

Formelsammlung Physik

<http://www.fersch.de>

Klemens Fersch

10. August 2010

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----------|
| 1 Mechanik | 4 |
| 1.1 Grundlagen Mechanik | 4 |
| 1.1.1 Gewichtskraft | 4 |
| 1.1.2 Dichte | 4 |
| 1.1.3 Wichte | 4 |
| 1.1.4 Reibung | 4 |
| 1.1.5 Kräfte | 5 |
| 1.1.6 Schiefe Ebene: Hangabtriebskraft | 5 |
| 1.1.7 Schiefe Ebene: Normalkraft | 6 |
| 1.1.8 Hookesches Gesetz | 6 |
| 1.1.9 Drehmoment | 6 |
| 1.1.10 Hebelgesetz | 7 |
| 1.1.11 Druck | 7 |
| 1.1.12 Auftrieb in Flüssigkeiten | 7 |
| 1.1.13 Schweredruck | 8 |
| 1.2 Kinematik | 8 |
| 1.2.1 Geradlinige Bewegung $v=\text{konst.}$ | 8 |
| 1.2.2 Beschleunigung (Geschwindigkeit) | 8 |
| 1.2.3 Beschleunigung (Geschwindigkeit) mit v_0 | 8 |
| 1.2.4 Beschleunigung (Weg) | 8 |
| 1.2.5 Beschleunigung (Weg) mit v_0, s_0 | 9 |
| 1.2.6 Freier Fall [Höhe] | 9 |
| 1.2.7 Durchschnittsgeschwindigkeit | 9 |
| 1.2.8 Durchschnittsbeschleunigung | 9 |
| 1.3 Kinematik (Schiefer Wurf) | 9 |
| 1.3.1 Wurfweite | 9 |
| 1.3.2 Zeit bis zum Erreichen der Maximalen Steighöhe | 9 |
| 1.3.3 Skalare Komponenten (v_y) | 9 |
| 1.3.4 Skalare Komponenten (v_x) | 10 |
| 1.3.5 Geschwindigkeitsbetrag | 10 |
| 1.3.6 Richtung der Geschwindigkeit | 10 |
| 1.3.7 Bahnkurve | 10 |
| 1.3.8 Gesamtzeit | 10 |
| 1.4 Kinematik (Freier Fall) | 10 |
| 1.4.1 Freier Fall (Höhe) | 10 |
| 1.4.2 Freier Fall (Geschwindigkeit) | 10 |
| 1.5 Kinematik (Waagerechter Wurf) | 11 |
| 1.5.1 Waagerechter Wurf (Fallhöhe) mit t | 11 |
| 1.5.2 Waagerechter Wurf (Wurfweite) mit t | 11 |
| 1.6 Kinematik (Drehbewegung) | 11 |
| 1.6.1 Frequenz-Periodendauer | 11 |
| 1.6.2 Frequenz-Periodenzahl | 11 |
| 1.6.3 Bahngeschwindigkeit | 11 |
| 1.6.4 Zentralbeschleunigung | 11 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.6.5 | Winkelgeschwindigkeit (Frequenz) | 11 |
| 1.6.6 | Winkelgeschwindigkeit (Periodendauer) | 12 |
| 1.7 | Kinematik (Senkrechter Wurf) | 12 |
| 1.7.1 | Senkrechter Wurf nach oben (Höhe) | 12 |
| 1.7.2 | Senkrechter Wurf nach oben (Geschwindigkeit) | 12 |
| 1.8 | Dynamik | 12 |
| 1.8.1 | Gewichtskraft | 12 |
| 1.8.2 | Kraft | 13 |
| 1.8.3 | Schiefe Ebene: Hangabtriebskraft | 13 |
| 1.8.4 | Schiefe Ebene: Normalkraft | 13 |
| 1.8.5 | Zentralkraft | 14 |
| 1.8.6 | Gravitationsgesetz | 14 |
| 1.8.7 | Impuls | 14 |
| 1.8.8 | Mechanische Arbeit | 14 |
| 1.8.9 | Hubarbeit | 14 |
| 1.8.10 | Spannarbeit | 14 |
| 1.8.11 | Beschleunigungsarbeit | 15 |
| 1.8.12 | Mechanische Leistung | 15 |
| 1.8.13 | Wirkungsgrad | 15 |
| 1.9 | Schwingungen/Wellen | 15 |
| 1.9.1 | Frequenz-Periodendauer | 15 |
| 1.9.2 | Frequenz-Periodenzahl | 15 |
| 1.9.3 | Winkelgeschwindigkeit | 15 |
| 1.9.4 | Lineares Kraftgesetz | 15 |
| 1.9.5 | Periodendauer (harmonische Schwingung) | 16 |
| 1.9.6 | Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung) | 16 |
| 2 | Elektrotechnik | 17 |
| 2.1 | Elektrizitätslehre | 17 |
| 2.1.1 | Stromstärke | 17 |
| 2.1.2 | Ohmsches Gesetz | 17 |
| 2.1.3 | Reihenschaltung von Widerständen (Widerstand) | 17 |
| 2.1.4 | Reihenschaltung von Widerständen (Spannung) | 17 |
| 2.1.5 | Parallelschaltung von Widerständen (Widerstand) | 18 |
| 2.1.6 | Parallelschaltung von Widerständen (Strom) | 18 |
| 2.1.7 | Widerstandsänderung (Temperatur) | 19 |
| 2.1.8 | Spezifischer Widerstand | 19 |
| 2.1.9 | Spezifischer Leitwert | 19 |
| 2.1.10 | Elektrische Leistung | 19 |
| 2.1.11 | Elektrische Arbeit | 20 |
| 2.2 | Elektrisches Feld | 20 |
| 2.2.1 | Elektrische Feldstärke (Kraft auf elekt.Ladung) | 20 |
| 2.2.2 | Elektrische Feldstärke (homogenen elektr. Feld) | 20 |
| 2.2.3 | Gesetz von Coulomb | 20 |
| 2.2.4 | Kapazität eines Kondensators (Ladung-Spannung) | 20 |
| 2.2.5 | Kapazität eines Plattenkondensators | 20 |
| 2.2.6 | Parallelschaltung von Kondensatoren (Kapazität) | 21 |
| 2.2.7 | Parallelschaltung von Kondensatoren (Ladung) | 21 |
| 2.2.8 | Reihenschaltung von Kondensatoren (Kapazität) | 22 |
| 2.2.9 | Reihenschaltung von Kondensatoren (Spannung) | 22 |
| 2.2.10 | Elektrische Energie des Kondensators | 22 |
| 2.3 | Magnetisches Feld | 23 |
| 2.3.1 | Flußdichte | 23 |
| 2.3.2 | Feldstärke einer langgestreckten Spule | 23 |
| 2.3.3 | Flußdichte - Feldstärke | 23 |
| 2.3.4 | Magnetischer Fluß | 23 |
| 2.3.5 | Induktivität einer langgestreckten Spule | 23 |
| 2.3.6 | Reihenschaltung (Induktivität) | 24 |
| 2.3.7 | Reihenschaltung (Spannung) | 24 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.3.8 | Parallelschaltung (Induktivität) | 24 |
| 2.3.9 | Parallelschaltung (Strom) | 24 |
| 2.4 | Wechselstrom | 24 |
| 2.4.1 | Wechselspannung | 24 |
| 2.4.2 | Wechselstrom | 24 |
| 2.4.3 | Scheitelspannung-Effektivspannung | 25 |
| 2.4.4 | Scheitelstromstärke-Effektivstromstärke | 25 |
| 2.4.5 | Induktiver Widerstand | 25 |
| 2.4.6 | Kapazitiver Widerstand | 25 |
| 2.4.7 | Wirkleistung | 25 |
| 2.5 | Elektrischer Schwingkreis | 25 |
| 2.5.1 | Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung) | 25 |
| 2.5.2 | Eigenkreisfrequenz | 25 |
| 2.6 | Allgemeine Elektrotechnik | 26 |
| 2.6.1 | Stromstärke - | 26 |
| 2.6.2 | Spannung - Potential | 26 |
| 2.6.3 | Ohmsches Gesetz- | 26 |
| 2.6.4 | 1.Kirchhoffsches Gesetz | 26 |
| 2.6.5 | 2.Kirchhoffsches Gesetz | 26 |
| 2.6.6 | Spannungsteiler | 26 |
| 3 | Optik | 27 |
| 3.1 | Reflexion und Brechung | 27 |
| 3.1.1 | Reflexion | 27 |
| 3.1.2 | Brechung | 27 |
| 3.2 | Linsen | 27 |
| 3.2.1 | Brennweite | 27 |
| 3.2.2 | Bildgröße-Gegenstandsgröße | 27 |
| 4 | Wärmelehre | 28 |
| 4.1 | Temperatur | 28 |
| 4.1.1 | Temperatur (Kelvin - Grad Celsius) | 28 |
| 4.1.2 | Temperatur (Fahrenheit - Grad Celsius) | 28 |
| 4.1.3 | Temperatur (Rankine - Grad Celsius) | 28 |
| 4.1.4 | Temperaturdifferenz | 28 |
| 4.2 | Ausdehnung der Körper | 28 |
| 4.2.1 | Längenausdehnung | 28 |
| 4.2.2 | Flächenausdehnung | 28 |
| 4.2.3 | Volumenausdehnung | 29 |
| 4.3 | Energie | 29 |
| 4.3.1 | Wärmeenergie | 29 |
| 4.3.2 | Verbrennungsenergie | 29 |
| 4.3.3 | Schmelzen und Erstarren | 29 |
| 4.3.4 | Verdampfen und Kondensieren | 29 |
| 4.4 | Zustandsänderungen der Gase | 29 |
| 4.4.1 | Allgemeine Gasgleichung | 29 |
| 4.4.2 | Thermische Zustandsgleichung | 30 |
| 5 | Astronomie | 31 |
| 5.1 | Gravitation | 31 |
| 5.1.1 | Gravitationsgesetz | 31 |
| 5.1.2 | Gravitationsfeldstärke | 31 |
| 6 | Atomphysik | 32 |
| 6.1 | Atombau | 32 |
| 6.1.1 | Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl) | 32 |
| 6.1.2 | Atommasse | 32 |
| 6.1.3 | Masse des Atomkerns | 32 |
| 6.1.4 | Stoffmenge und Anzahl der Teilchen | 32 |

| | | |
|----------|---------------------------------|-----------|
| 6.1.5 | Molare Masse | 32 |
| 6.1.6 | Masse - Energie | 32 |
| 6.2 | Kernumwandlungen | 33 |
| 6.2.1 | Zerfallsgesetz | 33 |
| 6.2.2 | Halbwertszeit | 33 |
| 6.2.3 | Aktivität | 33 |
| 6.2.4 | Photon | 33 |
| 7 | Physikalische Konstanten | 34 |

1 Mechanik

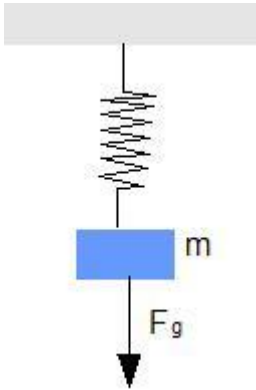
1.1 Grundlagen Mechanik

1.1.1 Gewichtskraft

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

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

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



1.1.2 Dichte

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

$$m = \rho \cdot V \text{ Rechne}$$

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

| | | | | |
|---------|--------|------------------|----------------------------|--|
| Dichte | ρ | $\frac{kg}{m^3}$ | Kilogramm durch Kubikmeter | |
| Masse | m | kg | Kilogramm | |
| Volumen | V | m^3 | Kubikmeter | |

1.1.3 Wichte

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

$$F_G = V \cdot \gamma \text{ Rechne}$$

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

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

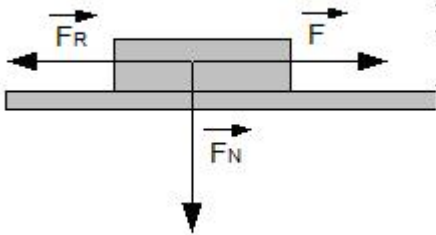
1.1.4 Reibung

$$F_R = \mu \cdot F_N \text{ Rechne}$$

$$F_N = \frac{F_R}{\mu} \text{ Rechne}$$

$$\mu = \frac{F_R}{F_N} \text{ Rechne}$$

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



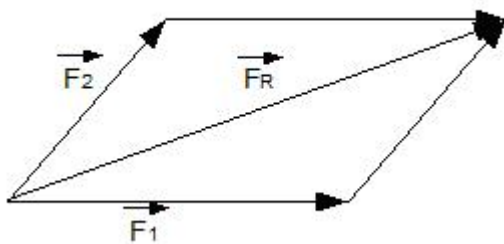
1.1.5 Kräfte

$$F_{res} = F_1 + F_2$$

$$F_{ges} = F_1 + F_2 \text{ Rechne}$$

$$F_1 = F_{ges} - F_2 \text{ Rechne}$$

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



1.1.6 Schiefe Ebene: Hangabtriebskraft

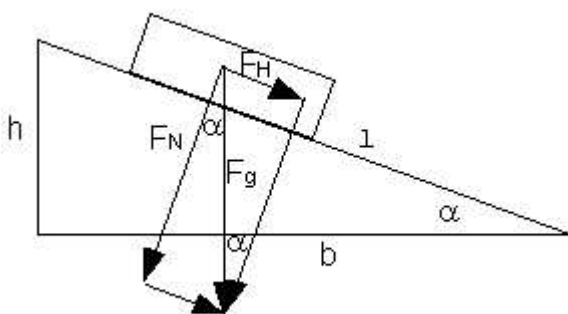
$$F_H = \frac{F_G \cdot h}{l} \text{ Rechne}$$

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

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

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

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



1.1.7 Schiefe Ebene: Normalkraft

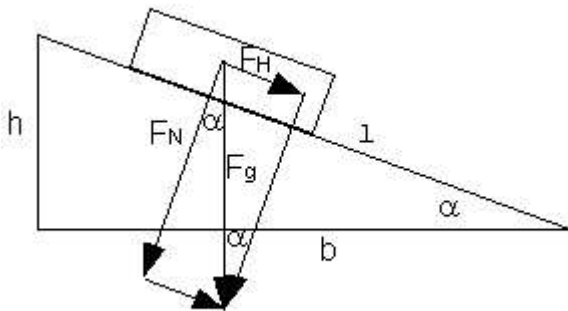
$$F_N = \frac{F_G \cdot b}{l} \text{ Rechne}$$

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

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

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

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



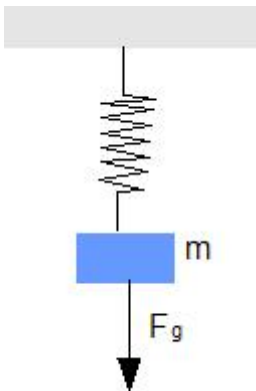
1.1.8 Hookesches Gesetz

$$F = D \cdot s \text{ Rechne}$$

$$D = \frac{F}{s} \text{ Rechne}$$

$$s = \frac{F}{D} \text{ Rechne}$$

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



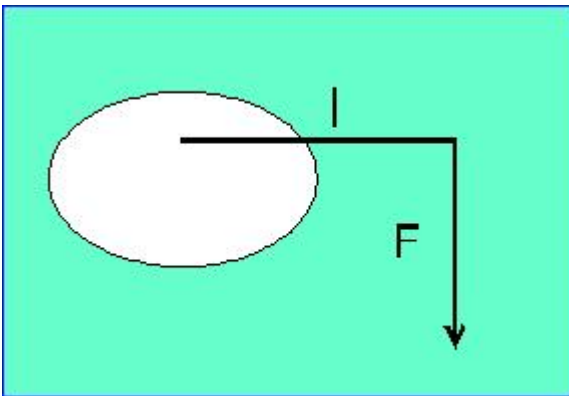
1.1.9 Drehmoment

$$M = F \cdot l \text{ Rechne}$$

$$F = \frac{M}{l} \text{ Rechne}$$

$$l = \frac{M}{F} \text{ Rechne}$$

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



1.1.10 Hebelgesetz

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

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1} \text{ Rechne}$$

$$l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------|-------|-----|--------|-------------------|
| Einzelkraft | F_1 | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Einzelkraft | F_2 | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Hebelarm | l_1 | m | Meter | |
| Hebelarm | l_2 | m | Meter | |

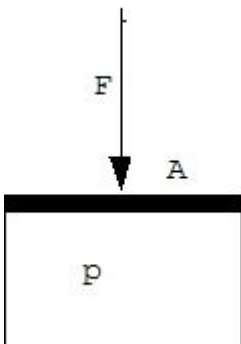
1.1.11 Druck

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

$$F = p \cdot A \text{ Rechne}$$

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

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



1.1.12 Auftrieb in Flüssigkeiten

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V \text{ Rechne}$$

$$\rho = \frac{F_A}{g \cdot V} \text{ Rechne}$$

$$V = \frac{F_A}{\rho g} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--------------------|--------|------------------|----------------------------|----------------------|
| Auftriebskraft | F_A | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Dichte | ρ | $\frac{kg}{m^3}$ | Kilogramm durch Kubikmeter | |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | | 9,81 $\frac{m}{s^2}$ |
| Volumen | V | m^3 | Kubikmeter | |

1.1.13 Schweredruck

$$p = \rho \cdot g \cdot h \text{ Rechne}$$

$$\rho = \frac{p}{g \cdot h} \text{ Rechne}$$

$$h = \frac{p}{\rho g} \text{ Rechne}$$

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

1.2 Kinematik

1.2.1 Geradlinige Bewegung $v=konst.$

$$s = v \cdot t \text{ Rechne}$$

$$v = \frac{s}{t} \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{s}{v} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------|-----|---------------|---------------|--|
| Weg, Auslenkung | s | m | Meter | |
| Geschwindigkeit | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

1.2.2 Beschleunigung (Geschwindigkeit)

$$v = a \cdot t \text{ Rechne}$$

$$a = \frac{v}{t} \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{v}{a} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------|-----|-----------------|----------------------------|--|
| Geschwindigkeit | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Beschleunigung | a | $\frac{m}{s^2}$ | Meter/Sekunde ² | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

1.2.3 Beschleunigung (Geschwindigkeit) mit v_0

$$v = v_0 + a \cdot t \text{ Rechne}$$

$$v_0 = v - a \cdot t \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{v-v_0}{a} \text{ Rechne}$$

$$a = \frac{v-v_0}{t} \text{ Rechne}$$

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

1.2.4 Beschleunigung (Weg)

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

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

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------|-----|-----------------|----------------------------|--|
| Weg, Auslenkung | s | m | Meter | |
| Beschleunigung | a | $\frac{m}{s^2}$ | Meter/Sekunde ² | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

1.2.5 Beschleunigung (Weg) mit v_0, s_0

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

$$a = \frac{2 \cdot (s - s_0 - v_0 \cdot t)}{t^2} \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{a} \text{ 1.L Rechne}$$

$$t = \frac{-v_0 - \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{a} \text{ 2.L Rechne}$$

$$s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \text{ Rechne}$$

$$v_0 = \frac{s - s_0 - 0,5 \cdot a \cdot t^2}{t} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|------------------------|-------|-----------------|----------------------------|--|
| Weg, Auslenkung | s | m | Meter | |
| Beschleunigung | a | $\frac{m}{s^2}$ | Meter/Sekunde ² | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |
| Anfangsgeschwindigkeit | v_0 | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Anfangsweg | s_0 | m | Meter | |

1.2.6 Freier Fall [Höhe]

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

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

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

| | | | | |
|--------------------|-----|-----------------|----------|----------------------|
| Fallhöhe | h | m | Meter | |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | | $9,81 \frac{m}{s^2}$ |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

1.2.7 Durchschnittsgeschwindigkeit

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

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

1.2.8 Durchschnittsbeschleunigung

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

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

1.3 Kinematik (Schiefer Wurf)

1.3.1 Wurfweite

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

| | | | | |
|------------------------|----------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Wurfweite | x_m | m | Meter | |
| Anfangsgeschwindigkeit | v_0 | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Abwurfwinkel | α | rad | Radian (Bogenmaß) | |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | | $9,81 \frac{m}{s^2}$ |

1.3.2 Zeit bis zum Erreichen der Maximalen Steighöhe

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--|----------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Zeit bis zum Erreichen der Maximalen Steighöhe | t | s | Sekunde | |
| Anfangsgeschwindigkeit | v_0 | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Abwurfwinkel | α | rad | Radian (Bogenmaß) | |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | | $9,81 \frac{m}{s^2}$ |

1.3.3 Skalare Komponenten (vy)

$$v_y = v \cdot \sin \alpha \text{ Rechne}$$

$$v = \frac{v_y}{\sin \alpha} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--|----------|---------------|-------------------|--|
| Komponente in y-Richtung | v_y | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Betrag des Geschwindigkeitsvektors | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Winkel zwischen Geschwindigkeitsvektor v und positiver x-Achse | α | rad | Radian (Bogenmaß) | |

1.3.4 Skalare Komponenten (vx)

$$v_x = v \cdot \cos\alpha \text{ Rechne}$$

$$v = \frac{v_x}{\cos\alpha} \text{ Rechne}$$

$$v_x = v \cdot \cos\alpha \text{ Rechne}$$

| | | | |
|--|----------|---------------|-------------------|
| Komponente in x-Richtung | v_x | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |
| Betrag des Geschwindigkeitsvektors | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |
| Winkel zwischen Geschwindigkeitsvektor v und positiver x-Achse | α | rad | Radian (Bogenmaß) |

1.3.5 Geschwindigkeitsbetrag

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

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

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

| | | | |
|------------------------------------|-------|---------------|---------------|
| Betrag des Geschwindigkeitsvektors | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |
| Komponente in y-Richtung | v_y | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |
| Komponente in x-Richtung | v_x | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |

1.3.6 Richtung der Geschwindigkeit

$$v_y = \tan\alpha \cdot v_x \text{ Rechne}$$

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} \text{ Rechne}$$

$$v_x = \frac{v_y}{\tan\alpha} \text{ Rechne}$$

| | | | |
|-------------------------------------|----------|---------------|-------------------|
| Komponente in y-Richtung | v_y | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |
| Richtungswinkel der Geschwindigkeit | α | rad | Radian (Bogenmaß) |
| Komponente in x-Richtung | v_x | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |

1.3.7 Bahnkurve

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

| | | | |
|---------------------------|----------|-----------------|----------------------|
| in y-Richtung (Bahnkurve) | y | m | Meter |
| in x-Richtung (Bahnkurve) | x | m | Meter |
| Abwurfwinkel | α | rad | Radian (Bogenmaß) |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | 9,81 $\frac{m}{s^2}$ |
| Anfangsgeschwindigkeit | v_0 | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |

1.3.8 Gesamtzeit

$$t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin\alpha}{g} \text{ Rechne}$$

| | | | |
|-------------------------------|----------|-----------------|----------------------|
| Gesamtzeit beim schiefen Wurf | t | s | Sekunde |
| Anfangsgeschwindigkeit | v_0 | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde |
| Abwurfwinkel | α | rad | Radian (Bogenmaß) |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | 9,81 $\frac{m}{s^2}$ |

1.4 Kinematik (Freier Fall)

1.4.1 Freier Fall (Höhe)

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

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

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

| | | | |
|--------------------|-----|-----------------|----------------------|
| Fallhöhe | h | m | Meter |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | 9,81 $\frac{m}{s^2}$ |
| Zeit | t | s | Sekunden |

1.4.2 Freier Fall (Geschwindigkeit)

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

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g} \text{ Rechne}$$

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

1.5 Kinematik(Waagerechter Wurf)

1.5.1 Waagerechter Wurf (Fallhöhe) mit t

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

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

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

| | | | | |
|--------------------|-----|-----------------|----------|----------------------|
| Höhe | h | m | Meter | |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | | $9,81 \frac{m}{s^2}$ |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

1.5.2 Waagerechter Wurf (Wurfweite) mit t

$$s = v \cdot t \text{ Rechne}$$

$$v = \frac{s}{t} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------|-----|---------------|---------------|--|
| Wurfweite | s | m | Meter | |
| Geschwindigkeit | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

1.6 Kinematik (Drehbewegung)

1.6.1 Frequenz-Periodendauer

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

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

| | | | | |
|---------------|-----|--------------------|----------|--|
| Frequenz | f | $hz = \frac{1}{s}$ | Hertz | |
| Periodendauer | T | s | Sekunden | |

1.6.2 Frequenz-Periodenzahl

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

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

$$n = f \cdot t \text{ Rechne}$$

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

1.6.3 Bahngeschwindigkeit

$$v = \omega \cdot r \text{ Rechne}$$

$$\omega = \frac{v}{r} \text{ Rechne}$$

$$r = \frac{v}{\omega} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|----------|---------------|---------------|--|
| Bahngeschwindigkeit | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Winkelgeschwindigkeit | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Radius | r | m | Meter | |

1.6.4 Zentralbeschleunigung

$$a_z = \omega^2 \cdot r \text{ Rechne}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}} \text{ Rechne}$$

$$r = \frac{a_z}{\omega^2} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|----------|-----------------|-----------|--|
| Zentralbeschleunigung | a_z | $\frac{m}{s^2}$ | | |
| Winkelgeschwindigkeit | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Radius | r | m | Meter | |

1.6.5 Winkelgeschwindigkeit (Frequenz)

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \text{ Rechne}$$

$$f = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|----------|--------------------|-----------|-----------|
| Winkelgeschwindigkeit | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Frequenz | f | $hz = \frac{1}{s}$ | Hertz | |
| Kreiszahl | π | | | 3,1415927 |

1.6.6 Winkelgeschwindigkeit (Periodendauer)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} \text{ Rechne}$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|----------|---------------|-----------|-----------|
| Winkelgeschwindigkeit | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Periodendauer | T | s | Sekunden | |
| Kreiszahl | π | | | 3,1415927 |

1.7 Kinematik (Senkrechter Wurf)

1.7.1 Senkrechter Wurf nach oben (Höhe)

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

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

$$t = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 4 \cdot 0,5 \cdot g \cdot (h_0 - h)}}{-g} \text{ 1. L Rechne}$$

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

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

| | | | | |
|------------------------|-------|-----------------|---------------|----------------------|
| Höhe | h | m | Meter | |
| Fallbeschleunigung | g | $\frac{m}{s^2}$ | | $9,81 \frac{m}{s^2}$ |
| Zeit | t | s | Sekunden | |
| Anfangsgeschwindigkeit | v_0 | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |
| Abwurfhöhe | h_0 | m | Meter | |

1.7.2 Senkrechter Wurf nach oben (Geschwindigkeit)

$$v = v_0 - g \cdot t \text{ Rechne}$$

$$v_0 = v + g \cdot t \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{v_0 - v}{g} \text{ Rechne}$$

$$g = \frac{v_0 - v}{t} \text{ Rechne}$$

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

1.8 Dynamik

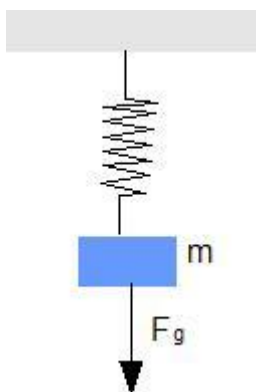
1.8.1 Gewichtskraft

$$F_G = m \cdot g \text{ Rechne}$$

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

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

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



1.8.2 Kraft

$$F = m \cdot a \text{ Rechne}$$

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

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

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

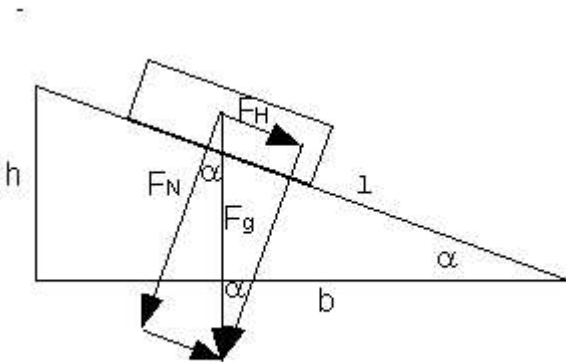
1.8.3 Schiefe Ebene: Hangabtriebskraft

$$F_H = F_G \cdot \sin\alpha \text{ Rechne}$$

$$F_G = \frac{F_H}{\sin\alpha} \text{ Rechne}$$

$$\sin\alpha = \frac{F_H}{F_G} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------------|----------|-------|-------------------|-------------------|
| Hangabtriebskraft | F_H | N | Newton | |
| Gewichtskraft | F_G | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Neigungswinkel | α | rad | Radian (Bogenmaß) | |



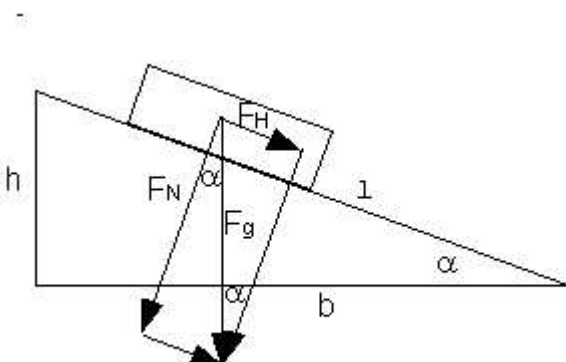
1.8.4 Schiefe Ebene: Normalkraft

$$F_N = F_G \cdot \cos\alpha \text{ Rechne}$$

$$F_G = \frac{F_N}{\cos\alpha} \text{ Rechne}$$

$$\cos\alpha = \frac{F_N}{F_G} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|----------------|----------|-------|-------------------|-------------------|
| Normalkraft | F_N | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Gewichtskraft | F_G | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Neigungswinkel | α | rad | Radian (Bogenmaß) | |



1.8.5 Zentralkraft

$$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r \text{ Rechne}$$

$$m = \frac{\omega^2 \cdot r}{F_z} \text{ Rechne}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{m \cdot r}{F_z}} \text{ Rechne}$$

$$r = \frac{m \cdot \omega^2}{F_z} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|----------|---------------|-----------|-------------------|
| Zentralkraft | F_z | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Masse | m | kg | Kilogramm | |
| Winkelgeschwindigkeit | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Radius | r | m | Meter | |

1.8.6 Gravitationsgesetz

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

$$r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}} \text{ Rechne}$$

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

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

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

1.8.7 Impuls

$$p = m \cdot v \text{ Rechne}$$

$$m = \frac{p}{v} \text{ Rechne}$$

$$v = \frac{p}{m} \text{ Rechne}$$

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

1.8.8 Mechanische Arbeit

$$W = F \cdot s \text{ Rechne}$$

$$F = \frac{W}{s} \text{ Rechne}$$

$$s = \frac{W}{F} \text{ Rechne}$$

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

1.8.9 Hubarbeit

$$W = F_G \cdot h \text{ Rechne}$$

$$F_G = \frac{W}{h} \text{ Rechne}$$

$$h = \frac{W}{F_G} \text{ Rechne}$$

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

1.8.10 Spannarbeit

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

$$s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}} \text{ Rechne}$$

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

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

1.8.11 Beschleunigungsarbeit

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

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------|-----|---------------|---------------|-----------|
| Arbeit | W | J | Joule | $Nm = Ws$ |
| Masse | m | kg | Kilogramm | |
| Geschwindigkeit | v | $\frac{m}{s}$ | Meter/Sekunde | |

1.8.12 Mechanische Leistung

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

$$W = P \cdot t \text{ Rechne}$$

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

| | | | | |
|----------|-----|---------------|----------------|--------------------|
| Leistung | P | $\frac{J}{s}$ | Joule/Sekunden | $\frac{Nm}{s} = W$ |
| Zeit | t | s | Sekunden | |
| Arbeit | W | J | Joule | $Nm = Ws$ |

1.8.13 Wirkungsgrad

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

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

$$P_2 = \eta \cdot P_1 \text{ Rechne}$$

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

1.9 Schwingungen/Wellen

1.9.1 Frequenz-Periodendauer

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

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

| | | | | |
|---------------|-----|--------------------|----------|--|
| Frequenz | f | $hz = \frac{1}{s}$ | Hertz | |
| Periodendauer | T | s | Sekunden | |

1.9.2 Frequenz-Periodenzahl

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

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

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

1.9.3 Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \text{ Rechne}$$

$$f = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|----------|--------------------|-----------|-----------|
| Winkelgeschwindigkeit | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Kreiszahl | π | | | 3,1415927 |
| Frequenz | f | $hz = \frac{1}{s}$ | Hertz | |

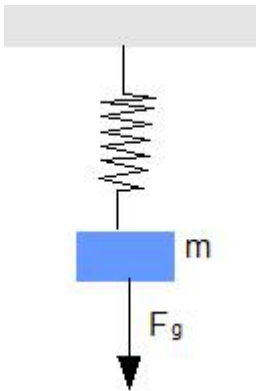
1.9.4 Lineares Kraftgesetz

$$F = -D \cdot y \text{ Rechne}$$

$$D = \frac{-F}{y} \text{ Rechne}$$

$$y = \frac{-F}{D} \text{ Rechne}$$

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



1.9.5 Periodendauer (harmonische Schwingung)

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

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

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

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

1.9.6 Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)

$$y = y_s \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0) \text{ Rechne}$$

$$y_s = \frac{y}{\sin(\omega \cdot t + \phi_0)} \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{\arcsin(y/y_s) - \phi_0}{\omega} \text{ Rechne}$$

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

2 Elektrotechnik

2.1 Elektrizitätslehre

2.1.1 Stromstärke

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

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t \text{ Rechne}$$

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

| | | | | |
|-----------------|------------|-----|----------|------|
| Stromstärke | I | A | Ampere | |
| Ladungsänderung | ΔQ | C | | As |
| Zeitänderung | Δt | s | Sekunden | |

2.1.2 Ohmsches Gesetz

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

$$U = R \cdot I \text{ Rechne}$$

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

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

2.1.3 Reihenschaltung von Widerständen (Widerstand)

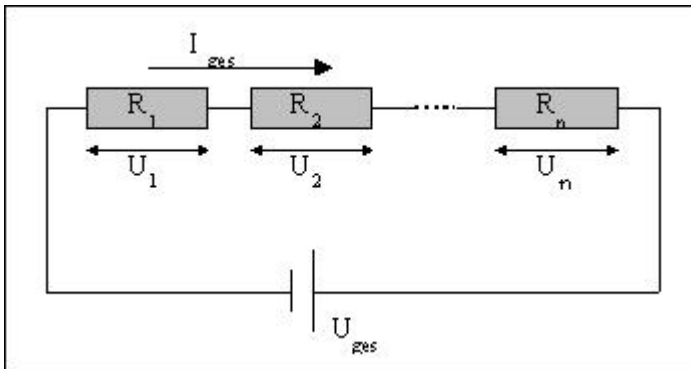
$$R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R_g = R_1 + R_2 \text{ Rechne}$$

$$R_1 = R_g - R_2 \text{ Rechne}$$

$$R_2 = R_g - R_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------------|-----------------|----------|-----|---------------|
| Gesamtwiderstand | R_g | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Einzelwiderstände | $R_1 \cdot R_n$ | Ω | | $\frac{V}{A}$ |



2.1.4 Reihenschaltung von Widerständen (Spannung)

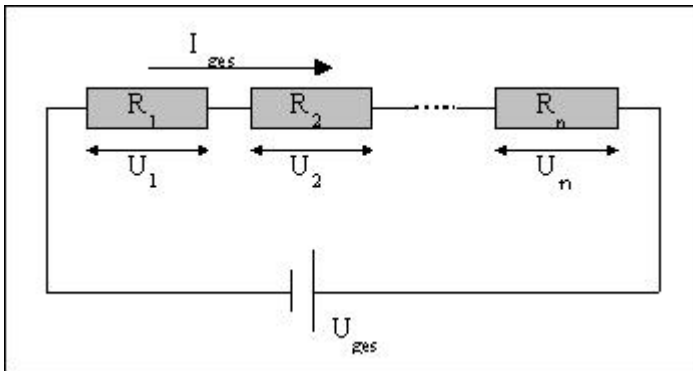
$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$U_g = U_1 + U_2 \text{ Rechne}$$

$$U_1 = U_g - U_2 \text{ Rechne}$$

$$U_2 = U_g - U_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|------------------|-----------------|-----|------|--|
| Gesamtspannung | U_g | V | Volt | |
| Einzelspannungen | $U_1 \dots U_n$ | V | Volt | |



2.1.5 Parallelschaltung von Widerständen (Widerstand)

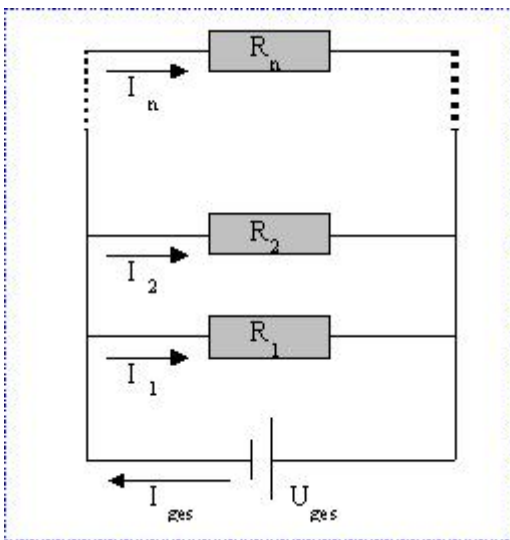
$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ Rechne}$$

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g} \text{ Rechne}$$

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------------|-----------------|----------|-----|---------------|
| Gesamtwiderstand | R_g | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Einzelwiderstände | $R_1 \cdot R_n$ | Ω | | $\frac{V}{A}$ |



2.1.6 Parallelschaltung von Widerständen (Strom)

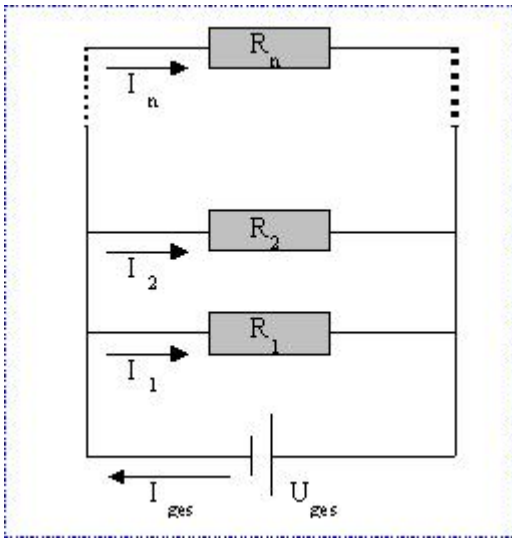
$$I_g = I_1 + I_2 \dots + I_n$$

$$I_g = I_1 + I_2 \text{ Rechne}$$

$$I_1 = I_g - I_2 \text{ Rechne}$$

$$I_2 = I_g - I_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--------------|-----------------|---|--------|--|
| Gesamtstrom | I_g | A | Ampere | |
| Einzelströme | $I_1 \dots I_n$ | A | | |



2.1.7 Widerstandsänderung (Temperatur)

$$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T \text{ Rechne}$$

$$R = \frac{\Delta R}{\alpha \cdot \Delta T} \text{ Rechne}$$

$$\alpha = \frac{\Delta R \cdot \Delta T}{R} \text{ Rechne}$$

$$\Delta T = \frac{\Delta R \cdot R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|---------------------|------------|---------------|-----|---------------|
| Widerstandsänderung | ΔR | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Widerstand | R | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Temperaturänderung | ΔT | K | | |
| Temperaturbeiwert | α | $\frac{1}{K}$ | | |

2.1.8 Spezifischer Widerstand

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

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

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

$$A = \frac{R \cdot \rho}{A} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------------------|--------|-------------------------|-------------------|---------------|
| Widerstand | R | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Spezifischer Widerstand | ρ | $\frac{\Omega mm^2}{m}$ | | |
| Länge | l | m | Meter | |
| Fläche | A | mm^2 | Quadratmillimeter | |

2.1.9 Spezifischer Leitwert

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

$$l = R \cdot \kappa \cdot A \text{ Rechne}$$

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

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

| | | | | |
|-----------------------|----------|-------------------------|-------------------|---------------|
| Widerstand | R | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Spezifischer Leitwert | κ | $\frac{m}{\Omega mm^2}$ | | |
| Länge | l | m | Meter | |
| Fläche | A | mm^2 | Quadratmillimeter | |

2.1.10 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I \text{ Rechne}$$

$$U = \frac{P}{I} \text{ Rechne}$$

$$I = \frac{P}{U} \text{ Rechne}$$

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

2.1.11 Elektrische Arbeit

$$W = U \cdot I \cdot t \text{ Rechne}$$

$$U = \frac{W}{I \cdot t} \text{ Rechne}$$

$$I = \frac{W}{U \cdot t} \text{ Rechne}$$

$$t = \frac{W}{U \cdot I} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------|-----|------|-------------|-----------|
| Arbeit | W | Ws | Wattsekunde | $VAs = J$ |
| Spannung | U | V | Volt | |
| Stromstärke | I | A | Ampere | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

2.2 Elektrisches Feld

2.2.1 Elektrische Feldstärke (Kraft auf elekt.Ladung)

$$E = \frac{F}{Q} \text{ Rechne}$$

$$F = E \cdot Q \text{ Rechne}$$

$$Q = \frac{F}{E} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|------------------------|-----|---------------|------------|-------------------|
| Elektrische Feldstärke | E | $\frac{N}{C}$ | Volt/Meter | $\frac{V}{m}$ |
| Ladung | Q | C | Coloumb | As |
| Kraft | F | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |

2.2.2 Elektrische Feldstärke (homogenen elektr. Feld)

$$E = \frac{U}{d} \text{ Rechne}$$

$$U = E \cdot d \text{ Rechne}$$

$$d = \frac{U}{E} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|------------------------|-----|---------------|------------|---------------|
| Elektrische Feldstärke | E | $\frac{N}{C}$ | Volt/Meter | $\frac{V}{m}$ |
| Plattenabstand | d | m | Meter | |
| Spannung | U | V | Volt | |

2.2.3 Gesetz von Coulomb

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

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

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

| | | | | |
|----------------------|--------------|-----------------|----------|-------------------|
| Kraft | F | N | Newton | $\frac{kgm}{s^2}$ |
| Elekt. Feldkonstante | ϵ_0 | $\frac{As}{Vm}$ | Coloumb | |
| Kreiszahl | π | | | 3, 1415927 |
| Entfernung | r | m | Meter | |
| Ladung 1 | Q_1 | C | Couloumb | As |
| Ladung 2 | Q_2 | C | Couloumb | As |

2.2.4 Kapazität eines Kondenstors (Ladung-Spannung)

$$C = \frac{Q}{U} \text{ Rechne}$$

$$Q = C \cdot U \text{ Rechne}$$

$$U = \frac{Q}{C} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------|-----|-----|---------|----------------|
| Kapazität | C | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |
| Ladung | Q | C | Coloumb | As |
| Spannung | U | V | Volt | |

2.2.5 Kapazität eines Plattenkondensators

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \text{ Rechne}$$

$$A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r} \text{ Rechne}$$

$$d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|----------------------|--------------|-----------------|--------------|----------------|
| Kapazität | C | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |
| Elekt. Feldkonstante | ϵ_0 | $\frac{As}{Vm}$ | Coloumb | |
| Fläche | A | m^2 | Quadratmeter | |
| Plattenabstand | d | m | Meter | |

2.2.6 Parallelschaltung von Kondensatoren (Kapazität)

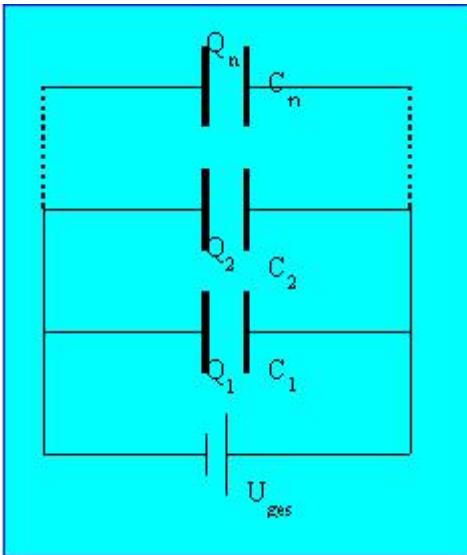
$$C_g = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$C_g = C_1 + C_2 \text{ Rechner}$$

$$C_1 = C_g - C_2 \text{ Rechner}$$

$$C_2 = C_g - C_1 \text{ Rechner}$$

| | | | | |
|-------------------|-----------------|-----|-------|----------------|
| Gesamtkapazität | C_g | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |
| Einzelkapazitäten | $C_1 \dots C_n$ | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |



2.2.7 Parallelschaltung von Kondensatoren (Ladung)

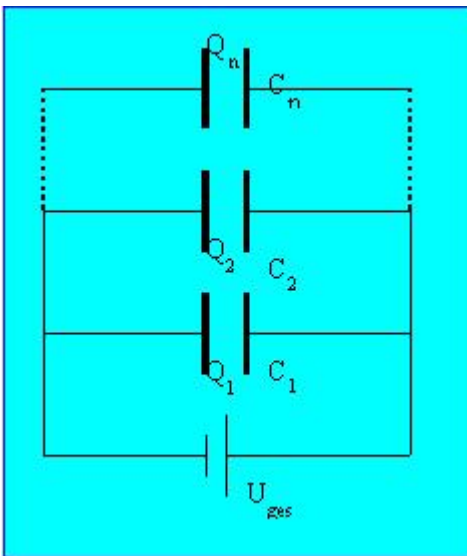
$$Q_g = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$Q_g = Q_1 + Q_2 \text{ Rechner}$$

$$Q_1 = Q_g - Q_2 \text{ Rechner}$$

$$Q_2 = Q_g - Q_1 \text{ Rechner}$$

| | | | | |
|----------------|-----------------|-----|--|------|
| Gesamtladung | Q_g | C | | As |
| Einzelladungen | $Q_1 \dots Q_n$ | C | | As |



2.2.8 Reihenschaltung von Kondensatoren (Kapazität)

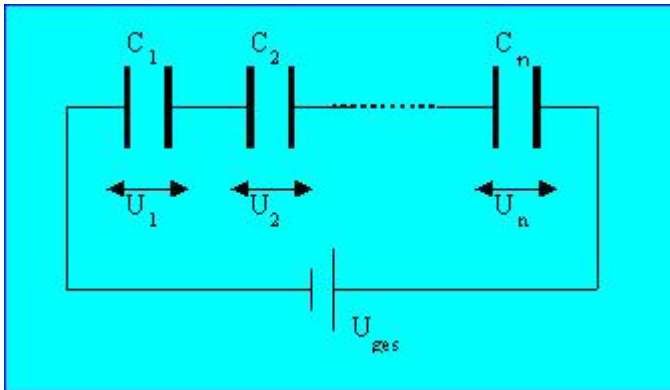
$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots + \frac{1}{C_n}$$

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

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

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

| | | | | |
|-------------------|-----------------|-----|-------|----------------|
| Gesamtkapazität | C_g | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |
| Einzelkapazitäten | $C_1 \dots C_n$ | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |



2.2.9 Reihenschaltung von Kondensatoren (Spannung)

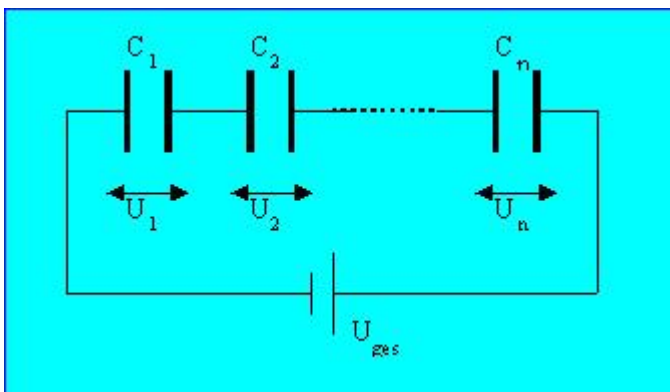
$$U_g = U_1 + U_2 \dots + U_n$$

$$U_g = U_1 + U_2 \text{ Rechne}$$

$$U_1 = U_g - U_2 \text{ Rechne}$$

$$U_2 = U_g - U_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|------------------|-----------------|-----|------|--|
| Gesamtspannung | U_g | V | Volt | |
| Einzelspannungen | $U_1 \dots U_n$ | V | Volt | |



2.2.10 Elektrische Energie des Kondensators

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

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}} \text{ Rechne}$$

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

| | | | | |
|-----------|-----|------|-------------|----------------|
| Arbeit | W | Ws | Wattsekunde | $VAs = J$ |
| Spannung | U | V | Volt | |
| Kapazität | C | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |

2.3 Magnetisches Feld

2.3.1 Flußdichte

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

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ Rechne}$$

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

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

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

2.3.2 Feldstärke einer langgestreckten Spule

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

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

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

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

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

2.3.3 Flußdichte - Feldstärke

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H \text{ Rechne}$$

$$H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} \text{ Rechne}$$

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} \text{ Rechne}$$

$$\mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H} \text{ Rechne}$$

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

2.3.4 Magnetischer Fluß

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

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

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

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

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

2.3.5 Induktivität einer langgestreckten Spule

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{lSP} \text{ Rechne}$$

$$lSP = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L} \text{ Rechne}$$

$$A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2} \text{ Rechne}$$

$$N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}} \text{ Rechne}$$

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

2.3.6 Reihenschaltung (Induktivität)

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

$$L_g = L_1 + L_2 \text{ Rechne}$$

$$L_1 = L_g - L_2 \text{ Rechne}$$

$$L_2 = L_g - L_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|----------------------|-----------------|-----|-------|----------------|
| Gesamtinduktivität | L_g | H | Henry | $\frac{Vs}{A}$ |
| Einzelinduktivitäten | $L_1 \dots L_n$ | H | Henry | $\frac{Vs}{A}$ |

2.3.7 Reihenschaltung (Spannung)

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

$$U_g = U_1 + U_2 \text{ Rechne}$$

$$U_1 = U_g - U_2 \text{ Rechne}$$

$$U_2 = U_g - U_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|------------------|-----------------|-----|------|--|
| Gesamtspannung | U_g | V | Volt | |
| Einzelspannungen | $U_1 \dots U_n$ | V | Volt | |

2.3.8 Parallelschaltung (Induktivität)

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

$$L_g = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \text{ Rechne}$$

$$L_1 = \frac{L_2 \cdot L_g}{L_2 - L_g} \text{ Rechne}$$

$$L_2 = \frac{L_1 \cdot L_g}{L_1 - L_g} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|----------------------|-----------------|-----|-------|----------------|
| Gesamtinduktivität | L_g | H | Henry | $\frac{Vs}{A}$ |
| Einzelinduktivitäten | $L_1 \dots L_n$ | H | Henry | $\frac{Vs}{A}$ |

2.3.9 Parallelschaltung (Strom)

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

$$I_g = I_1 + I_2 \text{ Rechne}$$

$$I_1 = I_g - I_2 \text{ Rechne}$$

$$I_2 = I_g - I_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--------------|-----------------|-----|--------|--|
| Gesamtstrom | I_g | A | Ampere | |
| Einzelströme | $I_1 \dots I_n$ | A | | |

2.4 Wechselstrom

2.4.1 Wechselspannung

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

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

2.4.2 Wechselstrom

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

| | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---------------|-----------|--|
| Momentanstromstärke zum Zeitpunkt t | I_t | A | Ampere | |
| Kreisfrequenz | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Scheitelstromstärke | I_{max} | A | Ampere | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

2.4.3 Scheitelspannung-Effektivspannung

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{eff} \text{ Rechne}$$

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

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

2.4.4 Scheitelstromstärke-Effektivstromstärke

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{eff} \text{ Rechne}$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|---------------------|-----------|---|--------|--|
| Scheitelstromstärke | I_{max} | A | Ampere | |
| Effektivstromstärke | I_{eff} | A | Ampere | |

2.4.5 Induktiver Widerstand

$$X_L = \omega \cdot L \text{ Rechne}$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} \text{ Rechne}$$

$$\omega = \frac{X_L}{L} \text{ Rechne}$$

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

2.4.6 Kapazitiver Widerstand

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

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

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

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

2.4.7 Wirkleistung

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\phi) \text{ Rechne}$$

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

2.5 Elektrischer Schwingkreis

2.5.1 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

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

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

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

| | | | | |
|---------------|-----|--------------------|-------|----------------|
| Eigenfrequenz | f | $hz = \frac{1}{s}$ | Hertz | |
| Induktivität | L | H | Henry | $\frac{Vs}{A}$ |
| Kapazität | C | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |

2.5.2 Eigenkreisfrequenz

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

$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C} \text{ Rechne}$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--------------------|----------|---------------|-----------|----------------|
| Eigenkreisfrequenz | ω | $\frac{1}{s}$ | 1/Sekunde | |
| Induktivität | L | H | Henry | $\frac{Vs}{A}$ |
| Kapazität | C | F | Farad | $\frac{As}{V}$ |

2.6 Allgemeine Elektrotechnik

2.6.1 Stromstärke -

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

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t \text{ Rechne}$$

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

| | | | | |
|-----------------|------------|-----|----------|------|
| Stromstärke | I | A | Ampere | |
| Ladungsänderung | ΔQ | C | | As |
| Zeitänderung | Δt | s | Sekunden | |

2.6.2 Spannung - Potential

$$U_{12} = \phi_1 - \phi_2$$

2.6.3 Ohmsches Gesetz-

$$U \quad I$$

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

$$U = R \cdot I \text{ Rechne}$$

Der Strom ändert sich proportional zur Spannung

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

2.6.4 1.Kirchhoffsches Gesetz

$$\sum I = 0$$

| | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Die Summe der zufließenden Ströme ist gleich | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| der Summe der wegfließenden Ströme. | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

2.6.5 2.Kirchhoffsches Gesetz

$$\sum U = 0$$

Die Summe aller Spannungen in einer Masche ist gleich Null.

2.6.6 Spannungsteiler

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

| | | | | |
|----------------|-------|----------|------|----------------------|
| Teilspannung | U_1 | V | Volt | <input type="text"/> |
| Gesamtspannung | U_g | V | Volt | <input type="text"/> |
| Teilwiderstand | R_1 | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |
| Teilwiderstand | R_2 | Ω | Ohm | $\frac{V}{A}$ |

3 Optik

3.1 Reflexion und Brechung

3.1.1 Reflexion

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

| | | | | |
|------------------|------------|-----|-------------------|--|
| Einfallswinkel | α_1 | rad | Radian (Bogenmaß) | |
| Reflexionswinkel | α_2 | rad | Radian (Bogenmaß) | |

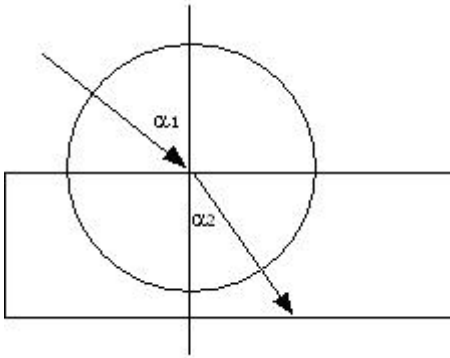
3.1.2 Brechung

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

$$\sin \alpha_1 = n \cdot \sin \alpha_2 \text{ Rechne}$$

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

| | | | | |
|-----------------|------------|-----|-------------------|--|
| Brechzahlen | n | | | |
| Einfallswinkel | α_1 | rad | Radian (Bogenmaß) | |
| Brechungswinkel | α_2 | rad | Radian (Bogenmaß) | |



3.2 Linsen

3.2.1 Brennweite

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

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

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

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

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

3.2.2 Bildgröße-Gegenstandsgröße

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

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

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

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

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

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

4 Wärmelehre

4.1 Temperatur

4.1.1 Temperatur (Kelvin - Grad Celsius)

$$T = 273,15 + \tau \text{ Rechne}$$

$$\tau = T - 273,15 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|---------------------|--------|-----|--------------|---------------------|
| absolute Temperatur | T | K | Grad Kelvin | <i>Kelvin</i> |
| Temperatur | τ | C | Grad Celsius | = <i>GadCelsius</i> |

4.1.2 Temperatur (Fahrenheit - Grad Celsius)

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

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

| | | | | |
|------------|--------|-----|-----------------|---------------------|
| Temperatur | T_F | F | Grad Fahrenheit | <i>Fahrenheit</i> |
| Temperatur | τ | C | Grad Celsius | = <i>GadCelsius</i> |

4.1.3 Temperatur (Rankine - Grad Celsius)

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

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

| | | | | |
|------------|--------|-----|--------------|---------------------|
| Temperatur | T_R | R | Grad Rankine | <i>Rankine</i> |
| Temperatur | τ | C | Grad Celsius | = <i>GadCelsius</i> |

4.1.4 Temperaturdifferenz

$$\Delta T = T_2 - T_1 \text{ Rechne}$$

$$T_1 = T_2 - \Delta T \text{ Rechne}$$

$$T_2 = \Delta T + T_1 \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|---------------------|------------|-----|-------------|--|
| Temperaturdifferenz | ΔT | K | Grad Kelvin | |
| absolute Temperatur | T_1 | K | Kelvin | |
| absolute Temperatur | T_2 | K | Kelvin | |

4.2 Ausdehnung der Körper

4.2.1 Längenausdehnung

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \text{ Rechne}$$

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

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

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

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

4.2.2 Flächenausdehnung

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

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

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

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

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

4.2.3 Volumenausdehnung

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

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

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

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

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

4.3 Energie

4.3.1 Wärmeenergie

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T \text{ Rechne}$$

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

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

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

| | | | | |
|----------------------------|------------|-----------------|------------------------|-----------|
| Wärmeenergie | Q | J | Joule | $Nm = Ws$ |
| Masse | m | kg | Kilogramm | |
| Spezifische Wärmekapazität | c | $\frac{J}{kgK}$ | Joule/Kilogramm/Kelvin | |
| Temperaturdifferenz | ΔT | K | Grad Kelvin | |

4.3.2 Verbrennungsenergie

$$Q = H_u \cdot m \text{ Rechne}$$

$$H_u = \frac{Q}{m} \text{ Rechne}$$

$$m = \frac{Q}{H_u} \text{ Rechne}$$

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

4.3.3 Schmelzen und Erstarren

$$Q = q_s \cdot m \text{ Rechne}$$

$$m = \frac{Q}{q_s} \text{ Rechne}$$

$$q_s = \frac{Q}{m} \text{ Rechne}$$

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

4.3.4 Verdampfen und Kondensieren

$$Q = q_v \cdot m \text{ Rechne}$$

$$m = \frac{Q}{q_v} \text{ Rechne}$$

$$q_v = \frac{Q}{m} \text{ Rechne}$$

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

4.4 Zustandsänderungen der Gase

4.4.1 Allgemeine Gasgleichung

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

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

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

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

| | | | | |
|---------------------|------------|--|--|--|
| Volumen | V_1, V_2 | | | |
| absoluter Druck | p_1, p_2 | | | |
| absolute Temperatur | T_1, T_2 | | | |

4.4.2 Thermische Zustandsgleichung

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

$$p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V} \quad \text{Rechne}$$

$$V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p} \quad \text{Rechne}$$

$$T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m} \quad \text{Rechne}$$

| | | | | |
|-------------------------|-------|---------------------------------------|------------|-----------------|
| Allgemeine Gaskonstante | R_m | $8,314 \frac{W \cdot s}{mol \cdot K}$ | | |
| Volumen | V | m^3 | Kubikmeter | |
| Temperatur | T | K | | |
| Druck | p | Pa | Pascal | $\frac{N}{m^2}$ |
| Stoffmenge | ν | mol | Mol | |

5 Astronomie

5.1 Gravitation

5.1.1 Gravitationsgesetz

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

$$r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}} \text{ Rechne}$$

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

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

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

5.1.2 Gravitationsfeldstärke

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

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

$$r = \sqrt{\frac{G \cdot m}{gr}} \text{ Rechne}$$

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

6 Atomphysik

6.1 Atombau

6.1.1 Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)

$$Z = A - N \text{ Rechne}$$

$$A = Z + N \text{ Rechne}$$

$$N = A - Z \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|-----|--|--|--|
| Ordnung-,Protonenzahl | Z | | | |
| Nukleonen-,Massenzahl | A | | | |
| Neutronenzahl | N | | | |

6.1.2 Atommasse

$$m_a = A_r \cdot u \text{ Rechne}$$

$$A_r = \frac{m(a)}{u} \text{ Rechne}$$

$$u = \frac{m(a)}{A_r} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|-------|------|-----------|--|
| Atommasse | m_a | kg | Kilogramm | |
| relative Atommasse | A_r | | | |
| atomare Masseneinheit | u | kg | Kilogramm | |

6.1.3 Masse des Atomkerns

$$m_k = m_a - Z \cdot m_e \text{ Rechne}$$

$$m_a = m_k + Z \cdot m_e \text{ Rechne}$$

$$Z = \frac{m_a - m_k}{m_e} \text{ Rechne}$$

$$m_e = \frac{m_a - m_k}{Z} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-----------------------|-------|------|-----------|--|
| Masse des Atomkerns | m_k | kg | Kilogramm | |
| Atommasse | m_a | kg | Kilogramm | |
| Ordnung-,Protonenzahl | Z | | | |
| Masse des Elektrons | m_e | kg | Kilogramm | |

6.1.4 Stoffmenge und Anzahl der Teilchen

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

$$N = N_a \cdot \nu \text{ Rechne}$$

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

6.1.5 Molare Masse

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

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

$$m = M \cdot \nu \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|--------------|-------|------------------|-----------|--|
| Molare Masse | M | $\frac{kg}{mol}$ | | |
| Masse | m | kg | Kilogramm | |
| Stoffmenge | ν | mol | Mol | |

6.1.6 Masse - Energie

$$E = m \cdot c^2 \text{ Rechne}$$

$$m = \frac{E}{c^2} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|----------------------|-----|---------------|-----------|-----------|
| Energie | E | J | Joule | $Nm = Ws$ |
| Masse | m | kg | Kilogramm | |
| Lichtgeschwindigkeit | c | $\frac{m}{s}$ | | |

6.2 Kernumwandlungen

6.2.1 Zerfallsgesetz

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

$$N_0 = \frac{N(t)}{e^{-\lambda t}} \text{ Rechne}$$

$$\lambda = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{t} \text{ Rechne}$$

$$t = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{\lambda} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---------------|----------|--|
| zerfallfähige Atome nach der Zeit t | $N(t)$ | | | |
| zerfallfähige Atome vor der Zeit t | N_0 | | | |
| Zerfallskonstante | λ | $\frac{1}{s}$ | | |
| Zeit | t | s | Sekunden | |

6.2.2 Halbwertszeit

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

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

| | | | | |
|-------------------|-----------|---------------|----------|--|
| Halbwertszeit | T | s | Sekunden | |
| Zerfallskonstante | λ | $\frac{1}{s}$ | | |

6.2.3 Aktivität

$$A = \lambda \cdot N(t) \text{ Rechne}$$

$$N(t) = \frac{A}{\lambda} \text{ Rechne}$$

$$\lambda = \frac{A}{N(t)} \text{ Rechne}$$

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

6.2.4 Photon

$$E = f \cdot h \text{ Rechne}$$

$$f = \frac{E}{h} \text{ Rechne}$$

| | | | | |
|----------------------------|-----|--------------------|---------------|-----------|
| Energie | E | J | Joule | $Nm = Ws$ |
| Eigenfrequenz | f | $hz = \frac{1}{s}$ | Hertz | |
| Planksches Wirkungsquantum | h | Js | Joule/Sekunde | |

7 Physikalische Konstanten

| Name | Symbol | Zahlenwert | Einheit |
|------------------------------|--|------------------------------|---|
| π | π | 3.14159265358979323846 | |
| e | e | 2.71828182845904523536 | |
| Elektronenladung | e | $1.60217733 \cdot 10^{-19}$ | C |
| Gravitationskonstante | G, κ | $6.67259 \cdot 10^{-11}$ | $\text{m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ |
| Fine-structure constant | $\alpha = e^2/2hc\varepsilon_0$ | $\approx 1/137$ | |
| Lichtgeschwindigkeit | c | $2.99792458 \cdot 10^8$ | m/s (def) |
| Dielektrizitätskonstante | ε_0 | $8.854187 \cdot 10^{-12}$ | F/m |
| Permeabilitätskonstante | μ_0 | $4\pi \cdot 10^{-7}$ | H/m |
| $(4\pi\varepsilon_0)^{-1}$ | | $8.9876 \cdot 10^9$ | Nm^2C^{-2} |
| 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's constant | N_A | $6.0221367 \cdot 10^{23}$ | mol^{-1} |
| Boltzmann's constant | $k = R/N_A$ | $1.380658 \cdot 10^{-23}$ | J/K |
| Elektronenmasse | m_e | $9.1093897 \cdot 10^{-31}$ | kg |
| Protonenmasse | m_p | $1.6726231 \cdot 10^{-27}$ | kg |
| Neutronenmasse | m_n | $1.674954 \cdot 10^{-27}$ | kg |
| Atomare Maßeinheit | $m_u = \frac{1}{12}m(^{12}_6\text{C})$ | $1.6605656 \cdot 10^{-27}$ | kg |
| Diameter of the Sun | D_\odot | $1392 \cdot 10^6$ | m |
| Mass of the Sun | M_\odot | $1.989 \cdot 10^{30}$ | kg |
| Rotational period of the Sun | T_\odot | 25.38 | days |
| Radius of Earth | R_A | $6.378 \cdot 10^6$ | m |
| Mass of Earth | M_A | $5.976 \cdot 10^{24}$ | kg |
| Rotational period of Earth | T_A | 23.96 | hours |
| Earth orbital period | Tropical year | 365.24219879 | days |
| Astronomical unit | AU | $1.4959787066 \cdot 10^{11}$ | m |
| Light year | lj | $9.4605 \cdot 10^{15}$ | m |
| Parsec | pc | $3.0857 \cdot 10^{16}$ | m |
| Hubble constant | H | $\approx (75 \pm 25)$ | $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$ |

| Quantity | Unit | Sym. |
|------------------|-----------|------|
| Länge | Meter | m |
| Masse | Kilogramm | kg |
| Zeit | Sekunden | s |
| Temperatur | Kelvin | K |
| Stromstärke | Ampere | A |
| Luminous intens. | candela | cd |
| Amount of subst. | mol | mol |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-----------|-------|----|--------|-------|-------|-----------|-------|---|------------|
| yotta | Y | 10^{24} | giga | G | 10^9 | deci | d | 10^{-1} | pico | p | 10^{-12} |
| zetta | Z | 10^{21} | mega | M | 10^6 | centi | c | 10^{-2} | femto | f | 10^{-15} |
| exa | E | 10^{18} | kilo | k | 10^3 | milli | m | 10^{-3} | atto | a | 10^{-18} |
| peta | P | 10^{15} | hecto | h | 10^2 | micro | μ | 10^{-6} | zepto | z | 10^{-21} |
| tera | T | 10^{12} | deca | da | 10 | nano | n | 10^{-9} | yocto | y | 10^{-24} |

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