

Rechenübungen zur Experimentalphysik I

Aufgabenblatt 12 (Besprechung: ab 2022-02-02)

Aufgabe 1: Dehnung durch Eigengewicht

Berechnen Sie die Längenänderung, die ein 40 m langes, frei hängendes Gummiseil (Dichte $\rho = 0,92 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, Elastizitätsmodul $E \approx 10^5 \text{ kPa}$) infolge seines Eigengewichts erfährt. Welche Zugspannung herrscht am oberen Seilende?

Aufgabe 2: Wärmeschrumpfung

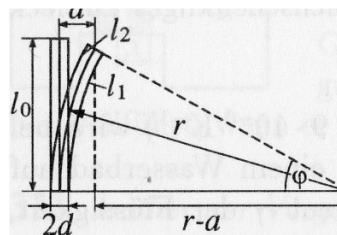
Aufschumpfen bezeichnet ein Fügeverfahren, welches auf dem Prinzip der Wärmeausdehnung basiert. Dabei entstehen nahtlose, dauerhafte Verbindungen, die selbst stärksten Beanspruchungen standhalten können.

Ein dünnwandiger Stahlring (Elastizitätsmodul $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ MPa}$, Zerreissfestigkeit $\sigma_B = 675 \text{ MPa}$, linearer Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) soll auf eine Welle mit Durchmesser $d = 40 \text{ mm}$ aufgeschumpft werden. Dabei soll die im Ring auftretende Zugspannung den Wert $\sigma = 0,3\sigma_B$ nicht überschreiten.

1. Wie groß muss der Innendurchmesser d_0 des kalten Ringes vor dem Aufschumpfen sein?
2. Wie groß muss die Temperaturdifferenz ΔT zwischen Ring und Welle mindestens sein, damit sich der Ring aufschumpfen lässt?

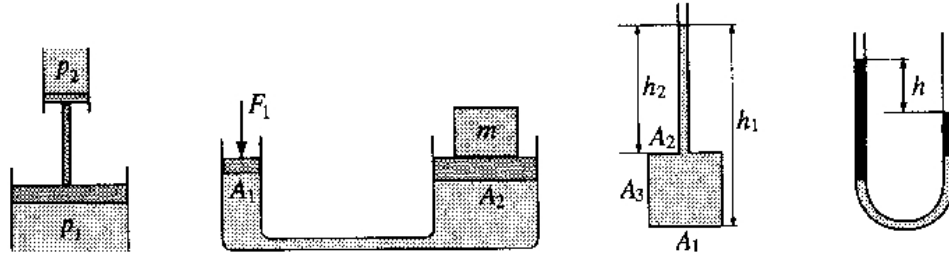
Aufgabe 3: Bimetallthermometer

Bimetallthermometer sind Thermometer, die auf der unterschiedlichen Wärmeausdehnung zweier miteinander verbundener Metalle, dem sogenannten Bimetall, beruhen. Ein solcher Bimetallstreifen bestehe aus zwei je 0,5 mm starken Metallblechen mit den Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und $\alpha_2 = 16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und ist an einem Ende eingespannt.



1. Welche Länge l_0 muss der Bimetallstreifen haben, damit bei der Temperatur $T = 100^\circ \text{C}$ die seitliche Auslenkung am nicht eingespannten Ende $a = 1 \text{ mm}$ beträgt?
2. Wie groß ist dann der Krümmungsradius?

Aufgabe 4: Druck, Hydraulik, hydrostatischer Druck und Schweredruck



1. Die mit Öl gefüllten Druckzylinder einer Hebevorrichtung haben die Durchmesser $d_1 = 12 \text{ cm}$ und $d_2 = 3 \text{ cm}$. Wie groß ist der Druck p_2 im oberen Zylinder, wenn er im unteren $p_1 = 1,5 \text{ MPa}$ beträgt?
2. Mit Hilfe einer Hydraulik (Querschnittsfläche der Kolben $A_1 = 20 \text{ cm}^2$, $A_2 = 36 \text{ cm}^2$) soll eine Masse von $m = 1,5 \text{ t}$ geringfügig angehoben werden. Die Masse des großen Kolbens ist $m_K = 100 \text{ kg}$ und die des kleinen Kolbens kann demgegenüber vernachlässigt werden. Wie groß ist die erforderliche Kraft F_1 auf den kleinen Kolben?
3. Ein würfelförmiger Tank mit einer Seitenlänge von 2 m besitzt oben ein Steigrohr von 100 cm^2 Querschnittsfläche, welches bis zu einer Höhe von $h_1 = 4,5 \text{ m}$ über der Bodenfläche des Tanks mit Wasser (Dichte $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$) gefüllt ist. Welche Drücke und Kräfte wirken auf die Bodenfläche A_1 , die Deckfläche A_2 und die Seitenfläche A_3 ?
4. Ein beidseitig offenes U-Rohr mit der inneren Querschnittsfläche $A = 1 \text{ cm}^2$ wird zuerst mit Wasser (Dichte $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$) und danach auf der einen Seite mit 50 cm^3 und auf der anderen Seite mit 10 cm^3 Öl (Dichte $\rho = 0,78 \text{ g cm}^{-3}$) gefüllt. Welche Niveaudifferenz h stellt sich ein?