

## 6. Übungsblatt zur Vorlesung „Physik für Pharmazeuten“

### 16 Mischtemperatur

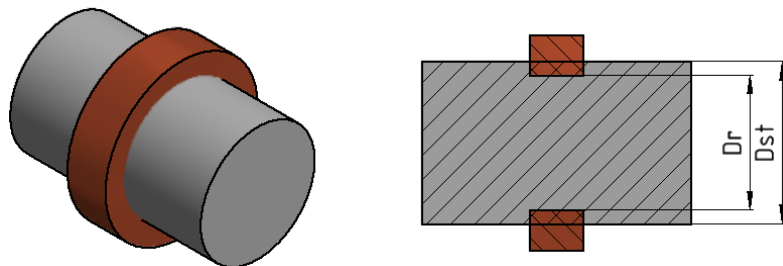
Ein Stück Blei der Masse  $m = 1500 \text{ g}$  wird auf  $T = 205 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmt. Anschließend wird es in ein thermisch isoliertes Glasgefäß gegeben, in dem sich  $m_w = 700 \text{ g}$  Wasser mit der spezifischen Wärmekapazität  $c_{\text{Wasser}} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$  und einer Anfangstemperatur von  $T_w = 22 \text{ }^\circ\text{C}$  befinden. Das Glasgefäß wiegt  $m_K = 500 \text{ g}$  und besteht aus Glas mit der spezifischen Wärmekapazität  $c_K = 0,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ . Berechnen Sie die Mischtemperatur  $T_M$ , die sich einstellt! Die spezifische Wärmekapazität von Blei beträgt  $c_{\text{Blei}} = 129 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ .

### 17 Thermische Ausdehnung

Im Maschinenwesen werden des öfteren verschiedene Bauteile mit Hilfe von thermischer Ausdehnung/Schrumpfung miteinander verbunden. Für diese Aufgabe wurde beispielsweise ein Kupferring auf einen Stahlstab gepresst, indem der Ring vor dem Aufschieben auf den Stab erwärmt wurde. Bei der Temperatur  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$  hat der Kupferring im aufgespressten Zustand einen Innendurchmesser von exakt  $D_r = 2,9950 \text{ cm}$ , der hat Stab einen Außendurchmesser von  $D_{St} = 3,0000 \text{ cm}$  außerhalb der Stelle der Verpressung. Der Stab ist somit an der Verpressung leicht eingedellt.

a) Auf welche Temperatur müssen Ring und Stab erwärmt werden, damit der Kupferring wieder vom Stahlstab gelöst werden kann? Zum Lösen wird ein umlaufender Spalt zwischen der Innenseite des Rings und der Außenseite des Stabs von mindestens  $s = 10 \text{ } \mu\text{m}$  benötigt. Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass Ring und Stab stets die gleiche Temperatur besitzen. Der Längenausdehnungskoeffizient von Kupfer beträgt  $\alpha_{\text{Kupfer}} = 17 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ , der von Stahl  $\alpha_{\text{Stahl}} = 12 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ .

b) Wie hoch ist die Dichte des Kupferrings bei  $T = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Die Dichte von Kupfer bei  $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  beträgt  $\rho(T = 0 \text{ }^\circ\text{C}) = 8,95 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$



### 18 Die Zustandsgleichung

a) Ein Taucher befindet sich in einer Tiefe von  $\Delta y = 20 \text{ m}$  in einem See. Die Wassertemperatur beträgt in dieser Tiefe  $T_1 = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Aus seinem Atemgerät entweicht eine Luftblase mit einem Volumen von  $V_1 = 25 \text{ cm}^3$ . Die Blase steigt an die Oberfläche, an der eine Temperatur von  $T_2 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$  herrscht. Wie groß ist das Volumen der Luftblase unmittelbar vor dem Erreichen der Wasseroberfläche? Die Dichte von Wasser beträgt  $\rho_{\text{Wasser}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , die Erdbeschleunigung beträgt  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , der Luftdruck über der Wasseroberfläche beträgt  $p_0 = 1013 \text{ hPa}$ .

b) Ein Zimmer der Größe von  $5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 4 \text{ m}$  hat bei Normaldruck ( $p_0 = 1013 \text{ hPa}$ ) eine Temperatur von  $T_0 = 295 \text{ K}$ . Nun wird die Temperatur um  $\Delta T = 5 \text{ K}$  erhöht, während der Luftdruck gleich bleibt. Wieviel Mol Luft entweichen aus dem Zimmer? Nehmen Sie dabei die Luft als ein ideales Gas an. Die allgemeine Gaskonstante hat den Wert  $R = 8,314472 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ .