

Formelsammlung

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	2
SI - Einheiten	2
Fehlerberechnung	2
2 Mechanik	3
Bewegungen	3
Energie und Energieerhaltung	3
Kräfte, Arbeit und Leistung	3
Impuls und Impulserhaltung	4
Kreisbewegungen	4
Mechanik starrer Körper	5
3 Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen	6
Grundlagen	6
Druck, Auftrieb, Oberflächenspannung	6
Strömungen (ideale Flüssigkeiten)	6
Strömungen (reale Flüssigkeiten)	7
4 Schwingungen	8
Mechanische Schwingungen	8

Autor: Werner Schwalbach

<http://BiomedizinischeChemie.de>

Diese Formelsammlung wurde für die Vorlesung „Physik für Biologen und Geowissenschaftler“ erstellt. Sie beinhaltet die *grundlegenden* Formeln, die in der Vorlesung von Prof. Dr. Stefan Tapprogge vorgestellt wurden. Als weiteres Hilfsmittel wurde „Physikalische Formeln und Daten“ von Tilo Fischer und Hans-Jerg Dorn (ISBN 3-12-770800-9, erschienen im Klett Verlag) verwendet.

Dieses Dokument darf ohne das Einverständnis des Autors nicht in schriftlicher oder anderer Form gegen Bezahlung verbreitet und nicht auf anderen Seiten veröffentlicht werden. Der Autor übernimmt keine Garantie dafür, dass der Inhalt dieses Dokuments inhaltlich fehlerfrei ist.

1 Grundlagen

SI - Einheiten

Art	Einheit	Abkürzung
Zeit	Sekunde	s
Länge	Meter	m
Masse	kilogramm	kg
elektrische Stromstärke	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Lichtstärke	Candela	cd
Stoffmenge	Mol	mol

Fehlerberechnung

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

statistische Fehler

$$\Delta \bar{x} \approx \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Genauigkeit des Mittelwertes

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \delta x_i \right)^2}$$

Gaußsche Fehlerfortpflanzung

2 Mechanik

Bewegungen

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{für } v = \text{const}$$

$$a = \frac{v}{t} \quad \text{für } a = \text{const}$$

$$v = v_0 + at \quad \text{für } a = \text{const}$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + s_0 \quad \text{für } a = \text{const}$$

Energie und Energieerhaltung

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{kinetische Energie}$$

$$E_{\text{pot}} = m g h \quad \text{potentielle Energie}$$

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \text{konstant} \quad \text{Energieerhaltung gilt in abgeschlossenen Systemen}$$

Kräfte, Arbeit und Leistung

$$F = m a \quad \text{Kraft ist Masse mal Beschleunigung}$$

$$F_G = m g \quad \text{Gewichtskraft}$$

$$F_{R,h} = \mu_h F_N \quad \text{Haftreibung mit dem Haftreibungskoeffizienten } \mu_h$$

$$F_{R,g} = \mu_g F_N \quad \text{Gleitreibung mit dem Gleitreibungskoeffizienten } \mu_g$$

$$F_Z = \frac{m v^2}{r} \text{ mit } v = \omega r = 2\pi r f$$

Zentripedalkraft.

$$F_{\text{Grav}} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Gravitationskraft mit der Gravitationskonstante $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

$$W = F s$$

Arbeit ist Kraft mal Weg

$$W_{\text{Hub}} = F_G g = m g h$$

Hubarbeit

$$W_{\text{Beschl}} = \frac{1}{2} m v^2$$

Beschleunigungsarbeit

$$W_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} D s^2$$

Spannarbeit mit der Federkonstante D

$$W_{\text{Reib}} = F_R s$$

Reibungsarbeit

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

Leistung ist Arbeit pro Zeit

Impuls und Impulserhaltung

$$p = m v$$

Impuls ist Masse mal Beschleunigung

$$\sum_i p_i = \text{const}$$

In einem abgeschlossenen System gilt Impulserhaltung

Kreisbewegungen

$$\omega = 2\pi \nu$$

Winkelgeschwindigkeit

$$\nu = f = \frac{N}{T}$$

Winkelfrequenz. f = Frequenz, N = Anzahl der Umdrehungen und T = Dauer

$$\omega = \alpha t$$

Winkelbeschleunigung α

Mechanik starrer Körper

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Drehmoment. $[M] = Nm$

$$\vec{M} = \theta \dot{\vec{\omega}}$$

Das Drehmoment M ist gleich dem Trägheitsmoment θ mal der Ableitung der Winkelgeschwindigkeit ω .

$$\theta_{\text{punktf.}} = m r^2$$

Trägheitsmoment eines punktförmigen Körpers

$$\theta = \int r^2 dm$$

Trägheitsmoment eines beliebigen Körpers.

Hohlzylinder $\theta = m R^2$

Vollzylinder $\theta = \frac{1}{2} m R^2$

Kugel $\theta = \frac{2}{5} m R^2$

$$\vec{L} = \theta \vec{\omega}$$

Drehimpuls L ist gleich Trägheitsmoment mal Winkelgeschwindigkeit

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \theta \omega^2$$

Rotationsenergie

$$v_{\text{trans}} = R \omega$$

Translationsgeschwindigkeit (Bahngeschwindigkeit)

3 Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen

Grundlagen

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

Dichte ist gleich Masse pro Volumen

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

Druck ist gleich Kraft pro Fläche mit $p \perp A$

$$\frac{\Delta V}{V} = -\kappa \Delta p$$

Kompressibilität κ

Druck, Auftrieb, Oberflächenspannung

$$p_1 = \rho h_1 g$$

Schweredruck (in Flüssigkeiten)

$$\Delta p = -\rho(p) g \Delta h$$

Schweredruck in der Atmosphäre mit $\rho = p \frac{\rho_0}{p_0}$

$$p(h) = p_0 e^{-h/H_0}$$

Barometrische Höhenformel mit $H_0 = \frac{p_0}{g \rho_0}$

$$F = \rho_F - \rho_K = V g$$

Die Auftriebskraft F ist gleich der Differenz aus Dichte der Flüssigkeit und des Körpers. Sie ist zudem gleich Volumen mal Erdbeschleunigung

$$\sigma = \frac{\Delta W}{\Delta A}$$

Oberflächenspannung $[\sigma] = \left[\frac{N}{m}\right]$

$$F_{\text{Oberfläche}} = \sigma_{\text{effektiv}} 2\pi r$$

$$h = \frac{2\sigma_{12}}{\rho r g} \cdot \frac{\sigma_{13} - \sigma_{12}}{\sigma_{23}}$$

Steighöhe am Beispiel einer Röhre. 1 ist die Luft, 2 die Flüssigkeit und 3 das Material der Röhre. der Term $\frac{\sigma_{13} - \sigma_{12}}{\sigma_{23}} = \cos \varphi$

Strömungen (ideale Flüssigkeiten)

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

$$\text{Stromstärke } [I] = \frac{m^3}{s}$$

$$R = \frac{\Delta p}{I}$$

$$\text{Strömungswiderstand } [R] = \frac{Ns}{m^5}$$

$$\rho_1 A_1 u_1 = \rho_2 A_2 u_2$$

Kontinuitätsgleichung (u = Strömungsgeschwindigkeit)

$$\Delta W_{\text{schieb}} = p_2 V - p_1 V$$

Verschiebungsarbeit (herleitbar)

$$p = \underbrace{\frac{1}{2} \rho u^2}_{\text{dynamischer Druck}} + \underbrace{\rho g h}_{\text{Schweredruck}} = \text{const}$$

Satz von Bernoulli. Der statische Druck ist konstant.

$$F = \eta \frac{dv}{dy} A$$

Newtonsches Reibungsgesetz mit der dynamischen Viskosität $[\eta] = Pa \cdot s$

Strömungen (reale Flüssigkeiten)

$$I = \frac{V}{t} = \frac{\pi r^4}{8\eta} \cdot \frac{\Delta p}{l}$$

Gesamtfluss = Hagen Poiseulilesches Gesetz (mit l = Rohrlänge und r = Rohrradius)

$$R = \frac{\Delta p}{I}$$

Strömungswiderstand R ist gleich Druck geteilt durch Stromstärke

$$F_R = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2$$

turbulente Strömungen mit A = Querschnittsfläche senkrecht zur einströmenden Luft und c_w als Widerstandswert.

4 Schwingungen

Mechanische Schwingungen

$$F_R = -F_G \sin \phi = -F_G \sin \frac{x}{l}$$

Rückstellkraft F_R mit der Auslenkung x und der Pendellänge l

$$x(t) = x_0 \sin(\omega t)$$

harmonische Schwingung mit der Schwingungsdauer T , der Kreisfrequenz ω und der maximalen Ausdehnung x_0

nicht vollständig !
