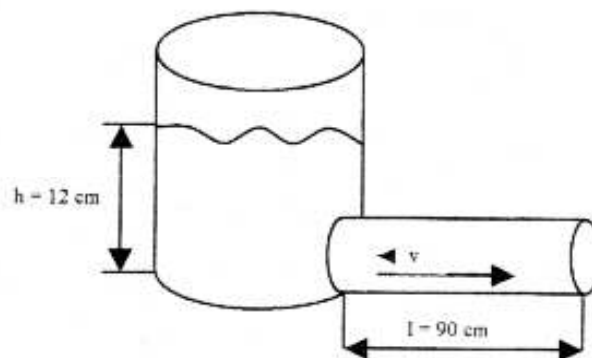


M43Hydrodynamik

- a) Wie groß ist die sekundliche Ausflussmasse, die aus einem Behälter mit einer Mischung von Alkohol und Wasser ($\rho = 0,9 \text{ g/cm}^3$, $\eta = 0,025 \text{ Poise}$) durch eine 90 cm lange horizontale Röhre mit dem Durchmesser 4 mm strömt, wenn der Flüssigkeitsspiegel im Behälter auf einer Höhe von 12 cm über der Ausflussstelle gehalten wird?
- b) Ist die Strömung durch die Ausflussröhre laminar oder turbulent?
- c) Durch welche Maßnahme könnte man eine turbulente Strömung erreichen?



a)

$$\frac{dm}{dt} = A \cdot \bar{v} \cdot \rho = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \rho \cdot \bar{v}$$

$$\bar{v} = \frac{r^2 \cdot \Delta p}{8 \cdot \eta \cdot l}$$

$$\Rightarrow \bar{v} = \frac{r^2 \cdot h \cdot g \cdot \rho}{8 \cdot \eta \cdot l} = \frac{d^2 \cdot h \cdot g \cdot \rho}{32 \cdot \eta \cdot l}$$

Der Schweredruck:

$$\Delta p = h \cdot g \cdot \rho$$

$$\Rightarrow \frac{dm}{dt} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot d^2 \cdot h \cdot g \cdot \rho}{4 \cdot 32 \cdot \eta \cdot l} = \frac{d^4 \cdot h \cdot g \cdot \pi \cdot \rho^2}{128 \cdot \eta \cdot l}$$

$$\frac{dm}{dt} = \frac{(4 \text{ mm})^2 \cdot 12 \text{ cm} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \pi \cdot (0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})^2}{128 \cdot 0,0025 \text{ Pa} \cdot \text{s} \cdot 90 \text{ cm}} = \frac{(0,004)^4 \cdot \text{m}^4 \cdot 0,12 \cdot \text{m} \cdot 9,81 \cdot \text{m} \cdot \pi \cdot 900^2 \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{m}^6 \cdot 128 \cdot 0,0025 \cdot \text{kg} \cdot \text{m} \cdot 0,9 \cdot \text{m}}$$

$$= 0,00266 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = \underline{\underline{2,66 \frac{\text{g}}{\text{s}}}}$$

- b) Definition: $R_e \ll 1000$ laminar
 $R_e \gg 1000$ turbulent

$$R_e = \frac{\rho v r}{\eta} = \frac{d^3 h g \rho^2}{64 \cdot \eta^2 \cdot l} = \frac{0,004^3 \text{ m}^3 \cdot 0,12 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot 900^2 \text{ kg}^2 \text{ m}^2 \text{ s}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{m}^6 \cdot 64 \cdot 0,0025^2 \text{ kg}^2 \cdot 0,9 \text{ m}} = 169,5 \ll 1000 \Rightarrow \text{laminar}$$

- c) größere Geschwindigkeit, größere Dichte