Hilfsblätter für den Anlagenbauer

EV Vorgang Parameter

Dalton Physikalische Konstante **u** oder **Da**:
 Atomare Masseneinheit (*unified atomic mass unit*)
 $1 \text{ u } (^{12}\text{C}/12) = 1 \text{ Da} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ (g)}$
 $^{12}\text{C} = 12 \text{ u} = 12 \text{ Da}$
 Ein Kohlenstoffatom des Isotops ^{12}C hat definitionsgemäß die Masse 12 u bzw. 12 Da.
 Das Wassermolekül hat eine Masse von 18 Da.
 Die molare Masse in g/mol ist zahlenmäßig gleich der Molekülmasse in u, bzw. in Da.

Dalton ist auch ein gebräuchliches Maß für die Abscheidefähigkeit einer Membran.

Verfahren	Porengröße in μm	Molekülmasse
<u>Umkehrosmose</u>	< 0,001	<100 Da
<u>Nanofiltration</u>	0,001–0,010	0,3–2 kDa
<u>Ultrafiltration</u>	0,01–0,1	1–500 kDa
<u>Mikrofiltration</u>	> 0,1	>500 kDa

Oder allgemein genähert:

$$1 \text{ Da} = 1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

Bl. EV01

aktualisiert 2020-11-11

Hilfsblätter für den Anlagenbauer

EV Vorgang Parameter

Löslichkeit

LLV Flüssig-Flüssig-Lösungsgleichgewicht:
 Tabelle Löslichkeit in Wasser und Löslichkeitsparameter reiner Kohlenwasserstoffe, s. Blaß (Lit.6 Kap. 7.4.2.3)

GLV

 Gas-Flüssig-Lösungsgleichgewicht:

Luft ist in Wasser etwas löslich. Bei Zimmertemperatur von 20 °C löst 1 Liter Wasser 19 ml Luft von 1 bar. Mit steigender Temp. nimmt Löslichkeit ab, mit steigendem Druck nimmt sie zu.

Der **Löslichkeits-Koeffizient λ** (die Löslichkeit m^3 Gas pro m^3 Flüssigkeit) ist eine Stoffkonstante.

Henry Gesetz: Der gelöste Anteil von Gasen in Flüssigkeiten x_i ist dem Partialdruck der betreffenden Komponente p_i proportional (bei niedrigen Konz.).

Henry-Koeffizient

$$H = p_i/x_i \text{ (Pa)}$$

p_i Partialdruck des Gases in der Gasphase (Pa)
 x_i Molanteil des gelösten Gases in der Flüssigkeit.

Umrechnung für Löslichkeit im Wasser:

$x_i = \lambda \cdot 18 / (22,4 \cdot 10^3)$ [mol/mol], z.B. für CO₂ bei 20°C, 1 bar: $\lambda = 0,878 \text{ m}^3/\text{m}^3$; $x_i = 0,706 \cdot 10^{-3}$; $H = 1417 \text{ bar}$

Bl. EV02

aktualisiert 2020-11-11

Hilfsblätter für den Anlagenbauer

EV Vorgang Parameter

Wärmeübertragung

Wärmemenge $W = V \rho c_p$ [kJ/K]
 V [m^3] ρ [kg/ m^3]
 c_p [kJ/kg K]

Wärmestrom

-konvektiver $Q = m c_p \Delta t$ [kW]

Wärmeübergang m [kg/s]

-Verdampfung,

Kondensation $Q_{v,k} = m r$ [kW]

-auf die Fläche $Q = \alpha A \Delta t$ [kW]

Übertragungsfläche A [m^2]

Wärmeübertragungskoeffizient α [W/ m^2 K]

-stationärer Wärmedurchgang

$$Q = k A \Delta t_m \text{ [kW]}$$

Wärmedurchgangskoeffizient k [W/ m^2 K]

Wärmedurchgangswiderstand

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$$

Wandstärke δ [m]

Wärmeleitzahl: Wärmeleitfähigkeit

des Stoffes λ [W/m K]

Bl. EV03

aktualisiert 2013.03.22

Hilfsblätter für den Anlagenbauer

EV Vorgang Parameter

Berechnung des Wärmeüberganges

Modelltheorie, Ähnlichkeitslehre benutzen
 dimensionslose Kennzahlen.

Kennzahlen

Reynolds-Zahl $Re = w L_c \rho / \eta$ (1883)

w [m/s] L_c [m] charakteristische Länge

Prandtl-Zahl $Pr = \eta c_p / \lambda$ (1910)

Nusselt-Zahl $Nu = \alpha L_c / \lambda$ (1909)

Berechnungsmethoden werden aus dem allgemeinen Zusammenhang der Kennzahlen abgeleitet:

$$Nu = C Re^m Pr^n$$

Wärmeübertragungskoeffizient $\alpha = f(Nu) = f(Re, Pr)$

$\alpha = f(\text{Belastung} - w, \text{Konstruktion} - L_c, \text{Stoff} - \rho, c_p, \lambda, \eta)$

Die Verwendung mittlerer Stoffwert-Größen erlaubt vereinfachte, überschaubare Entwurfsberechnungen, z.B. für organische Flüssigkeiten:

$\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ $c_p = 2,0 \text{ kJ/kg K}$ $\lambda = 0,13 \text{ W/m K}$

Mittelwerte für Wasser:

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ $c_p = 4,2 \text{ kJ/kg K}$ $\lambda = 0,6 \text{ W/m K}$

Bl. EV04

aktualisiert 2013.03.22