Physik

Kapitel 6: feste Materie

Schermodul: $\frac{F}{A} = G \cdot \frac{dl}{l} = G \cdot a$

Kapitel 7: Flüssigkeiten und ihre Bewegungen

Auftriebskraft: $F_{Auftrieb} = -AH\rho g$,

A=Fläche, H=Höhe, ρ=Dichte des Wassers, g=Gravitätsbeschleunigung

Tabelle 7.1 Seite 214 für Oberflächenspannung einiger Flüssigkeiten

Oberflächenenergie: $\varepsilon = \sigma \cdot 4\pi r^2$ ε =Oberflächenenergie; σ = Oberfächenspannung; r = Radius des Tropfen

Binnendruck: $P_i = \frac{2\sigma}{r}$; P_i = Innendruck

Grenzflächenspannung: $\cos\varphi = \frac{-\sigma_g}{\sigma}$; φ = Grenzwinkel

Steighöhe: $h = \frac{2\sigma}{\rho r g}$

Steighöhe in Druckeinheiten: $P = h\rho g = \frac{2\sigma}{r}$

Pascals Gesetz: $\rho \frac{dv}{dt} + \frac{dp}{dx} = 0$

Bernoullis Gesetz: $\frac{1}{2}\rho v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + p_2$

Strömungsgeschwindigkeit: $v_1 = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho\left(\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{-1}\right)}}$

Tabelle 7.2 seite 223 für η

Stokessches Gesetz: $F_R = 6\pi\eta R \cdot$ v

Widerstandskraft: $W = \frac{1}{2} c A \rho v^2$; W=Widerstandskraft; v = Geschwindigkeit bewegten Körper infolge von Wirbelbildungen entgegengesetzt

Gesetzt von Kutta-Joukowski: $F = A \cdot \rho \cdot v \cdot (v_1 - v_2)$

Kapitel 8: Schwingungen

Bewegungsgleichung des harmonischen Oszillators: $m\frac{d^2 z}{dt^2} + c \cdot z = 0$

Kreisfrequenz: $\omega_0^2 = \frac{c}{m}$

Allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung: $z(t) = A\cos(\omega_0 t + \varphi)$

Fadenpendel: $\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{g}{r}\varphi = 0$ r=Fadenlänge

Kreisfrequenz: $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{r}}$

Tarsionspendel: $I \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} + D \cdot \varphi = 0;$ I=Trägheitsmoment; D=Torsionskonstante

Kreisfrequenz: $\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{I}};$ $\omega_0^2 = \frac{1}{I} \cdot \frac{d^2V}{d\varphi^2}$

Bewegungsgleichung des gedämpften harmonischen Oszillators: $\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\gamma}{m}\frac{dz}{dt} + \omega_0^2 z = 0$

Freie gedämpfte Schwingung: $z(t) = z_1 e^{-\beta t} \cdot \cos\omega_0 t$

Gütefaktor: $Q = \omega_0 \tau$

Bewegungsgleichung einer erzwungenen Schwingung: $\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \cdot \frac{dz}{dt} + \omega_0^2 = \alpha_0 \cdot \sin\omega t$

Lösungsansatz: $z = z_0 \sin(\omega t + \varphi)$

Phasenverschiebung: $\tan\varphi = \frac{-\frac{\omega}{\tau}}{\omega_0^2 - \omega^2}$

Amplitude: $z_0 = \frac{\alpha_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2) + \frac{\omega^2}{\tau^2}}}$

Absorbierte mittlere Leistung: $\overline{P(\omega)} = \frac{1}{2} m \alpha_0^2 \cdot \frac{\frac{\omega^2}{\tau}}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \frac{\omega^2}{\tau^2}}$

Linienbreite: $2\Delta\omega = \frac{1}{\tau}$

Schärfe des Resonanzmaximums: $\frac{2\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{1}{\omega_0 \tau} = \frac{1}{Q}$

Gekoppelte Schwingung: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x + \frac{K}{m}(x - y) = 0$

$\frac{d^2y}{dt^2} + \omega_0^2 y + \frac{K}{m}(y - x) = 0$

Beide Pendel schwingen in gleicher Phase: $\omega = \omega_0$ $\Rightarrow \mathrm{x}_0 = y_0$

Beide Pendel schwingen im gegentakt oder Gegenphase: $\omega_2 = \omega_0^2 + 2\frac{K}{m}$ $\Rightarrow \mathrm{x}_0 = -y_0$

Schwingungsgleichung: $\frac{d^2\varphi}{dt} + \omega^2 (1 + \sin 2\omega_0 t) \cdot \varphi = 0$

Kapptel 9: Wellen

Wellengleichung: $\frac{\delta^2 y}{\delta t^2} = \frac{\tau}{\rho} \cdot \frac{\delta^2 y}{\delta x^2}$

Ausbreitungsgeschwindigkeit c: $c^2 = \frac{\tau}{\rho}$

Sinusförmige Wellen:

Harmonische Wellen: $y = y_0 \sin(\omega t - kx)$

Frequenz f = $\frac{c}{\lambda}$; c = Phasengeschwindigkeit

Kreisfrequenz der Welle:

$\omega = 2\pi f, \quad \Rightarrow \omega = c \cdot k; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$

Stehende Wellen: $y = -2\mathrm{y}_0 \cdot \cos \omega \mathrm{t} \cdot \mathrm{sinkx}$

Schallwellen:

Wellengleichung einer Schallwelle: $\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = \left(\frac{d\mathrm{p}}{d\rho}\right) \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2}$

Ausbreitungsgeschwindigkeit (longitudinal): $c^2 = \frac{dp}{d\rho}$

Kann auch ausgedrückt werde durch: $c^2 = \frac{1}{\rho K}$

mit $K = \left(\frac{1}{V}\right)\left(\frac{dV}{dp}\right) = \left(\frac{1}{\rho}\right)\left(\frac{d\rho}{dp}\right)$

Schallgeschwindigkeit in Gasen: $c^2 = \frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{kT}{m}$

Tabellen S262/263 für Schallgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten

Geschwindigkeit longitudinaler Schallwellen in festen Körper: $c_{long}^2 = \frac{E}{\rho}$

Harmonische, ebene Welle: $\vec{\xi} = \overline{\xi_0} \sin\left(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}\right)$

Schallstrahlungsdruck: $\overline{P} = \frac{1}{2} \rho v^2$

Schallwechseldruck: $p_0 = \frac{\rho\omega}{k} \cdot v = \rho c \cdot v_0$

Doppler-Effekt:

Für bewegte Quelle: $f = \frac{1}{1 - \frac{u}{c}} \cdot f_0$

Für bewegten Empfänger: $f = \left(1 + \frac{u}{c}\right) \cdot f_0$

Offnungswinkel: $\sin \alpha = \frac{c}{u}$

Machzahl = $\frac{1}{\sin \alpha}$ (gibt an wiviel mal schneller Objekt als die Schallgeschwindigkeit c fliegt)

Wellen auf Flüssigkeitsoberflächen

Ausbreitungsgeschwindigkeit: $c = f\lambda$

Tabelle 9.4 seite 284 rücktreibende Kräfte

Kinetische Energie der Welle: $E_{kin} = \frac{(2\pi)^2}{8\lambda} \rho A \cdot c^2 \cdot r^2$

Potentielle Energie der Schwerewelle: $E_{pot} = A\rho g r^2 \quad \left(\text{mit } g = 9{,}81\frac{m}{s^2}\right)$

Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schwerewellen: $c^2 = \frac{\lambda g}{2\pi}$

Potentielle Energie der Kapillarwellen: $E_{pot} = dA \cdot \sigma = \frac{(2\pi)^2}{4} A\sigma \frac{r^2}{\lambda^2}$

Ausbreitungsgeschwindigkeit der Kapillarwellen: $c^2 = 2\pi \cdot \frac{\sigma}{\rho\lambda}$

Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wasserwellen (allgemein): $c^2 = \frac{\lambda g}{2\pi} + 2\pi \frac{\sigma}{\rho\lambda}$

Ausbreitungsgeschwindigkeit bei geringer Wassertiefe: $c^2 = g \cdot h$

Fourir-Analyse:

Fourierreihe räumlich: $F(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(nk_0 x + \varphi_n)$

Fourierreihe zeitlich: $F(t) = b_0 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\omega_0 t + \psi_n)$

Phasen – und Gruppengeschwindigkeit:

Wellengruppe: $y_1 + y_2 = 2\sin(\omega t - kx) \cdot \cos\left[\frac{1}{2}(\Delta\omega \cdot t - \Delta k \cdot x)\right]$

Phasengeschwindigkeit: $c_{Phase} = \frac{\omega}{k}$

Gruppengeschwindigkeit: $c_{Gruppe} = \frac{d\omega}{dk}$

$$c_{Gruppe} = c_{Phase} - \lambda \cdot \frac{dc_{Phase}}{d\lambda}$$

Schwerewellen in tiefem Wasser: $c_{Phase} = \sqrt{\frac{\lambda g}{2\pi}}$

Kapillarwellen: $c_{Phase} = \sqrt{\frac{2\pi\sigma}{\rho\lambda}}$

Kapitel 10: Die temperatur und das ideale Gas

Gasthermometer: $P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$

Gasgesetz: $P \cdot V_m = R \cdot T$

Für biliebige Gasmenge, die ν Mol enthält: $P \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$

Relaxation: $\Delta Z(t) = \Delta Z_{\infty} e^{\left(-\frac{\tau_R}{t-t_0}\right)}$

Nullter Hauptsatz: Befinden sich zwei Körper mit einem dritten im thermischen Gleichgewicht, so sind sie auch untereinander im Gleichgewicht

Brownsche Bewegung: $\overline{R^2}(t) = 6 \cdot D \cdot t$

$$P \cdot V_m = \frac{2}{3} \cdot L \cdot \overline{u}$$

Mittlere kinetische Energie eines Gasteilchens: $\overline{u} = \frac{3}{2}\left(\frac{R}{L}\right)T = \frac{3}{2}k_B T$

<u>Barometrische Höhenformel:</u> $\rho(h) = \rho(0) e^{\left(-\frac{mgh}{k_B T}\right)}$; oder: $n(h) = n(0) e^{\left(-\frac{mgh}{k_B T}\right)}$

mit $n = 2,7 \cdot 10^{19} \frac{1}{cm^3}$

<u>Boltzmann-Faktor:</u> $dn \ \alpha \ \mathrm{e}^{\left(-\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{k_B T}}\right)} dE$

Kapitel 11: Thermische eigenschaften der Materie

<u>Wärmemenge:</u> $\Delta Q = c \cdot M \cdot \Delta T$

<u>Spezifische Wärme:</u> $c = \frac{1}{M}\left(\frac{dQ}{dT}\right)$

<u>Molwärme des idealen einatomigen Gases bei konstanten Volumen:</u> $C_V = \frac{3}{2} R$

P konstant $\Rightarrow c_P = \frac{1}{M}\left(\frac{dU}{dT}\right)_P$

<u>Ausdehnungsarbeit:</u> $dW = P \cdot dV$

<u>Molwärme des einatomigen idealen Gases bei konstantem Druck:</u> $C_P = C_V + R$

<u>Adiabatenkoeffizient des einatomigen idealen Gases:</u> $\kappa = \frac{5}{3}$