

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Eine zylinderförmige Kupferstange mit Querschnittsdurchmesser $d_0 = 2\text{mm}$ und Ursprungslänge $l_0 = 2\text{m}$ wird um $0,2\text{m}$ in Längsrichtung gedehnt.

- Wie groß ist die Dehnung ϵ ?
- Wie groß ist die Normalspannung σ_N ?
- Wie groß ist die für die Dehnung nötige Zugkraft F_N ?
- Wie groß ist die Durchmesseränderung Δd ?

Wichtige Angaben zur Rechnung:

Elastizitätsmodul von Kupfer: $E = 12,3 * 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Querdehnungszahl von Kupfer: $\mu = 0,34$

Längenausdehnungskoeffizient von Kupfer: $\alpha = 16,8 * 10^{-6} \text{K}^{-1}$

Aufgabe 2 (16 Punkte)

Die Temperatur $\vartheta = 40^\circ\text{C}$ soll mit folgenden Sensoren gemessen werden:

- Widerstandsthermometer Pt100
(mit dem linearen Kennlinienkoeffizienten $A = 3,9083 * 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ und dem quadratischen Kennlinienkoeffizienten $B = -0,5775 * 10^{-6} \frac{1}{(^{\circ}\text{C})^2}$)
- Heißleiter
(mit Kennlinienparameter $B = 5000\text{K}$, Bezugstemperatur $T_N = 298,15\text{K}$, Widerstand bei Bezugstemperatur $R_N = 1\Omega$)

- Wie groß ist der Widerstand $R(\vartheta)$ des Pt100-Widerstandsthermometers?
- Wie groß ist der Widerstand $R(\vartheta)$ des Heißleiters?
- Wie groß ist die Empfindlichkeit E des Pt100-Widerstandsthermometers?
- Gegeben sei die Ansprechzeit $t_{0,5} = 8\text{s}$ des Pt100-Sensors an Luft.
Nach welcher Zeit $t_{0,9}$ wird bei einem Temperatursprung, 90% dieses Temperatursprungs gemessen?

Aufgabe 3 (7 Punkte)

Der Füllstand in einem Glyzerin (Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 42,5$) gefüllten Behälter soll mit Hilfe von Radarpulslaufzeitmessung durchgeführt werden.

Es wird eine mittlere Radarfrequenz $f_m = 10 \text{ GHz}$ verwendet.

Der Abstand d zwischen Radarsender und Flüssigkeitsoberfläche betrage 20 m .

Zwischen dem Radarsender und der Flüssigkeitsoberfläche befindet sich Luft.

- Wie groß ist die Wellenlänge der verwendeten Radarpulse?
- Wie groß ist die gesamte Laufzeit der Radarpulse vom Sender bis zur Flüssigkeitsoberfläche und zurück zum Empfänger?
(Annahme: Sender und Empfänger liegen dicht beieinander.)
- Wieviel Prozent der vom Radarsender ausgesandten Leistung P_0 trifft auf die Flüssigkeitsoberfläche auf, wenn der Absorptionskoeffizient α der Dämpfung in Luft $0,02 \frac{\text{dB}}{\text{km}}$ beträgt.

Aufgabe 4 (11 Punkte)

Ein Abwasserstrom (Dichte $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$, Strömungsgeschwindigkeit $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$) in einem Rohr mit 15 cm Innendurchmesser wird mit verschiedenen Messsystemen kontrolliert.

- Unabhängig von der Messmethode:
Wie groß ist der Massenstrom
- Magnetisch induktiver Durchflussmesser:
(Magnetfeldstärke $B = 300 \mu\text{T}$, keine Magnetfeldverzerrung)
Welche Spannung wird gemessen?
- Ultraschalllaufzeitmesser:
(Einstrahlwinkel $\phi = 45^\circ$, Schallgeschwindigkeit im ruhenden Wasser $c = 1480 \frac{\text{m}}{\text{s}}$):
Welche exakte Laufzeitdifferenz Δt wird gemessen?

Aufgabe 5 (6 Punkte)

Ein Objekt mit der Gesamthöhe 12mm soll mit einem Objektiv (Brennweite $f = 25\text{mm}$) komplett scharf auf eine CCD-Fläche (Gesamthöhe: $2,4\text{mm}$) abgebildet werden.

- a) Wie groß ist der Abbildungsmaßstab β für eine scharfe Abbildung?
- b) Wie groß ist die Gegenstandsweite g und die Bildweite b für eine scharfe Abbildung

Aufgabe 6 (5 Punkte)

Mit einem GaAs-Hallsensor wird bei einem anliegenden Magnetfeld der magnetischen Flussdichte $B_0 = 0,1\text{T}$ und dem Strom $I_x = 7\text{mA}$ senkrecht zum Magnetfeld eine Hallspannung $U_H = 156\text{mV}$ gemessen.

- a) Wie groß ist die Plättchendicke bei einem Hallkoeffizienten von $A_H = 8,917 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{A} \cdot \text{s}}$?
- b) Wie groß ist der Hallwiderstand R_H ?

Aufgabe 7 (5 Punkte)

Ein strahlungsempfindlicher Sensor misst im senkrechten Abstand von 3m die Beleuchtungsstärke $E_x = 2\text{lx}$ einer Strahlungsquelle.

- a) Wie groß ist die Lichtstärke dieser Strahlungsquelle?
- b) Berechnen Sie den gesamten Lichtstrom, den die Strahlungsquelle ausstrahlt.
- c) Annahme: Die Strahlungsquelle strahlt über den gesamten Raumwinkel (4π) gleichmäßig Licht ab.