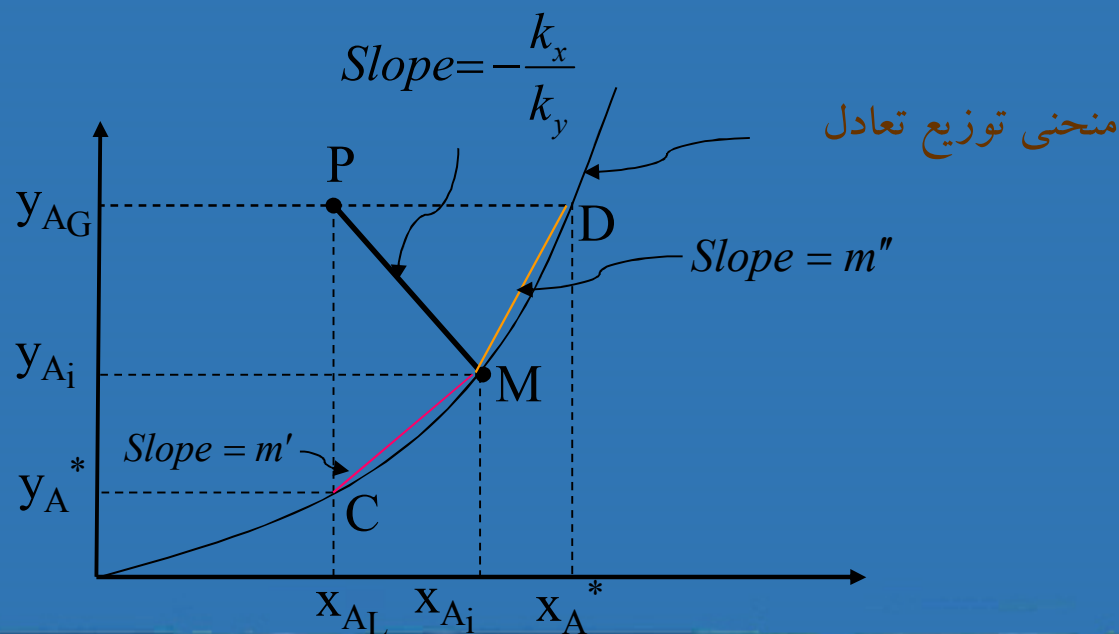


ضرایب جمعی موضعی انتقال جرم



Mass Transfer

متأسفانه، اندازه گیری مستقیم غلظت در فصل مشترک دو فاز تقریباً غیرممکن است. زیرا تغییر غلظت از مثلاً y_{Ai} به y_{AG} در فاصله بسیار کوچکی از فصل مشترک صورت می گیرد. محاسبه شدت انتقال جرم بین دو فاز با استفاده از غلظت‌های توده دو فاز در نظر گرفتن اثر جمعی مقاومت دو فاز انجام پذیر است. با توجه به شکل رسم شده نقطه ای به عرض y_A^* که در حال تعادل با x_{AL} است نقطه ثابتی می باشد و به این جهت می تواند به عنوان معیاری از غلظت x_{AL} بکار رود.



Mass Transfer

علاوه بر آن، غلظت y_A^* مبنای یکسانی با غلظت y_{AG} دارد. بنابراین، به جای مقایسه y_{AG} با x_{AL} می توان y_{AG} را با y_A^* مقایسه کرده، تفاضل $(y_{AG} - y_A^*)$ را به عنوان معیاری از تغییر غلظت توده های دو فاز تعریف نمود و شدت انتقال جرم را نیز به کمک ضریب جمعی انتقال جرم بر حسب این مقدار تعیین کرد. به عبارت دیگر:

$$N_A = K_y (y_{AG} - y_A^*)$$

k_y : ضریب جمعی انتقال جرم برای فاز گاز

به کمک شکل می توان نیروی محرکه $(y_{AG} - y_A^*)$ را به صورت زیر نوشت:

$$\left. \begin{aligned} * \quad y_{AG} - y_A^* &= (y_{AG} - y_{Ai}) + (y_{Ai} - y_A^*) \\ m' &= \frac{y_{Ai} - y_A^*}{x_{Ai} - x_{AL}} \end{aligned} \right\} y_{AG} - y_A^* = (y_{AG} - y_{Ai}) + m'(x_{Ai} - x_{AL})$$



Mass Transfer

قبلاً نوشتیم :

$$N_A = K_y (y_{AG} - y_A^*) \quad \& \quad N_A = K_y (y_{AG} - y_{Ai}) \quad \& \quad N_A = K_x (x_{Ai} - x_{AL})$$

با ترکیب این روابط می توان نوشت :

$$* \longrightarrow \frac{N_A}{K_y} = \frac{N_A}{k_y} + \frac{m' N_A}{k_x} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x}$$

k_x : ضریب فردی انتقال جرم در فاز مایع

k_y : ضریب فردی انتقال جرم در فاز گاز



Mass Transfer

طبق رابطه $\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x}$ ، ملاحظه می شود که مقاومت کل برای انتقال جرم بین دو فاز برابر با مجموع مقاومت های موجود در هر فاز است. از این جهت، عبارت « دو مقاومت » برای این نظریه وجه تسمیه مناسبی می باشد. به همین ترتیب می توان غلظت X_A^* را که در حالت تعادل با y_{AG} است به عنوان معیاری از غلظت توده فاز گاز به کاربرد، و به کمک آن ضریب جمعی انتقال جرم در فاز مایع را به صورت زیر نوشت :

$$N_A = K_x (x_A^* - x_{AL})$$

که نیروی محرکه $(X_A^* - X_{AL})$ را می توان به صورت $(X_A^* - X_{Ai}) + (X_{Ai} - X_{AL})$ نوشت که اگر این مقادیر را بر حسب N_A بنویسیم داریم:

$$\frac{N_A}{K_x} = \frac{N_A}{k_x} + \frac{N_A}{m'' k_y} \quad m'' = \frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_A^* - x_{Ai}} \rightarrow \frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y} *$$



◆ Mass Transfer ◆

به کمک معادله * می توان نسبت های زیر را برای مقاومت نسبی هر فاز در مقابل انتقال جرم بدست آورد.

$$\frac{1/k_y}{1/K_y} = \frac{\text{مقاومت در فاز گاز}}{\text{مقاومت کل}} \qquad \frac{1/k_x}{1/K_x} = \frac{\text{مقاومت در فاز مایع}}{\text{مقاومت کل}}$$

چنانچه مقادیر k_x و k_y تقریباً با هم برابر باشند مقدار m' نشان خواهد داد که کدام یک از دو فاز مقاومت بیشتری را در مقابل انتقال جرم ایجاد می نماید.



◆ Mass Transfer ◆

در حالتی که منحنی تعادل دارای شیب کمی باشد، m' عدد کوچکی خواهد بود و در حالت تعادل غلظت بسیار کمی از جزء A در فاز گاز منجر به ایجاد غلظت زیادی از آن در فاز مایع خواهد گردید. یا به عبارتی جزء A تمایل زیادی نسبت به انحلال در فاز مایع را دارد. به عبارت دیگر $\frac{m'}{k_x}$ در مقایسه با $\frac{1}{k_y}$ مقدار کوچکی خواهد بود و در این حالت مقاومت در فاز گاز عامل کنترل کننده شدت انتقال جرم است و می توان نوشت که:

$$\frac{1}{K_y} \cong \frac{1}{k_y} \quad \& \quad y_{AG} - y_A^* \cong y_{AG} - y_{Ai}$$

بر عکس، چنانچه حالتی را در نظر بگیریم که منحنی تعادل دارای شیب زیادی باشد، m' عدد بزرگی خواهد بود (در این حالت جزء A تمایل بسیار کمی نسبت به انحلال در فاز مایع را دارد).



Mass Transfer

چنانچه مقادیر k_x و k_y تقریباً با یکدیگر برابر باشند، عبارت $\frac{1}{m''k_y}$ در مقایسه با عبارت $\frac{1}{k_x}$ مقدار کوچکی خواهد بود، به طوری که می توان گفت که مقاومت اصلی برای انتقال جرم بین دو فاز در فاز مایع می باشد و مقاومت در این فاز عامل کنترل کننده شدت انتقال جرم است. همچنین در حالتی که m'' بسیار بزرگ باشد خواهیم داشت که:

$$\frac{1}{K_x} \cong \frac{1}{k_x} \quad \Rightarrow \quad x_A^* - x_{A_L} \cong x_{A_i} - x_{A_L}$$

* تأثیر درجه حرارت بر ضریب انتقال جرم مایع به مراتب بیشتر از اثر آن بر ضریب انتقال جرم فاز گاز است، پس تغییر دادن درجه حرارت وسیله مناسبی برای تشخیص فازی است که کنترل کننده شدت انتقال جرم می باشد.



◆ Mass Transfer ◆

به طور کلی اگر انتقال جرم بین دو فاز دلخواه E و R مطرح باشد و غلظت در فاز E را با i و غلظت

در فاز R را با j نشان دهیم خواهیم داشت:

$$\frac{1}{K_E} = \frac{1}{k_E} + \frac{m'}{k_R}$$

$$\frac{1}{K_R} = \frac{1}{k_R} + \frac{1}{m''k_E}$$

$$m' = \frac{i_{A_i} - i_{A}^*}{j_{A_i} - j_{A_R}} \quad \& \quad m'' = \frac{i_{A_E} - i_{A_i}}{j_{A}^* - j_{A_i}}$$

$$i_{A}^* = f(j_{A_R}) \quad \& \quad i_{A_E} = f(j_{A}^*)$$



ضرایب جمعی موضوعی - حالت عمومی



◆ Mass Transfer ◆

استفاده از ضرایب انتقال جرم نوع K هنگامی جایز است که انتقال جرم محدود به نفوذ یک جزء در یک محیط ساکن و یا نفوذ متقابل اجزاء با شدت مولی معادل مطرح باشد. در غیر این صورت و یا چنانچه انتقال جرم با شدت بسیار زیادی صورت گیرد باید از ضرایب عمومی F استفاده نمود. با استفاده از آنچه تا کنون بیان شد، می توان روابط بین ضرایب جمعی عمومی انتقال جرم و ضرایب فردی عمومی هر فاز را بدست آورد.

F_G : ضریب فردی عمومی انتقال جرم در فاز گاز

F_L : ضریب فردی عمومی انتقال جرم در فاز مایع

آنگاه:



Mass Transfer

$$N_A = \frac{N_A}{\sum N} \cdot F_G \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_i}}{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_G}} \right]$$

$$N_A = \frac{N_A}{\sum N} \cdot F_L \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_L}}{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_i}} \right]$$

⇒

$$\Rightarrow \cancel{\frac{N_A}{\sum N}} \cdot F_G \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_i}}{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_G}} \right] = \cancel{\frac{N_A}{\sum N}} \cdot F_L \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_L}}{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_i}} \right] \Rightarrow$$



Mass Transfer

$$\Rightarrow \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_i}}{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_G}} \right] = \frac{F_L}{F_G} \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_L}}{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_i}} \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_i}}{\frac{N_A}{\sum N} - y_{A_G}} = \left(\frac{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_L}}{\frac{N_A}{\sum N} - x_{A_i}} \right)^{\frac{F_L}{F_G}}$$

به علت وجود عبارت $\frac{N_A}{\sum N}$ ، که معمولاً مقدار نامعلومی است، محاسبه y_{A_i} و x_{A_i} تنها از طریق حدس و خطا ممکن می گردد.



Mass Transfer

ضرایب عمومی انتقال جرم بین دو فاز F_{OG} و F_{OL} ، به صورت زیر تعریف می شود:

$$N_A = \frac{N_A}{\sum N} \cdot F_{OG} \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - y_A^*}{\frac{N_A}{\sum N} - y_{AG}} \right] \quad \& \quad N_A = \frac{N_A}{\sum N} \cdot F_{OL} \cdot \ln \left[\frac{\frac{N_A}{\sum N} - x_{AL}}{\frac{N_A}{\sum N} - x_A^*} \right]$$

$$\frac{1}{F_{OG}} = \frac{1}{F_G} + \frac{m'}{F_L} \quad \& \quad \frac{1}{F_{OL}} = \frac{1}{m'' F_G} + \frac{1}{F_L}$$

