

---

Experimentalphysik, Modul A  
WS 2007/2008  
Klausur - Lösungen

---

**Aufgabe 1:**

Bestimmung der Flugzeit eines Wassertropfens:  $t_{ges} = 2t_{Steig}$   
Geschwindigkeit in y-Richtung:  $v_y = v_{0,y} - gt$   
Im Umkehrpunkt:  $= v_{0,y} - gt_{Steig} = 0$   
mit  $v_{0,y} = v_0 \sin \phi$   
 $t_{Steig} = \frac{v_0 \sin \phi}{g}$   
 $t_{ges} = \frac{2v_0 \sin \phi}{g}$   
 $= 1,44 \text{ s}$   
 $m_{H_2O} = \rho V$   
 $= \rho v_0 A t_{ges}$   
 $= \rho A \frac{2v_0^2 \sin \phi}{g}$   
 $= 7,2 \text{ kg}$

**Aufgabe 2:** a) Im Grenzfall, wo der Körper gerade noch liegen bleibt, ist die Zentrifugalkraft  $F_Z$  gleich der Reibungskraft  $F_R$ .

$$\begin{aligned} F_Z &= F_R \\ \text{mit } F_Z &= mr\omega^2 \\ \text{und } \omega &= 2\pi N \\ \text{sowie } F_R &= \mu_H F_N = \mu_H mg \\ \mu_H &= \frac{r(2\pi N)^2}{g} \\ \text{mit } N &= 60 \text{ U min}^{-1} = 1 \text{ s}^{-1} \\ \mu_H &= 0,2 \end{aligned}$$

b) Die mechanische Arbeit, die verrichtet werden muss, entspricht der Differenz der Rota-

tionsenergien (vorher und nachher) + Reibungsarbeit.

$$\begin{aligned}
 W &= E_{rot}^{(1)} - E_{rot}^{(2)} + W_{Reib} \\
 &= \frac{1}{2}J^{(1)}\omega^2 - \frac{1}{2}J^{(2)}\omega^2 + F_{Reib}s \\
 \text{mit } J_{Punktmasse} &= mr^2 \\
 \text{und } F_{Reib} &= \mu_G mg \\
 \text{sowie } s &= r_1 - r_2 \\
 W &= \frac{1}{2}\omega^2 m(r_1^2 - r_2^2) + \mu mg(r_1 - r_2) \\
 &= 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Alternativ kann natürlich auch gerechnet werden:

$$W = \int_{r_1}^{r_2} F dr + F_{Reib}(r_1 - r_2) \quad (0.1)$$

$$= \int_{r_1}^{r_2} mr\omega^2 dr + \mu mg(r_1 - r_2) \quad (0.2)$$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2(r_1^2 - r_2^2) + \mu mg(r_1 - r_2) \quad (0.3)$$

$$= 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ Nm} \quad (0.4)$$

### Aufgabe 3:

$$Q_{zu} + Q_{ab} = 0 \quad (0.5)$$

$$\text{mit } Q_i = m_i c_i \Delta T_i \quad (0.6)$$

$$0 = m_{Tasse} c_{Tasse} (T_{m,1} - T_{Tasse}) + m_{Tee} c_{Tee} (T_{m,1} - T_{Tee}) \quad (0.7)$$

$$\text{mit } m_{Tee} = \rho_{Tee} V_{Tee} = 0,2 \text{ kg} \quad (0.8)$$

$$T_{m,1} = \frac{m_{Tasse} c_{Tasse} T_{Tasse} + m_{Tee} c_{Tee} T_{Tee}}{m_{Tasse} c_{Tasse} + m_{Tee} c_{Tee}} \quad (0.9)$$

$$= 358,7 \text{ K} = 85,7^\circ \text{C} \quad (0.10)$$

Für 3 Komponenten: (0.11)

$$\text{mit } m_{Milch} = \rho_{Milch} V_{Milch} = 0,01 \text{ kg} \quad (0.12)$$

$$T_{m,1} = \frac{m_{Tasse} c_{Tasse} T_{Tasse} + m_{Tee} c_{Tee} T_{Tee} + m_{Milch} c_{Milch} T_{Milch}}{m_{Tasse} c_{Tasse} + m_{Tee} c_{Tee} + m_{Milch} c_{Milch}} \quad (0.13)$$

$$= 355,6 \text{ K} = 82,6^\circ \text{C} \quad (0.14)$$

$$(0.15)$$

### Aufgabe 4:

$$\begin{aligned} p_2 &= \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\kappa p_1 \\ &= 8,34 \text{ kPa} \\ T_2 &= \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1} T_1 \\ &= 417 \text{ K} \\ p_3 &= p_2 = 8,34 \text{ kPa} \\ V_3 &= \frac{T_3}{T_2} V_2 \\ &= 1,21 \\ V_4 &= V_1 = 31 \\ p_4 &= \frac{V_3}{V_4} p_3 \\ &= 3,3 \text{ kPa} \\ T_4 &= T_3 = 500 \text{ K} \end{aligned}$$