

Formelsammlung Physik

<http://www.fersch.de>

©Klemens Fersch

1. Juli 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Mechanik	4
1.1	Grundlagen Mechanik	4
1.1.1	Gewichtskraft	4
1.1.2	Kräfte	4
1.1.3	Dichte	5
1.1.4	Wichte	5
1.1.5	Reibung	5
1.1.6	Schiefe Ebene	6
1.1.7	Hookesches Gesetz	6
1.1.8	Drehmoment	7
1.1.9	Hebelgesetz	7
1.1.10	Druck	7
1.1.11	Auftrieb in Flüssigkeiten	7
1.1.12	Schweredruck	7
1.2	Kinematik	8
1.2.1	Geradlinige Bewegung $v=\text{konst.}$	8
1.2.2	Beschleunigte Bewegung	8
1.2.3	Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit	8
1.2.4	Durchschnittsgeschwindigkeit	9
1.2.5	Durchschnittsbeschleunigung	9
1.2.6	Freier Fall	9
1.2.7	Senkrechter Wurf nach oben	9
1.2.8	Waagrechtter Wurf	10
1.2.9	Schiefer Wurf	10
1.2.10	Frequenz-Periodendauer	11
1.2.11	Winkelgeschwindigkeit	11
1.2.12	Bahngeschwindigkeit	11
1.2.13	Zentralbeschleunigung	12
1.3	Dynamik	13
1.3.1	Kraft	13
1.3.2	Schiefe Ebene	13
1.3.3	Zentralkraft	14
1.3.4	Gravitationsgesetz	14
1.3.5	Impuls	14
1.3.6	Elastischer Stoß	14
1.3.7	Unelastischer Stoß	15
1.3.8	Mechanische Arbeit	15
1.3.9	Hubarbeit - Potentielle Energie	15
1.3.10	Spannarbeit-Spannenergie	15
1.3.11	Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie	16
1.3.12	Mechanische Leistung	16

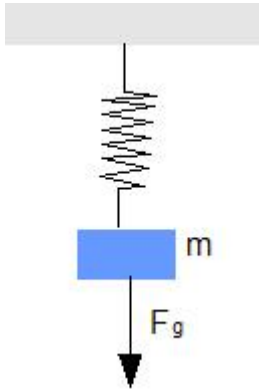
1.3.13	Wirkungsgrad	16
1.4	Schwingungen/Wellen	17
1.4.1	Lineares Kraftgesetz	17
1.4.2	Periodendauer (harmonische Schwingung)	17
1.4.3	Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)	17
2	Elektrotechnik	18
2.1	Elektrizitätslehre	18
2.1.1	Stromstärke	18
2.1.2	Ohmsches Gesetz	18
2.1.3	Reihenschaltung von Widerständen	18
2.1.4	Parallelschaltung von Widerständen	19
2.1.5	Widerstandsänderung - Temperatur	19
2.1.6	Spezifischer Widerstand	20
2.1.7	Spezifischer Leitwert	20
2.1.8	Elektrische Leistung	20
2.1.9	Elektrische Arbeit	20
2.2	Elektrisches Feld	21
2.2.1	Elektrische Feldstärke	21
2.2.2	Gesetz von Coulomb	21
2.2.3	Kapazität eines Kondensators	21
2.2.4	Reihenschaltung von Kondensatoren	22
2.2.5	Parallelschaltung von Kondensatoren	22
2.2.6	Elektrische Energie des Kondensators	23
2.3	Magnetisches Feld	24
2.3.1	Flußdichte	24
2.3.2	Feldstärke einer langgestreckten Spule	24
2.3.3	Flußdichte - Feldstärke	24
2.3.4	Magnetischer Fluß	24
2.3.5	Induktivität einer langgestreckten Spule	24
2.3.6	Reihenschaltung (Induktivität)	25
2.3.7	Parallelschaltung (Induktivität)	25
2.4	Wechselstrom	27
2.4.1	Wechselspannung - Wechselstrom	27
2.4.2	Scheitel - Effektiv	27
2.4.3	Induktiver Widerstand	27
2.4.4	Kapazitiver Widerstand	27
2.4.5	Wirkleistung	27
2.5	Elektrischer Schwingkreis	28
2.5.1	Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)	28
2.5.2	Eigenkreisfrequenz	28
2.6	Allgemeine Elektrotechnik	29
2.6.1	Spannungsteiler	29
3	Wärmelehre	30
3.1	Temperatur	30
3.1.1	Temperatur - Umrechnungen	30
3.1.2	Temperaturdifferenz	30
3.2	Ausdehnung der Körper	31
3.2.1	Längenausdehnung	31
3.2.2	Flächenausdehnung	31
3.2.3	Volumenausdehnung	31
3.3	Energie	32
3.3.1	Wärmeenergie	32
3.3.2	Verbrennungsenergie	32
3.3.3	Schmelzen und Erstarren	32
3.3.4	Verdampfen und Kondensieren	32

3.4	Zustandsänderungen der Gase	33
3.4.1	Allgemeine Gasgleichung	33
3.4.2	Thermische Zustandsgleichung	33
4	Optik	34
4.1	Reflexion und Brechung	34
4.1.1	Reflexion	34
4.1.2	Brechung	34
4.2	Linse n	35
4.2.1	Brennweite	35
4.2.2	Bildgröße - Gegenstandsgröße	35
5	Astronomie	36
5.1	Gravitation	36
5.1.1	Gravitationsgesetz	36
5.1.2	Gravitationsfeldstärke	36
6	Atomphysik	37
6.1	Atombau	37
6.1.1	Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)	37
6.1.2	Atommasse	37
6.1.3	Masse des Atomkerns	37
6.1.4	Stoffmenge und Anzahl der Teilchen	37
6.1.5	Molare Masse	37
6.1.6	Masse - Energie	38
6.2	Kernumwandlungen	39
6.2.1	Zerfallsgesetz	39
6.2.2	Halbwertszeit	39
6.2.3	Aktivität	39
6.2.4	Photon	39
7	Physikalische Konstanten	40
8	Tabellen	41
8.1	Umrechnungen	41
8.1.1	Längen	41
8.1.2	Flächen	41
8.1.3	Volumen	41
8.1.4	Zeit	42
8.1.5	Vorsilben	42
8.1.6	Masse	43
8.1.7	Kraft	43
8.1.8	Energie-Arbeit	44
8.1.9	Leistung	44
8.1.10	Geschwindigkeit	44
8.1.11	Druck	45
8.1.12	Frequenz	45
8.1.13	Spannung	45
8.1.14	Strom	46
8.1.15	Widerstand	46

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	$\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F_G}{g}$			
$g = \frac{F_G}{m}$			

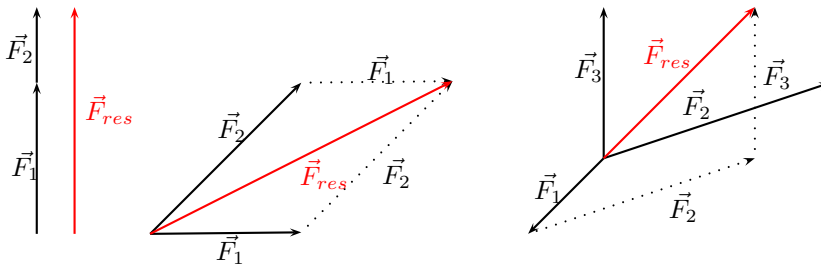
Interaktive Inhalte:

$$F_G = m \cdot g$$

$$m = \frac{F_G}{g}$$

$$g = \frac{F_G}{m}$$

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:

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

1.1.4 Wichte

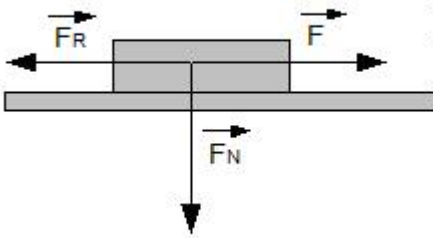
$$\gamma = \frac{F_G}{V}$$

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

Interaktive Inhalte:

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

1.1.5 Reibung



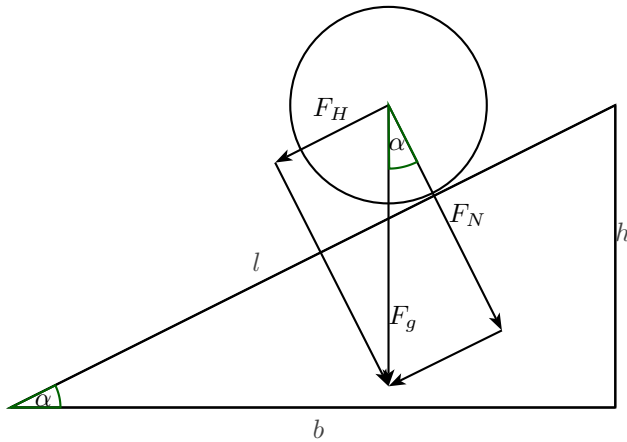
$$F_R = \mu \cdot F_N$$

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

Interaktive Inhalte:

$$F_R = \mu \cdot F_N \quad F_N = \frac{F_R}{\mu} \quad \mu = \frac{F_R}{F_N}$$

1.1.6 Schiefe Ebene



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

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

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

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

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

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:

$$M = F \cdot l \quad F = \frac{M}{l} \quad l = \frac{M}{F}$$

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:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 \quad F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1} \quad l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1}$$

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:

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

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:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V \quad \rho = \frac{F_A}{g \cdot V} \quad V = \frac{F_A}{g \rho}$$

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	$\frac{N}{m^2}$
$\rho = \frac{p}{g \cdot h} \quad h = \frac{p}{g \rho}$			

Interaktive Inhalte:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad \rho = \frac{p}{g \cdot h} \quad h = \frac{p}{g \rho}$$

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:

$$s = v \cdot t \quad v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v}$$

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:

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

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:

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

$$s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad v_0 = \frac{s - s_0 - 0,5 \cdot a \cdot t^2}{t} \quad v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s \quad v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_0^2} \quad v_0 = \sqrt{v^2 - 2 \cdot a \cdot s}$$

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:

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

$$g = -\frac{2 \cdot (h - h_0 - v_0 \cdot t)}{t^2}$$

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

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

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

$$v_0 = v + g \cdot t \quad t = \frac{v_0 - v}{g} \quad g = \frac{v_0 - v}{t}$$

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	$9,81 \frac{m}{s^2}$	

Interaktive Inhalte:

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} \quad s = v \cdot t \quad v = \frac{s}{t}$$

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 $\frac{m}{s}$
 $v_y = \tan\alpha \cdot v_x \quad \tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} \quad v_x = \frac{v_y}{\tan\alpha}$

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

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:

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

1.2.10 Frequenz-Periodendauer

$$f = \frac{1}{T}$$

T Periodendauer s
 f Frequenz $hz = \frac{1}{s}$
 $T = \frac{1}{f}$

$$f = \frac{n}{t}$$

t Zeit s
 n Perioden-Umdrehungen
 f Frequenz $hz = \frac{1}{s}$
 $t = \frac{n}{f} \quad n = f \cdot t$

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

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

π Kreiszahl 3,1415927
 f Frequenz $hz = \frac{1}{s}$
 ω Winkelgeschwindigkeit $\frac{1}{s}$
 $f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} \quad \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} \quad T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$

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

$$v = \omega \cdot r$$

r Radius m
 ω Winkelgeschwindigkeit $\frac{1}{s}$
 v Bahngeschwindigkeit $\frac{m}{s}$
 $\omega = \frac{v}{r} \quad r = \frac{v}{\omega}$

Interaktive Inhalte:

$v = \omega \cdot r$
 $\omega = \frac{v}{r}$
 $r = \frac{v}{\omega}$

1.2.13 Zentralbeschleunigung

$$a_z = \omega^2 \cdot r$$

r	Radius	m
ω	Winkelgeschwindigkeit	$\frac{1}{s}$
a_z	Zentralbeschleunigung	$\frac{m}{s^2}$
$\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}}$	$r = \frac{a_z}{\omega^2}$	

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 $\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F}{a}$	$a = \frac{F}{m}$	

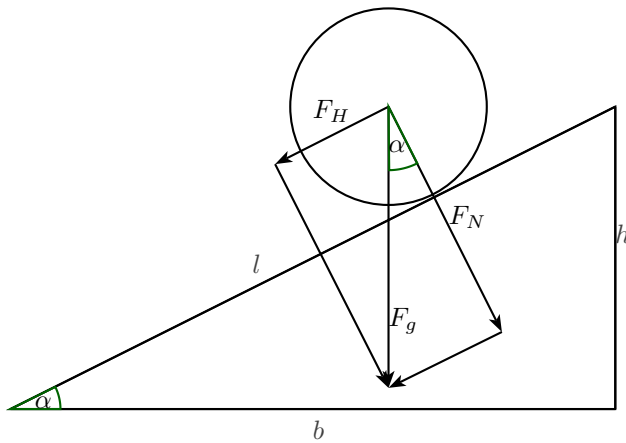
Interaktive Inhalte:

$$F = m \cdot a$$

$$m = \frac{F}{a}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

1.3.2 Schiefe Ebene



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

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

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

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

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	$\frac{kgm}{s^2}$

$$mm = \frac{F_z \cdot r}{\omega^2} \quad \omega = \sqrt{\frac{F_z}{m \cdot r}} \quad r = \frac{F_z}{m \cdot \omega^2}$$

Interaktive Inhalte:

$$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad m = \frac{F_z}{\omega^2 \cdot r} \quad \omega = \sqrt{\frac{F_z}{m \cdot r}} \quad r = \frac{F_z}{m \cdot \omega^2}$$

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	$\frac{kgm}{s^2}$

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

Interaktive Inhalte:

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

1.3.5 Impuls

$$p = m \cdot v$$

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

$$m = \frac{p}{v} \quad v = \frac{p}{m}$$

Interaktive Inhalte:

$$p = m \cdot v \quad m = \frac{p}{v} \quad v = \frac{p}{m}$$

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:

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

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

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$$

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:

$$v'_1 = v'_2 = v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Impulserhaltungssatz:

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

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

Energie:

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

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

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \left(\frac{1}{2} m_1 v'^2 + \frac{1}{2} m_2 v'^2 \right)$$

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	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
W	Arbeit	$J \quad Nm = Ws$
$F = \frac{W}{s} \quad s = \frac{W}{F}$		

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	$N \quad \frac{kgm}{s^2}$
W	Arbeit	$J \quad Nm = Ws$
$F_G = \frac{W}{h} \quad h = \frac{W}{F_G}$		

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	$\frac{N}{m} \quad \frac{kg}{s^2}$
W	Arbeit	$J \quad Nm = Ws$
$s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}} \quad D = \frac{2 \cdot W}{s^2}$		

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	$\frac{kgm}{s^2}$
$D = \frac{-F}{y}$		$y = \frac{-F}{D}$	

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	
$D = m \cdot \frac{(2 \cdot \pi)^2}{T^2}$		$m = D \cdot \frac{T^2}{(2 \cdot \pi)^2}$	

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

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

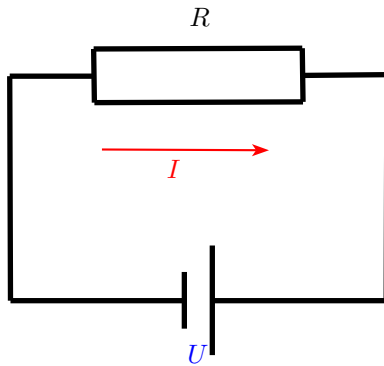
Interaktive Inhalte:

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

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t$$

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

2.1.2 Ohmsches Gesetz



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

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

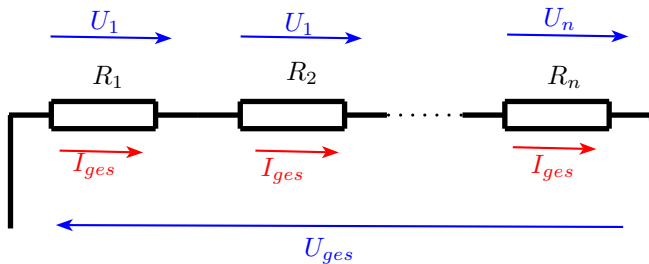
Interaktive Inhalte:

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

$$U = R \cdot I$$

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

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	$\frac{V}{A}$
$R_g = R_1 + R_2$		$R_1 = R_g - R_2$	
		$R_2 = R_g - R_1$	

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

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:

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

$$R_g = R_1 + R_2$$

$$R_1 = R_g - R_2$$

$$R_2 = R_g - R_1$$

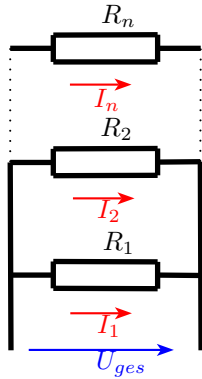
$$U_g = U_1 + U_2 \dots + U_n$$

$$U_g = U_1 + U_2$$

$$U_1 = U_g - U_2$$

$$U_2 = U_g - U_1$$

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 $\frac{V}{\frac{V}{A}}$
 R_1 Einzelwiderstand Ω $\frac{V}{\frac{V}{A}}$
 R_g Gesamtwiderstand Ω $\frac{V}{\frac{V}{A}}$

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g} \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g}$$

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

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 Ω $\frac{V}{\frac{V}{A}}$
 ΔR Widerstandsänderung Ω $\frac{V}{\frac{V}{A}}$

$$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T}$$

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	Ω	$\frac{V}{A}$
$l = \frac{R \cdot A}{\rho} \quad \rho = \frac{R \cdot A}{l} \quad A = \frac{R \cdot \rho}{R}$			

Interaktive Inhalte:

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

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	Ω	$\frac{V}{A}$
$l = R \cdot \kappa \cdot A \quad A = \frac{l}{\kappa \cdot R} \quad \kappa = \frac{l}{R \cdot A}$			

Interaktive Inhalte:

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

2.1.8 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

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

Interaktive Inhalte:

$$P = U \cdot I \quad U = \frac{P}{I} \quad I = \frac{P}{U}$$

2.1.9 Elektrische Arbeit

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

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

Interaktive Inhalte:

$$W = U \cdot I \cdot t \quad U = \frac{W}{I \cdot t} \quad I = \frac{W}{U \cdot t} \quad t = \frac{W}{U \cdot I}$$

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:

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

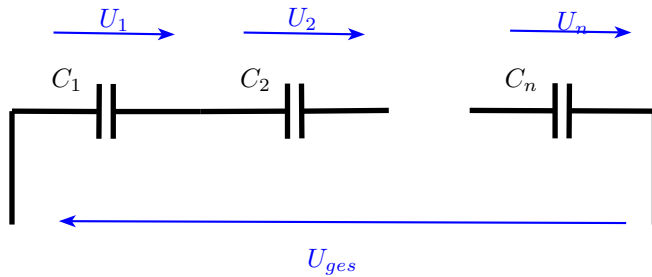
2.2.3 Kapazität eines Kondensators

$C = \frac{Q}{U}$	<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	$\frac{As}{V}$
$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$	$C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$	$C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$	

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

U_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:

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

$$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$$

$$C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$$

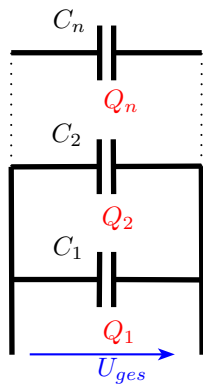
$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$U_g = U_1 + U_2$$

$$U_1 = U_g - U_2$$

$$U_2 = U_g - U_1$$

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	$\frac{As}{V}$
$C_g = C_1 + C_2$	$C_1 = C_g - C_2$	$C_2 = C_g - C_1$	

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

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

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	$VAs = J$
$U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}}$		$C = \frac{2 \cdot W}{U^2}$	

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
B	Magnetische Flußdichte	T
		$\frac{kgm}{As^2}$
		$\frac{N}{Am}$
$F = B \cdot I \cdot l \quad I = \frac{F}{B \cdot l} \quad l = \frac{F}{I \cdot B}$		

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
		$\frac{N}{Am}$
$H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} \quad \mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} \quad \mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H}$		

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
Φ	Magnetischer Fluß	Vs
		$\frac{N}{Am}$
$A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)} \quad B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)} \quad \delta = \arccos\left(\frac{\Phi}{B \cdot A}\right)$		

Interaktive Inhalte:

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

$$A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)}$$

$$B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)}$$

$$\delta = \arccos\left(\frac{\Phi}{B \cdot A}\right)$$

2.3.5 Induktivität einer langgestreckten Spule

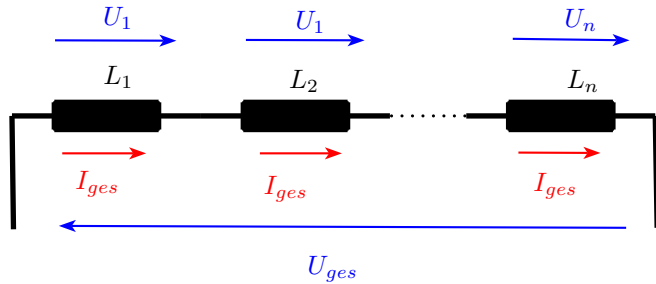
$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$$

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	$\frac{Vs}{A}$
$L_g = L_1 + L_2$	$L_1 = L_g - L_2$	$L_2 = L_g - L_1$	

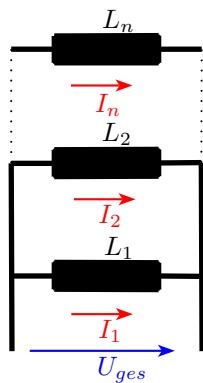
$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

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

$$I_g = I_1 + I_2 \quad I_1 = I_g - I_2 \quad I_2 = I_g - I_1$$

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:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad L = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot C} \quad C = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot L}$$

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:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C} \quad C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L}$$

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 $^{\circ}\text{C}$ = *GadCelsius*

T absolute Temperatur K

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

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

τ Temperatur $^{\circ}\text{C}$ = *GadCelsius*

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

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

τ Temperatur $^{\circ}\text{C}$ = *GadCelsius*

T_R Temperatur $^{\circ}\text{R}$ *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
$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$	$\Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha}$	

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
$A_0 = \frac{\Delta A}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T}$	$\alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T \cdot 2}$	$\Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot 2 \cdot \alpha}$

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
$V_0 = \frac{\Delta V}{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T}$	$\alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T \cdot 3}$	$\Delta T = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot 3 \cdot \alpha}$

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

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	$8,314 \frac{Ws}{mol \cdot K}$	
$p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V}$	$V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p}$	$T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m}$	

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

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

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	$Nm = Ws$
$m = \frac{E}{c^2}$			

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 ($4\pi\epsilon_0$) ⁻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 $N = \frac{\text{mkg}}{\text{s}^2} = \frac{\text{VA s}}{\text{m}}$
Energie E	Joule $J = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2} = \text{VA s}$
Leistung P	Watt $W = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3} = \text{VA}$
Ladung Q	Coulomb $C = \text{A s}$
Spannung V	Volt $V = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3\text{A}} = \frac{W}{A}$
Widerstand R	Ohm $\Omega = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3\text{A}^2} = \frac{V}{A}$
Leitwert Y	Siemens $S = \frac{\text{s}^3\text{A}^2}{\text{m}^2\text{kg}} = \frac{A}{V}$
Kapazität C	Farad $F = \frac{\text{s}^4\text{A}^2}{\text{m}^2\text{kg}} = \frac{C}{V}$
Induktivität L	Henry $H = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}^2} = \frac{\text{Vs}}{A}$
magn. Fluß Φ	Weber $\text{Wb} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}} = \text{Vs}$
Induktion B	Tesla $T = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}} = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$
Magnetfeld H	$\frac{A}{m}$

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}	0,1	0,01	0,001	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}
<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^{-6}	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	$9,843 \cdot 10^{-7}$
<i>mg</i>	10^{-6}	0,001	1	10^{-9}	$3,528 \cdot 10^{-5}$	$2,205 \cdot 10^{-6}$	$9,843 \cdot 10^{-10}$
<i>t</i>	1000	10^6	10^9	1	$3,528 \cdot 10^4$	2205	0,9843
<i>oz</i>	0,02835	28,35	$2,835 \cdot 10^4$	$2,835 \cdot 10^{-5}$	1	0,06249	$2,79 \cdot 10^{-5}$
<i>lb</i>	0,4536	453,6	$4,536 \cdot 10^5$	0,0004536	16	1	0,0004464
<i>t</i>	1016	$1,016 \cdot 10^6$	$1,016 \cdot 10^9$	1,016	$3,584 \cdot 10^4$	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	$1,02 \cdot 10^5$	10^8	7231	224,8
<i>MN</i>	10^6	10^8	10^9	1000	1	$1,02 \cdot 10^5$	$1,02 \cdot 10^8$	10^{11}	$7,231 \cdot 10^6$	$2,248 \cdot 10^5$
<i>kp</i>	9,807	980,7	9807	0,009807	$9,807 \cdot 10^{-6}$	1	1000	$9,807 \cdot 10^5$	70,91	2,205
<i>p</i>	0,009807	0,9807	9,807	$9,807 \cdot 10^{-6}$	$9,807 \cdot 10^{-9}$	0,001	1	980,7	0,07091	0,002205
<i>dyn</i>	10^{-5}	0,001	0,01	10^{-8}	10^{-11}	$1,02 \cdot 10^{-6}$	0,00102	1	$7,231 \cdot 10^{-5}$	$2,248 \cdot 10^{-6}$
<i>pdl</i>	0,1383	13,83	138,3	0,0001383	$1,383 \cdot 10^{-7}$	0,0141	14,1	$1,383 \cdot 10^4$	1	0,03109
<i>lbf</i>	4,448	444,8	4448	0,004448	$4,448 \cdot 10^{-6}$	0,4536	453,6	$4,448 \cdot 10^5$	32,16	1

<i>N</i>	Newton
<i>cN</i>	Zentnewton
<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	$2,778 \cdot 10^{-7}$	0,2388	0,0002388	$6,242 \cdot 10^{18}$	0,0009478
<i>Nm</i>	1	1	1	$2,778 \cdot 10^{-7}$	0,2388	0,0002388	$6,242 \cdot 10^{18}$	0,0009478
<i>Ws</i>	1	1	1	$2,778 \cdot 10^{-7}$	0,2388	0,0002388	$6,242 \cdot 10^{18}$	0,0009478
<i>kWh</i>	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^6$	1	$8,598 \cdot 10^5$	859,8	$2,247 \cdot 10^{25}$	3412
<i>cal</i>	4,187	4,187	4,187	$1,163 \cdot 10^{-6}$	1	0,001	$2,613 \cdot 10^{19}$	0,003968
<i>Kcal</i>	4187	4187	4187	0,001163	1000	1	$2,613 \cdot 10^{22}$	3,968
<i>eV</i>	$1,602 \cdot 10^{-19}$	$1,602 \cdot 10^{-19}$	$1,602 \cdot 10^{-19}$	$4,45 \cdot 10^{-26}$	$3,827 \cdot 10^{-20}$	$3,827 \cdot 10^{-23}$	1	$1,518 \cdot 10^{-22}$
<i>BTU</i>	1055	1055	1055	0,0002931	252	0,252	$6,585 \cdot 10^{21}$	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}	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$9,869 \cdot 10^{-6}$	0,007501	0,007501	0,02089	0,000145	0,01
$\frac{N}{m^2}$	1	1	10^{-5}	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$9,869 \cdot 10^{-6}$	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>	$9,807 \cdot 10^4$	$9,807 \cdot 10^4$	0,9807	1	0,9678	735,6	735,6	2048	14,22	980,7
<i>atm</i>	$1,013 \cdot 10^5$	$1,013 \cdot 10^5$	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

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

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

8.1.13 Spannung

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

<i>V</i>	Volt
<i>mV</i>	Millivolt
μV	Mikrovolt
<i>kV</i>	Kilovolt
<i>MV</i>	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

$Omega$	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