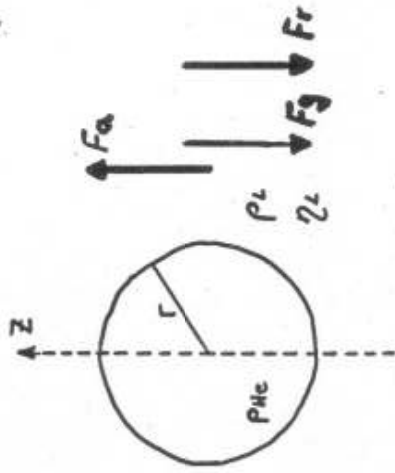


8) Eine Seifenblase vom Radius r ist gefüllt mit Helium. Gefragt ist ihre Steiggeschwindigkeit v in der Luft bei Normalbedingungen unter der Voraussetzung laminarer Strömung. Bekannt seien die Dichten ρ_H bzw. ρ_L sowie die Zähigkeit η_L von Luft unter Normalbedingungen. Beantworten Sie dazu die folgenden Teilfragen:



a) Welche Effekte muß man vernachlässigen, wenn man nur die genannten Konstanten verwendet?

Zu vernachlässigen ist:

1. das Gewicht und der Innendruck der Seifenblase
2. Druck- und Temperaturänderung

b) Welche vertikale Gesamtkraft F_{ges} wirkt auf die ruhende Blase?

$$F_{ges} = F_G - F_A$$

S. 35 Physik in Formeln und Tabellen

$$F_A = \rho_H \cdot g \cdot V_B$$

S. 35 Physik in Formeln und Tabellen

$$F_G = \rho_L \cdot g \cdot V_B$$

S. 35 Physik in Formeln und Tabellen

$$F_{ges} = \rho_L \cdot g \cdot V_B - \rho_H \cdot g \cdot V_B$$

$$F_{ges} = g \cdot V_B (\rho_L - \rho_H)$$

c) Welche Reibungskraft F_r wirkt auf die mit der Geschwindigkeit v aufsteigende Blase?

Das Stokesche Reibungsgesetz:

$$F_r = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta_L \cdot v \quad \text{S. 37 Physik in Formeln und Tabellen}$$

d) Was ergibt sich demnach als stationäre Steiggeschwindigkeit v ?

$$F_r = F_G - F_A \quad \text{S. 35 Physik in Formeln und Tabellen}$$

$$6 \pi \cdot r \cdot \eta_L \cdot v = g \cdot V_B (\rho_L - \rho_H)$$

$$v = \frac{g \cdot V_B (\rho_L - \rho_H)}{6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta_L}$$

$$V_B = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

S. 134 Physik in Formeln und Tabellen

$$v = \frac{g \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot (\rho_L - \rho_H)}{6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta_L}$$

$$v = \frac{2}{9} \frac{g \cdot r^2 (\rho_L - \rho_H)}{\eta_L}$$

e) Man berechne v numerisch mit $\rho_H = 0,18 \text{ kg m}^{-3}$;

$$\rho_L = 1,29 \text{ kg m}^{-3}; \eta = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ N s m}^{-2}; r = 5 \text{ mm.}$$

$$v = \frac{2}{9} \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,005^2 \text{ m}^2 (1,29 - 0,18) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{N s}}{\text{m}}}$$

$$v = 3,3608 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$