

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ - کدام یک از عملیات زیر مثالی برای تبلور، همراه با مواد اضافی (adductive crystallization) به شمار می آید؟

(۱) جداسازی طلا از سنگ های معدن به وسیله محلول سیانید

(۲) جداسازی روغن از پنبه دانه به وسیله هگزان

(۳) جداسازی ناخالصی رنگی موجود در محلول های شربت قند در اثر تماس با کربن فعال

(۴) جداسازی هیدروکربن های خطی از هیدروکربن های شاخه دار توسط اوره

۲ - به هنگام تعیین ضریب نفوذ در گازها، از تابع $f\left[\frac{kT}{\varepsilon}\right]$ استفاده می شود. این تابع با افزایش مقدار $\frac{kT}{\varepsilon}$ چگونه تغییر می کند؟

(۱) افزایش می یابد. (۲) کاهش می یابد.

(۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می یابد. (۴) نمی توان اظهار نظر کرد.

۳ - ضریب نفوذ جزء A در گاز B در فشار ۱ atm و دمای 27°C برابر $\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ 10^{-5} می باشد. ضریب نفوذ جزء A در گاز B در فشار ۲ atm و دمای 27°C برحسب $\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ چقدر است؟

(۱) 0.5×10^{-5} (۲) $1/5 \times 10^{-5}$ (۳) $2/5 \times 10^{-5}$ (۴) 2×10^{-5}

۴ - در پدید نفوذ در سیستم دو جزئی چه موقع $D_{AB} = D_{BA}$ است؟

(۱) وقتی که غلظت مولی کل ثابت باشد.

(۲) وقتی که فشار کلی سیستم ثابت باشد.

(۳) وقتی که نفوذ در جزء ساکن اتفاق بیفتد.

(۴) وقتی که نفوذ متقابل با مول های برابر داشته باشیم.

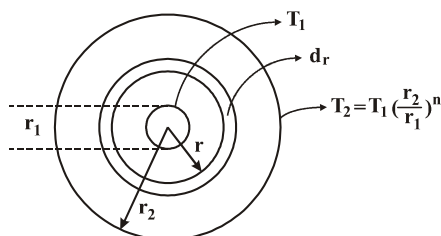
۵ - تحت چه شرایطی رابطه $N_A = J_A$ برقرار است؟

الف- نفوذ در جامدات ب- نفوذ دو طرفه با مول های برابر

ج- نفوذ در جزء ساکن د- نفوذ در گازها

(۱) الف و ج (۲) ب و ج (۳) الف و ب (۴) الف، ج، د

۶ - کدام گزینه مقدار دبی تبخیر جزء A از بدنه کره در شرایط ایزوترمال را به ما نشان می دهد؟



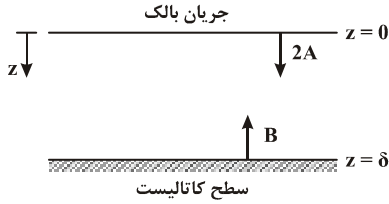
$$\frac{4\pi CD_{AB}}{r_1 - r_2} \ln \frac{1 - x_{A_2}}{1 - x_{A_1}} \quad (1)$$

$$- \frac{4\pi CD_{AB}}{r_1 - r_2} \ln \frac{1 - x_{A_2}}{1 - x_{A_1}} \quad (2)$$

$$\frac{4\pi CD_{AB}}{r_1 - r_2} \left(\frac{1}{T}\right) \ln \frac{1 - x_{A_1}}{1 - x_{A_2}} \quad (3)$$

$$\frac{4\pi CD_{AB}}{r_1 - r_2} \ln \frac{x_{A_2}}{x_{A_1}} \quad (4)$$

۷ - روی سطح کاتالیست $15C_0 / Al_2O_3$ واکنش $A \rightarrow B$ رخ می‌دهد و جزء B تشکیل می‌شود. کدام مورد صحیح است؟



$$(x_A = 2 - 2(1 - \phi / \Delta x_{A_0})^{(1 - \frac{z}{\delta})})$$

$$N_A = \frac{CD_{AB}}{2\delta} \ln \frac{1}{1 - \phi / \Delta x_{A_0}} \quad (1)$$

$$N_A = \frac{2CD_{AB}}{2\delta} \ln \frac{1 - x_{A_0}}{1 - \phi / \Delta x_{A_0}} \quad (2)$$

$$N_A = \frac{2CX_{A_0}}{\delta} \quad (3)$$

$$N_A = \frac{2CD_{AB}}{\delta} \ln \left(\frac{1}{1 - \phi / \Delta x_{A_0}} \right) \quad (4)$$

۸ - شدت انتقال جرم

(۱) در ناحیه آرام بیشتر است، زیرا گرادیان غلظت در این ناحیه بیشتر از ناحیه متلاطم است

(۲) در ناحیه درهم بیشتر است، زیرا گرادیان غلظت در این ناحیه بیشتر از جریان آرام است

(۳) در ناحیه درهم بیشتر است، زیرا حرکت گردانه‌ها سبب تسريع انتقال جرم می‌شود

(۴) در ناحیه درهم کمتر است، زیرا نفوذ مولکولی در جریان آرام باعث انتقال جرم بیشتر می‌شود

۹ - اگر در برج تقطیری که ۳ جریان خوراک، ۴ جریان محصول جانبی، ۲ جوش آور میانی و یک کندانسور میانی وجود دارد، از روش پانچون - ساواریت برای حل استفاده شود، تعداد نقاط تفاضل چقدر خواهد بود؟

۱۲ (۴)

۱۱ (۳)

۱۰ (۲)

۹ (۱)

۱۰ - در تقطیر یک مخلوط امتزاج‌ناپذیر با آب که در دماهای بالا به جوش می‌آید، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) استفاده از مبدل‌های سیفون حرارتی

(۲) استفاده از بخار مستقیم

(۳) استفاده از مبدل‌های پوسته و لوله

(۴) کاربرد تقطیر استخراجی

۱۱ - در حالت دو فازی بودن خوراک واحد تقطیر:

(۱) دو فاز را باید جداگانه تفکیک نمود و وارد برج کرد زیرا ورود بدون جداسازی بر تعداد سینی مورد نیاز مؤثر است.

(۲) خوراک را بدون جداسازی وارد برج می‌کنیم هر چند این عمل بر تعداد سینی‌های مورد نیاز مؤثر است.

(۳) خوراک را با گرم کردن یا سرد کردن به نقطه حباب و یا شبنم رسانیده و از زیر یا روی سینی، خوراک وارد می‌کنیم.

(۴) خوراک را بدون جداسازی وارد می‌کنیم زیر اثر کمی روی تعداد سینی مورد نیاز دارد.

۱۲ - با وارد کردن خوراک برج تقطیر به صورت مایع سرد تعداد مراحل و قطر ستون است.

(۱) کمتر - در قسمت دفع بیشتر

(۲) کمتر - در قسمت جذب بیشتر

(۳) بیشتر - در قسمت دفع بیشتر

(۴) بیشتر - در قسمت جذب بیشتر

۱۳ - در طراحی دستگاه‌های استخراج مایع کدام مورد صحیح است؟

(۱) فاز پراکنده همواره فاز مبدأ انتقال جرم است.

(۲) فاز پیوسته همواره فاز مبدأ انتقال جرم است.

(۳) فاز پراکنده همواره فاز با چگالی کمتر است.

(۴) انتخاب فاز پراکنده و پیوسته به شدت جریان‌های حجمی آن وابسته است.

۱۴ - کدام گزینه در مورد استفاده از بخار آزاد در برج‌های تقطیر صحیح نیست؟

(۱) در شرایطی از بخار آزاد استفاده می‌شود که خوراک محلول آبی باشد و آب جزء فراتر باشد.

(۲) در صورت استفاده از بخار آزاد تعداد سینی‌های مورد نیاز افزایش می‌یابد.

(۳) در صورت استفاده از بخار آزاد هزینه‌های کلی کاهش می‌یابد.

(۴) موازنه‌های بخش غنی سازی مستقل از شرایط بخار آزاد هستند.

۱۵ - کدام یک از دستگاه‌های زیر به شرایط ایده‌آل در عملیات استخراج نزدیک‌تر است؟

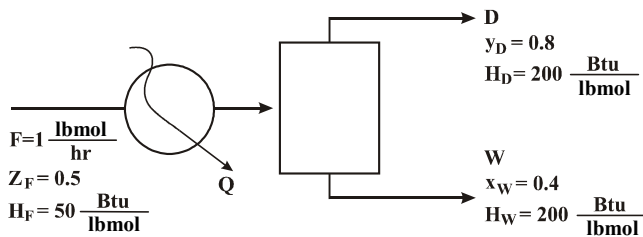
(۴) استخراج‌کننده‌های سانتریفیوژ

(۳) برج‌های پر شده

(۲) برج‌های RDC

(۱) Mixer - settler

۱۶ - در عملیات flash تک مرحله‌ای زیر بار حرارتی مبدل چند کیلو $\frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ است؟



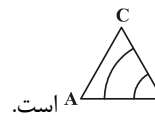
- (۱) ۳۷/۵
(۲) ۰/۰ ۳۷۵
(۳) -۳۷/۵
(۴) -۰/۰ ۳۷۵

۱۷ - اگر خوراک ورودی به برج در حالت مایع اشباع باشد، نسبت جریان برگشتی ۴ باشد و مختصات نقطه برخورد خطوط کار بالا و پایین برج (۰/۲۵ و ۰/۳۵) باشد، غلظت محصول مقطر کدام است؟

- (۱) ۰/۱۵ (۲) ۰/۲۵ (۳) ۰/۳۵ (۴) ۰/۷۵

۱۸ - پروفایل غلظت در مختصات کارتزین در حالت نفوذ در جز ساکن و در حالت نفوذ با شار مولی برابر است.
(۱) خطی - خطی (۲) خطی - نمایی (۳) نمایی - خطی (۴) نمایی - نمایی

۱۹ - کدام مورد صحیح است؟



(۱) در استخراج مایع - مایع، ۷۰٪ موارد به شکل B است.

(۲) شرط لازم برای تعادل سب $(\frac{y}{x}) > ۱$ است.

(۳) برای تقطیر $\text{H}_2\text{O}, \text{CH}_3\text{COCH}_3$ از روش بخار باز استفاده می‌شود.

(۴) در یک برج تقطیر سینی دار حداکثر ۴۰ cm است.

۲۰ - اگر در یک برج تقطیر اتلاف حرارتی وجود داشته باشد،

(۱) از روش مک کیب - تیل می‌توان استفاده کرد

(۲) نمی‌توان از مک کیب - تیل استفاده کرد

(۳) می‌توان از یک مک کیب - تیل استفاده کرد به شرط اینکه $\lambda_A > \lambda_B$.

(۴) از روش‌های مک کیب - تیل و پانچون - ساواریت می‌توان استفاده کرد.

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ - گزینه «۴»

عملیات انتقال جرم: در بسیاری از عملیات‌های مهندسی شیمی، تغییر غلظت در مخلوط‌ها و محلول‌ها که الزاماً توسط واکنش‌های شیمیایی صورت نمی‌پذیرد، مدنظر می‌باشد. در صورتی که عملیات مورد نظر سبب به وجود آمدن تغییراتی در ترکیب مخلوط‌ها شود، آنها را عملیات انتقال جرم گویند.

روش‌های مکانیکی در انتقال جرم:

۲- Screening ← اختلاف اندازه ذرات

۱- Filtration ← اختلاف فازها

۴- Flootation ← اختلاف دانسیته

۳- Aspiration ← اختلاف دانسیته اجزاء سیستم

دسته‌بندی روش‌های انتقال جرم:

۱- تماس مستقیم دو فاز نامحلول در یکدیگر [گاز - گاز / گاز - مایع (تقطیر جزء به جزء - Humidification - stripping - absorbtion)]

گاز - جامد (drying - fractional sublimation یا gas adsorption - desorption) / مایع - مایع (Liquid Extraction)

مایع - جامد (Adductive Crystallization - Fractional Crystallization - Leaching - adsorption) / جامد - جامد

۲- جداسازی فازها با استفاده از غشاء [گاز - گاز (Permeation - Effusion) / گاز - مایع (تراوایی اجزاء) / مایع - مایع (دیالیز - اسمز)]

۳- تماس مستقیم فازهای محلول (Sweep diffusion - Thermal diffusion - سانتریفیوژ)

۴- استفاده از پدیده کشش سطحی (Foam Separation)

در این مسأله:

گزینه‌های ۱ و ۲: Leaching

گزینه ۳: جذب سطحی

گزینه ۴: Adductive Crystallization

* روش‌های انتقال جرم براساس فازهای مختلف مواد از مسائل مهم در کنکور می‌باشد.

۲ - گزینه «۲»

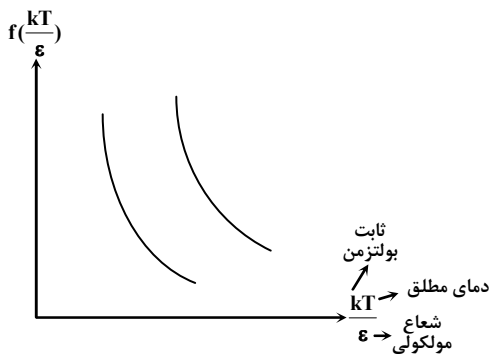
ضریب نفوذ مولکولی (جرمی)

نکته ۱: $\frac{m^2}{\text{sec}}$ (مشابه ویسکوزیته سینماتیکی ν در سیالات و ضریب نفوذ حرارتی α)

نکته ۲:

$$(D_{AB, \text{gas}} > D_{AB, \text{liq}} > D_{AB, \text{solid}} \rightarrow (10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}} = 10^{-1} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} > 10^{-9} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}} = 10^{-5} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} > 10^{-12} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}} = 10^{-8} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}})$$

نکته ۳: در گازها



$$D_{AB, \text{gas}} \sim T^{\frac{3}{2}}(k), \frac{1}{P_t}$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{P_{t1}}{P_{t2}}\right) \quad \text{شرط: } |T_2 - T_1| < 5^\circ \text{C}$$

با توجه به نمودار مشخص است که تابع برخورد f (بدون بعد) با افزایش $\frac{kT}{\epsilon}$ کاهش می‌یابد.

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{P_{t1}}{P_{t2}}\right) \cdot \left(\frac{f_1}{f_2}\right) \quad \text{شرط: } |T_2 - T_1| > 5^\circ \text{C}$$

نکته ۴: در مایعات

$$D_{AB, \text{liq}} \sim T(k), \frac{1}{\mu}, M_B^{\circ/\Delta}, \frac{1}{V_A^{\circ/\epsilon}} \quad V_A = \frac{M_A}{\rho_A} \text{ حجم مولی از جنس غلظت}$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right) \left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right) \quad \text{برای وقتی که محیط نفوذ ثابت است.}$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right) \left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right) \left(\frac{M_{B2}}{M_{B1}}\right)^{\circ/\Delta} \left(\frac{V_{A1}}{V_{A2}}\right)^{\circ/\epsilon} \quad \text{برای وقتی که محیط نفوذ تغییر می‌کند.}$$

نکته ۵:

	فشار کل P_t	غلظت C_A
$D_{AB, \text{gas}}$	✓	—
$D_{AB, \text{liq}}$	—	✓

نکته:

$$\begin{cases} \text{گازها} & \frac{D_{AB} P_t}{T^{\frac{3}{2}}} = \text{Cte} \\ \text{مایعات} & \frac{D_{AB} \mu}{T} = \text{Cte} \end{cases}$$

* این که ضریب نفوذ در گازها و مایعات و این که تابع چه پارامترهایی می‌باشند؛ بسیار مهم است.

۳ - گزینه «۱»

طبق روابط گفته شده در سؤال شماره ۲:

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{P_1}{P_2}\right) = \left(\frac{310}{300}\right)^{1/2} \left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow D_2 = 0.5 \times 10^{-5} \frac{m^2}{sec}$$

نکته مهم: دماها باید مطلق و برحسب کلوین باشد.

$$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ } ^\circ K$$

$$T_2 = 37 + 273 = 310 \text{ } ^\circ K$$

* بدون ماشین حساب هم دانشجو باید با تقریب مهندسی و دقت خود محاسبه را انجام دهد.

۴ - گزینه «۱»

می‌دانیم که مجموع شارهای نسبی مولی ناشی از نفوذ صفر است یعنی $\sum J_i = 0$.
اثبات:

$$\sum J_i = \sum C_i (V_i - \bar{V}) = \sum C_i V_i - \bar{V} \sum C_i = \sum C_i V_i - \frac{\sum C_i V_i}{\sum C_i} \sum C_i = \sum C_i V_i - \sum C_i V_i = 0$$

به این ترتیب وقتی که غلظت مولی کل ثابت باشد $D_{AB} = D_{BA}$
اثبات:

$$J_A + J_B = 0 \Rightarrow J_A = -J_B \xrightarrow{\text{قانون فیک}} -D_{AB} \frac{dC_A}{dz} = -\left[D_{BA} \frac{dC_B}{dz} \right] \Rightarrow C_A + C_B = C \Rightarrow D_{AB} = D_{BA}$$

اگر $C_{\text{کل}} = C_{te} \Rightarrow \frac{dC_A}{dz} = \frac{-dC_B}{dz}$

یعنی ضریب نفوذ جزء A در B برابر است با ضریب نفوذ جزء B در A.
* اثبات روابط فوق در فهم مفاهیم نفوذ و انتقال جرم تأثیر بسزایی دارد.

۵ - گزینه «۳»

انتقال جرم به طریق نفوذ $N_A \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{sec}} \right)$

$$N_A = \underbrace{C_A \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \right)}_{\text{غلظت}} \cdot \underbrace{V_A \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}_{\text{سرعت ناشی از نفوذ}}$$

V_A از حیث عملی فاقد ارزش و اعتبار است و فقط از حیث تئوری مهم است چون قابل اندازه گیری نیست. لذا معادله مشابه به شکل فوق فاقد ارزش است در نتیجه در بحث نفوذ معادلاتی که در آنها ترم سرعت است به کار نمی آیند و باید سرعت را با کمیت هایی که قابل اندازه گیری است مثل غلظت جایگزین کنیم.

$$\bar{V}^* = \frac{\sum C_i V_i}{\sum C_i} \quad \text{یا} \quad \bar{V}^* = \sum x_i V_i$$

$$N_A = C_A V_A - C_A \bar{V}^* + C_A \bar{V}^*$$

$$N_A = J_A + C_A \bar{V}^* \Rightarrow N_A = \underbrace{C_A (V_A - \bar{V}^*)}_{J_A \text{ شار نسبی ناشی از نفوذ}} + \underbrace{C_A \bar{V}^*}_{\text{حرکت توده ای}}$$

$$J_A = -D_{AB} \frac{dC_A}{dz} \quad \text{قانون اول فیک}$$

$$\xrightarrow{\text{ضرب و تقسیم } C} N_A = J_A + \frac{C_A}{C} \cdot \frac{C}{\sum C_i} \cdot \frac{\sum C_i \bar{V}_i^*}{\sum C_i} \Rightarrow N_A = J_A + \frac{C_A}{C} \sum N_i$$

$$N_A = J_A \Leftarrow \begin{cases} \sum N_i = 0 & \text{نفوذ در جامدات} \\ \sum N_i = 0 \leftarrow N_A = -N_B & \text{نفوذ متقابل با مول های برابر} \end{cases}$$

* نحوه رسیدن به رابطه شار مطلق N_A و قانون فیک J_A در مفاهیم نفوذ مولکولی مهم است.

۶ - گزینه «۱»

انتقال جرم فقط در جهت r صورت می گیرد و انتقال جرم از سایر جهات غیر قابل اغماض می باشد.

$$N_{Ar} = J_{Ar} + x_A \sum_{i=A}^n N_{ir}$$

فقط A از سطح کره تبخیر می شود:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=A}^n N_{ir} &= N_{Ar} \\ J_{Ar} &= -D_{AB} \frac{dC_A}{dr} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N_{Ar} = J_{Ar} + x_A N_{Ar} \Rightarrow N_{Ar} = -\frac{D_{AB}}{1-x_A} \frac{dC_A}{dr}$$

$$C_A = x_A C \Rightarrow N_{Ar} = -\frac{D_{AB}}{1-x_A} \frac{dx_A}{dr}$$

$$\left. \begin{aligned} N_A &= \frac{-CD_{AB}}{1-x_A} \frac{dx_A}{dr} \\ r^{\gamma} N_A &= \text{ثابت} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{d}{dr} \left(r^{\gamma} \frac{CD_{AB}}{1-x_A} \frac{dx_A}{dr} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1-x_A}{1-x_{A_1}} = \left(\frac{1-x_{A_r}}{1-x_{A_1}} \right)^{\frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}}, \quad r \neq 0$$

$$w_A = \pi r_1^{\gamma} N_A \Big|_{r=r_1} \Rightarrow w = \frac{-\pi r_1^{\gamma} CD_{AB}}{1-x_{A_1}} \frac{dx_A}{dr} \Big|_{r=r_1}$$

برای محاسبه دبی تبخیر داریم:

$$\Rightarrow w_A = \frac{\pi CD_{AB}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} \ln \frac{1-x_{A_r}}{1-x_{A_1}}$$

۷ - گزینه «۴»

$$\frac{N_A}{-2} = \frac{N_B}{+1} \Rightarrow \sum N = \frac{N_A}{2}, \quad N_A = \text{cte} \quad \text{یا} \quad \frac{dN_A}{dt} = 0$$

$$\left. \begin{aligned} N_A &= -CD_{AB} \frac{dx_A}{dz} + x_A (N_A + N_B) \Rightarrow N_A = -CD_{AB} \frac{dx_A}{dz} + x_A \frac{N_A}{2} \\ x_A &= 2 - 2(1 - \phi / \phi_{A_0})^{\left(1 - \frac{z}{\delta}\right)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N_A = \frac{2CD_{AB}}{\delta} \ln \left(\frac{1}{1 - \phi / \phi_{A_0}} \right)$$

۸ - گزینه «۳»

شدت انتقال جرم

وقتی سیالی که جریان آن به حالت متلاطم است، از روی سطح جامدی عبور کند در ناحیه نزدیک به سطح جامد جریان به صورت آرام درمی آید و با افزایش فاصله از سطح جامد، رفتار به وضعیت متلاطم تبدیل می گردد. در ناحیه آرام فقط نفوذ مولکولی است که انتقال جرم را کنترل می کند اما در ناحیه متلاطم مولکول ها به صورت تکه ای حرکت می کنند که تکه های سیال، گردانه (eddy) نامیده می شوند. بنابراین در این قسمت عامل کنترل کننده انتقال جرم، نفوذ گردانه ای (eddy diffusion) می باشد. در قسمت متلاطم گردان غلظت کوچک تر است. به طور کلی برای هر قسمت از سیال می توان رابطه زیر را نوشت:

$$J_A = -(D_{AB} + E_D) \frac{\partial C_A}{\partial Z}$$

E_D : ضریب نفوذ گردانه ای

D_{AB} : ضریب نفوذ مولکولی

با فرض اینکه انتقال جرم فقط در جهت Z انجام می شود.

در ناحیه آرام ضریب نفوذ چرخانه‌ای (E_D) بسیار کوچک و نزدیک به صفر است، بنابراین رابطه فوق تبدیل به قانون اول فیک می‌شود. اما در ناحیه متلاطم D_{AB} ناچیز بوده و E_D کنترل‌کننده می‌شود. E_D تابعی از مکان می‌باشد. به $(D + E_D)$ ضریب نفوذ کل گفته می‌شود. در نتیجه شدت انتقال جرم در ناحیه درهم بیشتر است زیرا حرکت گردانه‌ها سبب تسریع انتقال جرم می‌شود. * تفاوت انتقال جرم در ناحیه آرام و درهم اهمیت دارد.

۹ - گزینه «۳»

روش Panchon – Savarit

در یک برج تقطیر برای محاسبه تعداد سینی‌ها، نسبت مایع به بخار و ترکیب نسبی محصولات از دو روش کلی زیر می‌توان استفاده کرد: روش اول: از روابط تعادلی و موازنه مواد استفاده می‌شود. روش تحلیلی لوئیس و روش ترسیمی مک‌کیب در این گروه قرار دارند. روش دوم: از موازنه مواد، روابط تعادل و موازنه انرژی استفاده می‌شود. در این حالت روش تحلیلی سورل و روش ترسیمی پانچون ساواریت وجود دارند. این روش بسیار دقیق بوده و در تمام حالات قابل استفاده می‌باشد. ولی کاربرد آن نیازمند اطلاعات و داده‌های گسترده آنتالپی است لذا استفاده از نمودار $(H - x - y)$ در این روش بسیار متداول است.

نکات

در روش پانچون ساواریت:

۱- اتلاف حرارتی را ناچیز در نظر می‌گیریم.

۲- تعداد نقاط تفاضل برابر مجموع تعداد جریان‌های خوراک، تعداد جریان‌های محصول جانبی، تعداد جوش‌آورها و کندانسورهای میانی به علاوه یک است، پس:

$$۱۱ = ۱ + ۱ + ۲ + ۴ + ۳ : \text{تعداد نقاط تفاضل}$$

۱۰ - گزینه «۲»

انواع تقطیر

۱- تقطیر ناگهانی یا تبخیر آنی (Flash Distillation)

۲- تقطیر بسته (Batch Distillation) - دیفرانسیلی یا ناپیوسته

۳- تقطیر پیوسته (Continious Distillation)

با کاربرد بخار مستقیم، فشار جزئی مخلوط در دماهای پایین‌تر به فشار جو رسیده و تبخیر می‌شود. در روش تقطیر به کمک بخار آب تا زمانی که آب به شکل مایع در مخلوط موجود است، مایع آلی دیرجوش در دمایی به مراتب پایین‌تر از دمای نقطه جوش طبیعی آن تبخیر می‌شود. لذا بار حرارتی مورد نیاز برای جداسازی کاهش می‌یابد.

* مفهوم تقطیر و روش‌های جداسازی گاز - مایع در عملیات انتقال جرم مهم است.

۱۱ - گزینه «۴»

تقطیر

در حال حاضر یکی از بهترین روش‌های جداسازی (و شاید بهترین روش جداسازی) تقطیر است زیرا تقطیر جزء عملیات جداسازی مستقیم می‌باشد. در تقطیر فقط با تبخیر فازها و اختلاف نقطه جوش مواد سر و کار داریم. در مواردی که محصول خالص مدنظر باشد، روش‌های غیرمستقیم، انتخاب مناسبی برای جداسازی نمی‌باشد.

در صورتی که خوراک دو فازی باشد، می‌توان آنها را در ورودی برج از یکدیگر جدا کرده و جزء مایع را از بالا و جزء بخار را از زیر سینی خوراک وارد نمود البته این عمل به ندرت انجام می‌گیرد زیرا چنین کاری فقط اثری جزئی بر تعداد سینی‌های مورد نیاز خواهد داشت و به لحاظ اقتصادی به صرفه نیست. به این ترتیب در حالت دو فازی بودن خوراک واحد تقطیر، خوراک را بدون جداسازی وارد می‌کنیم زیرا اثر کمی روی تعداد سینی مورد نیاز دارد.

* مفهوم نقطه آزنوتروپ و انواع خوراک در واحد تقطیر مهم است.

۱۲ - گزینه «۱»

تقطیر

با سرد کردن خوراک مایع ورودی تعداد مراحل کاهش می‌یابد، اما به جهت ملاحظات اقتصادی و بار حرارتی مورد نیاز برج، معمولاً از انجام این کار جلوگیری می‌شود و از طرفی با وجود مایع سرد بخشی از بخار پایین سینی خوراک مایع شده و در نتیجه جریان مایع پایین سینی خوراک افزایش می‌یابد که این مسئله منجر به افزایش قطر برج در بخش دفع می‌شود (پایین برج).

* پارامترهای برج تقطیر (طول برج - قطر برج - نسبت جریان برگشتی و...) در مفهوم جداسازی به روش تقطیر مهم است.

۱۳ - گزینه «۴»

استخراج مایع - مایع

استخراج مایع - مایع که به آن استخراج با حلال هم گفته می‌شود، فرآیندی است که در آن اجزای یک محلول مایع به وسیله تماس با یک مایع نامحلول دیگر جدا می‌شود. استخراج یک عملیات جداسازی غیرمستقیم است که با تماس مستقیم فازها صورت می‌گیرد. زمانی از عملیات استخراج استفاده می‌کنیم که:

۱- جداسازی از طریق تقطیر کارایی لازم را نداشته باشد و یا خیلی دشوار باشد.

۲- نقطه آزنوتروپ داشته باشیم.

۳- نقاط جوش مواد نزدیک به هم باشند.

۴- ضریب فراریت نزدیک به ۱ باشد.

۵- وقتی که نخواهیم واکنش شیمیایی صورت گیرد.

۶- محصولات حساس به دما داشته باشیم.

به عنوان مثال یکی از مهم‌ترین کاربردهای استخراج، جداسازی فرآورده‌های نفتی است که ساختمان شیمیایی متفاوت ولی نقاط جوش نزدیک به هم دارند اما در حالت کلی در انتخاب یکی از دو عمل استخراج یا تقطیر معمولاً تقطیر انتخاب می‌شود زیرا پس از هر عمل استخراج، برای بازیابی حلال معمولاً احتیاج به یک عمل تقطیر داریم. در ضمن هرگاه خلوص محصول، پارامتر مهمی باشد روش استخراج انتخاب درستی نمی‌باشد. همچنین در طراحی دستگاه‌های استخراج مایع انتخاب فاز پراکنده و پیوسته به شدت جریان‌های حجمی آن وابسته است.

* مفهوم انتقال جرم در استخراج مایعات مهم است.

۱۴ - گزینه «۱»

وقتی یک محلول آبی که جزء غیر فرار آن آب باشد تقطیر می‌شود، آب به عنوان محصول پائین برج خارج می‌شود و بنابراین برای حرارت دادن در پائین برج می‌توان مستقیماً از بخار آب استفاده کرد. در این حالت دیگر نیازی به ریویلر نیست، اما برای یک مقدار مشخص از نسبت جریان برگشتی و غلظت محصول مقطر، سینی‌های بیشتری در برج لازم است.

در کل هزینه‌های افزایش تعداد سینی‌ها کمتر از هزینه‌های جوش‌آور است و به همین دلیل هزینه کلی، کاهش می‌یابد. استفاده از بخار آب آزاد اثری بر موازنه‌های بخشی غنی‌سازی برج ندارد، اما در موازنه‌های بخش عاری سازی و موازنه‌های کلی برج اثر می‌گذارد.

۱۵ - گزینه «۱»

هدف از کاربرد دستگاه‌های انتقال جرم، تماس کافی بین دو سیال و لذا انتقال سازنده‌ها از یک فاز به فاز دیگر است. شدت انتقال جرم مستقیماً به سطح تماس دو فاز بستگی داشته و نحوه و درجه پراکنده شدن یک سیال در دیگری اهمیت خاصی دارد. به طور کلی دستگاه‌های مربوط به عملیات گاز - مایع را بر حسب پراکنده شدن هر فاز، می‌توان به دو دسته کلی زیر تقسیم نمود:

۱- دستگاه‌هایی که در آنها فاز گاز پراکنده می‌شود. (مخازن مولد حباب، مخازن مجهز به همزن، برج‌های سینی‌دار)

۲- دستگاه‌هایی که در آنها فاز مایع پراکنده می‌شود. (شستشو دهنده و نوری، برج‌های دیواره مرطوب - برج‌ها و محفظه‌های پاششی - برج‌های پر شده) * تفاوت برج‌های موجود و نحوه عملیات انتقال جرم در آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۱۶ - گزینه «۲»

با نوشتن موازنه جرم کلی، جزئی و موازنه حرارتی می‌توان به پاسخ رسید:

$$\begin{cases} F = D + W \\ FZ_F = Dy_D + Wx_W \\ FH_F + Q = DH_D + WH_W \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = D + W \\ 0.5 = 0.8D + 0.4W \\ 50 + Q = 200D + 50W \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D = 0.25 \frac{\text{lbmol}}{\text{hr}} \\ W = 0.75 \frac{\text{lbmol}}{\text{hr}} \\ Q = 37.5 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \end{cases}$$

موازنه انرژی برای سینی خوراک در برج‌های تقطیر

مختصات نقطه برخورد خطوط کار بالا و پایین برج بر روی خط q است و برابر است با:

$$\begin{cases} \frac{(q-1)x_D + (R+1)Z_F}{R+q} = X \\ \frac{RZ_F + qx_D}{R+q} = Y \end{cases}$$

$$q = \left. \begin{array}{l} ۱ - \text{کسری از خوراک که به فرم مایع اشباع وارد برج می‌شود.} \\ ۲ - \frac{H_G - H_F}{H_G - H_L} = \frac{\text{انرژی لازم برای تبدیل خوراک به بخار اشباع}}{\text{گرمای نهان تبخیر خوراک}} \end{array} \right\} : q$$

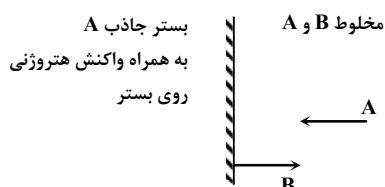
$\infty = \text{شیب خط خوراک} \Rightarrow \frac{q}{q-1} \Rightarrow q=1 \Rightarrow H_F = H_L \Rightarrow \text{چون خوراک مایع اشباع است.}$

$$\Rightarrow \begin{cases} X = \frac{(1-1)x_D + (4+1)Z_F}{4+1} = 0.25 \\ Y = \frac{4Z_F + x_D}{4+1} = 0.35 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_F = 0.25 \\ 4 \times Z_F + x_D = 1.75 \Rightarrow x_D = 0.75 \end{cases}$$

$\Rightarrow Z_F = 0.25, \boxed{x_D = 0.75} \rightarrow \text{غلظت محصول مقطر}$

حالت اول: انتقال جرم مساوی و متقابل $N_{AZ} = -N_{BZ}$

مخلوط گازی A و B در تماس با سطح جاذب A و انجام واکنش $A \rightarrow B$ در این حالت فرض $N_{AZ} = -N_{BZ}$ صادق است.

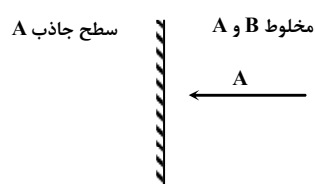


$$N_{AZ} = J_{AZ} + \sum N_{iZ} \text{ و } \sum N_{iZ} = 0 \rightarrow N_{AZ} = J_{AZ} = -D_{AB} \frac{dC}{dZ} \rightarrow N_{AZ} \times Z = -D_{AB} C_A + C_1 \text{ و } C_1 = \text{مقدار ثابت}$$

$$\rightarrow C_A = -\frac{N_{AZ}}{D_{AB}} (Z - Z_1) + C_{A1}$$

با توجه به رابطه فوق پروفایل غلظت در حالت نفوذ متقابل، خطی است.

حالت دوم: انتقال جرمی برای جزء B وجود نداشته باشد (یعنی مجموع نفوذ و حرکت توده‌ای جزء B صفر باشد) می‌دانیم رابطه N_{AZ} (شار انتقال جرم مولی A در جهت Z) با فرض این که غلظت کل در لایه انتقال جرم ثابت، D_{AB} ثابت، N_{AZ} و N_{BZ} نیز ثابت و مستقل از Z در لایه باشند به صورت زیر است:



$$N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ} + N_{BZ}} \frac{D_{AB} C}{Z - Z_1} \ln \frac{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ} + N_{BZ}} - \frac{C_A}{C}}{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ} + N_{BZ}} - \frac{C_{A1}}{C}}$$

در این جا داریم $N_{BZ} = 0$ پس رابطه فوق به شکل زیر ساده می شود:

$$N_{AZ} = \frac{D_{ABC}}{Z - Z_1} \ln \frac{C - C_A}{C - C_{A_1}} \Rightarrow C_A = C - (C - C_{A_1}) \exp\left(\frac{N_{AZ}(Z - Z_1)}{D_{ABC}}\right)$$

همان طور که از رابطه فوق مشخص است، پروفایل غلظت به صورت نمایی است.

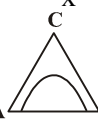
۱۹ - گزینه «۳»

در یک برج تقطیر سینی دار حداکثر ارتفاع مایع زیر ناودان سینی بالایی ۲۲cm بوده و یک حباب از لحظه ای که تولید می شود تا از ۲۲cm عبور کند متوسط عمر آن ۱sec است.

برای این ترکیبات از روش بخار باز استفاده می شود:

آب - استن، آب - متانول، آب - اتانول، آب - آمونیاک

شرط لازم برای تعادل ۱ $> \left(\frac{y}{x}\right)$ سبک $\left(\frac{y}{x}\right)$ و ۱ $< \left(\frac{y}{x}\right)$ سنگین



در استخراج مایع - مایع، ۷۰٪ موارد به شکل B و تنها ۱۵٪ به شکل A هستند.

۲۰ - گزینه «۲»

فرضیات روش مک کیب - تیل عبارتند از:

- (۱) آنتالپی تبخیر دو جزء، در همه دماها با هم برابر باشند.
- (۲) از گرمای انحلال صرف نظر شود.
- (۳) انتقال حرارت بین محیط و برج وجود نداشته باشد. (عدم اتلاف انرژی)
- (۴) مایع و بخار خروجی از هر سینی کاملاً در حال تعادل باشند.