

SCAMBIO TERMICO

$$Q = F \cdot \lambda \quad \text{calore latente (con passaggio di stato)}$$

$$Q = F \cdot C_p \cdot \Delta T \quad \text{calore sensibile (senza passaggio di stato)}$$

$$Q = U_D \cdot A \cdot \Delta T_{ml} \quad \text{potenza termica}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad \text{differenza di temperatura logaritmica media}$$

EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPORE

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{eb}}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad \text{equazione di Clausius-Clapeyron}$$

$$\ln P = A - \frac{B}{T+C} \quad \text{equazione di Antoine}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \text{equazione dei gas ideali}$$

$$P_i = y_i \cdot P \quad \text{equazione di Dalton}$$

$$P_i = x_i \cdot P_i^0 \quad y_i = \frac{x_i \cdot P_i^0}{P} \quad \text{legge di Raoult}$$

$$P = x_A \cdot P_A^0 + (1 - x_A) \cdot P_B^0 \quad \text{legge di Raoult per miscela binaria ideale}$$

$$x_A = \frac{P - P_B^0}{P_A^0 - P_B^0} \quad y_A = \frac{x_A \cdot P_A^0}{P} \quad \text{diagramma di equilibrio (x,T) isobaro}$$

$$\alpha_{AB} = \frac{P_A^0}{P_B^0} \quad \text{volatilità relativa}$$

$$y = \frac{x \cdot \alpha_{AB}}{1 + x \cdot (\alpha_{AB} - 1)} \quad \text{diagramma di equilibrio (x,y)}$$

$$p_A = H \cdot x_A \quad \text{legge di Henry}$$

RETTIFICA

$$F = D + W \quad F \cdot z_F = D \cdot x_D + W \cdot x_W \quad \text{bilanci di materia}$$

$$R = \frac{L}{D} \quad \text{rapporto di riflusso}$$

$$y = \frac{R}{R+1} \cdot x + \frac{x_D}{R+1} \quad \text{retta di lavoro superiore}$$

$$H = F \cdot h \quad \text{entalpia di una corrente}$$

$$h = C_p \cdot T \quad \text{entalpia specifica di una corrente}$$

$$q = \frac{H_V - H_F}{\Delta H_{ev}} \quad \text{condizioni termiche alimentazione}$$

$$L' = L + q \cdot F \quad V = V' + (1 - q) \cdot F \quad \text{traffici in colonna}$$

$$y = \frac{q}{q-1} \cdot z_F - \frac{z_F}{q-1} \quad \text{q-line}$$

$$Q_C = V \cdot \lambda_V \quad \text{potenza termica condensatore di testa}$$

$$F_A = \frac{Q_C}{C_{PA} \cdot \Delta T_A} \quad F_A = \frac{V \cdot (h_V - h_{VC})}{h_u - h_i} \quad \text{portata di acqua al condensatore di testa}$$

$$A = \frac{Q_C}{U_D \cdot \Delta T_{ml}} \quad \text{superficie di scambio termico condensatore di testa}$$

$$Q_R = Q_D + Q_W + Q_C - Q_F \quad \text{bilancio termico colonna}$$

$$Q_R = VB \cdot \lambda_{VB} \quad \text{potenza termica ribollitore di fondo}$$

$$VB = \frac{Q_R}{\lambda_{VB}} \quad \text{portata vapore di rete al ribollitore di fondo}$$

$$A = \frac{Q_R}{U_D \cdot \Delta T} \quad \text{area di scambio termico ribollitore di fondo}$$

$$R_m = \frac{x_D - y_F}{y_F - z_F} \quad R_m = \frac{x_D - y_0}{y_0} \quad \text{rapporto di riflusso minimo}$$

$$R_e = k \cdot R_m \quad \text{rapporto di riflusso effettivo}$$

$$\eta_C = \frac{N_t}{N_e} \quad \text{efficienza della colonna}$$

$$S = \frac{V_v}{u_v} \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} \quad \text{sezione e diametro colonna}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \sqrt{\frac{V}{V'}} \quad \text{rapporto diametri colonna}$$

### DISTILLAZIONE FLASH

$$F = D + W \quad W = q \cdot F \quad D = (1 - q) \cdot F \quad \text{portate correnti prodotte dal flash}$$

$$y_D = \frac{q}{q-1} \cdot x_W - \frac{z_F}{q-1} \quad \text{q-line per il flash}$$

### DISTILLAZIONE IN CORRENTE DI VAPORE

$$\frac{F_V}{F_A} = \frac{P_V^0}{P_A^0} \quad \text{rapporto vapore/componente volatile}$$

### ESTRAZIONE S-L

$$F + S = M = E + R \quad \text{bilancio materia globale}$$

$$F \cdot x_F + S \cdot x_S = M \cdot x_M = E \cdot x_E + R \cdot x_R \quad \text{bilancio soluto}$$

$$F \cdot y_F + S \cdot y_S = M \cdot y_M = E \cdot y_E + R \cdot y_R \quad \text{bilancio solvente}$$

$$F \cdot z_F = M \cdot z_M = R \cdot z_R \quad \text{bilancio inerte}$$

$$x + y + z = 1 \quad \text{per ogni corrente}$$

$$\epsilon = \frac{F \cdot x_F - R \cdot x_R}{F \cdot x_F} \quad \text{resa di estrazione}$$

$$r = \frac{x_R + y_R}{z_R} \quad y_R = \frac{r}{r+1} - x_R \quad \text{soluzione/inerte costante - parallela all'ipotenusa}$$

$$r = \frac{y_R}{z_R} \quad y_R = \frac{r}{r+1} \cdot (1 - x_R) \quad \text{solvente/inerte costante - uscente da vertice C verso lato opposto}$$

### ESTRAZIONE L-L

$$X = \frac{m_{CR}}{m_A} \quad Y = \frac{m_{CE}}{m_B} \quad \text{frazioni di massa}$$

$$X = \frac{x}{1-x} \quad Y = \frac{y}{1-y} \quad \text{conversione frazioni molari in frazioni (rapporti) di massa}$$

$$x = \frac{X}{1+X} \quad y = \frac{Y}{1+Y} \quad \text{conversioni frazioni di massa in frazioni molari}$$

$$Y = K_r \cdot X \quad \text{legge di Nernst}$$

$$\epsilon = \frac{X_F - X_R}{X_F} \quad \text{resa di estrazione stadio singolo}$$

$$\frac{B}{A} = \frac{X_F - X_R}{Y_E - Y_S} \quad \text{rapporto solvente/diluyente stadio singolo}$$

$$\frac{X_F}{X_R} = \frac{B \cdot K_r}{A} + 1 = \varphi + 1 \quad \text{per estrazione con solvente puro (Y_S = 0)}$$

$$\varphi = \frac{B \cdot K_r}{A} = \frac{C_E}{C_R} \quad \text{fattore di estrazione}$$

$$\frac{B}{A} = \epsilon \cdot \frac{X_F}{K_r \cdot X_r} \quad \text{correlazione rapporto B/A con resa di estrazione per solvente puro}$$

$$x_R = \frac{A \cdot X_F}{A + B \cdot K_r} \quad \text{calcolo analitico per singolo stadio}$$

$$Y = -\frac{A}{B} \cdot (X - X_F) + Y_S \quad \text{retta di lavoro per singolo stadio e correnti incrociate}$$

$$n = \frac{\log \frac{X_F}{X_n}}{\log(\varphi + 1)} \quad \text{calcolo analitico numero stadi correnti incrociate}$$

$$X_n = \frac{X_F}{(\varphi + 1)^n} \quad \text{raffinato per ogni stadio correnti incrociate}$$

$$n = \frac{\log \left[ \left( \frac{X_F - Y_S / K_r}{X_n - Y_S / K_r} \right) \cdot \left( 1 + \frac{1}{\varphi} \right) + \frac{1}{\varphi} \right]}{\log \varphi} \quad \text{equazione di Kremser per } \varphi \neq 1$$

$$n = \frac{X_F - Y_S / K_r}{X_n - Y_S / K_r} - 1 \quad \text{equazione di Kremser per } \varphi = 1$$

$$Y = \frac{A}{B} \cdot (X - X_n) + Y_S \quad \text{retta di lavoro per stadi multipli in controcorrente}$$

$$\left( \frac{A}{B} \right)_{eff} = m \cdot \left( \frac{A}{B} \right)_{max} \quad \text{rapporto A/B effettivo (operativo) con } m < 1$$

$$\eta_G = \frac{n_T}{n_E} \quad \text{efficienza globale stadi di estrazione}$$

### ASSORBIMENTO

$$Y = K \cdot X \quad \text{retta di equilibrio}$$

$$Y = \frac{L}{G} \cdot (X - X_u) + Y_S \quad \text{retta di lavoro per fondo colonna}$$

$$Y = \frac{L}{G} \cdot (X - X_i) + Y_u \quad \text{retta di lavoro per testa colonna}$$

$$\left( \frac{L}{G} \right)_{min} = \frac{L_{min}}{G} = \frac{Y_P - Y_u}{X_P - X_i} \quad \text{rapporto minimo dal punto di pinch P}$$

$$\frac{L_{eff}}{G} = m \cdot \frac{L_{min}}{G} \quad \text{rapporto effettivo con } m > 1$$

$$\frac{L_{eff}}{G} = \frac{Y_i - Y_u}{X_u - X_i} \quad X_u = \frac{1}{\frac{L_{eff}}{G}} \cdot (Y_i - Y_u) + X_i \quad \text{punto di fondo colonna}$$

$$\eta = \frac{N_{id}}{N_{eff}} \quad \text{efficienza complessiva colonna}$$

### STRIPPING

$$Y = K \cdot X \quad \text{retta di equilibrio}$$

$$Y = \frac{F}{V} \cdot (X - X_u) + Y_i \quad \text{retta di lavoro (fondo colonna)}$$

$$\left( \frac{F}{V} \right)_{max} = \frac{F}{V_{min}} = \frac{Y_P - Y_i}{X_P - X_u} \quad \text{rapporto massimo dal punto di pinch P}$$

$$\frac{F}{V_{eff}} = m \cdot \frac{F}{V_{min}} \quad \text{rapporto effettivo con } m < 1$$

$$\frac{F}{V_{eff}} = \frac{Y_u - Y_i}{X_i - X_u} \quad Y_u = \frac{F}{V_{eff}} \cdot (X_i - X_u) + Y_i \quad \text{punto di testa colonna}$$