

# Physik für Studierende der Biologie, Chemie, Biochemie, Geowissenschaften und anderer Fächer im Wintersemester 2016/2017

## Übungsblatt 3

Rückgabe: Di 21.11. / Do 23.11. / Fr 24.11. in der jeweiligen Übungsgruppe

### AUFGABE 1

#### Magdeburger Halbkugeln

In einem historischen Schauversuch hatten in Magdeburg sechzehn Pferde versucht, zwei zusammengefügte Halbkugel zu trennen, die nur aufgrund eines Vakuums im Innenraums zusammengehalten wurden (bzw. aufgrund des atmosphärischen Luftdrucks von 100 kPa). Dies gelang den Pferden nicht. Der Durchmesser der Halbkugeln betrug 57,5 cm.

- Welche Kraft wäre erforderlich gewesen, um die Halbkugeln zu trennen?

(Anmerkung: Nicht die gesamte Kugeloberfläche ist entscheidend, sondern die Querschnittsfläche der Kugel bzw. die (fiktive) Fläche, welche die beiden Halbkugeln trennt.)

**2 Punkte**

### AUFGABE 2

#### Ermittlung der Wärmekapazität von Aluminium

Ein z. B. im Wasserdampf auf  $T_A = 100\text{ °C}$  erwärmter Aluminiumquader mit der Dichte  $\rho_A = 2,72\text{ g/cm}^3$  und den Abmessungen  $5\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 2\text{ cm}$  wird in 200 mL Wasser eingebracht ( $m_W = 200\text{ g}$ , spezifische Wärmekapazität des Wassers:  $c_W = 4,18\text{ kJ/(kg K)}$ ). Die Temperatur  $T_W$  des Wassers vor dem Einbringen des Aluminiumquaders beträgt  $17\text{ °C}$ . Es stellt sich danach eine Ausgleichtemperatur  $T_E$  von  $24,1\text{ °C}$  ein. Das Wasser befindet sich in einem Gefäß, welches durch eine Vakuumschicht von der Umgebung thermisch isoliert ist (Prinzip der Thermoskanne). Die thermischen Eigenschaften dieses Kalorimeters müssen berücksichtigt werden. Der Innenteil des Gefäßes nimmt vor und nach dem Einbringen des Aluminiumquaders die jeweilige Wassertemperatur an. Die relevante Wärmekapazität des Kalorimeters (C) beträgt  $209\text{ J/K}$ .

- Berechnen Sie die Wärme(energie), die nach Zugabe des erwärmten Aluminiumquaders vom Wasser und dem Kalorimeterinnenteil aufgenommen werden?
- Wie groß ist die spezifische Wärmekapazität des Aluminiums?

**2 Punkte**

### AUFGABE 3

In welcher Wassertiefe  $h$  eines Sees beträgt das Volumen einer aufsteigenden Luftblase ein Zehntel des Volumens, das die Luftblase beim Auftauchen an die Wasseroberfläche hat? (Kleine Luftblasen haben eine geringe Steiggeschwindigkeit und nehmen deshalb die Temperatur des umgebenden Wassers an, die sich mit der Wassertiefe ändert. Des Weiteren sei angenommen, dass sich die Luft wie ein ideales Gas verhält.)

Luftdruck,  $p_i = 1024 \text{ hPa}$ ; Oberflächentemperatur des Sees,  $T_o = 13 \text{ °C}$ ;  
Tiefentemperatur des Sees (bei Tiefe  $h$ ),  $T_h = 4 \text{ °C}$ .

**2 Punkte**

### AUFGABE 4

Sie nehmen eine Kunststoff-Flasche mit einem Liter Mineralwasser aus dem Kühlschrank (mit der Temperatur  $T_1$ ). Dann lassen Sie die Flasche bei Raumtemperatur ( $T_2$ ) stehen. Allmählich erwärmt sich das Wasser, so dass letztendlich seine Temperatur dicht bei Raumtemperatur liegt. Die Temperatur  $T_1$  steigt also mit der Zeit an, während die Raumtemperatur ( $T_2$ ) konstant bleibt. Der Zeitverlauf der Erwärmung wird durch die Wärmeleitfähigkeit der Kunststoff-Flasche ( $L_W$ ) bestimmt. Dann gilt für den Wärmestrom (Änderung der Wärmenergie je Zeit,  $I_W = dQ/dt$ ):

$$I_W(t) = dQ/dt = L_W (T_2 - T_1(t)) \quad (\text{Gleichung 1})$$

Wie schnelle sich das Wasser in der Flasche erwärmt hängt nun vom Wärmestrom und der Wärmekapazität ( $C_W$ ) des Mineralwassers in der Flasche ab (die Wärmekapazität der Kunststoff-Flasche ist klein und wird vernachlässigt). Es gilt gemäß der Definition der Wärmekapazität:

$$C_W = \Delta Q / \Delta T_1 \quad \text{bzw.} \quad \Delta T_1 = \Delta Q / C_W$$

und daher:

$$dT_1(t)/dt = (1/C_W) dQ/dt \quad (\text{Gleichung 2})$$

- Geben Sie in allgemeiner Form den Zeitverlauf der Temperatur  $T_1(t)$  in der Flasche an.
- Wie lange dauert die Erwärmung des Mineralwassers in der Flasche von  $5\text{ °C}$  auf  $20\text{ °C}$ , wenn die Raumtemperatur  $25\text{ °C}$  beträgt?  
Die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt  $4,18 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ . Die Wärmeleitfähigkeit für den Wärmetransport aus dem Wasser zur Umgebungsluft sei:  
 $L_W = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ kW/K}$ .

**4 Punkte**