

Aufgabe 4-1 (Dallendörfer)

Warum beschäftigt sich die Mechanische Verfahrenstechnik mit dem Sedimentationsverhalten von Partikelsystemen?

In einem Sedimentationsapparat nach DALLENDÖRFER/LANGHAMMER ist im Rahmen einer Sedimentationsanalyse von Quarzpulver ($\rho_S = 2650 \text{ kg/m}^3$) die Sedimentationszeit für ein kugelförmiges Einzelpartikel von der Größe $x_P = 25 \text{ }\mu\text{m}$ bei einer Sedimentationshöhe von $H = 210 \text{ mm}$ zu berechnen. Als Suspensionsmittel wird destilliertes Wasser eingesetzt ($\rho_L = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\eta_L = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$).

Aufgabe 4-1 (Dallendörfer)

Definition: $\mu\text{m} := 10^{-6} \text{ m}$

Vorgegebene Werte:

flüssige Phase: $\rho_L := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $\eta_L := 0.001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

disperse Phase: $\rho_S := 2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $\Psi := 1$

Partikelgröße: $x_P := 25 \mu\text{m}$

Sedimentationshöhe: $H := 210 \text{ mm}$

Lösung:

1. Ermittlung der Sinkgeschwindigkeit

gesucht wird die Sinkgeschwindigkeit eines kugelförmigen, isolierten Einzelpartikels;
 Korrekturen bezüglich Form und Konzentrationen können daher entfallen

Dichtedifferenz: $\Delta\rho := \rho_S - \rho_L$ $\Delta\rho = 1650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

ARCHIMEDES-Zahl: $Ar := \frac{g \cdot \Delta\rho \cdot \rho_L \cdot x_P^3}{\eta_L^2}$

$$Ar = 0.253 \quad \Rightarrow$$

Stokes-Regime ($Ar < 9$):

Sinkgeschwindigkeit: $v_S := \frac{g \cdot \Delta\rho}{18 \cdot \eta_L} \cdot x_P^2$

$$v_S = 0.562 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

alternativ (über dimensionlose Kennzahlen):

Koeffizienten des dim-losen Lösungsansatzes (n. LB MVT):

$$A := \begin{cases} 1 & \text{if } Ar \leq 9 \\ 0.8 & \text{if } 9 < Ar \leq 325 \\ 0.6 & \text{if } 325 < Ar \leq 1 \cdot 10^4 \\ 0.4 & \text{if } 1 \cdot 10^4 < Ar \leq 3 \cdot 10^5 \\ 0 & \text{if } 3 \cdot 10^5 < Ar \leq 3 \cdot 10^9 \end{cases}$$

$$B := \begin{cases} 24 & \text{if } Ar \leq 9 \\ 27 & \text{if } 9 < Ar \leq 325 \\ 17 & \text{if } 325 < Ar \leq 1 \cdot 10^4 \\ 6.5 & \text{if } 1 \cdot 10^4 < Ar \leq 3 \cdot 10^5 \\ 0.44 & \text{if } 3 \cdot 10^5 < Ar \leq 3 \cdot 10^9 \end{cases}$$

Sinkgeschwindigkeit: $v_S := \frac{\eta_L}{\rho_L \cdot x_P} \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{Ar}{B} \right)^{\frac{1}{2-A}}$

$$v_S = 0.562 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

2. Ermittlung der Sedimentationszeit

Sedimentationszeit: $t_S := \frac{H}{v_S}$

$$t_S = 6.23 \text{ min}$$

Sedimentationsgefäß nach DALLENDÖRFER- LANGHAMMER

