Formelsammlung Physik

Unterstützen Sie meine Arbeit durch eine Spende.
http://www.fersch.de
Jeder Spender erhält eine verbesserte und erweiterte Formelsammlung.

©Klemens Fersch

6. Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Mechanik **2**
1.1 Grundlagen Mechanik . . . 2
1.1.1 Masse . . . 2
1.1.2 Kräfte . . . 2
1.1.3 Gewichtskraft . . . 2
1.1.4 Dichte . . . 2
1.1.5 Wichte . . . 2
1.1.6 Reibung . . . 2
1.1.7 Schiefe Ebene . . . 2
1.1.8 Hookesches Gesetz . . . 3
1.1.9 Drehmoment . . . 3
1.1.10 Hebelgesetz . . . 3
1.1.11 Druck . . . 3
1.1.12 Schweredruck . . . 3
1.1.13 Auftrieb in Flüssigkeiten . . . 3
1.1.14 Körper in Flüssigkeiten . . . 3
1.2 Kinematik . . . 4
1.2.1 Geradlinige Bewegung v=konst. . . . 4
1.2.2 Beschleunigte Bewegung . . . 4
1.2.3 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit . . . 4
1.2.4 Durchschnittsgeschwindigkeit . . . 4
1.2.5 Durchschnittsbeschleunigung . . . 4
1.2.6 Freier Fall . . . 4
1.2.7 Senkrechter Wurf nach oben . . . 4
1.2.8 Waagrechter Wurf . . . 4
1.2.9 Schiefer Wurf . . . 4
1.3 Kreisbewegung . . . 5
1.3.1 Frequenz-Periodendauer . . . 5
1.3.2 Winkelgeschwindigkeit . . . 5
1.3.3 Bahngeschwindigkeit . . . 5
1.3.4 Zentralbeschleunigung . . . 5
1.3.5 Zentralkraft . . . 5
1.4 Dynamik . . . 5
1.4.1 Newtons Axiome . . . 5
1.4.2 Gravitationsgesetz . . . 5
1.4.3 Impuls . . . 5
1.4.4 Kraftstoß . . . 5
1.4.5 Elastischer Stoß . . . 6
1.4.6 Unelastischer Stoß . . . 6
1.5 Energie - Arbeit - Leistung . . . 6
1.5.1 Mechanische Arbeit . . . 6
1.5.2 Arbeit - Energieänderung . . . 6
1.5.3 Hubarbeit - Potentielle Energie . . . 6
1.5.4 Spannarbeit-Spannenergie . . . 6
1.5.5 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie . . . 6
1.5.6 Energieerhaltungssatz . . . 6
1.5.7 Mechanische Leistung . . . 7
1.5.8 Wirkungsgrad . . . 7
1.6 Schwingungen/Wellen . . . 7
1.6.1 Lineares Kraftgesetz . . . 7

1.6.2 Periodendauer (harmonische Schwingung) . . . 7
1.6.3 Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung) . . . 7

2 Wärmelehre 8
2.1 Temperatur . . . 8
2.1.1 Termperatur - Definition . . . 8
2.1.2 Termperatur - Umrechnungen . . . 8
2.1.3 Temperaturdifferenz . . . 8
2.2 Ausdehnung der Körper . . . 8
2.2.1 Längenausdehnung . . . 8
2.2.2 Flächenausdehnung . . . 8
2.2.3 Volumenausdehnung . . . 8
2.3 Energie . . . 9
2.3.1 Wärmeenergie . . . 9
2.3.2 Schmelzen und Erstarren . . . 9
2.3.3 Verdampfen und Kondensieren . . . 9
2.3.4 Verbrennungsenergie . . . 9
2.4 Aggregatzustände . . . 9
2.4.1 Aggregatzustände . . . 9
2.5 Thermodynamik . . . 10
2.5.1 Stoffmenge und Anzahl der Teilchen . . . 10
2.5.2 Molare Masse . . . 10
2.5.3 Allgemeine Gaskonstante . . . 10
2.5.4 1. Hauptsatz der Wärmelehre . . . 10
2.5.5 Molare Wärmekapazität . . . 10
2.5.6 Zustandsänderung idealer Gase (1) . . . 10
2.5.7 Isotherme Zustandsänderung(Boyle-Mariotte) . . . 10
2.5.8 Isobare Zustandsänderung(Gay-Lussac) . . . 10
2.5.9 Adiabatische Zustandsänderung . . . 10
2.5.10 Zustandsgleichung idealer Gase (2) . . . 10

3 Optik 11
3.1 Reflexion und Brechung . . . 11
3.1.1 Reflexion . . . 11
3.1.2 Brechung . . . 11
3.1.3 Strahlengang durch die planparallele Platte . . . 11
3.2 Linsen . . . 11
3.2.1 Optische Linsen . . . 11
3.3 Interferenz . . . 12
3.3.1 Interferenz zweier Wellen . . . 12

4 Astronomie 13
4.1 Gravitation . . . 13
4.1.1 Gravitationsgesetz . . . 13
4.1.2 Gravitationsfeldstärke . . . 13
4.1.3 Keplersche Gesetze . . . 13

5 Atomphysik 14
5.1 Atombau . . . 14
5.1.1 Bohrsches Atommodell . . . 14
5.1.2 Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl) . . . 14
5.1.3 Isotope . . . 14
5.1.4 Atomare Masseneinheit . . . 14
5.1.5 Atommasse . . . 14
5.1.6 Masse des Atomkerns . . . 14
5.1.7 Elektrische Ladung . . . 14
5.1.8 Masse - Energie . . . 14
5.2 Kernumwandlungen . . . 15
5.2.1 Radioaktiver Zerfall . . . 15
5.2.2 Zerfallsgesetz . . . 15
5.2.3 Halbwertszeit . . . 15
5.2.4 Aktivität . . . 15
5.2.5 Energiedosis . . . 15
5.2.6 Aquivalentdosis . . . 15
5.2.7 Photon . . . 15

1 Mechanik

1.1 Grundlagen Mechanik

1.1.1 Masse

Masse

• Die Masse eines Körpers gibt an, wie viel Materie in ihm enthalten ist.
• Die Masse eines Körpers ist überall gleich. (ortsunabhängig)
• Trägheit
Die Masse eines Körpers setzt einer Kraft, die versucht die Geschwindigkeit oder Richtung des Körpers zu ändern, einen Widerstand entgegen.
• Gravitationskraft
Alle Körper mit der Masse m ziehen sich gegenseitig an.

1.1.2 Kräfte

Kraft

• Kräfte kann man an ihren Wirkungen erkennen. Kräfte können Körper:
- beschleunigen oder abbremsen
- verformen
- die Bewegungsrichtung ändern
• Die Kraft ist eine vektorielle Größe. Die Kraft $\vec{F}$ ist bestimmt durch:
- den Betrag $F = \left|\vec{F}\right|$
- die Richtung

Kräfte addieren
•gleiche Richtung
$F_{res} = F_1 + F_2$
•entgegengesetzte Richtung - gleicher Anfgriffspunkt
$F_{res} = F_1 - F_2$
•Addition von Kräften mit unterschiedlicher Richtung
Kräfteparallelogramm
$\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

1.1.3 Gewichtskraft

$F_G = m \cdot g$
Alle Körper der Masse m ziehen sich gegenseitig an. Diese Kraft nennt man Gravitationskraft.
Ein Körper der Masse m_1 wird von der Erde der Masse m_2 angezogen. Die schiefehtskraft hängt von der Fallbeschleunigung(Ortsfaktor) g und der Masse m ab. Die Fallbeschleunigung ist ortsabhängig.

Erde (Europa)	$9,81\frac{m}{s^2}$	Erde (Pol)	$9,83\frac{m}{s^2}$
Erde (Äquator)	$9,78\frac{m}{s^2}$	Mond	$1,62\frac{m}{s^2}$
Merkur	$3,7\frac{m}{s^2}$	Venus	$8,87\frac{m}{s^2}$

1.1.4 Dichte

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

1.1.5 Wichte

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

1.1.6 Reibung

$F_R = \mu \cdot F_N$
Haftreibung
$F_{RH} = \mu_H \cdot F_N (v = 0)$
Gleitreibung
$F_{RG} = \mu_G \cdot F_N \quad (v \neq 0)$
Rollreibung
$F_{RR} = \mu_R \cdot F_N \quad (v \neq 0)$

1.1.7 Schiefe Ebene

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

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

1.1.8 Hookesches Gesetz

$F = D \cdot s$

1.1.9 Drehmoment

$M = F \cdot l$

1.1.10 Hebelgesetz

$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

1.1.11 Druck

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

1.1.12 Schweredruck

Volumen der Wassersäule: $V = A \cdot h$
Masse der Wassersäule: $m = \rho \cdot V$
Gewicht der Wassersäule: $F = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$
Druck: $p = \frac{F}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$
Schweredruck $p = \rho \cdot g \cdot h$

1.1.13 Auftrieb in Flüssigkeiten

$\Delta p = p_u - p_o$
$\Delta p = \rho \cdot h_u \cdot g - \rho \cdot h_o \cdot g = \rho \cdot h \cdot g$
$F_A = \Delta p \cdot A = \rho \cdot h \cdot g \cdot A = \rho \cdot g \cdot V$
$F_A = \rho \cdot g \cdot V$

1.1.14 Körper in Flüssigkeiten

Auftrieb: $F_A = \rho_F \cdot g \cdot V_F$
Gewichtskraft: $F_G = m \cdot g = \rho_K \cdot V_K \cdot g$
• Körper schwebt
$F_A = F_G \quad V_F = V_K$
$\rho_F \cdot g \cdot V_F = \rho_K \cdot V_K \cdot g$
$\rho_F = \rho_K$
• Körper steigt
$F_A > F_G \quad V_F = V_K$
$\rho_F \cdot g \cdot V_F > \rho_K \cdot V_K \cdot g$
$\rho_F > \rho_K$
• Körper sinkt
$F_A < F_G \quad V_F = V_K$
$\rho_F \cdot g \cdot V_F < \rho_K \cdot V_K \cdot g$
$\rho_F < \rho_K$
• Körper schwimmt
$F_A = F_G \quad V_F \neq V_K \quad h_F \neq h_K$
$\rho_F \cdot g \cdot V_F = \rho_K \cdot V_K \cdot g$
$\rho_F \cdot V_F = \rho_K \cdot V_K$
$V_F = \frac{\rho_K \cdot V_K}{\rho_F}$
$A \cdot h_F = \frac{\rho_K \cdot A \cdot h_K}{\rho_F}$
$h_F = \frac{\rho_K \cdot h_K}{\rho_F}$

1.2 Kinematik

1.2.1 Geradlinige Bewegung v=konst.

$s = v \cdot t$

1.2.2 Beschleunigte Bewegung

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

1.2.3 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit

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

1.2.4 Durchschnittsgeschwindigkeit

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

1.2.5 Durchschnittsbeschleunigung

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

1.2.6 Freier Fall

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

1.2.7 Senkrechter Wurf nach oben

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

1.2.8 Waagrechter Wurf

Bewegung in x-Richtung:
$x = v_x \cdot t$
Bewegung in y-Richtung:
$y = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$v_y = g \cdot t$
Zeitfreie Darstellung:
$y = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot (\frac{x}{v_x})^2 = -\frac{g}{2 \cdot v_x^2} \cdot x^2$
Gesamtgeschwindigkeit:
$v_{ges} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$
Wurfzeit:
$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}}$
Wurfweite:
$x = v_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}}$
Auftreffwinkel:
$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$

1.2.9 Schiefer Wurf

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

1.3 Kreisbewegung

1.3.1 Frequenz-Periodendauer

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

1.3.2 Winkelgeschwindigkeit

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

1.3.3 Bahngeschwindigkeit

$v = \omega \cdot r$

1.3.4 Zentralbeschleunigung

$a_z = \omega^2 \cdot r$

1.3.5 Zentralkraft

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

1.4 Dynamik

1.4.1 Newtons Axiome

Trägheitsprinzip (1. Newton-Axiom)

Wirkt auf einen Körper keine Kraft oder ist die Summe der einwirkenden Krafte ist gleich Null, so bleibt er in Ruhe oder bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

$$\sum_{k=1}^{n} F_k = 0$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n = 0$$

Aktionsprinzip (2. Newton-Axiom)
Wirkt auf einen Körper eine Kraft, so wird er in Richtung der Kraft beschleunigt.
•Die Beschleunigung ist direkt proportional zur Kraft.
$a \sim F$
•Die Beschleunigung ist indirekt proportional zur Masse.
$a \sim \frac{1}{m}$
• Kraft
$F = m \cdot a$

Reaktionsprinzip (3. Newton-Axiom)

Übt ein Körper A auf einen Körper B eine Kraft aus, so übt Körper B auf Körper A eine gleich große, aber entgegengesetzte Kraft aus.(actio = reactio)
$F_2 = -F_1$

1.4.2 Gravitationsgesetz

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

1.4.3 Impuls

$p = m \cdot v$

1.4.4 Kraftstoß

$F \cdot \Delta t = \Delta p$

1.4.5 Elastischer Stoß

Elastischer Stoß
Geschwindigkeit nach dem Stoß:
$v_1' = \frac{v_1(m_1 - m_2) + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}$
$v_2' = \frac{v_2(m_2 - m_1) + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$
Impulserhaltungssatz:
$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$
$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$
Energieerhaltungssatz:
$E_{kin} = E_{kin}'$
$E_1 + E_2 = E_1' + E_2'$
$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$

1.4.6 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:
$E_{kin} > E_{kin}'$
$\Delta E = E_1 + E_2 - (E_1' + E_2')$
$\Delta E = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - (\frac{1}{2}m_1v'^2 + \frac{1}{2}m_2v'^2)$

1.5 Energie - Arbeit - Leistung

1.5.1 Mechanische Arbeit

Kraft und Weg zeigen in die gleiche Richtung
$W = F \cdot s$
Kraft und Weg zeigen in unterschiedliche Richtungen
$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$

1.5.2 Arbeit - Energieänderung

$W = \Delta E = E_2 - E_1$

1.5.3 Hubarbeit - Potentielle Energie

$\Delta E = W = F_G \cdot h$
$\Delta E = W = m \cdot g \cdot h$

1.5.4 Spannarbeit-Spannenergie

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

1.5.5 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie

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

1.5.6 Energieerhaltungssatz

Die Gesamtenergie in einem abgeschlossenen System bleibt konstant. Die verschiedenen Energieformen können sich ineinander umwandeln.
Potentielle Energie - kinetische Energie
•$E_{kin} = E_{pot}$
$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$
$\frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot h$
$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$

Kinetische Energie - Reibungsarbeit

•$E_{kin} = E_{Rei}$
$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \mu \cdot m \cdot g \cdot s$
$\frac{1}{2} \cdot v^2 = \mu \cdot g \cdot s$
$v = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot s} \quad s = \frac{v^2}{2 \cdot \mu \cdot g}$

Kinetische Energie - Spannenergie

•$E_{kin} = E_{span}$
$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$
$m \cdot v^2 = D \cdot s^2$
$v = \sqrt{\frac{D \cdot s^2}{m}} \quad s = \sqrt{\frac{m \cdot v^2}{D}}$

1.5.7 Mechanische Leistung

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

1.5.8 Wirkungsgrad

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

1.6 Schwingungen/Wellen

1.6.1 Lineares Kraftgesetz

$F = -D \cdot y$

1.6.2 Periodendauer (harmonische Schwingung)

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

1.6.3 Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)

$y = y_s \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$
$v = y_s \omega \cos(\omega \cdot t + \phi_0)$
$a = -y_s \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$

2 Wärmelehre

2.1 Temperatur

2.1.1 Termperatur - Definition

Temperatur T ist die mittlere kinetische Energie der Teilchen.

2.1.2 Termperatur - Umrechnungen

$T = 273,15 + \tau$
$T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32$
$T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67$

2.1.3 Temperaturdifferenz

$\Delta T = T_2 - T_1$

2.2 Ausdehnung der Körper

2.2.1 Längenausdehnung

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

2.2.2 Flächenausdehnung

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

2.2.3 Volumenausdehnung

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

2.3 Energie

2.3.1 Wärmeenergie

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

2.3.2 Schmelzen und Erstarren

$Q = q_s \cdot m$

2.3.3 Verdampfen und Kondensieren

$Q = q_v \cdot m$

2.3.4 Verbrennungsenergie

$Q = H_u \cdot m$

2.4 Aggregatzustände

2.4.1 Aggregatzustände

Eigenschaften

Aggregatzustand	fest	flüssig	gasförmig
Volumen	bestimmt	bestimmt	unbestimmt
Form	bestimmt	unbestimmt	unbestimmt
Abstand zwischen Teilchen	klein	klein	sehr groß
Verschiebbarkeit der Teilchen	klein	groß	sehr groß
Kompressibilität	sehr gering	sehr gering	sehr groß

Aggregatzustandsänderungen

- Schmelzen: von fest nach flüssig
- Erstarren: von flüssig nach fest
- Verdampfen : von flüssig nach gasförmig
- Kondensieren: von gasförmig nach flüssig
- Resublimieren: von gasförmig nach fest
- Sublimieren: von fest nach gasförmig

2.5 Thermodynamik

2.5.1 Stoffmenge und Anzahl der Teilchen

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

2.5.2 Molare Masse

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

2.5.3 Allgemeine Gaskonstante

$R = N_\mathrm{A} \cdot k_\mathrm{B}$

2.5.4 1. Hauptsatz der Wärmelehre

$\Delta U = Q + W$
$Q > 0$ Zugeführte Wärme
$Q < 0$ Abgegebene Wärme
$W > 0$ Arbeit wird am System verrichtet
$W < 0$ Arbeit wird vom System verrichtet

2.5.5 Molare Wärmekapazität

ideale Gase	Freiheitsgrade	c_V	c_p	κ
einatomige	3	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{5}{3}$
zweiatomige	5	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$	$\frac{7}{5}$
dreiatomige	7	$\frac{6}{2}R$	$\frac{8}{2}R$	$\frac{4}{3}$

$\kappa = \frac{C_P}{C_V}$

2.5.6 Zustandsänderung idealer Gase (1)

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

2.5.7 Isotherme Zustandsänderung(Boyle-Mariotte)

$V_1 \cdot p_1 = V_2 \cdot p_2 \quad T = \text{konstant}$

2.5.8 Isobare Zustandsänderung(Gay-Lussac)

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1}{T_2} \quad p = \text{konstant}$

2.5.9 Adiabatische Zustandsänderung

$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\kappa$
$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\kappa-1}$
$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$
$p \cdot V^\kappa = \text{konstant}$
$T \cdot V^{\kappa-1} = \text{konstant}$
$Q = 0$

2.5.10 Zustandsgleichung idealer Gase (2)

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
$R = N_\mathrm{A} \cdot k_\mathrm{B} \quad n = \frac{N}{N_A}$
$p \cdot V = \frac{N}{N_A} \cdot N_\mathrm{A} \cdot k_\mathrm{B} \cdot T$
$p \cdot V = N \cdot k_B \cdot T$

3 Optik

3.1 Reflexion und Brechung

3.1.1 Reflexion

$\alpha_1 = \alpha_2$

3.1.2 Brechung

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

3.1.3 Strahlengang durch die planparallele Platte

• Einfallender und ausfallender Strahl sind parallel. $\alpha_1 = \beta_1$
$\alpha_2 = \beta_2$

3.2 Linsen

3.2.1 Optische Linsen

Strahlengang

• Parallelstrahl wird zum Brennstrahl
• Brennstrahl wird zum Parallelstrahl
• Mittelpunktstrahl bleibt Mittelpunktstrahl
• Schnittpunkt des Brennstrahls mit dem Parallelstrahl und dem Mittelpunktsstrahl ergibt die Position des Bildes .

Konvexe Linse (Sammellinse)

Gegenstandweite	Bildweite	Bild
$g > 2f$	$f < b < 2f$	reell umgekehrt verkleinert
$g = 2f$	$b = 2f$	reell umgekehrt gleich groß
$f < g < 2f$	$b > 2f$	reell umgekehrt vergrößert
$g < f$	$b > g$	virtuell aufrecht vergrößert

Konkave Linse (Zerstreuungslinse)

Das Bild ist stets virtuell,aufrecht und verkleinert.

Brennweite

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

Bildgröße - Gegenstandsgröße

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

3.3 Interferenz

3.3.1 Interferenz zweier Wellen

Gleichphasig schwingende Punkterreger - Doppelspalt

- Gangunterschied
  $\Delta s = s_1 - s_2$
- Maximum im Punkt P (konstruktive Interferenz)
  $|\Delta s_k| = k\lambda \qquad k = 0, 1, 2, \ldots, n$
- Minimum in p (destruktive Interferenz)
  $|\Delta s_k| = (2k-1)\frac{\lambda}{2} \qquad k = 1, 2, \ldots, n$
- $\sin \alpha_\mathrm{k} = \frac{\Delta s_k}{g}$
- $\tan \alpha_k = \frac{d_k}{a}$

Einfachspalt

- Gangunterschied
  $\Delta s = s_1 - s_2$
- Maximum im Punkt P (konstruktive Interferenz)
  $|\Delta s_k| = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \qquad k = 1, 2, \ldots, n$
- Minimum in p (destruktive Interferenz)
  $|\Delta s_k| = k\lambda \qquad k = 1, 2, \ldots, n$
- $\sin \alpha_\mathrm{k} = \frac{\Delta s_k}{g}$
- $\tan \alpha_k = \frac{d_k}{a}$

4 Astronomie

4.1 Gravitation

4.1.1 Gravitationsgesetz

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

4.1.2 Gravitationsfeldstärke

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

4.1.3 Keplersche Gesetze

1) Planeten(z.B. Erde) bewegen sich auf Ellipsen, in deren Brennpunkt der Zentralkörper (z.B. Sonne) steht.
2) Ein gedachter Strahl von der Zentralkörper zum Planeten überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.
$A_1 = A_2$
3) Für die großen Halbachsen a und Umlaufzeiten T gilt:
$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Rightarrow \frac{T_i^2}{a_i^3} = \text{konstant}$
KEPLER-Konstante C des Zentralkörpers
$C = \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = ...$
$C = \frac{T^2}{a^3} \quad a = \sqrt[3]{\frac{T^2}{C}} \quad T = \sqrt[2]{C \cdot a^3}$
$C_{\text{Sonne}} = 2{,}97 \cdot 10^{-19} \frac{\text{s}^2}{\text{m}^3}$
$C_{\text{Erde}} = 9{,}91 \cdot 10^{-14} \frac{\text{s}^2}{\text{m}^3}$

5 Atomphysik

5.1 Atombau

5.1.1 Bohrsches Atommodell

• Alle Elemente bestehen aus Atomen und Molekülen.
• Atome bestehen aus einen Atomkern und der Atomhülle.
• Die Kernbausteine (Nukleonen) sind die Protonen ($^1_1$p) und die Neutronen.
• Die Anzahl der Protonen bestimmen die Art des Elements.
• Der Atomhülle besteht aus Elektronen, die in bestimmten Bahnen (Schalen) um den Atomkern kreisen.
• Elektronen können zwischen einzelnen Bahnen wechseln.
• Beim Wechsel der Elektronenbahnen können elektromagnetische Wellen emittiert oder absorbiert werden.

5.1.2 Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)

^A_ZX
$A = Z + N$

5.1.3 Isotope

Isotope sind Atome vom gleichen Element aber unterschiedlicher Neutronenanzahl.

5.1.4 Atomare Masseneinheit

• Die Masse von Atomen wird in Einheiten der atomaren Masseneinheit u angegeben.
• 1 u ist $\frac{1}{12}$ der Masse Kohlenstoffatoms (^{12}C)
• $1u = 1.66053906892 \cdot 10^{-27} kg$

5.1.5 Atommasse

$m_a = A_r \cdot u$

5.1.6 Masse des Atomkerns

$m_k = m_a - Z \cdot m_e$

5.1.7 Elektrische Ladung

• Elektronen (e^-) sind negativ geladen.
• Protonen (p^+) sind positiv geladen.
• Im Atom ist die Anzahl der Protonen ist gleich der Anzahl der Elektronen.
• Atome sind elektrisch neutral.
• Das Neutron hat keine Ladung.
• Die Elementarladung beträgt $1,60217634 \cdot 10^{-19}$C.

5.1.8 Masse - Energie

$E = m \cdot c^2$

5.2 Kernumwandlungen

5.2.1 Radioaktiver Zerfall

•α-Zerfall ($^4_2$He-Kerne):
$^A_Z\mathrm{X} \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y} + {}^4_2\mathrm{He}$
•β-Zerfall(Elektronen)
$^A_Z\mathrm{X} \longrightarrow {}^A_{Z+1}\mathrm{Y} + e^- + \bar{\nu}_e$
•γ-Zerfall(elektromagnetische Strahlung)
$^A_Z\mathrm{X}^* \longrightarrow {}^A_Z\mathrm{X} + \gamma$.

5.2.2 Zerfallsgesetz

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

5.2.3 Halbwertszeit

$T = \frac{ln2}{\lambda}$

5.2.4 Aktivität

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

5.2.5 Energiedosis

$D = \frac{E}{m}$

5.2.6 Aquivalentdosis

$H = q \cdot D$

5.2.7 Photon

$E = f \cdot h$