

Formelsammlung Physik

<http://www.fersch.de>

©Klemens Fersch

14. Mai 2017

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

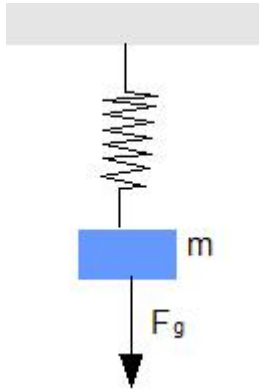
2	Elektrotechnik	15
2.1	Elektrizitätslehre	15
2.1.1	Stromstärke	15
2.1.2	Ohmsches Gesetz	15
2.1.3	Reihenschaltung von Widerständen	15
2.1.4	Parallelschaltung von Widerständen	16
2.1.5	Widerstandsänderung - Temperatur	16
2.1.6	Spezifischer Widerstand	16
2.1.7	Spezifischer Leitwert	16
2.1.8	Elektrische Leistung	17
2.1.9	Elektrische Arbeit	17
2.2	Elektrisches Feld	18
2.2.1	Elektrische Feldstärke	18
2.2.2	Gesetz von Coulomb	18
2.2.3	Kapazität eines Kondensators	18
2.2.4	Reihenschaltung von Kondensatoren	18
2.2.5	Parallelschaltung von Kondensatoren	19
2.2.6	Elektrische Energie des Kondensators	19
2.3	Magnetisches Feld	20
2.3.1	Flußdichte	20
2.3.2	Feldstärke einer langgestreckten Spule	20
2.3.3	Flußdichte - Feldstärke	20
2.3.4	Magnetischer Fluß	20
2.3.5	Induktivität einer langgestreckten Spule	20
2.3.6	Reihenschaltung (Induktivität)	21
2.3.7	Parallelschaltung (Induktivität)	21
2.4	Wechselstrom	22
2.4.1	Wechselspannung - Wechselstrom	22
2.4.2	Scheitel - Effektiv	22
2.4.3	Induktiver Widerstand	22
2.4.4	Kapazitiver Widerstand	22
2.4.5	Wirkleistung	22
2.5	Elektrischer Schwingkreis	23
2.5.1	Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)	23
2.5.2	Eigenkreisfrequenz	23
2.6	Allgemeine Elektrotechnik	24
2.6.1	Spannungsteiler	24
3	Wärmelehre	26
3.1	Temperatur	26
3.1.1	Temperatur - Umrechnungen	26
3.1.2	Temperaturdifferenz	26
3.2	Ausdehnung der Körper	27
3.2.1	Längenausdehnung	27
3.2.2	Flächenausdehnung	27
3.2.3	Volumenausdehnung	27
3.3	Energie	28
3.3.1	Wärmeenergie	28
3.3.2	Verbrennungsenergie	28
3.3.3	Schmelzen und Erstarren	28
3.3.4	Verdampfen und Kondensieren	28
3.4	Zustandsänderungen der Gase	29
3.4.1	Allgemeine Gasgleichung	29
3.4.2	Thermische Zustandsgleichung	29

4	Optik	31
4.1	Reflexion und Brechung	31
4.1.1	Reflexion	31
4.1.2	Brechung	31
4.2	Linsen	32
4.2.1	Brennweite	32
4.2.2	Bildgröße - Gegenstandsgröße	32
5	Astronomie	34
5.1	Gravitation	34
5.1.1	Gravitationsgesetz	34
5.1.2	Gravitationsfeldstärke	34
6	Atomphysik	36
6.1	Atombau	36
6.1.1	Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)	36
6.1.2	Atommasse	36
6.1.3	Masse des Atomkerns	36
6.1.4	Stoffmenge und Anzahl der Teilchen	36
6.1.5	Molare Masse	36
6.1.6	Masse - Energie	36
6.2	Kernumwandlungen	37
6.2.1	Zerfallsgesetz	37
6.2.2	Halbwertszeit	37
6.2.3	Aktivität	37
6.2.4	Photon	37
7	Physikalische Konstanten	38
8	Tabellen	39
8.1	Umrechnungen	39
8.1.1	Längen	39
8.1.2	Flächen	39
8.1.3	Volumen	39
8.1.4	Zeit	40
8.1.5	Vorsilben	40
8.1.6	Masse	41
8.1.7	Kraft	41
8.1.8	Energie-Arbeit	41
8.1.9	Leistung	42
8.1.10	Geschwindigkeit	42
8.1.11	Druck	42
8.1.12	Frequenz	43
8.1.13	Spannung	43
8.1.14	Strom	43
8.1.15	Widerstand	43

1 Mechanik

1.1 Grundlagen Mechanik

1.1.1 Gewichtskraft

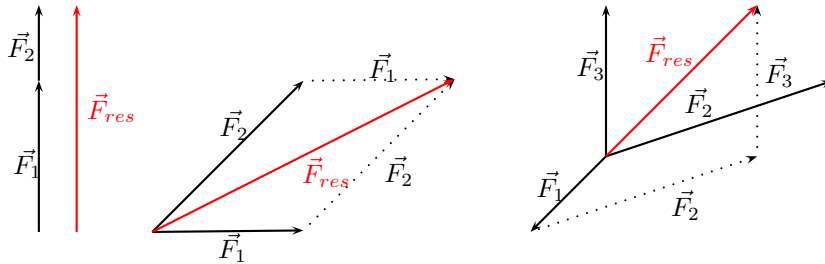


$$F_G = m \cdot g$$

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

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

1.1.2 Kräfte



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

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

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

1.1.3 Dichte

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

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

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

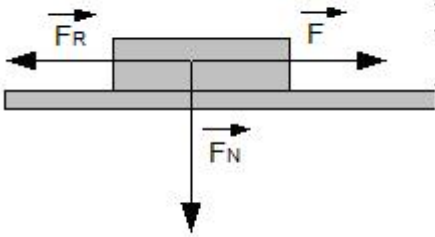
1.1.4 Wichte

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

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

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

1.1.5 Reibung

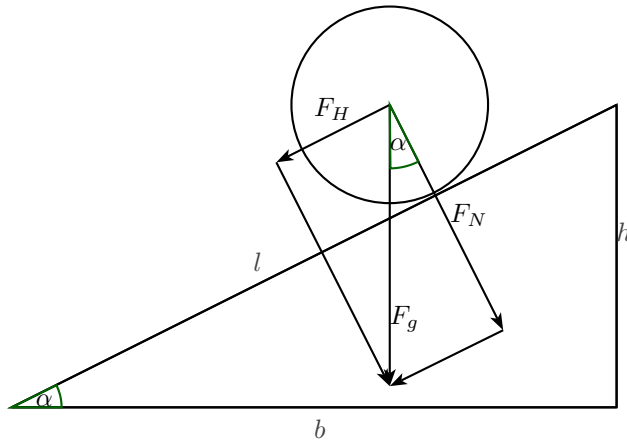


$$F_R = \mu \cdot F_N$$

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

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



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

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

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

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

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

$$F = D \cdot s$$

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

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

1.1.8 Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

Hebelarm	l	m	Meter	
Kraft	F	N	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
Drehmoment	M	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

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

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

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

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

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

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

1.1.11 Auftrieb in Flüssigkeiten

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

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

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

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

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

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 $v=\text{konst.}$

$s = v \cdot t$	Zeit	t	s	Sekunden
	Geschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Weg,Auslenkung	s	m	Meter
	$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v}$			

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

1.2.2 Beschleunigte Bewegung

$v = a \cdot t$	Zeit	t	s	Sekunden
	Beschleunigung	a	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde ²
	Geschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	$a = \frac{v}{t} \quad t = \frac{v}{a}$			

$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	Zeit	t	s	Sekunden
	Beschleunigung	a	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde ²
	Weg,Auslenkung	s	m	Meter
	$a = \frac{2 \cdot s}{t^2} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$			

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

$v = v_0 + a \cdot t$	Anfangsgeschwindigkeit	v_0	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Zeit	t	s	Sekunden
	Beschleunigung	a	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde ²
	Geschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	$v_0 = v - a \cdot t \quad t = \frac{v-v_0}{a} \quad a = \frac{v-v_0}{t}$			

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

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

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

$v = \frac{x_1-x_2}{t_1-t_2}$	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	t_2	s	Sekunde
	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	t_1	s	Sekunde
	zurückgelegter Weg	x_2	m	Meter
	zurückgelegter Weg	x_1	m	Meter
	Bahngeschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde

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

1.2.5 Durchschnittsbeschleunigung

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

aufeinanderfolgende Zeitpunkte	t_2	s	Sekunde	
aufeinanderfolgende Zeitpunkte	t_1	s	Sekunde	
Geschwindigkeit	v_2	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde	
Geschwindigkeit	v_1	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde	
Durchschnittsbeschleunigung	a	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde im Quadrat	

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

1.2.6 Freier Fall

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fallbeschleunigung	g	$\frac{m}{s^2}$		$9,81 \frac{m}{s^2}$
Anfangsgeschwindigkeit	$v_0 = V_x$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde	
Wurfweite	x_w	m	Meter	

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

1.2.9 Schiefer Wurf

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$f = \frac{1}{T}$	Periodendauer	T	s	Sekunden
	Frequenz	f	$hz = \frac{1}{s}$	Hertz
		$T = \frac{1}{f}$		
$f = \frac{n}{t}$	Zeit		t	s
	Perioden-Umdrehungen	n		Sekunden
	Frequenz	f	$hz = \frac{1}{s}$	Hertz
		$t = \frac{n}{f}$	$n = f \cdot t$	

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

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

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

$v = \omega \cdot r$	Radius	r	m	Meter
	Winkelgeschwindigkeit	ω	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde
	Bahngeschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
		$\omega = \frac{v}{r}$	$r = \frac{v}{\omega}$	

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

1.2.13 Zentralbeschleunigung

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

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

1.3 Dynamik

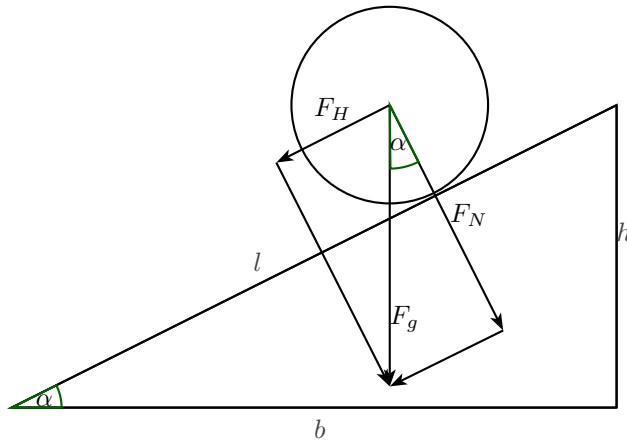
1.3.1 Kraft

$$F = m \cdot a$$

Masse	m	kg	Kilogramm
Beschleunigung	a	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde ²
Kraft	F	N	Newton
			$\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F}{a}$		$a = \frac{F}{m}$	

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

1.3.2 Schiefe Ebene



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.3.5 Impuls

$$p = m \cdot v$$

Geschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde	
Masse	m	kg	Kilogramm	
Impuls	p	Ns	Newton Sekunden	$kg \frac{m}{s}$
$m = \frac{p}{v} \quad v = \frac{p}{m}$				

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

1.3.8 Mechanische Arbeit

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

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

1.3.9 Hubarbeit - Potentielle Energie

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

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

1.3.10 Spannarbeit-Spannenergie

$W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$	Weg, Auslenkung	s	m	Meter	
	Federkonstante, Richtgröße	D	$\frac{N}{m}$		$\frac{kg}{s^2}$
	Arbeit	W	J	Joule	$Nm = Ws$
		$s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}}$	$D = \frac{2 \cdot W}{s^2}$		

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

$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	Geschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde	
	Masse	m	kg	Kilogramm	
	Arbeit	W	J	Joule	$Nm = Ws$
		$m = \frac{2 \cdot W}{v^2}$	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}}$		

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

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

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

1.3.13 Wirkungsgrad

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

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

$$F = -D \cdot y$$

Auslenkung, Elongation	y	m	Meter
Federkonstante, Richtgröße	D	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
Kraft	F	N	Newton

$$D = \frac{-F}{y} \quad y = \frac{-F}{D}$$

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

1.4.2 Periodendauer (harmonische Schwingung)

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

Kreiszahl	π		3,1415927
Federkonstante, Richtgröße	D	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
Masse	m	kg	Kilogramm
Periodendauer	T	s	Sekunden

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

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)

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

Zeit	t	s	Sekunden
Phase für $t=0$	ϕ_0	rad	
Winkelgeschwindigkeit	ω	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde
max. Auslenkung, Scheitelwert	y_s	m	Meter
Auslenkung, Elongation	y	m	Meter

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

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

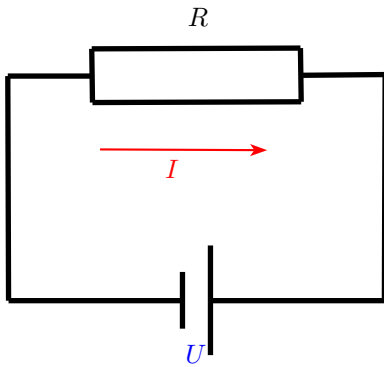
2.1.1 Stromstärke

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

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

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

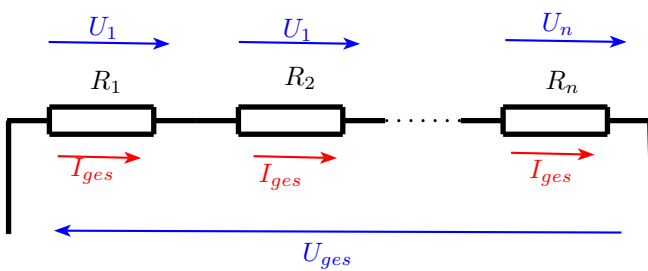


$$R = \frac{U}{I}$$

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

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

2.1.3 Reihenschaltung von Widerständen



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

$$I = \text{konstant}$$

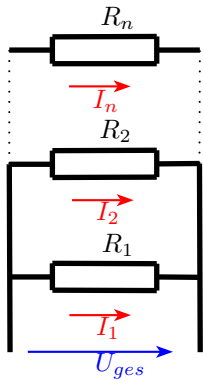
Einzelwiderstand	R_2	Ω	Ohm	$\frac{V}{A}$
Einzelwiderstand	R_1	Ω	Ohm	$\frac{V}{A}$
Gesamtwiderstand	R_g	Ω	Ohm	$\frac{V}{A}$
$R_g = R_1 + R_2$		$R_1 = R_g - R_2$	$R_2 = R_g - R_1$	

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

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

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



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

$U = \text{konstant}$

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

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

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

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

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

Temperaturbeiwert	α	$\frac{1}{K}$
Temperaturänderung	ΔT	K
Widerstand	R	Ω Ohm
Widerstandsänderung	ΔR	Ω Ohm
$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$		$\alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T}$
		$\Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T}$

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

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

Fläche	A	mm^2	Quadratmillimeter
Länge	l	m	Meter
Spezifischer Widerstand	ρ	$\frac{\Omega mm^2}{m}$	
Widerstand	R	Ω	Ohm
$l = \frac{R \cdot A}{\rho}$		$\rho = \frac{R \cdot A}{l}$	
		$A = \frac{R \cdot \rho}{A}$	

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

2.1.7 Spezifischer Leitwert

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

Fläche	A	mm^2	Quadratmillimeter
Länge	l	m	Meter
Spezifischer Leitwert	κ	$\frac{m}{\Omega mm^2}$	
Widerstand	R	Ω	Ohm
$l = R \cdot \kappa \cdot A$		$A = \frac{l}{\kappa \cdot R}$	
		$\kappa = \frac{l}{R \cdot A}$	

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

$$P = U \cdot I$$

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

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

2.1.9 Elektrische Arbeit

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

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

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

$E = \frac{F}{Q}$	Kraft	F	N	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	Ladung	Q	C	Coulomb	As
	Elektrische Feldstärke	E	$\frac{N}{C}$	Volt/Meter	$\frac{V}{m}$
	$F = E \cdot Q \quad Q = \frac{F}{E}$				
$E = \frac{U}{d}$	Spannung	U	V	Volt	
	Plattenabstand	d	m	Meter	
	Elektrische Feldstärke	E	$\frac{N}{C}$	Volt/Meter	$\frac{V}{m}$
	$U = E \cdot d \quad d = \frac{U}{E}$				

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

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$	Ladung 2	Q_2	C	Coulomb	As
	Ladung 1	Q_1	C	Coulomb	As
	Entfernung	r	m	Meter	
	Kreiszahl	π			3, 1415927
	Elekt. Feldkonstante	ϵ_0	$\frac{As}{Vm}$		
	Kraft	F	N	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}} \quad Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2}$					

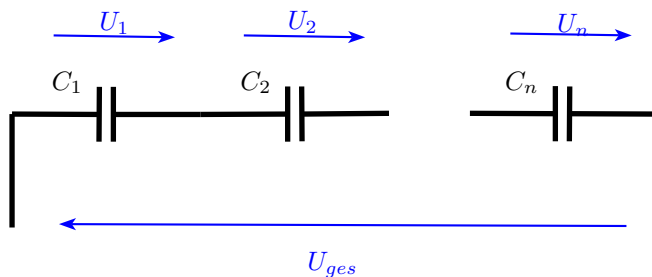
Interaktive Inhalte: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ - $r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}}$ - $Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2}$ -

2.2.3 Kapazität eines Kondensators

$C = \frac{Q}{U}$	Spannung	U	V	Volt	
	Ladung	Q	C	Coulomb	As
	Kapazität	C	F	Farad	$\frac{As}{V}$
$Q = C \cdot U \quad U = \frac{Q}{C}$					
$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$	Plattenabstand	d	m	Meter	
	Fläche	A	m^2	Quadratmeter	
	Elekt. Feldkonstante	ϵ_0	$\frac{As}{Vm}$		
	Dielektrizitätszahl	ϵ_r			
	Kapazität	C	F	Farad	$\frac{As}{V}$
	$A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r} \quad d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C}$				

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



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

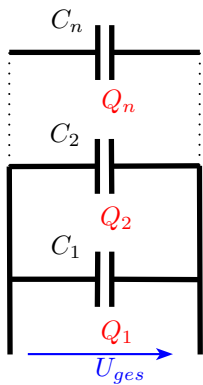
Kapazität 1	C_2	F	Farad	$\frac{As}{V}$
Kapazität 1	C_1	F	Farad	$\frac{As}{V}$
Gesamtkapazität	C_g	F	Farad	$\frac{As}{V}$
$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$		$C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$	$C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$	

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

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

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



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

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

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

Ladung 2	Q_2	C	Coulomb	As
Ladung 1	Q_1	C	Coulomb	As
Gesamtladung	Q_g	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

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

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

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

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

Stromstärke	I	A	Ampere
Länge	l	m	Meter
Kraft	F	N	Newton $\frac{kgm}{s^2}$
Magnetische Flußdichte	B	T	Tesla $\frac{N}{Am}$

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

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

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

Länge der Spule	l	m	Meter
Anzahl der Windungen	N		
Stromstärke	I	A	Ampere
Magnetische Feldstärke	H	$\frac{A}{m}$	Ampere/Meter

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

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

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

Permeabilitätszahl	μ_r		
Magn. Feldkonstante	μ_0	$\frac{Vs}{Am}$	
Magnetische Feldstärke	H	$\frac{A}{m}$	Ampere/Meter
Magnetische Flußdichte	B	T	Tesla $\frac{N}{Am}$

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

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

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

Winkel Flächennormale-Flußdichte	δ	rad	Radian (Bogenmaß)
Fläche	A	m^2	Quadratmeter
Magnetische Flußdichte	B	T	Tesla $\frac{N}{Am}$
Magnetischer Fluß	Φ	Vs	Weber Wb

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

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

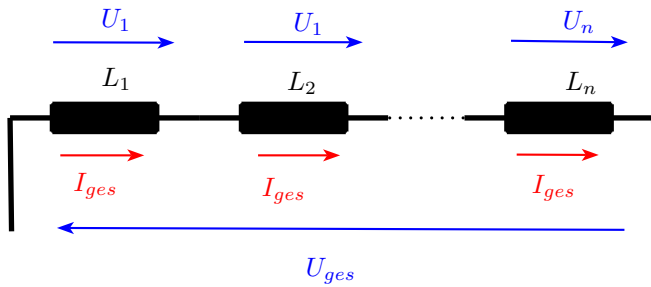
$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$$

Fläche	A	m^2	Quadratmeter
Länge der Spule	l_{SP}	m	Meter
Anzahl der Windungen	N		
Permeabilitätszahl	μ_r		
Magn. Feldkonstante	μ_0	$\frac{Vs}{Am}$	
Induktivität	L	H	Henry $\frac{Vs}{A}$

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

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)



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

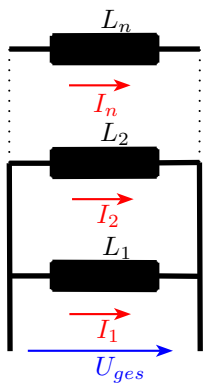
Induktivität 2	L_2	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Induktivität 1	L_1	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Gesamtinduktivität	L_g	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
$L_g = L_1 + L_2 \quad L_1 = L_g - L_2 \quad L_2 = L_g - L_1$				

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

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

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)



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$X_L = \omega \cdot L$$

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

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

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

2.4.4 Kapazitiver Widerstand

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

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

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

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

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

Winkel phi	ϕ	rad	Radian (Bogenmaß)	
Effektivstromstärke	I_{eff}	A	Ampere	
Effektivspannung	U_{eff}	V	Volt	
Wirkleistung	P	W	Watt	$VA = \frac{J}{s}$

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

2.5 Elektrischer Schwingkreis

2.5.1 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 Wärmelehre

3.1 Temperatur

3.1.1 Temperatur - Umrechnungen

$T = 273,15 + \tau$	Temperatur τ °C Grad Celsius = <i>GadCelsius</i> absolute Temperatur T K Kelvin $\tau = T - 273,15$
$T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32$	Temperatur τ °C Grad Celsius = <i>GadCelsius</i> $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$
$T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67$	Temperatur τ °C Grad Celsius = <i>GadCelsius</i> Temperatur T_R °R Grad Rankine <i>Rankine</i> $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_R - 491,67)$

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

$\Delta T = T_2 - T_1$	absolute Temperatur T_2 K Kelvin absolute Temperatur T_1 K Kelvin Temperaturdifferenz ΔT K Kelvin $T_1 = T_2 - \Delta T$ $T_2 = \Delta T + T_1$
------------------------	--

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

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

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

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

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

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

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

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

Längenausdehnungskoeffizient	α	$\frac{1}{K}$	1/Kelvin
Temperaturdifferenz	ΔT	K	Kelvin
Anfangsfläche	A_0	m^2	Quadratmeter
Flächenänderung	ΔA	m^2	Quadratmeter

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

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

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

Längenausdehnungskoeffizient	α	$\frac{1}{K}$	1/Kelvin
Temperaturdifferenz	ΔT	K	Kelvin
Anfangsvolumen	V_0	m^3	Kubikmeter
Volumenänderung	ΔV	m^3	Kubikmeter

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

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

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

Temperaturdifferenz	ΔT	K	Kelvin	
Spezifische Wärmekapazität	c	$\frac{J}{kgK}$	$\frac{Joule}{Kilogramm \cdot Kelvin}$	
Masse	m	kg	Kilogramm	
Wärmeenergie	Q	J	Joule	$Nm = Ws$
$m = \frac{\Delta Q}{c \cdot \Delta T}$ $c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$ $\Delta T = \frac{\Delta Q}{c \cdot m}$				

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

$$Q = H_u \cdot m$$

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

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

3.3.3 Schmelzen und Erstarren

$$Q = q_s \cdot m$$

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

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

3.3.4 Verdampfen und Kondensieren

$$Q = q_v \cdot m$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

Reflexionswinkel	α_2	°	Grad
Einfallswinkel	α_1	°	Grad

Interaktive Inhalte: $\alpha_1 = \alpha_2$ -

4.1.2 Brechung

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

Brechungswinkel	α_2	°	Grad
Einfallswinkel	α_1	°	Grad
Brechzahlen	n		

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

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

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

Bildweite	b	m	Meter
Gegenstandsweite	g	m	Meter
Brennweite	f	m	Meter

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.1.2 Gravitationsfeldstärke

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

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

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)

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

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

6.1.2 Atommasse

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

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

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

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

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

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

6.1.5 Molare Masse

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

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

6.1.6 Masse - Energie

$E = m \cdot c^2$	Lichtgeschwindigkeit	c	$\frac{m}{s}$	
	Masse	m	kg	Kilogramm
	Energie	E	J	Joule
	$m = \frac{E}{c^2}$			$Nm = Ws$

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

6.2 Kernumwandlungen

6.2.1 Zerfallsgesetz

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

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

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

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

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

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

6.2.3 Aktivität

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

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

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

6.2.4 Photon

$$E = f \cdot h$$

Plancksches Wirkungsquantum	h	$J s$	$\frac{Joule}{Sekunde}$	
Eigenfrequenz	f	$Hz = \frac{1}{s}$	Hertz	
Energie	E	J	Joule	$Nm = W s$
$f = \frac{E}{h}$				

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	J·mol ⁻¹ ·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	$\approx (75 \pm 25)$	km·s ⁻¹ ·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^{-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 · 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					