

## Kleines Einmaleins der Verfahrenstechnik

(Übungsaufgaben für das verfahrenstechnische Rechnen)

### Mathematik

1.)  $a \cdot x + b = c$ , ges.:  $x$

2.)  $3 \cdot x + 2 \cdot y = 5$   
 $7 \cdot y - 2 \cdot x = 5$

3.)  $5 \cdot x + 9 \cdot (1 - x) = 11$

4.)  $x = \frac{p}{q}$ ,  $y = \frac{p}{a \cdot q}$ , ges.:  $x = \text{funct}(y)$

5.)  $4 + \frac{2}{x} \leq 5$   
 $x^2 - 9x = 0$

6.)  $4 \cdot x - 3 + 2 \cdot x^2 = 1$

7.)  $\frac{5}{x} - 7 = 3x$

8.)  $\text{Re}\left(3 \cdot e^{\frac{5}{2}\pi \cdot i}\right)$

9.)  $\text{Im}\left(\sqrt{2} \cdot e^{0.785i}\right)$

### Konzentrationsangaben

10.) Suspension:  $w = 8 \text{ Ma.-%}$ ,  $\rho_{\text{ges}} = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , ges.:  $c_m$

11.) Suspension:  $c_V = 0,09 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , ges.:  $\varphi$

12.) Feststoff in Wasser:  $X = 70 \frac{\text{kg FS}}{\text{m}^3 \text{ W}}$ ,  $\rho_s = 3500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , ges.:  $c_m, c_V, w$

13.) Suspension ( $\rho_l = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $\rho_s = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ): ges.:  $\rho_{\text{ges}}$  a) 50 Vol.-%, b) 50 Ma.-%

14.) Suspension bestehend aus Wasser ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ), Feingut und Grobgut (jeweils  $2700 \text{ kg/m}^3$ ); Gesamtfeststoffgehalt ist 10 Vol.%, Massenanteil des Grobgutes am Feststoff ist 40 %; ges.:  $\text{kg Grobgut/m}^3 \text{ Wasser}$

**Physikalische Größe und Einheiten**

15.) Rechnen Sie die Werte in SI-Einheiten um:

- a) 1 bar
- b)  $20 \mu\text{m} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
- c) 57 cp (centiPoise)
- d) 2 lbs
- e) 10 nm
- f) 6 Gt
- g) 72 km/h
- h)  $25 \mu\text{m}^{-2}$
- i) 9000 l/h

16.) Salz:  $c_n = 0,023 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ , ges.:  $c_n = ? \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$

17.)  $90 \frac{\text{l}}{\text{h}} = ? \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = ? \frac{\text{l}}{\text{min}}$

18.) kinemat. Viskosität:  $\nu = 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ ,  $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , dynam. Viskosität:  $\eta = ? \text{ Pa} \cdot \text{s}$

19.) Stoffwerte (Dichte  $\rho$ , dynamische und kinematische Viskosität  $\eta$  bzw.  $\nu$ ):  
 Wasser bei 20 °C:  
 Wasser bei 25 °C:  
 Wasser, Schätzung:  
 trockene Luft bei 25 °C:

**Sedimentation und Filtration**

20.) Wasser:  $\rho_s = 2,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $x = 20 \mu\text{m}$ , ges.:  $Ar = \frac{g \cdot \Delta\rho \cdot \rho_f \cdot x^3}{\eta_f^2}$

21.) Wasser:  $\rho_s = 2,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $x = 1 \mu\text{m}$ , ges.:  $v_{Stokes} = ? \frac{\text{m}}{\text{s}} = ? \frac{\mu\text{m}}{\text{s}} = ? \frac{\text{cm}}{\text{d}}$

22.) Kugel:  $d = 10 \mu\text{m}$ , ges.:  $S_V$  (in  $\text{m}^2/\text{cm}^3$ )

23.) Kugelschüttung:  $d = 10 \mu\text{m}$ ,  $\varepsilon = 0,5$ ,  $v_F = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ges.:  $\frac{\Delta p}{\Delta h}$  für Durchströmung mit Wasser und Luft

24.) Partikelsystem A:  $x = 50 \mu\text{m}$ ,  $\rho_s = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Partikelsystem B:  $x = 40 \mu\text{m}$ ,  $\rho_s = 3500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Partikelsystem C:  $x = 25 \mu\text{m}$ ,  $\rho_s = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Ordne die Stoffsysteme nach  $v_{\text{Stokes}}$ !

25.) Ordnen Sie die gegebenen Zahlenwerte für die Sinkgeschwindigkeit und die Archimedes-Zahl den folgenden Partikelgrößen zu!

$v_s$ : 0,56 mm/s, 90  $\mu\text{m/s}$ , 0,90  $\mu\text{m/s}$

Ar: 0,016 0,25 0,000016

x: 1000 nm 25  $\mu\text{m}$  10  $\mu\text{m}$

(Hinweis: Die Werte gelten für Sandpartikel – 2650 kg/m<sup>3</sup> - in 20°C Wasser)

26.) Um welchen Faktor ändern sich Ar-Zahl und Stokes'sche Sinkgeschwindigkeit, wenn sich a) die Partikelgröße, b) die wirkende Beschleunigung, c) die Viskosität um den Faktor 10 erhöhen?

### Partikelgrößenanalyse

27.) ges.:  $x_V$  für einen Zylinder der Länge  $L = 10 \text{ mm}$  und einer kreisförmigen Grundfläche (Durchmesser 1,73 mm)  
einer quadratischen Grundfläche (Kantenlänge 2 mm)  
einer dreieckigen Grundfläche (Basis 3 mm, Höhe 2 mm)

28.) geg.:  $10^2$  Kugeln á 100  $\mu\text{m}$  +  $10^4$  Kugeln á 10  $\mu\text{m}$   
ges.:  $x_{1,0}$  (anzahlgewichtetes Mittel),  $x_{2,0}$  (Durchmesser für die mittlere Oberfläche),  $x_{3,0}$  (Durchmesser für das mittlere Volumen),  $S_V$ ,  $x_{ST}$ ,  
 $\Delta Q_{3,\text{fein}}$ ,  $\Delta Q_{3,\text{grob}}$ ,  $x_{1,3}$  (volumengewichtetes Mittel)