

Physik für Elektroingenieure - Formeln und Konstanten

Martin Zellner

18. Juli 2011

Einleitende Worte

Diese Formelsammlung enthält alle Formeln und Konstanten die im Verlaufe des Semesters in den Übungsblättern zum Fach "Physik für Elektroingenieure" benötigt wurden.

Hinweis: * entspricht dem Malpunkt

Wer Fehler findet bitte an martin.zellner@mytum.de melden.

1 Blatt 1: SI-Einheiten, (Verkehrs-)strom, Überholvorgang

Umrechnen von Masse nach Mol nach Teilchenzahl

$$M_{mol} : \quad \text{Molare Masse (Elementabhängig)} \quad (1)$$

$$n = \frac{m}{M_{mol}} \quad \text{Teilchen pro Mol Stoffmenge} \quad (2)$$

$$N = n * N_A \quad N_A = 6,0221 * 10^{23} \text{ [1/mol]} \quad \text{Avogadro-Konstante} \quad (3)$$

Reibungskraft einer Kugel in einer zähen Flüssigkeit

$$F = 6\pi\eta Rv \quad \eta \text{ [Ns/m}^2\text{]} : \text{Viskosität} \quad (4)$$

Gravitationskraft zwischen 2 Körpern

$$F_G = G \frac{m_1 * m_2}{r^2} \quad G = 6,673 * 10^{-11} \text{ [m}^3\text{/kgs}^2\text{]} \quad \text{Gravitationskonstante} \quad (5)$$

Umrechnung von Elektronenvolt nach Joule

$$1 \text{ eV} = 1,602 * 10^{-19} \text{ J} \quad e = 1,602 * 10^{-19} \text{ C (Elementarladung)} \quad (6)$$

Stromdichte (z.B. eines Fahrzeugstroms) (Dichte pro Volumen [1/m³], Fläche [1/m²] oder Länge [1/m])

$$\text{Stromdichte} = \text{Dichte} * \text{Geschwindigkeit} \quad (7)$$

$$J(v) = \rho(v) * v \quad (8)$$

Überholvorgang ("Kochrezept")

- Koordinatensystem günstig wählen (z.B. im Fahrzeug das überholt wird)
- Nullpunkt ($s_0 = 0 \text{ m}$, $t_0 = 0 \text{ s}$) richtig wählen
- Ablauf in Zeitabschnitte aufteilen
- Einzelne Zeitpunkte bestimmen
- Anhand von t die restlichen Größen berechnen

2 Blatt 2: Wurf, Drehbewegung, schiefer Wurf

2.1 Bewegungsgleichungen

$$v = v_0 + at \quad (9)$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \quad (10)$$

$$2ax = v^2 - v_0^2 \quad (11)$$

2.2 Kreisbewegung

$$x(t) = R \cos(\omega t) \quad (12)$$

$$y(t) = R \sin(\omega t) \quad (13)$$

3 Blatt 6: Drehimpuls, (Gedämpfte) Harmonische Schwingung, Oszillierende Flüssigkeiten, Oszillator mit aufgelegter Masse

Trägheitsmoment (äquivalent zur Masse)

Massepunkt, dünner Kreisring

$$I = mr^2 \quad (14)$$

Vollzylinder

$$I = \frac{1}{2} mr^2 \quad (15)$$

Drehimpuls (äquivalent zum Impuls)

$$\vec{L} = I\vec{\omega} \quad (16)$$

Merke: Der Drehimpuls eines isolierten physikalischen Systems bleibt unverändert, egal welche Kräfte und Wechselwirkungen zwischen den Bestandteilen des Systems wirken.

Rotationsenergie:

$$E_{rot} = \frac{1}{2} I\omega^2 \quad (17)$$

Satz von Steiner:

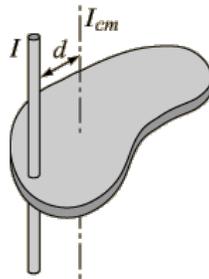


Abbildung 1: Satz von Steiner - Gesamtmasse der Scheibe = M

Der Satz von Steiner ermöglicht die Berechnung eines Trägheitsmoments eines Körpers bezüglich einer

Achse, die nicht durch den Schwerpunkt des Körpers geht. Er besagt, dass das Trägheitsmoment für eine solche Achse die Summe aus dem Trägheitsmoment bezüglich einer Achse durch den Schwerpunkt und der Gesamtmasse mal dem Abstand der Nichtschwerpunktsachse zur Schwerpunktsachse im Quadrat ist.

$$I_{ges} = I_{cm} + Mr^2 \quad (18)$$

wobei r der Abstand zum Schwerpunkt ist.

Harmonische Schwingung *Harmonischer Oszillator*

$$\ddot{x}(t) + \omega^2 x(t) = 0 \quad (19)$$

Lösung der Differentialgleichung

$$x(t) = A \cos \omega t + B \sin \omega t \quad (20)$$

Randbedingungen z.B. $A = x_0$ und $B = v_0$ (meist null)

Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (21)$$

k ist die Federkonstante.

Frequenz

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \frac{\omega}{2\pi} \quad (22)$$

Periodendauer

$$T = \frac{1}{f} \quad (23)$$

Güte eines Oszillators (*Q-Faktor*)

$$Q = \frac{\sqrt{km}}{\gamma} \quad (24)$$

γ ist die Dämpfung.

Gedämpfter Oszillator

$$x(t) = C_1 \exp\left(\left(-\beta \pm \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2}\right)t\right) \quad (25)$$

$$\beta = \frac{\gamma}{2m} \quad (26)$$

Einhüllende der Amplitude

$$A = A_0 \exp\left(-\frac{\gamma}{2m}t\right) \quad (27)$$

Energieverlust eines gedämpften Oszillators

$$\propto \frac{1}{2}m^2\omega_0^2x_0^2 \exp(-2\beta t) \quad (28)$$

Energie in Feder

$$E = \frac{1}{2}kA^2 \quad (29)$$

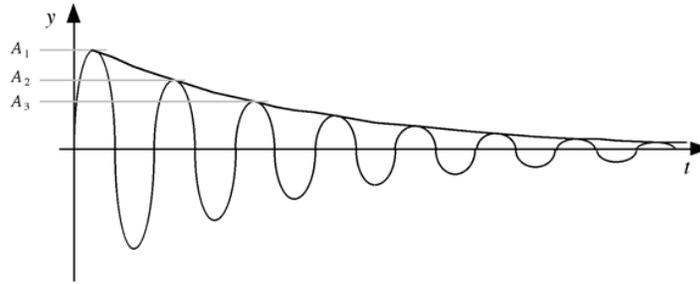


Abbildung 2: Einhüllende der Amplitude

4 Totalreflexion, Brechung, Linsen, Spiegel

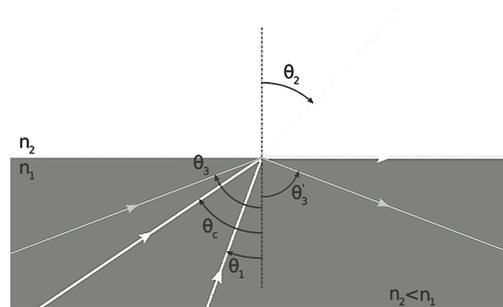


Abbildung 3: Kritischer Winkel, Totalreflexion

Kritischer Winkel (Grenzwinkel zur Totalreflexion) beim Übergang von Material 1 in Material 2.

$$\sin \alpha_{k1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (30)$$

Virtuelles Bild z.B. Münze im Brunnen

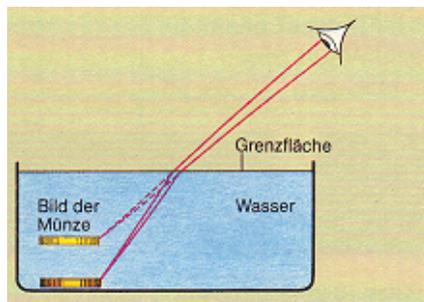


Abbildung 4: Virtuelles Bild

- Zeichne Strahlengang
- Berechne Brechungswinkel

- Berechne wo sich der Gegenstand befinden würde wenn er nicht im Medium wäre. (z.B. wenn der Lichtstrahl nicht am Wasser gebrochen worden wäre)
- Wenn $n_{Medium} > n_{Luft}$ erscheint der Gegenstand (vgl. Münze) weniger Tief (im Brunnen.)

Linsen

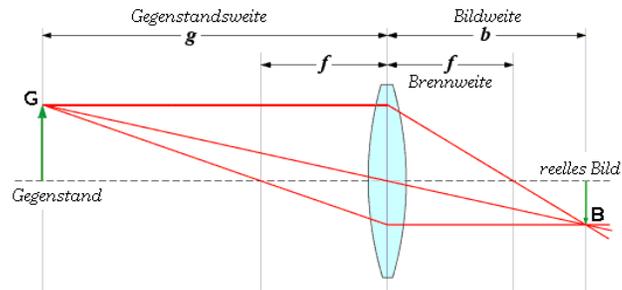


Abbildung 5: Linsengleichung

Linsengleichung

$$g := \text{Gegenstandsweite} \quad (31)$$

$$b := \text{Bildweite} \quad (32)$$

$$f := \text{Brennweite} \quad (33)$$

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (34)$$

- Bei mehreren Linsen, die Bildweite der 1. Linse als Gegenstandsweite der 2. Linse verwenden.
- Am besten Zeichnung anfertigen, um die Vorzeichenkonvention zu verifizieren.

Vergrößerung

$$V = -\frac{b}{g} \quad (35)$$

Bei mehreren Linsen

$$V_{ges.} = V_1 * V_2 \quad (36)$$

Wenn Ergebnis < 0 steht das Bild auf dem Kopf.

Wenn sich das Bild hinter dem optischen Aufbau befindet ist das Bild reell, sonst virtuell.

Sphärischer Spiegel Für den sphärischen Spiegel gilt:

$$f = \frac{1}{2}r \quad (37)$$

Bei Spiegeln immer auch das Endbild mit umgekehrtem Strahlengang (\rightarrow Vorzeichen umdrehen) berechnen.