



---

---

Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik I  
für Studierende  
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

---

---

Serie 8 / 28. Oktober 2019

Lösungen

**Aufgabe 36.** Für die Steighöhe gilt

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r} = 14.3 \text{ mm}$$

**Aufgabe 37.** Gemäss dem Gesetz von Hagen-Poiseuille hängt die Druckdifferenz  $\Delta P$  mit dem Volumenstrom  $I_V$  zusammen über

$$\Delta P = \frac{8\eta l}{\pi r^4} I_V$$

Darin ist  $\eta$  die Viskosität,  $l$  die Länge der Kapillare und  $r$  deren Radius. Der Volumenstrom  $I_V$  ist das Produkt aus der Querschnittsfläche  $A$  der Kapillare und der Strömungsgeschwindigkeit  $v$ . Er ist also  $I_V = A_{Kap} v = \pi r^2 v$ . Das setzen wir in die erste Gleichung ein, lösen diese nach  $\eta$  auf und erhalten für die Viskosität

$$\eta = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 l I_V} = \frac{r^2 \Delta P}{8 l v} = 3.98 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

**Aufgabe 38.** Die auf der rechten Waagschale hinzuzufügende Gewichtskraft muss die Auftriebskraft  $F_A$  auf den in das Wasser hineingehängten Körper ausgleichen. Für deren Betrag gilt

$$|F_A| = F_{G,W} = m_W g = \rho_W V_W g = \rho_W V_K g$$

Darin haben wir das Volumen  $V_W$  des verdrängten Wassers gleich dem Volumen  $V_K$  des Würfels gesetzt. Die Gewichtskraft des rechts aufzulegenden Massestücks ist  $F_G = mg$ . Ihr Betrag soll, wie gefordert, gleich dem der Auftriebskraft sein

$$\rho_W V_K g = mg$$

Damit ergibt sich für die rechts aufzulegende Masse

$$m = \rho_W V_K = 64 \text{ g}$$

### Aufgabe 39.

Wir verwenden die Bernoulli-Gleichung:

$$p_u + \frac{1}{2}\rho v_u^2 = p_o + \frac{1}{2}v_o^2$$

wobei  $p_u$  der Druck an der unteren Fläche,  $p_o$  der Druck an der oberen Fläche,  $v_u$  die Luftgeschwindigkeit an der unteren Fläche,  $v_o$  die Luftgeschwindigkeit an der oberen Fläche und  $\rho$  die Dichte von Luft ist. Die beiden Strömungsröhren befinden sich im wesentlichen in der gleichen Höhe. Wir möchten so nach  $v_o$  auflösen, dass  $p_u - p_o = 900$  Pa ist. Das heisst

$$v_o = \sqrt{\frac{2(p_u - p_o)}{\rho} + v_u^2} = 116 \text{ m/s}$$

### Aufgabe 40.

Da der stationäre Fall vorliegt ( $a = 0$ ), herrscht ein Kräftegleichgewicht:

$$\sum \vec{F} = 0$$

Auf das System wirken drei Kräfte:

- Die nach unten gerichtete Gewichtskraft der Kugel:  $F_{G,Kug} = m_{Kug} \cdot g$
- Die nach oben gerichtete Auftriebskraft:  $F_{A,Kug} = \rho_{Glyc} \cdot V_{Kug} \cdot g$
- Die entgegen der Kugelbewegung gerichtete Reibungskraft:  $F_R = 6\pi \cdot \eta_{Glyc} \cdot r_{Kug} \cdot v$

Also gilt:

$$F_{G,Kug} - F_{A,Kug} - F_R = 0$$

Umgeformt ergibt sich:

$$F_{G,Kug} = F_{A,Kug} + F_R$$

Durch Einsetzen ergibt sich:

$$m_{Kug} \cdot g = \rho_{Glyc} \cdot V_{Kug} \cdot g + 6\pi \cdot \eta_{Glyc} \cdot r_{Kug} \cdot v$$

Durch Umformen und Einsetzen von  $m_{Kug} = \rho_{Stahl} V_{Kug}$  sowie  $V_{Kug} = \frac{4}{3}\pi r^3$  folgt:

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot g \cdot (\rho_{Stahl} - \rho_{Glyc}) = 6\pi \cdot \eta_{Glyc} \cdot r_{Kug} \cdot v$$

Die Gleichung wird nach  $v$  aufgelöst:

$$v = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot g \cdot (\rho_{Stahl} - \rho_{Glyc})}{6\pi \cdot \eta_{Glyc} \cdot r_{Kug}}$$

Daraus folgt:

$$v = \frac{2r^2 g}{9\eta} (\rho_{Stahl} - \rho_{Glyc}) = 2.45 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$