega \cdot L$ - $L = \frac{X_L}{\omega}$ - $\omega = \frac{X_L}{L}$ -

2.4.4 Kapazitiver Widerstand

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$
ω	Eigenkreisfrequenz	$\frac{1}{s}$	
X_C	Kapazitiver Widerstand	Ω	$\frac{V}{A}$

$$C = \frac{1}{X_C \cdot \omega} \quad \omega = \frac{1}{X_C \cdot C}$$

Interaktive Inhalte: $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$ - $C = \frac{1}{X_C \cdot \omega}$ - $\omega = \frac{1}{X_C \cdot C}$ -

2.4.5 Wirkleistung

$$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\phi)$$

ϕ	Winkel phi	rad	
I_{eff}	Effektivstromstärke	A	
U_{eff}	Effektivspannung	V	
P	Wirkleistung	W	$VA = \frac{J}{s}$

Interaktive Inhalte: $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\phi)$ -

2.5 Elektrischer Schwingkreis

2.5.1 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$
L	Induktivität	H	$\frac{Vs}{A}$
f	Eigenfrequenz	$hz = \frac{1}{s}$	
$L = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot C}$		$C = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot L}$	

Interaktive Inhalte: $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ - $L = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot C}$ - $C = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot L}$ -

2.5.2 Eigenkreisfrequenz

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

C	Kapazität	F	$\frac{As}{V}$
L	Induktivität	H	$\frac{Vs}{A}$
ω	Eigenkreisfrequenz	$\frac{1}{s}$	
$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$		$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L}$	

Interaktive Inhalte: $\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$ - $L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$ - $C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L}$ -

2.6 Allgemeine Elektrotechnik

2.6.1 Spannungsteiler

$$U_1 = U_g \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

R_2	Teilwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
R_1	Teilwiderstand	Ω	$\frac{V}{A}$
U_g	Gesamtspannung	V	
U_1	Teilspannung	V	

Interaktive Inhalte: $U_1 = U_g \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ -

3 Wärmelehre

3.1 Temperatur

3.1.1 Temperatur - Umrechnungen

$$T = 273,15 + \tau$$

τ Temperatur $^{\circ}\text{C} = \text{GradCelsius}$
 T absolute Temperatur K

$$\tau = T - 273,15$$

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32$$

τ Temperatur $^{\circ}\text{C} = \text{GradCelsius}$

$$\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$$

$$T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67$$

τ Temperatur $^{\circ}\text{C} = \text{GradCelsius}$
 T_R Temperatur $^{\circ}\text{R} = \text{Rankine}$

$$\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_R - 491,67)$$

Interaktive Inhalte: $T = 273,15 + \tau$ - $\tau = T - 273,15$ - $T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32$ - $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$ - $T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67$ - $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_R - 491,67)$

3.1.2 Temperaturdifferenz

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

T_2 absolute Temperatur K

T_1 absolute Temperatur K

ΔT Temperaturdifferenz K

$$T_1 = T_2 - \Delta T \quad T_2 = \Delta T + T_1$$

Interaktive Inhalte: $\Delta T = T_2 - T_1$ - $T_1 = T_2 - \Delta T$ - $T_2 = \Delta T + T_1$ -

3.2 Ausdehnung der Körper

3.2.1 Längenausdehnung

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

α	Längenausdehnungskoeffizient	$\frac{1}{K}$
ΔT	Temperaturdifferenz	K
l_0	Anfangslänge	m
Δl	Längenänderung	m

$$l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T}$$

α	Längenausdehnungskoeffizient	$\frac{1}{K}$
ΔT	Temperaturdifferenz	K
Δl	Längenänderung	m
l_0	Anfangslänge	m
$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha}$		

Interaktive Inhalte: $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ - $l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T}$ - $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$ - $\Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha}$ -

3.2.2 Flächenausdehnung

$$\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

α	Längenausdehnungskoeffizient	$\frac{1}{K}$
ΔT	Temperaturdifferenz	K
A_0	Anfangsfläche	m^2
ΔA	Flächenänderung	m^2
$A_0 = \frac{\Delta A}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T} \quad \alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T \cdot 2} \quad \Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot 2 \cdot \alpha}$		

Interaktive Inhalte: $\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ - $A_0 = \frac{\Delta A}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T}$ - $\alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T \cdot 2}$ - $\Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot 2 \cdot \alpha}$ -

3.2.3 Volumenausdehnung

$$\Delta V = V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

α	Längenausdehnungskoeffizient	$\frac{1}{K}$
ΔT	Temperaturdifferenz	K
V_0	Anfangsvolumen	m^3
ΔV	Volumenänderung	m^3
$V_0 = \frac{\Delta V}{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T} \quad \alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T \cdot 3} \quad \Delta T = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot 3 \cdot \alpha}$		

Interaktive Inhalte: $\Delta V = V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ - $V_0 = \frac{\Delta V}{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T}$ - $\alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T \cdot 3}$ - $\Delta T = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot 3 \cdot \alpha}$ -

3.3 Energie

3.3.1 Wärmeenergie

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

ΔT	Temperaturdifferenz	K	
c	Spezifische Wärmekapazität	$\frac{J}{kgK}$	
m	Masse	kg	
Q	Wärmeenergie	J	$Nm = Ws$

$$m = \frac{\Delta Q}{c \cdot \Delta T} \quad c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{\Delta Q}{c \cdot m}$$

Interaktive Inhalte: $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ - $m = \frac{\Delta Q}{c \cdot \Delta T}$ - $c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$ - $\Delta T = \frac{\Delta Q}{c \cdot m}$ -

3.3.2 Verbrennungsenergie

$$Q = H_u \cdot m$$

m	Masse	kg	
H_u	Heizwert	$\frac{J}{kg}$	
Q	Verbrennungsenergie	J	$Nm = Ws$

$$H_u = \frac{Q}{m} \quad m = \frac{Q}{H_u}$$

Interaktive Inhalte: $Q = H_u \cdot m$ - $H_u = \frac{Q}{m}$ - $m = \frac{Q}{H_u}$ -

3.3.3 Schmelzen und Erstarren

$$Q = q_s \cdot m$$

m	Masse	kg	
q_s	Spezifische Schmelz-/Erstarrungswärme	$\frac{J}{kg}$	
Q	Energie zum Schmelzen/Erstarren	J	$Nm = Ws$

$$m = \frac{Q}{q_s} \quad q_s = \frac{Q}{m}$$

Interaktive Inhalte: $Q = q_s \cdot m$ - $m = \frac{Q}{q_s}$ - $q_s = \frac{Q}{m}$ -

3.3.4 Verdampfen und Kondensieren

$$Q = q_v \cdot m$$

m	Masse	kg	
q_v	Spezifische Verdampfungs-/Kondensationswärme	$\frac{J}{kg}$	
Q	Energie zum Verdampfen/Kondensieren	J	$Nm = Ws$

$$m = \frac{Q}{q_v} \quad q_v = \frac{Q}{m}$$

Interaktive Inhalte: $Q = q_v \cdot m$ - $m = \frac{Q}{q_v}$ - $q_v = \frac{Q}{m}$ -

3.4 Zustandsänderungen der Gase

3.4.1 Allgemeine Gasgleichung

$$\frac{V_1 \cdot p_1}{T_1} = \frac{V_2 \cdot p_2}{T_2}$$

p_1	Druck 1	Pa	$\frac{N}{m^2}$
T_1	absolute Temperatur	K	
T_2	absolute Temperatur	K	
p_2	Druck 2	Pa	$\frac{N}{m^2}$
V_2	Volumen 2	m^3	
V_1	Volumen 1	m^3	
$V_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1} \quad p_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot V_1} \quad T_1 = \frac{V_1 \cdot p_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot p_2}$			

Interaktive Inhalte: $\frac{V_1 \cdot p_1}{T_1} = \frac{V_2 \cdot p_2}{T_2}$ - $V_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1}$ - $p_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot V_1}$ - $T_1 = \frac{V_1 \cdot p_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot p_2}$ -

3.4.2 Thermische Zustandsgleichung

$$p \cdot V = \nu \cdot R_m \cdot T$$

ν	Stoffmenge	mol	
p	Druck	Pa	$\frac{N}{m^2}$
T	Temperatur	K	
V	Volumen	m^3	
R_m	Allgemeine Gaskonstante	$8,314 \frac{Ws}{mol \cdot K}$	
$p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V} \quad V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p} \quad T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m}$			

Interaktive Inhalte: $p \cdot V = \nu \cdot R_m \cdot T$ - $p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V}$ - $V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p}$ - $T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m}$ -

4 Optik

4.1 Reflexion und Brechung

4.1.1 Reflexion

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

α_2 Reflexionswinkel °
 α_1 Einfallswinkel °

Interaktive Inhalte: $\alpha_1 = \alpha_2$ -

4.1.2 Brechung

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$$

α_2 Brechungswinkel °
 α_1 Einfallswinkel °
 n Brechzahlen

$$\sin \alpha_1 = n \cdot \sin \alpha_2 \quad \sin \alpha_2 = \frac{\sin \alpha_1}{n}$$

Interaktive Inhalte: $n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$ - $\sin \alpha_1 = n \cdot \sin \alpha_2$ - $\sin \alpha_2 = \frac{\sin \alpha_1}{n}$ -

4.2 Linsen

4.2.1 Brennweite

$$f = \frac{g \cdot b}{g + b}$$

b	Bildweite	m
g	Gegenstandsweite	m
f	Brennweite	m

$$b = \frac{f \cdot g}{g - f} \quad g = \frac{f \cdot b}{b - f}$$

Interaktive Inhalte: $f = \frac{g \cdot b}{g + b}$ - $b = \frac{f \cdot g}{g - f}$ - $g = \frac{f \cdot b}{b - f}$ -

4.2.2 Bildgröße - Gegenstandsgröße

$$\frac{G}{B} = \frac{g}{b}$$

B	Bildgröße	m
G	Gegenstandsgröße	m
b	Bildweite	m
g	Gegenstandsweite	m

$$G = \frac{g \cdot B}{b} \quad B = \frac{G \cdot b}{g} \quad g = \frac{G \cdot b}{B} \quad b = \frac{B \cdot g}{G}$$

Interaktive Inhalte: $\frac{G}{B} = \frac{g}{b}$ - $G = \frac{g \cdot B}{b}$ - $B = \frac{G \cdot b}{g}$ - $g = \frac{G \cdot b}{B}$ - $b = \frac{B \cdot g}{G}$ -

5 Astronomie

5.1 Gravitation

5.1.1 Gravitationsgesetz

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

G	Gravitationskonstante	$\frac{Nm^2}{kg^2}$	$6,672041E-11$
r	Abstand der Massen	m	
m_2	Massen	kg	
m_1	Massen	kg	
F	Kraft	N	$\frac{kgm}{s^2}$
$r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$	$m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2}$	$m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$	

Interaktive Inhalte: $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ - $r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$ - $m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2}$ - $m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$ -

5.1.2 Gravitationsfeldstärke

$$gr = \frac{G \cdot m}{r^2}$$

G	Gravitationskonstante	$\frac{Nm^2}{kg^2}$	$6,672041E-11$
r	Abstand der Massen	m	
m	Masse	kg	
gr	Gravitationsfeldstärke	$\frac{N}{kg}$	
$m = \frac{gr \cdot r^2}{G}$	$r = \sqrt{\frac{G \cdot m}{gr}}$		

Interaktive Inhalte: $gr = \frac{G \cdot m}{r^2}$ - $m = \frac{gr \cdot r^2}{G}$ - $r = \sqrt{\frac{G \cdot m}{gr}}$ -

6 Atomphysik

6.1 Atombau

6.1.1 Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)

$$Z = A - N$$

N	Neutronenzahl	
A	Nukleonen-,Massenzahl	
Z	Ordnung-,Protonenzahl	
$A = Z + N$		$N = A - Z$

Interaktive Inhalte: $Z = A - N$ - $A = Z + N$ - $N = A - Z$ -

6.1.2 Atommasse

$$m_a = A_r \cdot u$$

u	atomare Masseneinheit	kg
A_r	relative Atommasse	
m_a	Atommasse	kg
$m_a = A_r \cdot u$		$m_a = A_r \cdot u$

Interaktive Inhalte: $m_a = A_r \cdot u$ - $m_a = A_r \cdot u$ - $m_a = A_r \cdot u$ -

6.1.3 Masse des Atomkerns

$$m_k = m_a - Z \cdot m_e$$

m_e	Masse des Elektrons	kg
Z	Ordnung-,Protonenzahl	
m_a	Atommasse	kg
m_k	Masse des Atomkerns	kg
$m_a = m_k + Z \cdot m_e$		$Z = \frac{m_a - m_k}{m_e}$
		$m_e = \frac{m_a - m_k}{Z}$

Interaktive Inhalte: $m_k = m_a - Z \cdot m_e$ - $m_a = m_k + Z \cdot m_e$ - $Z = \frac{m_a - m_k}{m_e}$ - $m_e = \frac{m_a - m_k}{Z}$ -

6.1.4 Stoffmenge und Anzahl der Teilchen

$$\nu = \frac{N}{N_a}$$

N_a	Avogadro-Konstante	$6,022045E23 \frac{1}{mol}$
N	Anzahl der Teilchen	
ν	Stoffmenge	mol
$N = N_a \cdot \nu$		

Interaktive Inhalte: $\nu = \frac{N}{N_a}$ - $N = N_a \cdot \nu$ -

6.1.5 Molare Masse

$$M = \frac{m}{\nu}$$

ν	Stoffmenge	mol
m	Masse	kg
M	Molare Masse	$\frac{kg}{mol}$
$\nu = \frac{m}{M}$		$m = M \cdot \nu$

Interaktive Inhalte: $M = \frac{m}{\nu}$ - $\nu = \frac{m}{M}$ - $m = M \cdot \nu$ -

6.1.6 Masse - Energie

$$E = m \cdot c^2$$

c	Lichtgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
m	Masse	kg
E	Energie	J
		$Nm = Js$
$m = \frac{E}{c^2}$		

Interaktive Inhalte: $E = m \cdot c^2$ - $m = \frac{E}{c^2}$ -

6.2 Kernumwandlungen

6.2.1 Zerfallsgesetz

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

t	Zeit	s
λ	Zerfallskonstante	$\frac{1}{s}$
N_0	zerfallfähige Atome vor der Zeit t	
$N(t)$	zerfallfähige Atome nach der Zeit t	
$N_0 = \frac{N(t)}{e^{-\lambda t}}$	$\lambda = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{t}$	$t = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{\lambda}$

Interaktive Inhalte: $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ - $N_0 = \frac{N(t)}{e^{-\lambda t}}$ - $\lambda = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{t}$ - $t = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{\lambda}$ -

6.2.2 Halbwertszeit

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

λ	Zerfallskonstante	$\frac{1}{s}$
T	Halbwertszeit	s
$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$		

Interaktive Inhalte: $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ - $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ -

6.2.3 Aktivität

$$A = \lambda \cdot N(t)$$

$N(t)$	zerfallfähige Atome nach der Zeit t	
λ	Zerfallskonstante	$\frac{1}{s}$
A	Aktivität	Bq $Bq = \frac{1}{s}$
$N(t) = \frac{A}{\lambda}$		

Interaktive Inhalte: $A = \lambda \cdot N(t)$ - $N(t) = \frac{A}{\lambda}$ - [hier klicken](#)

6.2.4 Photon

$$E = f \cdot h$$

h	Planksches Wirkungsquantum	$J \cdot s$
f	Eigenfrequenz	$Hz = \frac{1}{s}$
E	Energie	J $Nm = W \cdot s$
$f = \frac{E}{h}$		

Interaktive Inhalte: $E = f \cdot h$ - $f = \frac{E}{h}$ -

7 Physikalische Konstanten

Name	Symbol	Zahlenwert	Einheit
Kreiszahl	π	3.14159265358979323846	
Eulersche zahl	e	2.71828182845904523536	
Elektronenladung	e	$1.60217733 \cdot 10^{-19}$	C
Gravitationskonstante	G, κ	$6.67259 \cdot 10^{-11}$	$\text{m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$
Lichtgeschwindigkeit	c	$2.99792458 \cdot 10^8$	m/s (def)
Dielektrizitätskonstante	ε_0	$8.854187 \cdot 10^{-12}$	F/m
Permeabilitätskonstante ($4\pi\varepsilon_0$) ⁻¹	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	H/m
Planksches Wirkungsquantum	h	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$	Js
Molare Gaskonstante	R	8.31441	$\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Avogadro-Konstante	N_A	$6.0221367 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Boltzmann-Konstante	$k = R/N_A$	$1.380658 \cdot 10^{-23}$	J/K
Ruhemasse des Elektrons	m_e	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$	kg
Ruhemasse des Protons	m_p	$1.6726231 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des Neutrons	m_n	$1.674954 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse α -Teilchens	m_α	$6,6447 \cdot 10^{-27}$	kg
Atomare Masseneinheit	$m_u = \frac{1}{12}m(^{12}_6\text{C})$	$1.6605656 \cdot 10^{-27}$	kg
Masse der Sonne	M_\odot	$1.989 \cdot 10^{30}$	kg
Radius der Erde	R_A	$6.378 \cdot 10^6$	m
Masse der Erde	M_A	$5.976 \cdot 10^{24}$	kg
Umlaufdauer Erde-Sonne	Tropical year	365.24219879	Tage
Astronomische Einheit	AU	$1.4959787066 \cdot 10^{11}$	m
Lichtjahr	lj	$9.4605 \cdot 10^{15}$	m
Parsec	pc	$3.0857 \cdot 10^{16}$	m
Hubble Konstante	H	$\approx (75 \pm 25)$	$\text{km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$

Basiseinheiten

Name	Einheit	Symbol
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunden	s
Temperatur	Kelvin	K
Stromstärke	Ampere	A
Lichtstärke	Candela	cd
Stoffmenge	mol	mol

Abgeleitete Einheiten

Kraft F	Newton $\text{N} = \frac{\text{mkg}}{\text{s}^2} = \frac{\text{VAs}}{\text{m}}$
Energie E	Joule $\text{J} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2} = \text{VAs}$
Leistung P	Watt $\text{W} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3} = \text{VA}$
Ladung Q	Coulomb $\text{C} = \text{As}$
Spannung V	Volt $\text{V} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3\text{A}} = \frac{\text{W}}{\text{A}}$
Widerstand R	Ohm $\Omega = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3\text{A}^2} = \frac{\text{V}}{\text{A}}$
Leitwert Y	Siemens $\text{S} = \frac{\text{s}^3\text{A}^2}{\text{m}^2\text{kg}} = \frac{\text{A}}{\text{V}}$
Kapazität C	Farad $\text{F} = \frac{\text{s}^4\text{A}^2}{\text{m}^2\text{kg}} = \frac{\text{C}}{\text{V}}$
Induktivität L	Henry $\text{H} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}^2} = \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$
magn. Fluß Φ	Weber $\text{Wb} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}} = \text{Vs}$
Induktion B	Tesla $\text{T} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}} = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$
Magnetfeld H	$\frac{\text{A}}{\text{m}}$

8 Tabellen

8.1 Umrechnungen

8.1.1 Längen

	<i>m</i>	<i>dm</i>	<i>cm</i>	<i>mm</i>	μm	<i>nm</i>	<i>pm</i>	<i>km</i>
<i>m</i>	1	10	100	1000	10^6	10^9	10^{12}	0,001
<i>dm</i>	0,1	1	10	100	10^5	10^8	10^{11}	0,0001
<i>cm</i>	0,01	0,1	1	10	10^4	10^7	10^{10}	10^{-5}
<i>mm</i>	0,001	0,01	0,1	1	1000	10^6	10^9	10^{-6}
μm	10^{-6}	10^{-5}	0,0001	0,001	1	1000	10^6	10^{-9}
<i>nm</i>	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	0,001	1	1000	10^{-12}
<i>pm</i>	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	10^{-15}
<i>km</i>	1000	10^4	10^5	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	1

<i>m</i>	Meter
<i>dm</i>	Dezimeter
<i>cm</i>	Zentimeter
<i>mm</i>	Millimeter
μm	Mikrometer
<i>nm</i>	Nanometer
<i>pm</i>	Pikometer
<i>km</i>	Kilometer

8.1.2 Flächen

	m^2	dm^2	cm^2	mm^2	<i>a</i>	<i>ha</i>	km^2
m^2	1	100	10^4	10^6	0,01	0,0001	10^{-6}
dm^2	0,01	1	100	10^4	0,0001	10^{-6}	10^{-8}
cm^2	0,0001	0,01	1	100	10^{-6}	10^{-8}	10^{-10}
mm^2	10^{-6}	0,0001	0,01	1	10^{-8}	10^{-10}	10^{-12}
<i>a</i>	100	10^4	10^6	10^8	1	0,01	0,0001
<i>ha</i>	10^4	10^6	10^8	10^{10}	100	1	0,01
km^2	10^6	10^8	10^{10}	10^{12}	10^4	100	1

m^2	Quadratmeter
dm^2	Quadratdezimeter
cm^2	Quadratzentimeter
mm^2	Quadratmillimeter
<i>a</i>	Ar
<i>ha</i>	Hektar
km^2	Quadratkilometer

8.1.3 Volumen

	m^3	dm^3	cm^3	mm^3	<i>l</i>	<i>hl</i>	<i>ml</i>
m^3	1	1000	10^6	10^9	1000	10	10^6
dm^3	0,001	1	1000	10^6	1	0,01	1000
cm^3	10^{-6}	0,001	1	1000	0,001	10^{-5}	1
mm^3	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	10^{-6}	10^{-8}	0,001
<i>l</i>	0,001	1	1000	10^6	1	0,01	1000
<i>hl</i>	0,1	100	10^5	10^8	100	1	10^5
<i>ml</i>	10^{-6}	0,001	1	1000	0,001	10^{-5}	1

m^3	Kubikmeter
dm^3	Kubikdezimeter
cm^3	Kubikzentimeter
mm^3	Kubikmillimeter
<i>l</i>	Liter
<i>hl</i>	Hektoliter
<i>ml</i>	Milliliter

8.1.4 Zeit

	<i>s</i>	<i>min</i>	<i>h</i>	<i>ms</i>	μs	<i>ns</i>	<i>ps</i>
<i>s</i>	1	0,01667	0,0002778	1000	10^6	10^9	10^{12}
<i>min</i>	60	1	0,01667	$6 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^{13}$
<i>h</i>	3600	60	1	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^{12}$	$3,6 \cdot 10^{15}$
<i>ms</i>	0,001	$1,667 \cdot 10^{-5}$	$2,778 \cdot 10^{-7}$	1	1000	10^6	10^9
μs	10^{-6}	$1,667 \cdot 10^{-8}$	$2,778 \cdot 10^{-10}$	0,001	1	1000	10^6
<i>ns</i>	10^{-9}	$1,667 \cdot 10^{-11}$	$2,778 \cdot 10^{-13}$	10^{-6}	0,001	1	1000
<i>ps</i>	10^{-12}	$1,667 \cdot 10^{-14}$	$2,778 \cdot 10^{-16}$	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1

<i>s</i>	Sekunden
<i>min</i>	Minuten
<i>h</i>	Stunden
<i>ms</i>	Millisekunden
μs	Mikrosekunden
<i>ns</i>	Nanosekunden
<i>ps</i>	Pikosekunden

8.1.5 Vorsilben

	1	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>m</i>	μ	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>f</i>	<i>a</i>	<i>da</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>M</i>	<i>G</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>E</i>
<i>d</i>	0,1	1	10	100	10^5	10^8	10^{11}	10^{14}	10^{17}	0,01	0,001	0,0001	10^{-7}	10^{-10}	10^{-13}	10^{-16}	10^{-19}
<i>c</i>	0,01	0,1	1	10	10^4	10^7	10^{10}	10^{13}	10^{16}	0,001	0,0001	10^{-5}	10^{-8}	10^{-11}	10^{-14}	10^{-17}	10^{-20}
<i>m</i>	0,001	0,01	0,1	1	1000	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	0,0001	10^{-5}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}
μ	10^{-6}	10^{-5}	0,0001	0,001	1	1000	10^6	10^9	10^{12}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}
<i>n</i>	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	0,001	1	1000	10^6	10^9	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}	10^{-27}
<i>p</i>	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	1000	10^6	10^{-13}	10^{-14}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}	10^{-27}	10^{-30}
<i>f</i>	10^{-15}	10^{-14}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	1000	10^{-16}	10^{-17}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}	10^{-27}	10^{-30}	10^{-33}
<i>a</i>	10^{-18}	10^{-17}	10^{-16}	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	10^{-19}	10^{-20}	10^{-21}	10^{-24}	10^{-27}	10^{-30}	10^{-33}	10^{-36}
<i>da</i>	10	100	1000	10^4	10^7	10^{10}	10^{13}	10^{16}	10^{19}	1	0,1	0,01	10^{-5}	10^{-8}	10^{-11}	10^{-14}	10^{-17}
<i>h</i>	100	1000	10^4	10^5	10^8	10^{11}	10^{14}	10^{17}	10^{20}	10	1	0,1	0,0001	10^{-7}	10^{-10}	10^{-13}	10^{-16}
<i>k</i>	1000	10^4	10^5	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	100	10	1	0,001	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
<i>M</i>	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}	10^5	10^4	1000	1	0,001	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
<i>G</i>	10^9	10^{10}	10^{11}	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}	10^{27}	10^8	10^7	10^6	1000	1	0,001	10^{-6}	10^{-9}
<i>T</i>	10^{12}	10^{13}	10^{14}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}	10^{27}	10^{30}	10^{11}	10^{10}	10^9	10^6	1000	1	0,001	10^{-6}
<i>P</i>	10^{15}	10^{16}	10^{17}	10^{18}	10^{21}	10^{24}	10^{27}	10^{30}	10^{33}	10^{14}	10^{13}	10^{12}	10^9	10^6	1000	1	0,001
<i>E</i>	10^{18}	10^{19}	10^{20}	10^{21}	10^{24}	10^{27}	10^{30}	10^{33}	10^{36}	10^{17}	10^{16}	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	1000	1

	Bezugsgröße
<i>d</i>	Dezi
<i>c</i>	Zenti
<i>m</i>	Milli
μ	Mikro
<i>n</i>	Nano
<i>p</i>	Pico
<i>f</i>	Femto
<i>a</i>	Atto
<i>da</i>	Deka
<i>h</i>	Hekto
<i>k</i>	Kilo
<i>M</i>	Mega
<i>G</i>	Giga
<i>T</i>	Tera
<i>P</i>	Peta
<i>E</i>	Exa

8.1.6 Masse

	<i>kg</i>	<i>g</i>	<i>mg</i>	<i>t</i>	<i>oz</i>	<i>lb</i>	<i>t</i>
<i>kg</i>	1	1000	10 ⁶	0,001	35,28	2,205	0,0009843
<i>g</i>	0,001	1	1000	10 ⁻⁶	0,03528	0,002205	9,843 · 10 ⁻⁷
<i>mg</i>	10 ⁻⁶	0,001	1	10 ⁻⁹	3,528 · 10 ⁻⁵	2,205 · 10 ⁻⁶	9,843 · 10 ⁻¹⁰
<i>t</i>	1000	10 ⁶	10 ⁹	1	3,528 · 10 ⁴	2205	0,9843
<i>oz</i>	0,02835	28,35	2,835 · 10 ⁴	2,835 · 10 ⁻⁵	1	0,06249	2,79 · 10 ⁻⁵
<i>lb</i>	0,4536	453,6	4,536 · 10 ⁵	0,0004536	16	1	0,0004464
<i>t</i>	1016	1,016 · 10 ⁶	1,016 · 10 ⁹	1,016	3,584 · 10 ⁴	2240	1

<i>kg</i>	Kilogramm
<i>g</i>	Gramm
<i>mg</i>	Milligramm
<i>t</i>	Tonne
<i>oz</i>	ounce
<i>lb</i>	pound
<i>t</i>	ton(UK)

8.1.7 Kraft

	<i>N</i>	<i>cN</i>	<i>mN</i>	<i>kN</i>	<i>MN</i>	<i>kp</i>	<i>p</i>	<i>dyn</i>	<i>pdl</i>	<i>lbf</i>
<i>N</i>	1	100	1000	0,001	10 ⁻⁶	0,102	102	10 ⁵	7,231	0,2248
<i>cN</i>	0,01	1	10	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	0,00102	1,02	1000	0,07231	0,002248
<i>mN</i>	0,001	0,1	1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	0,000102	0,102	100	0,007231	0,0002248
<i>kN</i>	1000	10 ⁵	10 ⁶	1	0,001	102	1,02 · 10 ⁵	10 ⁸	7231	224,8
<i>MN</i>	10 ⁶	10 ⁸	10 ⁹	1000	1	1,02 · 10 ⁵	1,02 · 10 ⁸	10 ¹¹	7,231 · 10 ⁶	2,248 · 10 ⁵
<i>kp</i>	9,807	980,7	9807	0,009807	9,807 · 10 ⁻⁶	1	1000	9,807 · 10 ⁵	70,91	2,205
<i>p</i>	0,009807	0,9807	9,807	9,807 · 10 ⁻⁶	9,807 · 10 ⁻⁹	0,001	1	980,7	0,07091	0,002205
<i>dyn</i>	10 ⁻⁵	0,001	0,01	10 ⁻⁸	10 ⁻¹¹	1,02 · 10 ⁻⁶	0,00102	1	7,231 · 10 ⁻⁵	2,248 · 10 ⁻⁶
<i>pdl</i>	0,1383	13,83	138,3	0,0001383	1,383 · 10 ⁻⁷	0,0141	14,1	1,383 · 10 ⁴	1	0,03109
<i>lbf</i>	4,448	444,8	4448	0,004448	4,448 · 10 ⁻⁶	0,4536	453,6	4,448 · 10 ⁵	32,16	1

<i>N</i>	Newton
<i>cN</i>	Zentinelton
<i>mN</i>	Millinewton
<i>kN</i>	Kilonewton
<i>MN</i>	Meganewton
<i>kp</i>	Kilopond
<i>p</i>	Pond
<i>dyn</i>	Dyn
<i>pdl</i>	poundal
<i>lbf</i>	pound-force

8.1.8 Energie-Arbeit

	<i>J</i>	<i>Nm</i>	<i>Ws</i>	<i>kWh</i>	<i>cal</i>	<i>Kcal</i>	<i>eV</i>	<i>BTU</i>
<i>J</i>	1	1	1	2,778 · 10 ⁻⁷	0,2388	0,0002388	6,242 · 10 ¹⁸	0,0009478
<i>Nm</i>	1	1	1	2,778 · 10 ⁻⁷	0,2388	0,0002388	6,242 · 10 ¹⁸	0,0009478
<i>Ws</i>	1	1	1	2,778 · 10 ⁻⁷	0,2388	0,0002388	6,242 · 10 ¹⁸	0,0009478
<i>kWh</i>	3,6 · 10 ⁶	3,6 · 10 ⁶	3,6 · 10 ⁶	1	8,598 · 10 ⁵	859,8	2,247 · 10 ²⁵	3412
<i>cal</i>	4,187	4,187	4,187	1,163 · 10 ⁻⁶	1	0,001	2,613 · 10 ¹⁹	0,003968
<i>Kcal</i>	4187	4187	4187	0,001163	1000	1	2,613 · 10 ²²	3,968
<i>eV</i>	1,602 · 10 ⁻¹⁹	1,602 · 10 ⁻¹⁹	1,602 · 10 ⁻¹⁹	4,45 · 10 ⁻²⁶	3,827 · 10 ⁻²⁰	3,827 · 10 ⁻²³	1	1,518 · 10 ⁻²²
<i>BTU</i>	1055	1055	1055	0,0002931	252	0,252	6,585 · 10 ²¹	1

<i>J</i>	Joule
<i>Nm</i>	Newtonmeter
<i>Ws</i>	Wattsekunde
<i>kWh</i>	Kilowattstunde
<i>cal</i>	Kalorie
<i>Kcal</i>	Kilokalorie
<i>eV</i>	Elektronenvolt
<i>BTU</i>	British thermal unit

8.1.9 Leistung

	<i>W</i>	$\frac{J}{s}$	$\frac{Nm}{s}$	<i>PS</i>	<i>KW</i>	<i>hp</i>	<i>BTU/s</i>	<i>BTU/h</i>
<i>W</i>	1	1	1	0,00136	0,001	0,001341	0,0009478	3,412
$\frac{J}{s}$	1	1	1	0,00136	0,001	0,001341	0,0009478	3,412
$\frac{Nm}{s}$	1	1	1	0,00136	0,001	0,001341	0,0009478	3,412
<i>PS</i>	735,5	735,5	735,5	1	0,7355	0,9863	0,6971	2510
<i>KW</i>	1000	1000	1000	1,36	1	1,341	0,9478	3412
<i>hp</i>	745,7	745,7	745,7	1,014	0,7457	1	0,7068	2544
<i>BTU/s</i>	1055	1055	1055	1,434	1,055	1,415	1	3600
<i>BTU/h</i>	0,2931	0,2931	0,2931	0,0003985	0,0002931	0,000393	0,0002778	1

<i>W</i>	Watt
$\frac{J}{s}$	Joule pro Sekunde
$\frac{Nm}{s}$	Newtonmeter/Sekunde
<i>PS</i>	Pferdestärke
<i>KW</i>	Kilowatt
<i>hp</i>	horsepower
<i>BTU/s</i>	BTU/Sekunde
<i>BTU/h</i>	BTU/Stunde

8.1.10 Geschwindigkeit

	$\frac{m}{s}$	$\frac{km}{h}$	$\frac{ft}{s}$	$\frac{mi}{hr}$	$kn = \frac{sm}{h}$
$\frac{m}{s}$	1	3,6	3,281	2,237	1,944
$\frac{km}{h}$	0,2778	1	0,9113	0,6214	0,54
$\frac{ft}{s}$	0,3048	1,097	1	0,6818	0,5925
$\frac{mi}{hr}$	0,447	1,609	1,467	1	0,869
$kn = \frac{sm}{h}$	0,5144	1,852	1,688	1,151	1

$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
$\frac{km}{h}$	Kilometer/Stunde
$\frac{ft}{s}$	Feet per sec
$\frac{mi}{hr}$	Miles per hour
$kn = \frac{sm}{h}$	Knoten

8.1.11 Druck

	<i>Pa</i>	$\frac{N}{m^2}$	<i>bar</i>	<i>at</i>	<i>atm</i>	<i>Torr</i>	<i>mmHg</i>	<i>psf</i>	<i>psi</i>	<i>mbar</i>
<i>Pa</i>	1	1	10 ⁻⁵	1,02 · 10 ⁻⁵	9,869 · 10 ⁻⁶	0,007501	0,007501	0,02089	0,000145	0,01
$\frac{N}{m^2}$	1	1	10 ⁻⁵	1,02 · 10 ⁻⁵	9,869 · 10 ⁻⁶	0,007501	0,007501	0,02089	0,000145	0,01
<i>bar</i>	10 ⁵	10 ⁵	1	1,02	0,9869	750,1	750,1	2089	14,5	1000
<i>at</i>	9,807 · 10 ⁴	9,807 · 10 ⁴	0,9807	1	0,9678	735,6	735,6	2048	14,22	980,7
<i>atm</i>	1,013 · 10 ⁵	1,013 · 10 ⁵	1,013	1,033	1	760	760	2116	14,7	1013
<i>Torr</i>	133,3	133,3	0,001333	0,00136	0,001316	1	1	2,785	0,01934	1,333
<i>mmHg</i>	133,3	133,3	0,001333	0,00136	0,001316	1	1	2,785	0,01934	1,333
<i>psf</i>	47,88	47,88	0,0004788	0,0004882	0,0004725	0,3591	0,3591	1	0,006944	0,4788
<i>psi</i>	6895	6895	0,06895	0,07031	0,06805	51,72	51,72	144	1	68,95
<i>mbar</i>	100	100	0,001	0,00102	0,0009869	0,7501	0,7501	2,089	0,0145	1

<i>Pa</i>	Pascal
$\frac{N}{m^2}$	Newton/Quadratmeter
<i>bar</i>	Bar
<i>at</i>	Tech. Atmosphäre
<i>atm</i>	Physikalische. Atmosphäre
<i>Torr</i>	Torr
<i>mmHg</i>	Millimeter Quecksilber
<i>psf</i>	pound per square foot
<i>psi</i>	pound per square inch
<i>mbar</i>	Millibar

8.1.12 Frequenz

	$Hz = \frac{1}{s}$	kHz	MHz	GHz
$Hz = \frac{1}{s}$	1	0,001	10^{-6}	10^{-12}
kHz	1000	1	0,001	10^{-9}
MHz	10^6	1000	1	10^{-6}
GHz	10^{12}	10^9	10^6	1

$Hz = \frac{1}{s}$	Hertz
kHz	Kilohertz
MHz	Megahertz
GHz	Gigahertz

8.1.13 Spannung

	V	mV	μV	kV	MV
V	1	1000	10^6	0,001	10^{-6}
mV	0,001	1	1000	10^{-6}	10^{-9}
μV	10^{-6}	0,001	1	10^{-9}	10^{-12}
kV	1000	10^6	10^9	1	0,001
MV	10^6	10^9	10^{12}	1000	1

V	Volt
mV	Millivolt
μV	Mikrovolt
kV	Kilovolt
MV	Megavolt

8.1.14 Strom

	A	mA	μA	kA	MA
A	1	1000	10^6	0,001	10^{-6}
mA	0,001	1	1000	10^{-6}	10^{-9}
μA	10^{-6}	0,001	1	10^{-9}	10^{-12}
kA	1000	10^6	10^9	1	0,001
MA	10^6	10^9	10^{12}	1000	1

A	Ampere
mA	Milliampere
μA	Mikroampere
kA	Kiloampere
MA	Megaampere

8.1.15 Widerstand

<i>Omega</i>	Ω	$m\Omega$	$\mu\Omega$	$k\Omega$	M
Ω	1	1000	10^6	0,001	10^{-6}
$m\Omega$	0,001	1	1000	10^{-6}	10^{-9}
$\mu\Omega$	10^{-6}	0,001	1	10^{-9}	10^{-12}
$k\Omega$	1000	10^6	10^9	1	0,001
$M\Omega$	10^6	10^9	10^{12}	1000	1

Ω	Ohm
$m\Omega$	Milliohm
$\mu\Omega$	Mikroohm
$k\Omega$	Kiloohm
$M\Omega$	Megaohm

	H	mH	μH	nH	kH
H	1	1000	10^6	10^9	0,001
mH	0,001	1	1000	10^6	10^{-6}
μH	10^{-6}	0,001	1	1000	10^{-9}
nH	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	10^{-12}
kH	1000	10^6	10^9	10^{12}	1

H	Henry
mH	Millihenry
μH	Mikrohenry
nH	Nanohenry
kH	Kilohenry

	F	mF	μF	nF	pF	kF
F	1	1000	10^6	10^9	10^{12}	0,001
mF	0,001	1	1000	10^6	10^9	10^{-6}
μF	10^{-6}	0,001	1	1000	10^6	10^{-9}
nF	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	1000	10^{-12}
pF	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	0,001	1	10^{-15}
kF	1000	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	1
F	Farad					
mF	Millifarad					
μF	Mikrofarad					
nF	Nanofarad					
pF	Pikofarad					
kF	Kilofarad					