

Mô hình hoạt cải quá trình truyền khối

- ❖ Truyền khối trong 1 pha
- ❖ Truyền khối giữa 2 pha

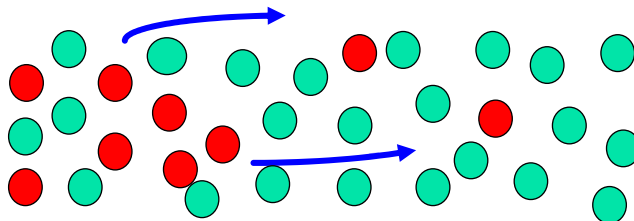
❖ Truyền khối trong 1 pha

Khái niệm
Động lực – cân bằng
Cơ chế
Tốc độ quá trình



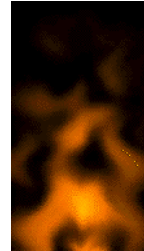
Truyền khối trong một pha

- **Khái niệm:**
 - Truyền khối trong 1 pha là sự **dịch chuyển vật chất** trong lòng 1 pha.
 - Chiều: C cao – C thấp



Quá trình truyền khối trong 1 pha

- Khuếch tán trong khí quyển

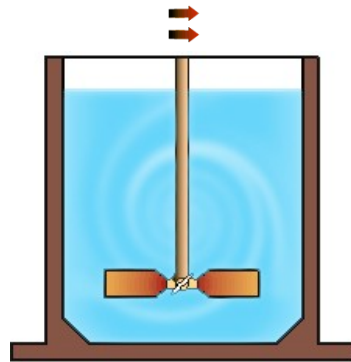


Quá trình truyền khối trong 1 pha

- Trộn nước thải và nước nguồn

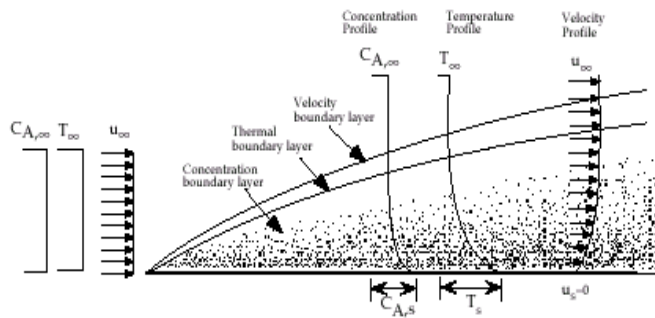


Quá trình truyền khối trong 1 pha



- Khuấy trộn trong công trình xử lý

Động lực: chênh lệch nồng độ



- Chênh lệch nồng độ trong một pha

Động lực TK trong 1 pha: sai biệt nồng độ



■ Trong pha khí:



- Áp suất riêng phần (p) → at, Pa, mmHg
- Phần mol (y) → phần mol
- Nồng độ mol (C) → mol/m³

Động lực TK trong 1 pha: sai biệt nồng độ



■ Trong pha lỏng

- Phần mol (y) → phần mol
- Nồng độ mol (C) →



Bài toán



- Thành phần pha
- Biểu diễn nồng độ
- Các công cụ tính toán
 - Cách viết chữ số có nghĩa
 - Quy tắc toán học

Ví dụ 1. Nồng độ pha lỏng. 5 phút



- Cho dung dịch axit axetic nồng độ 10% khối lượng trong nước ở điều kiện chuẩn.

Hãy xác định nồng độ phân mol của axit (x_A) và tỉ lệ mol (X_A) của axit trong dung dịch.

Nguyên tắc căn bản giải bài toán kỹ thuật

- Tóm tắt đề, chuyển sang ngôn ngữ kỹ thuật
- Xác định công thức áp dụng
- Tìm các thông số trong công thức
- Kết luận
 - Kết quả
 - Nhận xét
 - Đánh giá

CHUYỂN ĐỔI NỒNG ĐỘ

Nồng độ cấu tử A	x	\bar{x}	X	\bar{X}	C	\bar{C}
	Phần mol	Phần khối lượng	Tỉ số mol	Tỉ số khối lượng	Nồng độ mol	Nồng độ khối lượng
x	$\frac{\text{kmolA}}{\text{kmol(A+B)}}$	$\frac{\bar{x}M_A}{M_A + \bar{x}M_B}$	$\frac{X}{1+X}$	$\frac{\bar{X}}{\frac{X}{M_A} + \frac{1}{M_B}}$	$\frac{C}{\rho/M_A}$	$\frac{\bar{C}}{\rho/M_A}$
\bar{x}	$\frac{xM_A}{M_B}$	$\frac{\text{kgA}}{\text{kg(A+B)}}$	$\frac{XM_A}{XM_A + M_B}$	$\frac{\bar{X}}{1+\bar{X}}$	$\frac{CM_A}{\rho}$	$\frac{\bar{C}}{\rho}$
X	$\frac{x}{1-x}$	$\frac{xM_A}{M_B}$	$\frac{\text{kmolA}}{\text{kmolB}}$	$\frac{\bar{X}M_B}{M_A}$	$\frac{CM_B}{\rho - CM_A}$	$\frac{\bar{C}M_B}{\frac{\rho}{M_B} - \frac{C}{M_A}}$
\bar{X}	$\frac{xM_A}{M_B}$	$\frac{\bar{x}}{1-\bar{x}}$	$\frac{XM_A}{M_B}$	$\frac{\text{kgA}}{\text{kgB}}$	$\frac{CM_A}{\rho - CM_A}$	$\frac{\bar{C}}{\rho - \bar{C}}$
C	$\frac{x\rho}{M_B}$	$\frac{\bar{x}}{M_A\rho}$	$\frac{X\rho}{XM_A + M_B}$	$\frac{\bar{X}M_A}{(1+\bar{X})\rho}$	$\frac{\text{kmolA}}{\text{m}^3(\text{A+B})}$	$\frac{\bar{C}}{M_A}$
\bar{C}	$\frac{xM_A\rho}{M_B}$	$\bar{x}\rho$	$\frac{XM_A\rho}{XM_A + M_B}$	$\frac{\bar{X}\rho}{1+\bar{X}}$	CM_A	$\frac{\text{kgA}}{\text{m}^3(\text{A+B})}$

Chuyển đổi nồng độ

- $M_{hh} = x \cdot M_A + (1-x)M_B$.

$$X = \frac{\bar{C}}{M_A} \cdot V$$

- Pha khí:

- Nồng độ %

$$C\% = \frac{g_A}{g_{(A+B)}} = \frac{g_A}{g_A + g_B}$$

- Nồng độ mol

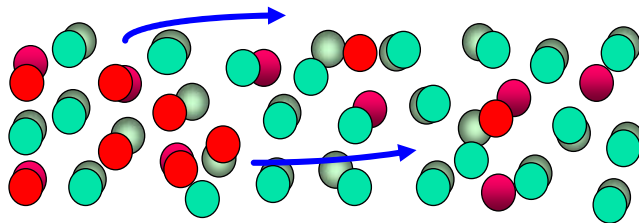
$$X = \frac{\text{mol}_A}{\text{mol}_A + \text{mol}_B} = \frac{g_A / M_A}{g_A / M_A + g_B / M_B}$$

VD2. Nồng độ pha khí. 5 phút

- Axeton trong xưởng sơn có nồng độ $400\text{mg}/\text{m}^3$ ở 35°C . Xác định nồng độ phần mol của axeton trong không khí.

Cân bằng truyền khối trong 1 pha

- Trạng thái cân bằng:
nồng độ các cấu tử của hệ đồng nhất
(bằng nhau tại mọi điểm)

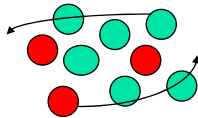


Cơ chế truyền khối trong 1 pha

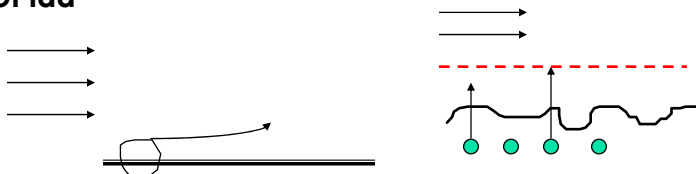
Toàn khối



Khuếch tán



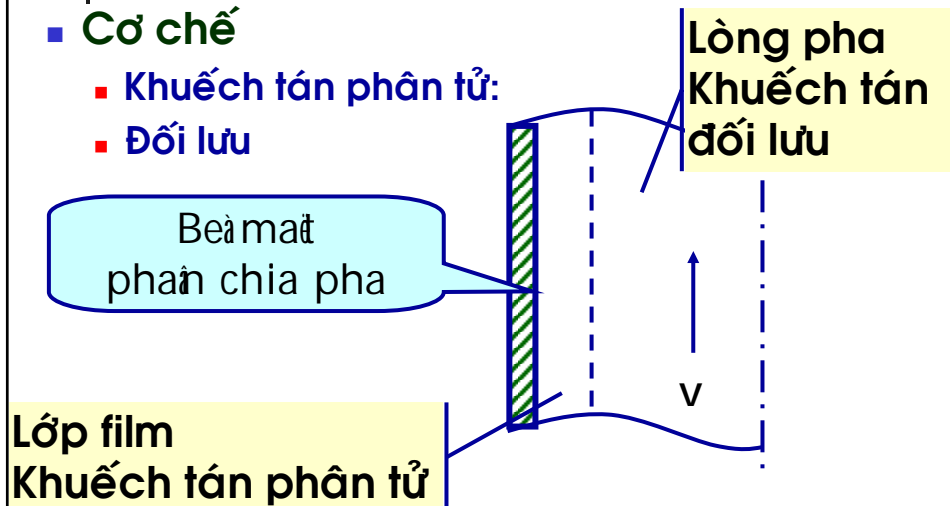
Đối lưu



Cơ chế TK 1 pha

■ Cơ chế

- Khuếch tán phân tử:
- Đối lưu



Cơ chế truyền khối 1 pha

- Khuếch tán phân tử
 - (molecular diffusion)
- Khuếch tán đối lưu
 - (convection)
- Khái niệm
- Động lực
- Cân bằng
- Động học

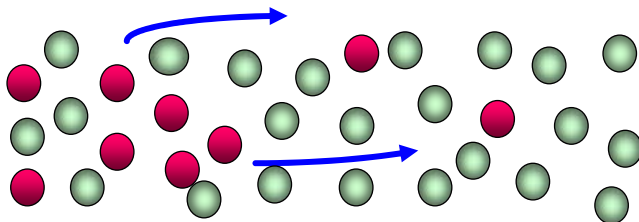


Khuếch tán phân tử – diffusion

- Khuếch tán: sự **dịch chuyển** vật chất (ở mức độ **phân tử**) đi đến trạng thái **cân bằng nồng độ** 1 chất trong pha đó.
- Ý nghĩa
 - Quá trình kín trong 1 pha
 - Dần dần sự đồng đều mật độ (nồng độ).
Đó là sự cân bằng động năng của quá trình chuyển động hỗn loạn của các phân tử, nguyên tử hay ion.

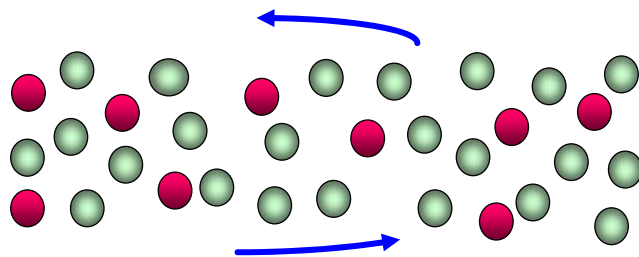
Khuếch tán phân tử

- Truyền khối



Khuếch tán phân tử

- Cân bằng



Khuếch tán phân tử

- Định luật Fick

$$J_A = -D_{AB} \frac{\partial C_A}{\partial z}$$

thông lượng (mol/cm².s)

Khuếch tán phân tử

■ Tốc độ truyền khối

- $M = K_x \cdot F \cdot \Delta x = K_y \cdot F \cdot \Delta y, \quad (\text{kg/s})$

■ Tốc độ truyền nhiệt

- $Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta T, \quad (\text{J/s})$

Khuếch tán phân tử

■ Khuếch tán trong pha khí

- Khuếch tán 1 chiều, ổn định

$$N_A = \frac{D_{AB}}{z} \cdot (C_{A1} - C_{A2})$$

- (mol/Thời gian/diện tích)

- Khuếch tán ổn định A qua B không khuếch tán

- (mol/Thời gian/diện tích)

$$N_A = \frac{D_{AB}}{z} \cdot \frac{C}{C_{BM}} (C_{A1} - C_{A2})$$

Khuếch tán phân tử

- Hệ số khuếch tán trong pha khí

$$D_{AB} = \frac{4,3 \cdot 10^3 T^{3/2}}{P(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)^{1/2}$$

$^{\circ}\text{K}$ (đến $T^{3/2}$)
 cm^2/s (đến D_{AB})
 at (đến P)
 cm^3/mol (đến $V_A^{1/3}$ và $V_B^{1/3}$)
 g/mol (đến M_A và M_B)

VD3. Hệ số khuếch tán trong pha khí

- VD 2.3. QTTBT3/21
- Tính hệ số khuếch tán của hơi etanol qua không khí ở 1at, 0°C
 - Công thức tính
 - Nhận xét, đánh giá kết quả

Khuếch tán phân tử

- Khuếch tán trong pha lỏng
 - Khuếch tán tương đương

$$C_A = \frac{D_A}{z} F(C_{A1} - C_{A2})$$

- (mol/Thời gian)
- Khuếch tán một chiều
 - (mol/Thời gian)

$$C_A = -\frac{D_A}{z} F \frac{C_A}{C_{BM}} (C_{A2} - C_{A1})$$

Khuếch tán phân tử

- Hệ số khuếch tán trong pha lỏng
 - Điều kiện: dd loãng, $\mu_{dm} < 100$ cP.

$$D_{AB} = \frac{7,4 \cdot 10^{-8} \sqrt{\beta \cdot M_B \cdot T}}{\mu' \cdot V_A^{0,6}}$$

Units: cm^2/s , g/mol , $^{\circ}K$, cP , cm^3/mol



Khuếch tán phân tử Khuếch tán trong pha lỏng

- Dung dịch loãng (20°C)

$$D_{AB} = \frac{1.10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}}{AB \cdot \sqrt{\mu_B} \cdot (V_A^{1/3} - V_B^{1/3})^2}$$

m²/s

cP

cm³/mol

g/mol



Khuếch tán phân tử Khuếch tán trong pha lỏng

- Dung dịch loãng (20°C)

$$D_{T_2} = D_{20} (1 + b (T_2 - 20))$$

$$b = \frac{0,2\sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\rho}}$$

VD4. Hệ số khuếch tán pha lỏng



- VD4.

Tính hệ số khuếch tán của khí sunfua hydro trong nước ở 40°C.

VD5. Tốc độ khuếch tán



- VD5. Bài tập 2.5. (T3)/ 25. Tốc độ khuếch tán. Truyền khối 1 pha

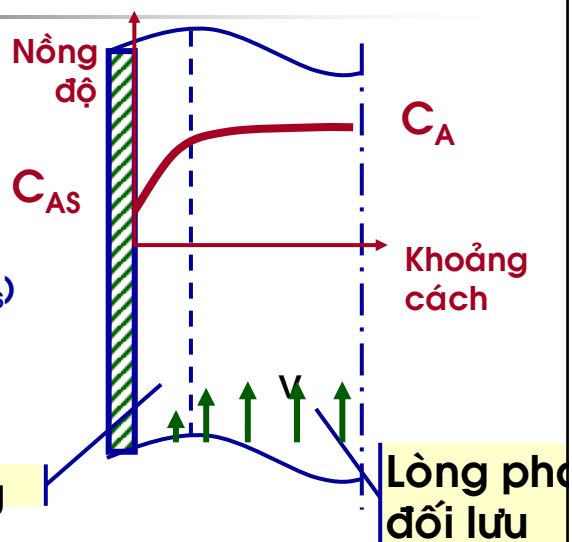
Tính toán mẫu

- Xem VD 2.1. QTTBT3/18;
- Xem VD 2.4. QTTBT3



Khuếch tán đối lưu – Quá trình cấp khối

- Khái niệm
- Cơ chế
- Động lực
- Tốc độ:
 - $C_A = k \cdot F (C_A - C_{AS})$
 - mol/s

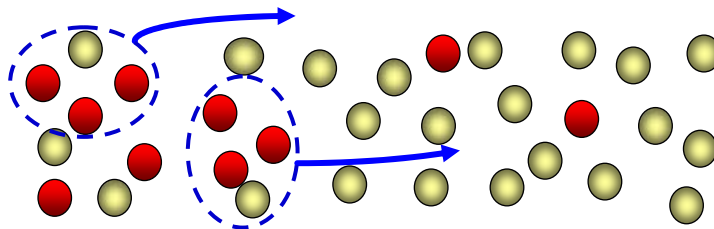


Khuếch tán đối lưu – convection

- Khái niệm: trong 1 pha có sự dịch chuyển vật chất do các **phần tử chuyển động** → đạt đến sự cân bằng nồng độ trong 1 pha.
 - Phần tử > phân tử về kích thước.
- Ý nghĩa:
 - Khuếch tán đối lưu bao gồm cả khuếch tán phân tử

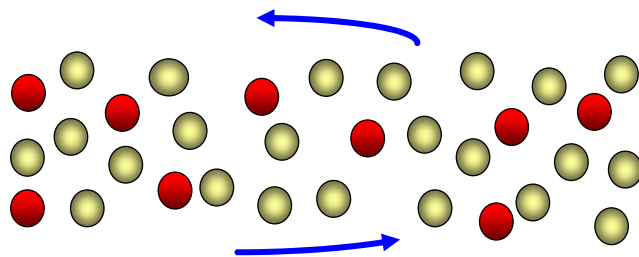
Khuếch tán đối lưu

- Truyền khối



Khuếch tán đối lưu

■ Cân bằng



Khuếch tán đối lưu

■ Vận tốc truyền khối

$$C_A = k \cdot F (C_A - C_{AS}), \quad \text{mol/s}$$

- k : hệ số cấp khối, m/s

$$N_A = -D_{AB} \left(\frac{\partial C_A}{\partial z} \right)_{z=0} = k_L (C_A - C_{AS})$$

mol/m².s.

- k_L : hệ số cấp khối, mol/(s.m².(mol/m³))

Hệ số truyền khối 1 pha trong pha khí

- **Nồng độ** → hệ số truyền khối
 - Áp suất riêng phần: $p = (\text{at, Pa, mmHg})$
→ $k_G = (\text{mol/diện tích.thời gian.áp suất})$
 - Phần mol $y = (\text{phần mol})$
→ $k_y = (\text{mol/diện tích.thời gian.phần mol})$
 - Nồng độ mol: $C = (\text{mol/m}^3)$
→ $k_C = (\text{mol/diện tích.thời gian.(mol/thể tích)})$

Hệ số truyền khối 1 pha Trong pha lỏng

- **Nồng độ**
 - Phần mol: $y = (\text{phần mol})$
→ $k_x = (\text{mol/diện tích.thời gian.phần mol})$
 - Nồng độ mol: $C = (\text{mol/m}^3)$
→ $k_L = (\text{mol/diện tích.thời gian.mol/thể tích})$
= (chiều dài/thời gian)

HỆ SỐ CẤP KHỐI

- Phụ thuộc đại lượng vật lý và điều kiện thủy động của hệ đang xét



Tốc độ cấp khối

- Điều kiện giả thiết
 - Không có phản ứng hoá học (không có nguồn sinh chất đang xét)
 - Truyền khối theo phương x, y không đáng kể so với phương z.
 - Trạng thái ổn định
 - D, ρ, μ không đổi theo thời gian

Hệ số cấp khối

- Phương trình chuẩn số:

$$Sh = A \cdot Re^m \cdot Pr^n \cdot Gr^f \cdot Fr^p \left(\frac{l}{l_0} \right)^k$$

Chuẩn số

- Reynold number

- Khái niệm :

- Ý nghĩa

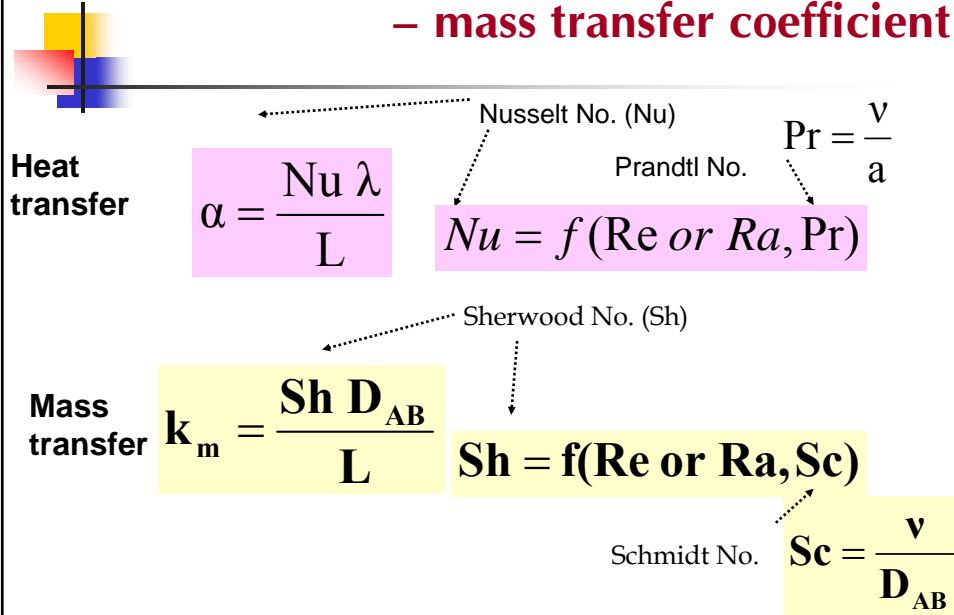
- Chế độ chuyển động của lưu thể
- Tác dụng của lực nhớt trong dòng chảy

- Áp dụng

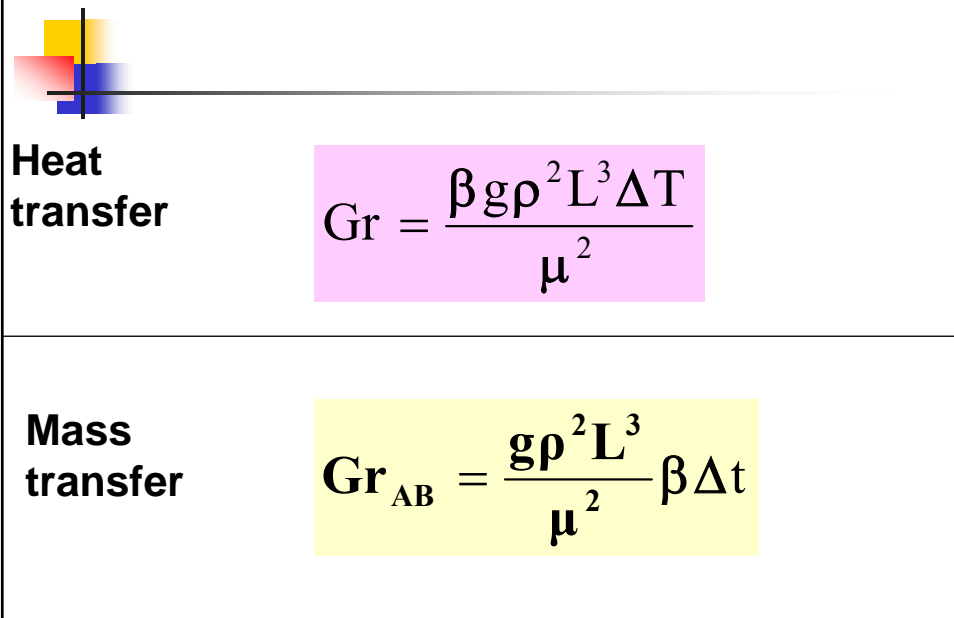
- Chảy tầng: $Re \leq 2.300$
- Chảy quá độ: $Re = 2.300-10.000$
- Chảy rối: $Re \geq 10.000$

$$Re = \frac{u \cdot l}{\nu} = \frac{u \cdot l \rho}{\mu}$$

Hệ số truyền khối tính theo chuẩn số – mass transfer coefficient



Grashof Number



Chuẩn số



- Phụ lục bài giảng
 - Chuẩn số – ký hiệu và đơn vị

Hệ số truyền khối



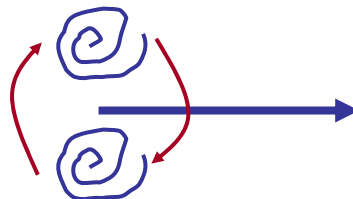
- Bảng 3.3. Hệ số truyền khối cho những trường hợp đơn giản
- QTTB T3 / 36 – 37

Chuẩn số - Numbers

- VD. Trong bảng 3.3/36 – 37
 - $Re \rightarrow I$ là đường kính trong của ống
 - $Re' \rightarrow I$ là đường kính ngoài của ống
 - $Re_x \rightarrow I$ là chiều dài mặt phẳng dọc theo chiều chuyển động của khí
 - $Re'' \rightarrow I$ là đường kính tương đương.
 - Pha khí là kích thước khe rỗng,
 - pha lỏng là chiều dày lớp lỏng.

Truyền vận trong lưu thể chảy rối

- Khái niệm
- Tốc độ truyền khối



Cụm xoáy



Thanks for enjoying !

