nashr-estekhdam.ir

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ بر اساس تئوری نوشوندگی سطح:

۱) ضریب انتقال جرم متناسب با توان یکم ضریب نفوذ است.

۲) مدت زمان اقامت گردانه‌ها در جوار فصل مشترک متغیر است.

۳) سیستم پایدار (steady state) می‌باشد.

۴) تقریباً می‌توان سیستم را در حالت تعادل فرض کرد.

۲ ـ تشابه چیلتون ـ کالبرن در کدام یک از موارد زیر قابل استفاده می‌باشد؟

۱) جریان آرام و درهم درون لوله
۲) جریان آرام در لوله و صفحه
۳) جریان آرام روی صفحه و درهم درون لوله
۴) همواره قابل استفاده است.

۳ ـ محاسبه ضرایب انتقال جرم به کمک تشابه با انتقال حرارت در کدام یک از حالات زیر نتیجه بهتری می‌دهد؟

۱) محاسبه k'_V برای هر شدت انتقال جرم (خواه زیاد، خواه کم)
۲) محاسبه k_V برای شدت‌های کم انتقال جرم
۳) در صورتی که واکنش شیمیایی به کندی رخ دهد.
۴) موارد ۱ و ۲

۴ ـ اگر D_{AB} ضریب نفوذ، θ زمان تماس و Z_b سایز eddyها باشد، در چه صورت می‌توان از تئوری فیلم استفاده کرد؟

۱) $\frac{D_{AB}\theta}{Z_b^2} > 0/6$
۲) $\frac{D_{AB}\theta}{Z_b^2} < 0/6$
۳) $\frac{Z_b^2}{D_{AB}\theta} > 9$
۴) $\frac{Z_b^2}{D_{AB}\theta} < 9$

۵ ـ می‌خواهیم رطوبت یک جسم جامد با جرم خشک $160\,kg$ را از 50% به 20% برسانیم. اگر سطح جسم $4m^2$ باشد و در منطقه شدت ثابت عملیات صورت گیرد و $N_c = 3\times10^{-3}\ \frac{k_g}{m^2.s}$ باشد. زمان خشک کردن چقدر است؟ (رطوبت‌ها بر مبنای مرطوب هستند)

۱) $2000s$
۲) $4000s$
۳) $5000s$
۴) $10000s$

۶ ـ در شرایطی که گرما از یک سمت به جامد داده می‌شود و خشک شدن از سمت دیگر صورت می‌گیرد، مکانیزم حرکت رطوبت در داخل جامد کدام است؟

۱) نفوذ بخار
۲) نفوذ مایع
۳) حرکت مویینگی
۴) چروکیدگی لایه‌های خارجی

۷ ـ با ..... دما و ..... ویسکوزیته مایع، شدت استخراج از جامدات افزایش می‌یابد.

۱) کاهش ـ افزایش
۲) افزایش ـ کاهش
۳) کاهش ـ کاهش
۴) افزایش ـ افزایش

۸ ـ اگر H_R اشباع نسبی (رطوبت نسبی) و H_A درصد اشباع (درصد رطوبت مطلق) و Y_s رطوبت مطلق مولی اشباع باشد. کدام رابطه صحیح است؟ (با فرض برابر بودن وزن مولکولی گاز خشک و مایع تبخیر شده)

۱) $H_R = \frac{H_A}{1+Y_s(1+H_A)}$
۲) $H_A = \frac{H_R}{1+Y_s(1+H_R)}$
۳) $H_R = \frac{H_A(1+Y_s)}{1+Y_sH_A}$
۴) $H_A = \frac{H_R(1+Y_s)}{1+Y_sH_R}$

۹ ـ خطوط رابط (tie line) ر عملیات استخراج از جامدات معمولاً دارای شیب . ..... هستند

۱) صفر
۲) بی‌نهایت
۳) مثبت
۴) منفی

۱۰ ـ در صورتی خطوط بست (tie line) در فرآیند leaching عمودی و به موازات هم هستند که:

۱) منحنی تعادل و تبادل با هم موازی باشند.
۲) غلظت فازها در هر مرحله ثابت باشد.
۳) غلظت جسم حل شونده در هر دو فاز برابر باشد.
۴) درجه حرارت و فشار بالا باشد.

۱۱ ـ مخلوط بخار آب ـ هوا در فشار مشخصی دارای دمای خشک $60^\circ C$ می‌باشد. در این شرایط دمای حباب مرطوب $35^\circ C$، رطوبت هوا ۰/۰۲، گرمای نهان تبخیر $693/6\ \frac{kcal}{kg}$ و رطوبت اشباع در دمای $35^\circ C$ برابر ۰/۰۳ است. در این شرایط شیب خط رطوبت سنجی برابر با کدام گزینه است؟

۱) -5×10^{-4}
۲) $-3/33\times10^{-4}$
۳) $0/3\times10^{-4}$
۴) اطلاعات مسئله کافی نمی‌باشد.

۱۲ ـ کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) در ناحیه خشک کردن ثابت، زمان خشک کردن به ضخامت جسم خشک شونده مربوط نمی‌شود.

۲) در صورتی که مکانیزم خشک کردن جابه‌جایی باشد شدت خشک کردن مستقل از ضخامت خشک شونده می‌باشد.

۳) در ناحیه خشک کردن نزولی زمان خشک کردن متناسب با مجذور ضخامت جسم خشک شونده می‌باشد. (برای جامدات غیرمتخلخل)

۴) همه موارد صحیح می‌باشند.

۱۳ ـ تحت چه شرایطی معادلات جرم، حرارت و مومنتوم مشابه خواهند بود؟

۱) واکنش هموژن و تولید گرما نداشته باشیم اما گرادیان فشار موجود باشد.

۲) تلفات لزجی ناچیز باشد اما شتاب جاذبه وجود داشته باشد.

۳) واکنش هموژن نداشته باشیم اما تولید گرما و گرادیان فشار موجود باشد.

۴) در هیچ شرایطی معادلات جرم، حرارت و مومنتوم مشابه نخواهند بود.

۱۴ ـ بر طبق نظریه (Penetration Depth) (نفوذ عمقی) ضریب انتقال جرم:

۱) با جذر ضریب نفوذ مولکولی مرتبط است.

۲) با توان $\frac{۱}{۳}$ ضریب نفوذ مولکولی مرتبط است.

۳) با توان سوم ضریب نفوذ مولکولی مرتبط است.

۴) با $\frac{۲}{۳}$ ضریب نفوذ مولکولی مرتبط است.

۱۵ ـ طبق تئوری فیلم نفوذ چرخانه‌ای در بالک سیال:

۱) بی‌نهایت است.

۲) صفر است.

۳) با شیب خطی برحسب عمق سیال تغییر می‌کند.

۴) در برخی موارد بی‌نهایت است و در برخی موارد یک می‌باشد.

۱۶ ـ در کدام یک ازمدل‌های انتقال جرم سیستم در حالت پایا فرض شده است؟

۱) تئوری فیلم ۲) تئوری تجدید سطح ۳) تئوری نفوذی ۴) تئوری لایه

۱۷ ـ اگر نسبت عدد ....., ... باشد، ..... و اگر ..... باشد، ..... در انتقال جرم غالب است.

۱) $\frac{Gr}{Re^{۲}}$ ، بیشتر از ۱، جابجایی آزاد، کمتر از ۱، جابجایی اجباری

۲) $\frac{Gr}{Pr^{۲}}$، کمتر از ۱، جابجایی اجباری، بیشتر از ۱، جابجایی آزاد

۳) $\frac{Gr}{Sc^{۲}}$، بیشتر از ۱، جابجایی اجباری، کمتر از ۱، جابجایی آزاد

۴) $\frac{Gr}{Sh^{۲}}$، کمتر از ۱، جابجایی آزاد، بیشتر از ۱، جابجایی اجباری

۱۸ ـ اگر عدد شروود متوسط برای یک صفحه مسطح در جریان آرام از روی آن برابر ۷۰ باشد، عدد شروود در انتهای صفحه چه مقداری خواهد بود؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۴۰ ۳) ۳۵ ۴) ۷۰

۱۹ ـ در انتقال جرم در جریان درهم سیالات، نسبت ضریب نفوذ مولکولی (D) به کل ضریب نفوذ $(D+E_D)$ به کدام صورت صحیح است؟
(E_D ضریب نفوذ eddy)

۱) $\frac{۱}{۱+Sh.\frac{E_D}{K}}$ ۲) $\frac{۱}{۱+Sc.\frac{E_D}{\nu}}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۱+\frac{E}{\nu}}$

۲۰ ـ در تئوری لایه آرام همراه با انتقال جرم، حرارت و مومنتوم چه رابطه‌ای بین ضخامت‌های لایه مرزی سرعت (σ)، لایه مرزی حرارتی (σ_T) و لایه مرزی غلظت (σ_C) وجود دارد؟

۱) $\frac{\sigma}{\sigma_T}=Pr^{\frac{۱}{۳}}$ ۲) $\frac{\sigma}{\sigma_C}=Sc^{\frac{۱}{۳}}$ ۳) $\frac{\sigma}{\sigma_C}=(\frac{Sc}{Pr})^{\frac{۱}{۳}}$ ۴) گزینه‌های ۱ و ۲

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ گزینه «۲»

تئوری نوشوندگی سطح (Surface Renewal)

این تئوری شبیه تئوری رسوخ می‌باشد با این تفاوت که زمان باقی ماندن ذرات مایع در سطح مشترک مساوی در نظر گرفته نمی‌شود. اگر S را سرعت جایگزینی ذرات در نظر بگیریم، بر اساس این تئوری نتیجه زیر برای شار متوسط حاصل می‌شود:

$$N_{A,av} = \sqrt{D_{AB}.S}(C_{Ai} - C_{A\circ}) \quad , \quad K_{L,av} = \sqrt{D_{AB}.S}$$

در این تئوری هم مثل تئوری رسوخ (Pentration) $K_{L,av}$ متناسب با $D_{AB}^{\circ/۵}$ می‌باشد.

نکته: دانستن فرضیات و احکام تئوری‌های انتقال جرم در کنکور ارشد الزامی است.

۲ ـ گزینه «۳»

تشابه رینولدز ـ کلبرن و تشابه چیلتون ـ کلبرن

در انتقال حرارت از تشابه حرارت و سیالات داریم (آنالوژی رینولدز ـ کلبرن):

$$J_H = St_H.P_r^{\frac{۲}{۳}} = \frac{C_f}{۲} \quad (۱)$$

که C_f ضریب اصطکاک سیال با سطح جامد است و از مباحث سیالات می‌دانیم که تابع عدد رینولدز است. (البته در جریان‌های درهم تابع زبری نسبی هم است) مطابق معادله فوق ضریب انتقال حرارت h که در عدد استانتون St_H نهفته است با ضریب اصطکاک مربوط می‌شود یعنی اگر بتوانیم به طریقی ضریب اصطکاک را محاسبه کنیم مطابق معادله فوق می‌توانیم ضریب انتقال حرارت را محاسبه کنیم. البته رابطه فوق در تمام حالات به جز جریان آرام درون لوله‌ها برقرار ا ست.

مشابه معادله فوق در انتقال جرم تشابه چیلتون کلبرن است:

$$J_D = St_D.Sc^{\frac{۲}{۳}} = \frac{C_f}{۲} \quad (۲)$$

ملاحظه می‌شود که ضریب انتقال جرم k (یا F) در عدد استانتون St_D مستتر است و با ضریب اصطکاک C_f (که فقط تابع عدد رینولدز است) رابطه مستقیم دارد. یعنی اگر بتوانیم ضریب اصطکاک را به طریقی حساب کنیم، طبق معادله چیلتون ـ کلبرن می‌توانیم ضریب انتقال جرم را هم محاسبه کنیم. از ترکیب معادلات ۱ و ۲ داریم:

$$(۱),(۲) \Rightarrow J_H = J_D = f(R_e) \Rightarrow$$

در تشابه انتقال جرم و حرارت گروه‌های بدون بعد J_H و J_D با هم برابرند و فقط تابعی از عدد رینولدز می‌باشند.

نکته: تشابه چیلتون ـ کلبرن (J_D) را در جریان آرام و درهم روی صفحه و جریان درهم درون لوله می‌توان به کار برد اما برای جریان آرام درون لوله قابل استفاده نیست.

۳ ـ گزینه «۴»

تشابه انتقال جرم و حرارت (روابط مربوط به Nu و Sh)

رابطه زیر برای Nu زمانی صحیح است که انتقال حرارت از $x = ۰$ شروع شود.

این رابطه از روش ون کارمن بدست آمده و به شرطی صحیح است که انتقال جرم از $x = ۰$ شروع شود.

۱ـ جابجایی اجباری، جریان آرام، به موازات صفحه افقی (دما ثابت دیواره ـ غلظت ثابت دیواره)

$$Nu_x = ۰/۳۳۲ Re^{\frac{۱}{۲}} Pr^{\frac{۱}{۳}}$$

$$Sh_x = ۰/۳۳۲ Re^{\frac{۱}{۲}} Sc^{\frac{۱}{۳}}$$

۲ـ جابجایی اجباری، جریان درهم، به موازات صفحه افقی (دما ثابت دیواره ـ غلظت ثابت دیواره)

$$Nu_x = ۰/۰۲۹۶ Re^{\frac{۴}{۵}} Pr^{\frac{۱}{۳}}$$

$$Sh_x = ۰/۰۲۹۶ Re^{\frac{۴}{۵}} Sc^{\frac{۱}{۳}}$$

۳ـ جابجایی اجباری، جریان آرام، درون لوله‌ها (توسعه یافته) (شار ثابت دیواره، شار انتقال جرم ثابت دیواره ـ دما ثابت دیواره، غلظت ثابت دیواره) $Nu = Sh = ۳/۶۶$

۴ـ جابجایی اجباری، جریان درهم، درون لوله‌ها $Nu = Sh = ۴/۳۶۴$

۵ـ سیال ساکن در اطراف کره $(Sh = Nu = ۲)$

۶ سیال متحرک در اطراف کره $(Nu = ۲ + a(Gr_H.Pr)^n)$ و $(Sh = ۲ + a(Gr_D.Sc)^n)$

۷ـ انتقال جرم از یک گاز به درون یک لایه مایع ریزان

۸ـ جریان سیال درون ذرات بستر ثابت

نکته: محاسبه ضرایب انتقال جرم به کمک تشابه با انتقال حرارت برای محاسبه k'_v برای هر شدت انتقال جرم (کم یا زیاد) و محاسبه k_v فقط برای شدت‌های کم انتقال جرم بهترین نتیجه را می‌دهد.

قسمتی از پاسخ از کتاب انتقال جرم دکتر بهمنیار و کتاب انتقال حرارت هولمن نقل شده است. برای کسب اطلاعات کامل‌تر در این زمینه به فصل ششم کتاب انتقال جرم نامبرده و فصل پنجم کتاب انتقال حرارت هولمن مراجعه شود.

نکته: تمامی کلیات، فرضیات، شرایط و نتایج مربوط به تشابه پدیده‌های انتقال (جرم ـ حرارت ـ مومنتوم) و تفاوت‌های آنها در رابطه با ضریب انتقال، معادلات و روابط اعداد بدون بعد باید کاملاً و به درستی در ذهن دانشجو شکل گرفته باشد

۴ ـ گزینه «۱»

تئوری لایه (Film)

در این تئوری فرض می‌شود که مقاومت انتقال جرم در یک لایه خاص خلاصه می‌شود که مکانیسم انتقال جرم در این لایه فقط به صورت نفوذ است. کاربرد این تئوری زمانی است که ضخامت لایه (Z_f) بسیار نازک فرض می‌شود به طوری که مقدار ماده حل شده موجود در لایه در مقایسه با آنچه از لایه عبور می‌کند بسیار کم باشد یا به عبارت دیگر گرادیان غلظت به سرعت برقرار شود. به علاوه زمان تماس دو فاز به اندازه‌ای زیاد در نظر گرفته می‌شود که پروفایل غلظت شبیه به حالت پایدار می‌گردد. بنابراین در این تئوری می‌توان از قانون اول فیک استفاده کرد:

$$\frac{\partial^۲ C_A}{\partial Z^۲} = ۰ \quad N_A = -D_{AB}\frac{\partial C_A}{\partial Z} = -D_{AB}\frac{C_{A_۲} - C_{A_۱}}{Z_f} \Rightarrow$$

در تئوری لایه، $K = \frac{D_{AB}}{Z_f}$ یعنی K متناسب با D_{AB} است. $N_A = \frac{D_{AB}}{Z_f}(C_{A_۱} - C_{A_۲}) = K\Delta C \Rightarrow$

نکته: اگر $\frac{D_{AB}\theta}{Z_b^2} > 0/6$ باشد از تئوری فیلم می‌توان استفاده کرد.

* شرایط و نتایج تئوری Film مهم و کاربردی در کنکور می‌باشد.

۵ ـ گزینه «۴»

اگر جامد مرطوبی در تماس با هوای داغ قرار گیرد، رطوبت آن خارج شده و وارد فاز گازی می‌شود. خشک کردن آخرین مرحله درعملیات انتقال جرم محسوب شده و بعد از خشک کردن، مرحله بسته‌بندی محصول قرار دارد.

انواع رطوبت

از آن جایی که جرم جامد مرطوب (m_{wet}) شامل جامد خشک (L_s) و جرم آب (m_w) می‌باشد داریم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{مبنای مرطوب (۱)}\ (\text{wet Basis}): x = \dfrac{\text{kg of } H_2O}{\text{kg of wet solid}} \\ \text{مبنای خشک (۲)}\ (\text{Dry Basis}): X = \dfrac{\text{kg of } H_2O}{\text{kg of Dry solid}} \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} x = \dfrac{X}{1+X} \Rightarrow X = \dfrac{x}{1-x} \\ m_s = m_{wet}(1-x) \\ m_{wet} = m_s(1+X) \end{array}\right.$$

سرعت خشک شدن (Drying Rate): R یا $N = \dfrac{\text{جرم آب تبخیر شده}}{\text{سطح} \times \text{زمان}} = \dfrac{kg}{m^2.s}$ یا $\dfrac{lb}{ft^2.hr}$

نکته: وقتی که فرآیند خشک شدن در منطقه سرعت ثابت انجام شود، محاسبه زمان کل خشک شدن از رابطه زیر به دست می‌آید:

A سطح جامدی است که خشک می‌شود. t مدت زمان خشک شدن

m_s جرم جامد خشک R_c یا N_c سرعت خشک شدن در دوره شدت ثابت

$$t = \frac{m_s}{AN_c}(X_1 - X_2)$$

۶ ـ گزینه «۱»

جامدات غیر متخلخل و نظریه نفوذ

۱ـ در جامدات نامتخلخل، عامل رسیدن رطوبت به سطح، پدیده نفوذ است و وقتی که گرما از یک سمت جامد داده شده و خشک شدن از سمت دیگر صورت گیرد، مکانیزم حرکت رطوبت در داخل جامد نفوذ بخار است. نفوذ در جامد سرعت کل خشک شدن را کنترل می‌کند و چون مکانیزم نفوذ کنترل کننده عمل خشک شدن است لذا قانون دوم فیک برقرار است. در اینجا چون با افزایش دما قابلیت نفوذ افزایش می‌یابد، سرعت خشک شدن نیز با افزایش دمای جامد افزایش می‌یابد.

۲ـ طبق تئوری نفوذ رابطه کلی به صورت $\frac{\partial^2 X}{\partial z^2} = \frac{1}{D}\frac{\partial X}{\partial t}$ می‌باشد که با توجه به شرایط مرزی و حل معادله دیفرانسیل، توزیع رطوبت محاسبه خواهد شد.

۳ـ نفوذ، از خاصیت اجسامی است که به شکل آهسته خشک می‌شوند.

۴ـ زمان خشک شدن متناسب با مجذور ضخامت می‌باشد و از آنجا که زمان خشک شدن متناسب با عکس سرعت خشک شدن است در نتیجه سرعت خشک شدن متناسب با عکس مجذور صخامت است: (نفوذ) $t \sim \frac{1}{R} \sim S^2$

۵ـ در جامدات متخلخل مکانیزم خشک شدن بر اساس نیروهای موئینگی است و داریم: $t \sim \frac{1}{R} \sim S$

نکته: در بحث عملیات واحد، دانستن روابط پارامتری و ارتباط زمان، سرعت و سایر آیتم‌های محاسباتی در کنار شرایط و مسائل نسبتاً ساده محاسباتی اهمیت به سزایی دارد.

۷ ـ گزینه «۲»

استخراج از جامدات

هرگاه جزء C توسط حلال A از جامد B استخراج گردد، این عمل leaching نامیده می‌شود. فاز شامل حلال را جریان سرریز یا over flow گویند و فاز شامل ذرات جامد را under flow گویند. جریان over flow عمدتاً شامل حلال و حل شونده استالبته ممکن است مقدار کمی از جامد (B) هم در آن حضور داشته باشد و جریان under flow عموماً شامل ذرات جامد (B) محلول تجمع یافته در آن است. این روش جزء روش‌های غیرمستقیم جداسازی می‌باشد و از جمله مهم‌ترین کاربردهای استخراج از جامد، استفاده از این فرآیند در صنایع استخراج فلزات، جداسازی روغن موجود در سویا توسط حلال هگزان و جداسازی دانه‌های رنگی چای می‌باشد.

۱ـ اثر دما بر فرآیند

افزایش دما باعث افزایش سرعت استخراج می‌شود زیرا با افزایش دما، سرعت انتقال جرم زیاد می‌شود. با افزایش دما ویسکوزیتهٔ محلول کاهش می‌یابد که این مسأله منجر به افزایش سرعت استخراج می‌شود بنابراین عمل استخراج از جامدات (بر خلاف استخراج از مایعات که در دمای پایین انجام می‌شود) در دمای بالا انجام شده و در این حالت مقدار بیشتری جز حل شونده از جامد به حلال منتقل می‌شود.

۲ـ ویسکوزیته حلال

در فرآیند استخراج از جامد، ویسکوزیته حلال تا حد ممکن باید کم باشد زیرا در ویسکوزیته پایین، هم سرعت انتقال جرم و هم سرعت انتقال حرارت افزایش می‌یابد.

۳ـ مقاومت‌های موجود در فرآیند

الف ـ مقاومت ناشی از انتقال جزء C به سطح جامد B

ب ـ مقاومت ناشی از انتقال جزء C به درون حلال

ج ـ مقاومت ناشی از تغییر فاز جزء جامد به مایع

۴ـ مکانیزم‌های استخراج از جامد

الف ـ پاشیدن یا چکیدن مایع روی جامد

ب ـ فرو بردن جامد به طور کامل در مایع

۸ ـ گزینه «۲»

رطوبت‌دهی و رطوبت‌زدایی

اگر گاز خشک B در تماس با مایع A قرار گیرد، مایع در گاز تبخیر خواهد شد تا فشار جزئی A در مخلوط به فشار بخار اشباع A در دمای مخلوط برسد. این فشار مستقل از جنس گاز و فشار کل است و فقط به نوع ماده و دمای آن بستگی دارد. به عنوان مثال به سیستم آب و هوا می‌توان اشاره کرد که آب (A) تبخیر شده و وارد هوا(B) می‌شود.

۱ـ رطوبت مطلق (Absolute Humidity)

رطوبت مطلق عبارت است از جرم مایع A به ازای واحد جرم گاز B یعنی:

$$Y = \frac{\text{کیلوگرم‌های A}}{\text{کیلوگرم B}} = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{P_A}{P_t - P_A}$$

M_A جرم مولکولی مایع تبخیر شده/ M_B جرم مولکولی گاز خشک/ P_A فشار بخار A / P_t فشار کل / y_A جز مولی مایع A $P_A = y_A P_t$

۲ـ رطوبت اشباع (Saturated Humidity)

اگر مایع A آن قدر تبخیر شود تا گاز B از مایع A اشباع شود، این میزان رطوبت را رطوبت اشباع می‌گوییم یعنی:

$$Y_s = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A^{sat}}$$

P_A^{sat} فشار بخار اشباع مایع A در دمای مربوطه

۳ـ رطوبت نسبی (Relative Humidity)

نسبت فشار جزئی مایع به فشار بخار مایع در دمای مخلوط را رطوبت نسبی گویند یعنی:

$$H_R = \frac{P_A}{P_A^{sat}}$$

۴ـ رطوبت درصدی

به نسبت رطوبت مطلق به رطوبت اشباع در دمای مخلوط، رطوبت درصدی گفته می‌شود:

$$H_A = \frac{Y}{Y_s} = \frac{P_A}{P_A^{sat}} \times \frac{P_t - P_A^{sat}}{P_t - P_A} = H_R \frac{P_t - P_A^{sat}}{P_t - P_A}$$

نکته: با توجه به روابط فوق اگر H_R و Y_s را در گزینه ۲ جاگذاری کنیم داریم:

$$H_A = \frac{H_R}{1 + \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A}(1 + \frac{P_A}{P_A^{sat}})} = \frac{H_R}{1 + \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A} + \frac{P_A}{P_t - P_A}} = H_R \frac{P_t - P_A^{sat}}{P_t - P_A} \quad (\text{با فرض } M_A = M_B)$$

۹ ـ گزینه «۲»

انواع غلظت‌ها و مفاهیم عملیات leaching

غلظت جامد نامحلول B در هر مخلوط یا دوغاب را با $N[\frac{\text{جرم}B}{\text{جرم}(A+C)}]$ نشان می‌دهند که جامد می‌تواند از محلول مایع مرطوب باشد یا نباشد.

غلظت حل شونده C برحسب جزء وزنی در مخلوط عاری از B بیان می‌شود و عبارت است از:

$x =$ B عاری از مبنای بر مرحله یک از خروجی محلول در C وزنی جزء $\Rightarrow x = (\frac{C}{A+C})_{\text{over flow}}$

$y =$ B عاری از مبنای بر دوغاب یا جامد در C وزنی جزء $\Rightarrow y = (\frac{C}{A+C})_{\text{under flow}}$

نکته

۱ـ در عملیات استخراج از جامدات، معمولاً خطوط رابطه (Tie) عمودی هستند یعنی دارای شیب ∞ مگر زمانی که:

الف ـ زمان تماس ناکافی برای حل شدن تمام حل شونده به حلال داده شود.

ب ـ حل شونده به طور انتخابی جذب شود.

ج ـ جامد حل شونده به طور نامساوی بین فازها توزیع شود.

۲ـ هر چه جامد ریزتر باشد، سطح انتقال جرم بیشتر شده که این مسأله منجر به افزایش سرعت leaching می‌شود.

۳ـ در محاسبات فرآیند leaching، فرض می‌نماییم که استخراج ایده‌آل است.

۴ـ مشابه فرآیند تقطیر به جای $H-xy$ در اینجا منحنی‌های $N-xy$ را داریم که به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$N_E = (\frac{B}{A+C})_{\text{under flow}}, N_R = (\frac{B}{A+C})_{\text{over flow}}$$

۵ـ در جداسازی کامل داریم: $N_R = 0$

۱۰ ـ گزینه «۳»

طبق توضیحات آمده در پاسخ سوال قبل

در فرآیند leaching معمولاً خطوط Tie line عمودی و به موازات هم هستند که این در صورتی است که غلظت جسم حل شونده در هر دو فاز برابر باشد و در غیر این صورت (موارد الف ـ ب ـ ج در سوال قبل) این خطوط عمودی و با شیب ∞ نخواهند بود.

۱۱ ـ گزینه «۲»

دمای حباب مرطوب (Weted Bulb Temperature)

دمای حباب مرطوب دمای حالت پایدار غیرتعادلی (Steady state Nonequilibrium) می‌باشد که عبارت است از دمای پایایی که در نتیجه تبخیر مقدار اندکی مایع در حجم زیادی از یک مخلوط بخار و گاز اشباع نشده حاصل می‌شود. دماسنجی را در نظر بگیرید که پارچه خشکی به دور آن پیچیده شده و در هوایی به دمای T_G قرار گرفته است. اگر پارچه دور دماسنج را خیس کنیم و دماسنج را در هوا بچرخانیم، مقداری از آب پارچه تبخیر می‌شود. گرمایی که صرف تبخیر این مقدار آب شده باعث کاهش دمای دماسنج می‌شود. که این دما را دمای حباب مرطوب T_W می‌گوییم.

در درجه حرارت مرطوب، سرعت انتقال گرما از گاز به مایع برابر است با حاصل‌ضرب سرعت تبخیر در مجموع گرمای نهان تبخیر و گرمای محسوس که البته با در نظر گرفتن فرضیاتی در نهایت می‌توان رابطه زیر را معرفی کرد:

$$q = h_G \Delta T = m\lambda \Rightarrow h_G(T_G - T_w) = N_A.M_A.\lambda_w \Rightarrow h_G(T_G - T_w) = M_B K_y \lambda_w (Y_w - Y)$$

در معادله فوق نسبت $\frac{h_y}{k_y}$ بیانگر نسبت رطوبت‌سنجی است در نتیجه:

$$\frac{Y - Y_w}{T_G - T_w} = \frac{-h_G}{M_B k_y \lambda_w}$$

تغییرات رطوبت برحسب دما تابعی خطی و با شیب $\frac{-h_G}{M_B k_y \lambda_w}$ می‌باشد خطوطی که با این شیب در نمودار رطوبت رسم می‌شوند، خطوط رطوبت‌سنجی (خطوط دمای حباب مرطوب) نامیده می‌شود.

Y رطوبت مطلق هوا (گاز) / Y_w رطوبت اشباع/ T_G دمای هوا (گاز)/ T_w دمای حباب مرطوب/ h_G ضریب انتقال حرارت/ k_v ضریب انتقال جرم/ λ_w گرمای نهان تبخیر در دمای حباب مرطوب

نکته

اطلاعات مساله نه تنها کافی است بلکه بیش از اندازه هم می‌باشد.

$$\text{Slope} = \frac{Y - Y_w}{T_G - T_w} = \frac{۰/۰۲ - ۰/۰۳}{۶۰ - ۳۵} = -۳/۳۳ \times ۱۰^{-۴}$$

۱۲ ـ گزینه «۱»

طبق توضیحات آمده در پاسخ شماره ۱۰۰

۱ـ در ناحیه خشک کردن ثابت، زمان خشک کردن به ضخامت جسم خشک شونده مربوط می‌شود.

نکته:

اگر m_s برابر حاصل‌ضرب جرم حجمی جامد در حجم جامد و حجم جامد نیز برابر مساحت در ضخامت (S) باشد، چون در جامد متخلخل، زمان (t) متناسب با m_s است با ضخامت جسم نیز متناسب خواهد بود:

معمولاً s نصف ضخامت جسم جامد می‌باشد.

$$\Rightarrow \frac{t_۲}{t_۱} = \frac{s_۲}{s_۱}$$

۲ـ گزینه‌های ۲ و ۳ نیز درست می‌باشد.

برای اطلاعات کامل‌تر به کتاب انتقال جرم Treybal فصل ۱۲ مراجعه شود.

۱۳ ـ گزینه «۴»

شرایط برقراری تشابه تئوری

تحت شرایط زیر معادلات جرم، حرارت، مومنتوم مشابه هستند:

۱ـ هیچ گونه واکنش شیمیایی بین A و سایر اجزا وجود ندارد. $\Leftarrow R_A = 0$

۲ـ تولید گرما وجود ندارد $\Leftarrow \dot{q} = 0$

۳ـ تلفات لزجتی ناچیز باشد $\Leftarrow \phi = 0$

۴ـ شتاب جاذبه وجود ندارد $\Leftarrow g = 0$

۵ـ گرادیان فشار وجود ندارد $\Leftarrow \nabla P = 0$

نکته: اساساً چون انتقال در سه پدیده جرم، حرارت و مومنتوم فقط با دو مکانیزم نفوذ (Diffusion) و جابجایی (Convection) مطرح می‌شود، می‌توان مبنا و علت استفاده از تشابه را توجیه نمود.

۱۴ ـ گزینه «۱»

تئوری رسوخ (Penetration)

از این مدل وقتی استفاده می‌شود که سطح انتقال جرم آشفته است. در این تئوری زمان واقع شدن سیال در معرض انتقال جرم کوتاه است و این زمان تماس آن قدر نیست که توزیع غلظت بتواند مانند تئوری لایه فیلم کاملاً توسعه پیدا کندبر اساس این تئوری هر ذره مایع به هنگام رسیدن به سطح مشترک به اندازه زمان θ در آن توقف می‌کند و طی این مدت (θ) عمل انتقال جرم انجام می‌شود. در این تئوری زمان تماس با فاز گاز برای تمام ذرات مایع یکسان و به اندازه θ در نظر گرفته می‌شود که θ زمانی است که حباب گاز جذب شده در مایع به اندازه قطر خودش در مایع صعود کند. در مورد این تئوری می‌توان قانون دوم فیک را به طور تقریبی به کار برد:

$$\frac{\partial C_A}{\partial \theta} = D_{AB}\frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} \xrightarrow{\text{از حل معادله}} \begin{cases} N_{A,av} = 2(C_{Ai} - C_{Ao})\sqrt{\dfrac{D_{AB}}{\pi\theta}} \\ C_{Ao} = K_{L,av} \times \Delta C \\ K_{L,av} = 2\sqrt{\dfrac{D_{AB}}{\pi\theta}} \end{cases}$$

C_{Ai} غلظت تعادلی در سطح مشترک

C_{Ao} غلظت در فاز مایع

نکته: در این تئوری K متناسب با $D_{AB}^{0/5}$ است ولی از لحاظ تجربی توان D_{AB} در حالت تلاطم بین نزدیک به صفر تا ۰/۸ یا ۰/۹ قرار دارد. در این تئوری شدت انتقال جرم با جذر زمان توقف نسبت عکس دارد. $N_A \sim \frac{1}{\sqrt{\theta}}$

۱۵ ـ گزینه «۲»

طبق توضیحات سوال ۹۹ در مورد تئوری فیلم

۱ـ طبق تئوری فیلم، نفوذ چرخانه‌ای در بالک سیال صفر است یعنی سرعت سیال روی سطح جامد صفر است.

۲ـ این تئوری در برآورد شارهای بالای انتقال جرم و همچنین در محاسبات اثر انتقال جرم بر انتقال حرارت و پیش‌بینی اثر واکنش شیمیایی بر شدت انتقال جرم مفید است.

۳ـ از این تئوری زمانی می‌توان استفاده کرد که یکی از مرزها ثابت و دارای سرعت صفر باشد. اگر حالتی داشته باشیم که حداقل یکی از مرزها ثابت نباشد، از این تئوری نمی‌توان استفاده کرد و باید از تئوری‌های دیگر استفاده نمود. در کل تئوری فیلم برای جریان آشفته خیلی مناسب نمی‌باشد.

۴ـ در این تئوری فرض بر این است که کل انتقال جرم در لایه نازکی نزدیک سطح (صفحه جامد) به ضخامت z_f و به شکل نفوذ مولکولی انجام می‌شود. زیرا جریان در این لایه به صورت آرام است. این تئوری فقط زمانی صادق است که ضخامت لایه بسیار نازک باشد تا گرادیان غلظت به سرعت برقرار شود و بتوان تحول را پایا فرض کرد.

۵ـ تئوری فیلم برای حالتی که زمان تماس طولانی باشد نیز صادق است زیرا این حالت نیز بیانگر حالت پایا می‌باشد.

۱۶ ـ گزینه «۱»

با توجه به توضیحات گذشته فقط در تئوری لایه (Film) سیستم در حالت پایا Steady state فرض می‌شود.

*مفاهیم ۳ تئوری که بیش از بقیه در کنکور سوال دارند (فیلم ـ رسوخ ـ تجدید سطح) بسیار مهم است.

۱۷ ـ گزینه «۱»

در شرایط مشابه پروفایل‌های بدون بعد دما و غلظت و گروه‌های بدون بعد ضرایب انتقال حرارت و جرم با توابع یکسانی داده می‌شوند. برای تبدیل معادلات یا روابط بین انتقال حرارت و دما به معادلات یا روابط بین انتقال جرم و غلظت باید گروه‌های بدون بعد مربوط به هر کدام را با یکدیگر تعویض کرد. در هنگام استفاده از این تشابهات باید ضرایب نفوذ چرخانه‌ای یکسان، شکل هندسی یکسان، شرایط حدی یکسان برقرار باشد و معادله نیز از اعداد بدون بعد تشکیل شده باشد.

۱ـ عدد گراشف (Gr) در حالاتی که جابجایی طبیعی در همان فاز وجود داشته باشد، ظاهر می‌شود.

۲ـ نقش عدد شروود (Sh) در انتقال جرم مشابه نقش عدد ناسلت (Nu) در انتقال حرارت است که روابط مربوط به Nu در جابجایی، ضریب انتقال حرارت کنوکسیونی (h) را به ما می‌دهند و روابط مربوط به Sh در انتقال جرم کنوکسیونی ضریب انتقال جرم نوع F یا K را به ما می‌دهند.

۳ـ مشابه انتقال حرارت در انتقال جرم هم در جریان‌های اجباری داریم: $Sh = f(Re, Sc), Nu = f(Re, Pr)$

۴ـ در جابجایی طبیعی داریم: $Sh = f(Gr_D, Sc), Nu = f(Gr_H, Pr)$

۵ـ این که کدام یک از انواع انتقال جرم اجباری یا آزاد، غالب است بستگی به نسبت $\frac{Gr}{R_e^2}$ دارد به طوری که:

$\frac{Gr}{R_e^2} > 1 \Rightarrow$ جابجایی آزاد غالب است.

$\frac{Gr}{R_e^2} \sim 1$ (نزدیک به ۱) $\Rightarrow$ هر دو جابجایی نقش دارند.

$\frac{Gr}{R_e^2} < 1 \Rightarrow$ جابجایی اجباری غالب است.

۱۸ ـ گزینه «۳»

ضرایب انتقال جرم برای جریان روی صفحات تخت و کره و تشابه با انتقال حرارت

۱ـ جریان آرام روی صفحه تخت و شرایط غلظت ثابت در دیواره

$$Shx = ۰/۳۳۲ Re_x^{\frac{۱}{۲}} Sc^{\frac{۱}{۳}}$$

نکته

برای محاسبه k_{av} و Sh_{av} چنانچه بتوان تناسب k یا Sh را با x^n مشخص کرد همواره می‌توان از روابط زیر استفاده نمود.

اگر $Sh \sim x^n$ یا $k \sim x^n$ $\Rightarrow \frac{k_{av}}{k} = \frac{۱}{n+۱}, \frac{Sh_{av}}{Sh} = \frac{۱}{n+۱}$

۲ـ جریان درهم روی صفحه تخت

$$Sh = ۰/۰۲۹۶ Re^{۰/۸} Sc^{\frac{۱}{۳}} \Rightarrow Sh \sim x^{\frac{۴}{۵}}, k \sim x^{-\frac{۱}{۵}}$$

۳ـ انتقال جرم از کره

الف) حالتی که جریان سیال از روی یک کره را داریم (جریان اجباری)

$$Sh = Sh_۰ + f(Re, Sc), Sh_۰ = ۲ + g(Gr_D, Sc)$$

ب) حالتی که کره در یک سیال ساکن قرار داشته باشد (جریان طبیعی و آزاد)

$$Sh = Sh_۰ = ۲$$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_{L_{av}} = ۲k_{x=L} \\ Sh_{av} = ۲Sh_{x=L} \end{cases} \Rightarrow ۷۰ = ۲Sh_L \Rightarrow \boxed{Sh_L = ۳۵}$$

$x = L$ انتهای صفحه

av متوسط

۱۹ ـ گزینه «۲»

$$\frac{D}{D+E_D} = \frac{۱}{\frac{D+E_D}{D}} = \frac{۱}{۱+\frac{E_D}{D}} = \frac{۱}{۱+\frac{\nu}{D}.\frac{E_D}{\nu}} = \frac{۱}{۱+Sc.\frac{E_D}{\nu}}$$

نکته عدد اشمیت Sc در انتقال جرم عبارت است از:

$$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = \frac{\nu}{D}$$

۲۰ ـ گزینه «۴»

در تئوری لایه آرام وقتی که انتقال حرارت و انتقال جرم به موازات صفحه افقی با مکانیزم جابجایی اجباری اتفاق می‌افتد، روابط زیر برقرار است:

$Nu = ۰/۳۳۲ Re^{\frac{۱}{۲}} Pr^{\frac{۱}{۳}}$ دما ثابت دیواره (σ, σ_T)

$Sh = ۰/۳۳۲ Re^{\frac{۱}{۲}} Sc^{\frac{۱}{۳}}$ غلظت ثابت دیواره (σ, σ_c)

بنابراین طبق فرضیه لایه مرزی (Boundry layer) ارتباط بین لایه‌های انتقال جرم و حرارت با لایه مومنتوم توسط اعداد Sc و Pr بیان می‌شود که با توجه به روابط فوق نتیجه می‌گیریم:

$$\frac{\sigma}{\sigma_T} = Pr^{\frac{۱}{۳}} \quad , \quad \frac{\sigma}{\sigma_c} = Sc^{\frac{۱}{۳}}$$

* دانستن ارتباط بین اعداد بدون بعد در پدیده‌های انتقال بسیار مهم است.

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ اگر در یک تبخیر کننده، ظرفیت را با C و اقتصاد تبخیر کننده را با E نمایش دهیم، میزان بخار مصرفی چقدر است؟

۱) EC ۲) $\frac{E}{C}$ ۳) $\frac{C}{E}$ ۴) $E+C$

۲ ـ در تبخیرکننده‌های لوله بلندعمودی، مکان ماکزیمم شدن دما، در سرعت‌های کم در ..... و در سرعت‌های زیاد در ..... است.

۱) ابتدای لوله ـ وسط لوله ۲) وسط لوله ـ انتهای لوله ۳) ابتدای لوله ـ انتهای لوله ۴) انتهای لوله ـ ابتدای لوله

۳ ـ کدام گزینه در قاعده Duhring صدق می‌کند؟

۱) BPE ممکن است با افزایش نقطه جوش محلول، افزایش یابد.

۲) BPE ممکن است با افزایش نقطه جوش محلول، ثابت بماند.

۳) تغییرات نقطه جوش یک محلول نسبت به نقطه جوش آب خالص در همان فشار خطی است.

۴) گزینه ۲ و ۳

۴ ـ در مورد یک تبخیر کننده سه مرحله‌ای با الگوی خوراک دهی پیشرو کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

۱) در مسیر خوراک دهی، به علت کاهش دما و افزایش غلظت، ویسکوزیته محلول افزایش می‌یابد.

۲) در مسیر خوراک‌دهی، برای انتقال مایع بین مراحل، نیاز به پمپ وجود ندارد.

۳) در مسیر خوراک‌دهی، افزایش ویسکوزیته ناشی از افزایش غلظت با کاهش ویسکوزیته در اثر ازدیاد دما جبران می‌شود.

۴) صعود نقطه جوش (BPE) در مسیر خوراک‌دهی، افزایش می‌یابد.

۵ ـ رابطه $\frac{1}{F_{OL}}=\frac{1}{m''F_G}+\frac{1}{F_L}$ در چه مواردی برقرار است؟

۱) فرآیند به صورت انتقال متقابل باشد. ۲) انتقال جرم در محیط رقیق انجام شود.

۳) فرآیند به صورت نفوذ یک جزء درون جزء نفوذناپذیر دیگری باشد. ۴) موارد ۱ و ۲

۶ ـ در چه صورت مقاومت انتقال جرم در فاز گاز و مایع برابر خواهد شد؟ $(R_G=R_L)$

۱) $k_y=m'k_x, m'm''=1$ ۲) $k_x=m'k_y, m'm''=1$ ۳) $k_y=m'k_x, m'=m''$ ۴) $k_x=m'k_y, m'=m''$

۷ ـ در صورت تساوی تقریبی k_x و k_v وقتی m خیلی بزرگ باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) سازنده A در فاز مایع تقریباً نامحلول است ۲) مقاومت اصلی در برابر انتقال ماده در فاز گاز است.

۳) مقاومت اصلی در برابر انتقال ماده در فاز مایع است. ۴) گزینه‌های ۱ و ۳

۸ ـ در یک فرآیند انتقال جرم در صورتی که منحنی تعادل به صورت $y=2x$ و ۴۰ درصد مقاومت در فاز گاز باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) ۶۰ درصد مقاومت در فاز مایع است. ۲) $K_y=0/3k_x$

۳) $K_y=0/4k_y$ ۴) $K_x=0/15k_x$

۹ ـ منظور از Economy در یک تبخیرکننده کدام است؟

۱) کیلوگرم آب تبخیر شده از محلول به کیلوگرم بخار تغذیه شده به تبخیر کننده

۲) کیلوگرم آب تبخیر شده از محلول در مدت زمان یک ساعت

۳) وزن ماده جامد موجود در محلول به وزن مایع تبخیر شده از محلول در تبخیر کننده

۴) مجموع صعود نقاط جوش در مراحل مختلف یک تبخیر کننده به کل اختلاف دمای بین بخار و محلول

۱۰ ـ ضریب جذب (A) برابر است با:

۱) نسبت شیب خط تعادل به تبادل و اقتصادی‌ترین حالت وقتی است که بین ۱/۲۵ تا ۲ باشد.

۲) نسبت شیب خط تبادل به تعادل و اقتصادی‌ترین حالت وقتی است که بزرگتر از ۲ باشد.

۳) نسبت شیب خط تعادل به تبادل و اقتصادی‌ترین حالت وقتی است که بزرگتر از ۲ باشد.

۴) نسبت شیب خط تبادل به تعادل و اقتصادی‌ترین حالت وقتی است که بین ۱/۲۵ تا ۲ باشد.

۱۱ ـ در صورتی که ضریب زاویه خط تعادل برابر ۲۰ و ضرایب انتقال جرم $k_y a = ۱۲$ و $k_x a = ۲۴۰$ کیلو مول بر ساعت در هر متر مکعب باشد، ضریب جمعی انتقال جرم بر اساس فاز گاز برحسب کیلومول بر ساعت در متر مکعب چقدر است؟ (a سطح تماس به ازای واحد حجم است.)

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۲۴

۱۲ ـ نسبت مقاومت فاز گاز به مقاومت فاز مایع در مقطعی از ستون جذب که در آن غلظت‌های توده $y_{AG} = ۰/۲$ و $x_{AL} = ۰/۰۴$ و فصل مشترک $y_{Ai} = ۰/۱$ و $x_{Ai} = ۰/۰۸$ است، چقدر می‌باشد؟

۱) ۳/۵ ۲) ۴/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۱۳ ـ کدام عبارت نادرست است؟

۱) در فرآیندهای پایا با جریان غیرهمسو، شیب خط عامل مثبت است.

۲) مزیت روش ناهمسو بر روش همسو آن است که نیروی محرکه متوسط در روش ناهمسو بزرگتر است.

۳) از جریان فرآیندهای ناهمسو در فرآیندهای جذب سطحی، استخراج از جامد و خشک کردن استفاده می‌شود.

۴) در یک مجموعه همسو با وجود افزایش بازده هرگز نمی‌توان نتایجی برتر از یک واحد تعادلی حاصل نمود.

۱۴ ـ ۱۰۰ کیلوگرم از خوراک مایع حاوی ۲۰ درصد جرمی از جسم استخراج شونده را با ۸۰ کیلوگرم از حلال خالص به طور متقاطع (Cross) در یک مرحله تعادلی مجاور می‌سازند. در صورتی که معادله منحنی تعادل از رابطه $Y = \frac{۱}{۴}X$ پیروی نماید، حداکثر درصد استخراج در این مرحله چقدر است؟ (حلال و همراه در یکدیگر کاملاً نامحلول‌اند و اجزاء جرمی جسم استخراج شونده در دو فاز R و E هستند.)

۱) ۱۰٪ ۲) ۴۰٪ ۳) ۵۰٪ ۴) ۲۰٪

۱۵ ـ اگر عمل انتقال جرم بین دو فاز مایع و جامد متخلخل صورت بگیرد، در این صورت:

۱) افزایش حالت متلاطم سیستم، تمام مقاومت‌های مقابل انتقال جرم را کاهش می‌دهد.

۲) افزایش حالت متلاطم سیستم، تنها بخشی از مقاومت کل انتقال جرم را کاهش می‌دهد.

۳) فقط یک مقاومت در مقابل انتقال جرم وجود دارد و با افزایش حرکت مکانیکی قابل کاهش است.

۴) با ریزتر کردن ذرات جامد می‌توان مقاومت را در تمام مراحل سیستم کاهش داد.

۱۶ ـ مخلوط هوا و گاز کربنیک (۱۰ درصد حجمی گاز کربنیک) از پایین یک برج جذب و آب خالص از بالای برج به طور غیر همسو وارد می‌شوند. منحنی تعادل به صورت $Y = X$ فرض می‌گردد. اگر قرار باشد، ۸۰ درصد از گاز کربنیک ورودی جذب آب شود، حداقل مقدار آب مورد نیاز به ازای هر کیلوگرم هوای خالص ورودی چقدر است؟

۱) ۰/۹۱ ۲) ۰/۷۶۱ ۳) ۰/۴۵ ۴) ۰/۸

۱۷ ـ در تبخیرکننده‌های توام با تراکم مجدد بخار (Vapor Recompression Evaporators)، اقتصاد تبخیر کننده (Economy) چگونه تغییر می‌کند؟

۱) اصلاً تغییر نمی‌کند. ۲) به شدت افزایش می‌یابد. ۳) به شدت کاهش می‌یابد. ۴) تغییر جزئی می‌یابد.

۱۸ ـ مهم‌ترین عامل در روش خوراک دهی تبخیر کننده‌ها کدام است؟

۱) غلظت خوراک ۲) دمای خوراک ۳) ویسکوزیته خوراک ۴) همه موارد

۱۹ ـ در چه صورتی $E_{ME} = E_{MR}$ می‌باشد؟ (A ضریب جذب و S ضریب دفع می‌باشد)

۱) $S \gg A$ ۲) $S = A$

۳) $S \ll A$ ۴) در هیچ صورتی $E_{ME} = E_{MR}$ نمی‌باشد.

۲۰ ـ در رابطه با اثر فشار مایع و اصطکاک روی افت دما در تبخیر کننده‌ها کدام عبارت صحیح است؟

۱) اگر محلول با سرعت پایین حرکت کند، نه تنها زودتر به جوش آمده بلکه در دمای بالاتری نسبت به محلولی که با سرعت بالا حرکت می‌کند، به جوش می‌آید.

۲) در سرعت پایین، افت فشاردر لوله تبخیر کننده کمتر است و در نتیجه در مقاطع متناظر بین دو لوله با سرعت‌های مختلف، همواره فشار در لوله با سرعت پایین بیشتر است و در نتیجه دمای جوش در این لوله بالاتر است.

۳) نقطه جوش در سطح یک مایع از نقطه جوش نقطه‌ای درون مایع کمتر است.

۴) همه موارد

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ گزینه «۳»

ظرفیت و اقتصاد تبخیرکننده

ظرفیت یک تبخیر کننده عبارت است از میزان بخاری که تولید می‌کند (C) و اقتصاد یک تبخیر کننده (E) عبارت است از نسبت ظرفیت تبخیر کننده به میزان بخار مصرفی (S) به عبارتی میزان تبخیر به ازای انرژی مصرفی است.

$$C = \text{Capacity} = V \qquad E = \text{Economy} = \frac{V}{S} \rightarrow E = \frac{C}{S} \Rightarrow S = \frac{C}{E}$$

برای افزایش اقتصاد تبخیر کننده‌ها آنها را چند مرحله‌ای می‌سازند که تعداد مراحل از سه تا پنج متغیر است. در این نوع تبخیرکننده‌ها از بخار تولیدی هر مرحله برای مرحله بعدی استفاده می‌شود.

* ارتباط بین ظرفیت و اقتصاد تبخیرکننده‌ها با مقدار بخار مصرفی مهم است.

۲ ـ گزینه «۲»

تبخیرکننده با لوله بلند

این تبخیرکننده‌ها برای موادی مناسب هستند که خاصیت کف‌زایی دارند. کف ایجاد شده وقتی با سرعت زیاد مخلوط مایع و بخار با بفل‌ها برخورد می‌نماید، می‌شکند که باعث افزایش ضریب انتقال حرارت و کاهش ماندگی مایع در فاز بخار خواهد شد.

در تبخیر کننده‌های لوله بلند عمودی، در سرعت‌های کم به دلیل زمان ماند بیشتر خوراک درون تبخیرکننده، ماکزیمم شدن دما به نسبت حالت‌های با سرعت‌های بالای خوراک زودتر اتفاق می‌افتد. به طور تجربی مشاهده شده است که برای سرعت‌های کم، ماکزیمم دما در وسط لوله و در سرعت‌های بالا در انتهای لوله می‌باشد.

* محاسبات و کاربردهای انواع تبخیرکننده‌ها و تأثیر آن در نحوه عملکرد آن مهم است.

۳ ـ گزینه «۴»

وجود ناخالصی جامد (جسم حل شده در حلال) در مایع باعث افزایش نقطه جوش محلول می‌شود. این افـزایش را BPE یعنـیBoiling Point Elevation گویند که برابر است با اختلاف نقطه جوش محلول و حلال خالص در فشار مورد نظر. BPE تابع غلظت است و فشار اثر چندانی بر آن ندارد. بـرای محلول‌های رقیق و محلول‌های آلی مقدار افزایش نقطه جوش BPE کوچک بوده و قابل اغماض می‌باشد ولی در محلول‌های غلیظ و معـدنی ایـن مقدار قابل توجه بوده و بایستی در محاسبات لحاظ گردد. برای محلول‌های غلیظ مقدار BPE از قاعده‌ای تجربی به نـام قاعـده دورینـگ محاسـبه می‌شود. طبق این قاعده نقطه جوش محلول معین تابعی خطی از نقطه جوش حلال خالص در همان فشار است. این قاعده در محـدوده فـشار بـالا دقیق نیست اما اگر فشار در محدوده متوسط باشد، خطوط منحنی تقریباً مستقیم ولی موازی نیستند. در حالت کلی BPE تابعی از دما و غلظت است. با ثابت بودن غلظت اگر دما تغییر کند، BPE تقریباً ثابت است پس می‌توان گفت که BPE تابع قوی از غلظت اسـت و از اثـر دمـا روی آن می‌توان صرف‌نظر کرد. وجود BPE زیاد مانع از امکان استفاده موثر از بخار در مراحل آخر یک تبخیرکننده می‌شود. به همین دلیل تعـداد مراحـل تبخیرکننده‌ها را معمولاً بین۳ تا ۵ مرحله در نظر می‌گیرند.

* بحث افزایش نقطه جوش در اثر ناخالصی (BPE) در تبخیر کننده‌ها مهم است.

۴ ـ گزینه «۳»

در روش خوراک دهی پیشرو (Forward) خوراک و بخار با هم وارد تبخیر کننده شده و همسو با هم حرکت می‌کنند. این شیوه سـاده‌تـرین نـوع روش خوراک‌دهی بوده و غلظت مایع از مرحله اول تا آخرین مرحله افزایش می‌یابد. در این روش فشار در مراحل مختلف یک تبخیر کننـده رو بـه کاهش است تا بخار خروجی از هر مرحله بتواند در مرحله بعد مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه در این روش خوراک‌دهی کـه خـوراک در جهـت کاهش فشار در حرکت است، احتیاج به هیچ گونه پمپی نبوده و حرکت مایع به صورت خود به خود صورت می‌گیرد. این روش بـرای محلـول‌هـا و مواد حساس به دما مناسب است. زیرا هر چه که پیش می‌رویم، با افزایش غلظت محلول، ویسکوزیته افزایش می‌یابد که این امر منجـر بـه کـاهش ضریب انتقال حرارت و در نتیجه کاهش مقدار انتقال حرارت (q) می‌شود.

جمع‌بندی: در روش خوراک‌دهی پیشرو (Forward)

۱ـ به علت کاهش فشار در مسیر نیاز به پمپ نداریم.

۲ـ به علت افزایش غلظت، BPE زیاد می‌شود.

۳ـ به علت افزایش غلظت، ویسکوزیته زیاد می‌شود.

۴ـ به علت کاهش فشار و در نتیجه کاهش دما، ویسکوزیته زیاد می‌شود.

* الگوهای مختلف خوراک دهی در تبخیر کننده‌های چند مرحله‌ای و مزایا و معایب هر یک بسیار مهم است.

۵ ـ گزینه «۴»

در مواردی که شامل نفوذ یک ماده و یا نفوذ متقابل با مول‌های مساوی از دو سازنده نبوده و یا شدت انتقال جرم زیاد باشد، حتماً باید از ضرایب نوع F استفاده کرد. ضرایب F نیز به طریق محلی (F_G, F_L) و کلی (F_{OG}, F_{OL}) (overal) به کار می‌رود و داریم:

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

لازم به ذکر است که روابط فوق تنها زمانی صادقند که $\sum N = 0$ باشد.

* ارتباط بین ضرایب انتقال جرم K با F و منحنی تعادل در بحث نفوذ جرمی بسیار اهمیت دارد.

۶ ـ گزینه «۴»

بنابراین در صورتی که شرایط گزینه چهارم برقرار باشد، خواهیم داشت:

$$\left.\begin{aligned} \frac{R_G}{R_t} &= \frac{K_y}{k_y} = \frac{1}{(1 + m'\frac{k_y}{k_x})} \\ \frac{R_L}{R_t} &= \frac{K_x}{k_x} = \frac{1}{(1 + \frac{1}{m''}\frac{k_x}{k_y})} \end{aligned}\right\} \Rightarrow R_G = R_L$$

نکات مهم:

۱ـ مقاومت انتقال جرم در فاز گاز (R_G)

۲ـ مقاومت انتقال جرم در فاز مایع (R_L)

۳ـ مقاومت انتقال جرم کل در هر دو فاز (R_t)

۴ـ K_x و k_x ضرایب انتقال جرم کلی و محلی فاز مایع

۵ـ K_v و k_v ضرایب انتقال جرم کلی و محلی فاز گاز

* روابط مربوط به مقاومت‌های انتقال جرمی هر فاز و توضیحات ارائه شده در این گونه مسائل در کنکور اهمیت زیادی دارد.

۷ ـ گزینه «۲»

وقتی $k_x = k_y$ باشد، با توجه به معادلات زیر اگر m (شیب منحنی تعادل) خیلی زیاد باشد، بیشترین مقاومت در فاز مایع است و اگر m خیلی کوچک باشد، بیشترین مقاومت در فاز گاز است، از طرفی گزینه‌های ۱ و ۳ معادل هم می‌باشند و از آنجایی که در صورت سوال، از ما گزینه نادرست خواسته شده است، جواب گزینه ۲ خواهد بود.

$$k_x = k_y \Rightarrow \begin{cases} (1) \quad \dfrac{\text{مقاومت در فاز گاز}}{\text{مقاومت کل در هر دو فاز}} = \dfrac{1}{1+m} \\[2ex] (2) \quad \dfrac{\text{مقاومت در فاز مایع}}{\text{مقاومت کل در هر دو فاز}} = \dfrac{1}{1+\frac{1}{m}} \end{cases}$$

۸ ـ گزینه «۴»

چون ۴۰ درصد مقاومت در فاز گاز است پس ۶۰ درصد مقاومت در فاز مایع است لذا گزینه ۱ صحیح است.

گزینه ۲ صحیح می‌باشد. $\frac{۱}{K_y}=\frac{۱}{k_y}+\frac{m}{k_x} \Rightarrow \frac{K_y}{k_y}+\frac{mK_y}{k_x}=۱ \Rightarrow \frac{۲K_y}{k_x}=۰/۶ \Rightarrow K_y=۰/۳k_x \Rightarrow$

گزینه ۳ صحیح می‌باشد. $\frac{\frac{۱}{k_y}}{\frac{۱}{K_y}}=۰/۴ \Rightarrow \frac{K_y}{k_y}=۰/۴ \Rightarrow K_y=۰/۴k_y \Rightarrow$

گزینه ۴ نادرست است. $K_x=mK_y \Rightarrow K_x=۲\times۰/۳k_x \Rightarrow K_x=۰/۶k_x \Rightarrow$

* فاز کنترل کننده انتقال جرم در ۳ حالت باید تشخیص داده شود که هر سه حالت بسیار مهم است:

۱ـ $k_x=k_y$ ۲ـ $k_x\neq k_y$ ۳ـ اثر دما روی انتقال جرم

۹ ـ گزینه «۱»

۱ـ اقتصاد تبخیر کننده که به آن فاکتور اقتصادی نیز می‌گویند، برابر جرم حلال تبخیر شده (بخار تولید شده) به جرم بخار مصرفی می‌باشد لذا داریم:

$$E=\frac{\dot{m}_v}{\dot{m}_s}=\frac{\text{جرم بخار تولیدی}}{\text{جرم بخار مصرفی}}$$

هر چه فاکتور اقتصادی (E) بالاتر باشد، بهتر است.

۲ـ اقتصاد تبخیر کننده مسأله‌ای در ارتباط با بیلان آنتالپی است، هر چند که دمای خوراک نیز روی آن موثر است. البته از مهم‌ترین عوامل موثر بر اقتصاد تبخیر کننده تعداد مراحل می‌باشد که خود به خود در بیلان آنتالپی وارد می‌شود.

۳ـ همواره برای یک تبخیرکنندهٔ N مرحله‌ای، فاکتور اقتصادی کوچکتر یا مساوی N است یعنی $E\leq N$

۱۰ ـ گزینه «۴»

نسبت شیب خط کار (operating) به شیب خط تعادل را ضریب جذب (A) گویند. اگر $A < ۱$ باشد، در این صورت خط کار و خط تعادل در قسمت انتهای برج به هم نزدیک می‌شوند در نتیجه انجام عمل جذب با بی‌نهایت سینی هم بسیار مشکل است. در این حالت در پایین برج فاصله بین خط تبادل و منحنی تعادل کم می‌شود یعنی نیروی محرکه کاهش می‌یابد. همچنین اگر $A > ۱$ باشد، اگر تعداد سینی‌ها به اندازه کافی باشد، به هر میزان جذب می‌توان دست یافت. اگر ضریب جذب به مقادیر بزرگتر از یک افزایش داده شود، بر مقدار و شدت جذب افزوده شده و تعداد سینی‌های مورد نیاز کاهش یافته و لذا بهای دستگاه کاهش می‌یابد ولی در مرحله بعد، جداسازی حلال به مراتب مشکل‌تر است و در نهایت ارزش محصول کاهش می‌یابد زیرا هدف، جذب درصد خاصی از حل شونده و یا تهیه محلول با درصد مشخص می‌باشد که اگر بیشتر از درصد مدنظر باشد، قیمت محصول کاهش می‌یابد. به این ترتیب محدودهٔ اقتصادی ضریب جذب با محاسبه هزینه کل بر اساس مقادیر مختلف A و تعیین شرایط مختلف بین ۱/۲۵ تا ۲ در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه:

$$۱/۲۵ < A = \frac{R_s}{mE_s} < ۲$$

* در بحث عملیات جذب گاز مفاهیمی مانند ضریب جذب، ضریب دفع و اثر دما و فشار بر روی عملیات بسیار مهم می‌باشد.

۱۱ ـ گزینه «۱»

$$\frac{۱}{K_y a} = \frac{۱}{k_y a} + \frac{m'}{k_x a} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۲۰}{۲۴۰} \Rightarrow$$

$$\frac{۱}{K_y a} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{۱۲} \Rightarrow K_y a = ۶$$

یادآوری

اصولاً اگر ضرایب انتقال جرم نوع K معرف شدت انتقال جرم باشند، عکس این کمیت‌ها معرف مقاومت در مقابل انتقال جرم است. در حالت کلی مقاومت جرم هر یک از فازهای گاز و مایع به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{\text{مقاومت در فاز گاز}}{\text{مقاومت کل در هر دو فاز}} = \frac{\frac{۱}{k_y}}{\frac{۱}{K_y}} = \frac{۱}{۱+\frac{mk_y}{k_x}} \quad \text{و} \quad \frac{\text{مقاومت در فاز مایع}}{\text{مقاومت کل در هر دو فاز}} = \frac{\frac{۱}{k_x}}{\frac{۱}{K_x}} = \frac{۱}{۱+\frac{k_x}{mk_y}}$$

* در نظر گرفتن سطح تماس به ازای واحد حجم (a) یک نکته انحرافی در حل مسأله است که هیچ تأثیر خاصی در روند حل مساله نخواهد داشت.

۱۲ ـ گزینه «۳»

$$\frac{k_x}{k_y} = \frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{Ai} - x_{AL}} = \frac{۰/۲ - ۰/۱}{۰/۰۸ - ۰/۰۴} = ۲/۵$$

$$m = \frac{y_{Ai}}{x_{Ai}} = \frac{۰/۱}{۰/۰۸} = ۱/۲۵$$

$$\text{نسبت مقاومت گاز به مایع} = \frac{k_x}{mk_y} = \frac{۲/۵}{۱/۲۵} = ۲$$

یادآوری

y_{AG} غلظت در فاز گاز x_{AL} غلظت در فاز مایع

y_{Ai} غلظت در فصل مشترک در فاز گاز x_{Ai} غلظت در فصل مشترک در فاز مایع

* بر اساس تئوری لوئیس و وایتمن مقاومت‌های نفوذی تنها در داخل فازهای سیال قرار دارند پس مقاومتی در برابر انتقال حل شونده در سطح مشترک بین دو فاز وجود ندارد و این مطلبی نکته‌ای است که در فهم این مساله کمک می‌کند.

۱۳ ـ گزینه «۳»

۱ـ در فرآیندهای پایا با جریان غیرهمسو شیب خط عامل مثبت بوده $(\frac{R_s}{E_s})$ و برای نفوذ از E به R (جذب) در بالای منحنی تعادلی و برای نفوذ از R به E (دفع) در پایین منحنی تعادلی قرار می‌گیرد.

۲ـ مزیت روش ناهمسو بر روش همسو آن است که نیروی محرکه متوسط در روش ناهمسو بزرگتر است و لذا برای یک دستگاه معین، شدت جریان کمتر و برای یک شدت معین، دستگاه کوچک‌تری مورد نیاز است.

۳ـ از فرآیندهای جریان متقاطع در فرآیندهای جذب سطحی، استخراج از جامد و خشک کردن استفاده می‌گردد.

۴ـ در یک مجموعه همسو با وجود افزایش بازده هرگز نمی‌توان نتایجی برتر از یک واحد تعادلی حاصل نمود در صورتی که در مجموعه ناهمسو و یا متقاطع این امر امکان‌پذیر است.

۵ـ واحدهای جریان متقابل بالاترین کارآیی را دارا می‌باشند و لذا تعداد واحدهای تئوری حداقل خواهد شد.

۱۴ ـ گزینه «۴»

$$R_1 = 100\,kg \qquad x_1 = 0/2 \Rightarrow X_1 = \frac{x_1}{1-x_1} = \frac{0/2}{1-0/2} = 0/25$$

$$R_s = R_1(1-x_1) \Rightarrow R_s = 100(1-0/2) = 80\,kg$$

چون حلال خالص است در نتیجه:

$$E_s = E = 80\,kg \ , \ y_1 = 0 \Rightarrow Y_1 = 0$$

چون فرآیند متقاطع است در نتیجه:

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{-R_s}{E_s}$$

$$Y = \frac{1}{4}X \Rightarrow Y_2 = \frac{1}{4}X_2$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{1}{4}X_2 - 0}{X_2 - 0/25} = -1 \Rightarrow X_2 = 0/2 \Rightarrow \text{درصد استخراج} = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100 = \frac{0/25 - 0/2}{0/25} \times 100 = 20\%$$

۱۵ ـ گزینه «۲»

با توجه به اینکه در اجسام متخلخل، بیشترین مقاومت انتقال جرم در درون جامد متخلخل قرار دارد، پس با افـزایش توربولنـسی، فقـط بخـشی از مقاومت انتقال جرم کاهش می‌یابد.

* نکته مطرح شده در این تست با توجه به توانایی و خلاقیت دانشجو در فهم صحیح مباحث انتقال جرم بین فازها قابل استنباط بوده که در نهایت منجر به انتخاب گزینه صحیح خواهد شد.

۱۶ ـ گزینه «۴»

$$y_1 = 0/1 \Rightarrow Y_1 = \frac{y_1}{1-y_1} = \frac{0/1}{0/9} = 0/111$$

چون هوا خالص است:

$$x_2 = 0 \Rightarrow X_2 = 0$$

چون ۸۰% جذب صورت می‌گیرد، ۲۰% در فاز خروجی وجود دارد یعنی:

$$Y_2 = 0/2Y_1 \Rightarrow Y_2 = 0/2 \times 0/111 = 0/0222$$

برای به دست آوردن X_1 از منحنی تعادلی استفاده می‌کنیم. در نتیجه:

$$Y = X \Rightarrow Y_1 = X_1 \Rightarrow X_1 = 0/111$$

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{L_s}{G_s} \Rightarrow \frac{0/0222 - 0/111}{0 - 0/111} = \frac{L_s}{1} \Rightarrow L_s)_{min} = 0/8$$

* این گونه سوالات که مقدار حلال min در آن مورد سوال قرار می‌گیرد در فرآیندهای Counter Current (ناهمسو) معمولاً در کنکور مطـرح می‌شود.

۱۷ ـ گزینه «۲»

تراکم مجدد بخار روشی برای افزایش اقتصاد تبخیر کننده بوده و اساس کار آن بر مبنای جبران بخار (steam) مصرفی است و به دو روش:

۱ـ تراکم مجدد مکانیکی، ۲ـ تراکم مجدد حرارتی انجام می‌گیرد.

۱ـ تراکم مجدد مکانیکی: در این حالت تمام بخار یا قسمتی از بخار تولیدی چگالیده نمی‌شود. بلکه توسط یک کمپرسور گریز از مرکز تا فـشارهای بالا فشرده شده و به بخار آب ورودی به گرم کن تبدیل می‌شود. این روش بر مبنای جبران بخار مصرفی می‌باشد که فـاکتور اقتـصادی بـرای یـک تبخیر کننده در این حالت به حدود ۱۰تا ۱۵ افزایش می‌یابد. مهم‌ترین کاربردهای تبخیـر بـا تـراکم مجـدد مکـانیکی در بـالا بـردن غلظـت‌هـای محلول‌های خیلی رقیق رادیو اکتیو و در تولید آب مقطر است.

۲ـ تراکم مجدد حرارتی: در این سیستم، بخار تولیدی توسط Ejector متراکم می‌شود. با استفاده از این روش معمولاً نسبت بخار آب مورد نیاز به جرم آب تبخیر شده در حدود ۰/۵ است. معمولاً برای تبخیر در شرایط خلاء، تراکم مجدد حرارتـی مناسـبتر از تـراکم مجـدد مکـانیکی اسـت. استفاده از اژکتورها ارزان‌تر و راحت‌تر از کمپرسورها و دمنده‌ها می باشد ولی اشکال عمده روش حرارتی، بازده پایین اژکتورها و عدم انعطاف‌پذیری سیستم در برابر تغییر شرایط (شرایط مختلف عملیات) است.

۱۸ ـ گزینه «۳»

همواره مهم‌ترین عامل در انتخاب روش خوراک دهی (Methods of Feeding)، ویسکوزیته می‌باشد، به طوری که مثلاً برای محلول‌های ویسکوزیته، روش Backward ظرفیت بیشتری را نسبت به روش Forward دارد. در محلول ویسکوز هر چه محلول تغلیظ می‌شود، ویسکوزیته افزایش و ضریب انتقال حرارت کاهش می‌یابد. در روش Forward در مرحله آخر، محلولی غلیظ در تماس با اختلاف دمای کوچک قرار می‌گیرد که اگر سیال ویسکوز باشد، در مرحله آخر ضریب انتقال حرارت کوچک سیال و اختلاف دمای کم، مقدار انتقال حرارت کوچکی را به وجود می‌آورد که برای فرآیند تبخیر مناسب نمی‌باشد. به همین دلیل برای محلول‌های ویسکوز اگر از روش Backward استفاده کنیم، در مرحله آخر، محلول غلیظ (ورود بخار) که ضریب انتقال حرارت کوچکی نیز دارد، در تماس با بخار تازه با دمای بالا قرار می‌گیرد که حالتی بسیار مناسب است.

* تحلیل انواع روش‌های خوراک دهی به تبخیر کننده‌ها و مزایا و معایب هر کدام در بحث تبخیر کننده‌ها بسیار مهم است.

۱۹ ـ گزینه «۲»

واحد (stage) تعادلی کامل و یا تئوری، واحدی است که در آن زمان تماس فازها با یکدیگر برای آن که پساب‌ها به حال تعادل با هم برسند، کفایت می‌کند. بازده واحد را به صورت نزدیکی نسبی یک واحد حقیقی به حالت تعادل تعریف می‌کنند. متداول‌ترین راه بررسی بازده، تعیین بازده مورفری (murphree) واحد است که عبارت از نزدیکی نسبی تغییر غلظت در یک جریان خروجی به تغییر غلظتی است که در صورت برقراری تعادل بین این فاز با فاز خروجی دیگر حاصل می‌شود. بازده مورفری فقط برای فرآیندهای همسو تعریف می‌شود و می‌تواند علی‌رغم بازده معمولی بزرگتر از یک نیز باشد و برحسب غلظت‌های فاز E و R مطرح می‌شود:

$$\left.\begin{array}{l} E_{ME}=\dfrac{E_{ME}}{E_{MR}(1-S)+S}=\dfrac{E_{MR}}{E_{MR}(1-\frac{1}{A})+\frac{1}{A}} \\ \text{ضریب جذب}\quad A=\dfrac{\text{شیب خط عملیاتی}}{\text{شیب خط تعادلی}}=\dfrac{\frac{R_s}{E_s}}{m}=\dfrac{R_s}{mE_s} \\ \text{ضریب دفع}\quad S=\dfrac{1}{A}=\dfrac{mE_s}{R_s} \end{array}\right\}\Rightarrow$$

به این ترتیب اگر $S=A$ باشد، باید $S=A=1$ باشد. بنابراین $E_{ME}=E_{MR}$ خواهد بود.

* ارتباط بین انواع بازده‌ها در فرآیندهای مداوم با جریان‌های همسو و تأثیر ضریب جذب و دفع در آن بسیار مهم است.

۲۰ ـ گزینه «۴»

۱ـ نقطه جوش در سطح یک مایع از نقطه جوش نقطه‌ای درون مایع کمتر است. (به دلیل اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع بین سطح مایع و نقطه درون مایع) در نتیجه در تبخیر کننده‌های واقعی، میانگین نقطه جوش مایع در لوله‌ها بالاتر از نقطه جوش سطح مایع می‌باشد. چنین افزایشی در نقطه جوش، منجر به کاهش اختلاف دما شده و در نتیجه ظرفیت را کاهش می‌دهد. از طرفی هر چه سرعت مایع درون لوله‌ها افزایش یابد، افت فشار افزایش و در نتیجه فشار مایع کاهش می‌یابد که این امر منجر به کاهش دمای جوش مایع و افزایش اختلاف دما می‌شود.

۲ـ چنانچه محلول با سرعت پایین حرکت کند، نه تنها زودتر به جوش آمده (چون زمان اقامتش بالا مـی‌رود.) بلکـه در دمـای بـالاتری نـسبت بـه محلولی که با سرعت بالا حرکت می‌کند، به جوش می‌آید. زیرا در سرعت پایین افت فشار در لوله کمتر است و در نتیجه در مقاطع متناظر بـین دو لوله با سرعت‌های مختلف، همواره فشار در لوله با سرعت پایین، بیشتر است و در نتیجه دمای جوش در این لوله بالاتر است.

* عوامل موثر بر ΔT (اثر هد یا ارتفاع مایع ـ اثر اصـطکاک ـ اثـر غلظـت و اثـر سـرعت) و همچنـین اثـر فـشار مـایع روی افـت دمـا درعملکـرد تبخیرکننده‌ها بسیار بسیار مهم است.

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ در فرآیند جذب سطحی با ..... دما و ..... فشار، میزان جذب گاز افزایش می‌یابد.

۱) افزایش ـ افزایش ۲) افزایش ـ کاهش ۳) کاهش ـ افزایش ۴) کاهش ـ کاهش

۲ ـ فرآیند جذب سطحی که در آن هر دو جزء جذب می شوند، مشابه فرآیند ..... است.

۱) استخراج مایع ـ مایع ۲) جذب گاز ۳) تقطیر ۴) خشک کردن

۳ ـ در یک مخزن همزن‌دار مجهز به حباب ساز که در آن تماس فازهای گاز و مایع انجام می‌شود، در صورتی که مخزن مجهز به بافل باشد، تـوان همزن به کدام یک از اعداد بی‌بعد زیر بستگی دارد؟

۱) Fr و Re ۲) We و Re ۳) Fr و we و Re ۴) فقط به عدد We بستگی دارد

۴ ـ در صورتی که گرادیان هیدرولیک مایع در یک برج سینی‌دار از حد مجاز بیشتر باشد، موجب می‌شود که:

۱) در بخش ابتدایی سینی (در هنگام ورود مایع به سینی) احتمال وقوع پدیده‌ی Dumping وجود داشته باشد.

۲) بیشتر حباب‌ها از بخش انتهایی سینی که عمق مایع کمتری دارد، خارج شود.

۳) به علت توزیع غیریکنواخت حباب‌ها در اثر گرادیان مایع بالا، راندمان سینی کم شود.

۴) همه موارد فوق

۵ ـ با توجه به نام‌گذاری‌های انجام شده برای گزینه‌های زیر، کدام ترکیب از این جملات درست است؟

(A): گرفتن جریان جانبی در برج سینی‌دار آسانتر از برج پر شده است.

(B): برج پر شده در مواقعی که محلول کف‌زا باشد، نسبت به برج سینی‌دار ارجحیت دارد.

(C): افت فشار در برج‌های پرشده کمتر از برج‌های سینی‌دار است.

(D): در هنگامی که نوسانات دمایی شدید باشد برج‌های پرشده بهتر از برج‌های سینی‌دار هستند.

(E): در صورتی که سیالات فرآیندی خورنده باشند، برج‌های پر شده بهتر از برج‌های سینی‌دار هستند.

۱) A,D,E ۲) E,B,A ۳) E,C,D ۴) D,B,C

۶ ـ در یک برج پر شده با پرکن هایی از نوع Berl Saddle و جریان ناهمسوی گاز و مایع، اگر در شدت جریان ثابت گاز، شدت جریان مایع زیاد شود چه اتفاقی خواهد افتاد؟

۱) فضای خالی برای عبور گاز کاهش می‌یابد.
۲) افت فشار گاز کم می‌شود.
۳) پارامتر جریان برج کاهش می‌یابد.
۴) ماندگی مایع در گاز به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

۷ ـ در ۱ لیتر جذب سطحی، گازی با یک ناخالصی به غلظت $4\times10^{-5}\ \frac{lbmol}{ft^3}$ وارد بستر می‌شود. بازده بستر ۴۰٪ و ظرفیت اشباع بستر ۰/۳ می‌باشد. دانسیته بستر $50\ \frac{lb}{ft^3}$ بوده و زمان یک سیکل کامل ۲ ساعت است. جرم مولکولی ناخالصی ۶۰ می‌باشد. طول بستر چقدر است؟ (سرعت ظاهری سیال برابر ۰/۵ است).

۱) ۲/۴ft
۲) ۲/۰۴ft
۳) ۱/۴۴ft
۴) ۱/۸۸ ft

۸ ـ برای سیستم‌هایی که از ایزوترم فرندلیچ $(Y = mX^n)$ پیروی می کنند، بهتر است توان و ضریب .

۱) بزرگ ـ کوچک
۲) کوچک ـ بزرگ
۳) بزرگ ـ بزرگ
۴) کوچک ـ کوچک

۹ ـ در مخازن مولد حباب، ماندگی گاز در مایع عبارت است از نسبت:

۱) سرعت ظاهری گاز به سرعت ظاهری مایع
۲) سرعت واقعی گاز به سرعت واقعی مایع
۳) سرعت ظاهری گاز به سرعت واقعی مایع
۴) سرعت ظاهری گاز به سرعت لغزش

۱۰ ـ در یک برج جذب ایزوترمال ناهمسو، ۹۰٪ از ماده A از سیالی که حاوی این جزء می‌باشد به کمک حلال خالص جدا می‌شود. در صورتی که فاکتور جذب برابر واحد باشد، تعداد واحدهای ایده‌آل این برج چقدر است؟

۱) ۱
۲) ۹
۳) ۴
۴) ۳

۱۱ ـ در یک عمل جذب سطحی دو مرحله‌ای با جریان متقاطع می‌خواهیم مقدار ماده A را در سیال ورودی از ۴٪ به ۱٪ در سیال خروجی کاهش دهیم. در صورتی که بخواهیم حداقل حلال مصرفی استفاده شده و منحنی تعادل از رابطه‌ی $Y = 2X$ پیروی کند، غلظت ماده A در سیال بین دو واحد کدام است؟

۱) ۰/۷ %
۲) ۰/۳۵ %
۳) ۱/۴ %
۴) ۲ %

۱۲ ـ کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد عملیات جذب سطحی (Adsorption) صحیح می‌باشد؟

۱) جهت انجام شدن فرآیند γ (گزینش پذیری جاذب) باید بزرگتر از ۱ باشد و بدین منظور باید $y > x$ باشد.
۲) جهت انجام شدن فرآیند γ (گزینش پذیری جاذب) باید بزرگتر از ۱ باشد و بدین منظور باید $y < x$ باشد.
۳) جهت انجام شدن فرآیند γ (گزینش پذیری جاذب) باید بزرگتر از ۱ باشد و در حالت $y < x$ جاذب بیشتری مصرف می‌شود.
۴) جهت انجام شدن فرآیند γ (گزینش پذیری جاذب) باید بزرگتر از ۱ باشد و بدین منظور باید $y = x$ باشد.

۱۳ ـ سرعت طغیان در یک ستون سینی دار که در شرایط عملیاتی ۱atm کار می‌کند، $3\ \frac{m}{s}$ است، اگر ستون در فشار ۲atm کار کند و سایر شرایط ثابت باقی بماند، سرعت طغیان چقدر خواهد شد؟

۱) $\frac{3}{\sqrt{2}}$
۲) $\frac{3}{2}$
۳) ۱
۴) $\frac{3}{4}$

۱۴ ـ در یک برج سینی‌دار با ۴۰ سینی، افت فشار به ازای هر سینی برابر ۰/۱Psi است. در صورتی که این برج با برج پر شده‌ای با HETP =۰/۳m جایگزین شود، افت فشار کلی برج پر شده چند Psi خواهد بود؟ (راندمان سینی‌ها ۵۰٪ و افت فشار به ازای هر سینی ۵ برابر افت فشار به ازای واحد HETP فرض می‌شود).

۱) ۰/۱ Psi
۲) ۰/۲ Psi
۳) ۰/۳ Psi
۴) ۰/۴ Psi

۱۵ ـ Down Spout Seal در یک برج سینی‌دار که در فشار ۱ اتمسفر کار می‌کند باید برابر باشد با:

۱) ۸ mm
۲) ۸۰ mm
۳) ۲۵ mm
۴) ۱۵۰ mm

۱۶ ـ کدام یک از پرکننده‌های زیر جزء پرکن‌های زینی شکل هستند؟

۱) اینتالوکس ۲) راشینگ ۳) حلقوی ۴) گزینه ۱ و ۲

۱۷ ـ قطر ستون پر شده به چه عواملی بستگی دارد؟

۱) فقط به دبی جریانات فاز گاز و مایع بستگی دارد.

۲) به دبی جریانات فاز و مایع، نوع پرکن‌ها و خصوصیات فیزیکی سیال بستگی دارد.

۳) فقط به نوع پرکن و دبی جریانات فاز گاز و مایع بستگی دارد.

۴) فقط به دبی جریانات فاز گاز، مایع و ویسکوزیته مایع بستگی دارد.

۱۸ ـ در انتخاب پرکن برای برج‌های آکنده، هر چقدر اندازه پرکن را بزرگتر انتخاب کنیم:

۱) شرایط کار برج از حالت طغیان دور شده و به علاوه راندمان بیشتر می‌شود.

۲) شرایط کار برج از حالت طغیان دور می‌شود.

۳) راندمان برج کم می‌شود ولی ضریب انتقال جرم ثابت باقی می‌ماند.

۴) ضریب انتقال جرم کم می‌شود و برج به حالت طغیان نزدیک‌تر می‌شود.

۱۹ ـ کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد پدیده‌ی ماندگی در یک برج سینی‌دار صحیح می‌باشد؟

۱) این پدیده در اثر سرعت زیاد جریان گاز ایجاد شده و باعث حل شدن بخشی از گاز در قطرات مایع حمل شده می‌گردد.

۲) این پدیده در اثر سرعت زیاد جریان مایع ایجاد شده و باعث افزایش حجم مایع بر روی سینی بالایی و بر هم زدن تعادل بر روی آن می‌گردد.

۳) این پدیده در اثر سرعت زیاد جریان گاز ایجاد شده و باعث اختلاط مایع سینی زیرین با مایع سینی بالایی و کاهش نیرو محرکه انتقال جرم در سینی بالایی می‌گردد.

۴) این پدیده در اثر سرعت زیاد جریان مایع ایجاد شده و باعث کاهش مایع روی سینی زیرین و کاهش افت فشار گاز می‌گردد.

۲۰ ـ در عملیات جذب سطحی، ایزوتروم فرندلیج در چه مواردی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱) در محیط‌های مایع و غلظت‌های کم و زیاد از جزء محلول ۲) از گاز جهت جذب

۳) محیط‌های مایع و رقیق از جزء محلول ۴) گزینه‌های ۲و۳

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ گزینه «۳»

در فرآیندهای جذب، با افزایش فشار و کاهش دما شدت جذب افزایش می‌یابد و برعکس در فرآیندهای دفع با افزایش دما و کاهش فشار شدت دفع افزایش می‌یابد.

۲ ـ گزینه «۱»

۱ـ در عملیات جذب سطحی (Adsorption) انتقال یک جزء از فاز گاز یا مایع به سطح جامد صورت می‌گیرد از کاربردهای این فرآیند می‌توان به رنگ‌بری شربت قند، تصفیه روغن‌های صنعتی یا خوراکی و حذف مواد آلاینده از هوا یا مخلوط گازهای دیگر اشاره کرد.

۲ـ دو مکانیزم اصلی برای جذب سطحی وجود دارد که عبارتند از: جذب فیزیکی و جذب شیمیایی

۳ـ از جاذب‌های معمولی می‌توان به سیلیکات‌های منیزیوم ـ آلومینیم، بوکسیت، اکسید آلومینیم سیلیکاژل و کربن فعال اشاره کرد.

۴ـ فرآیند جذب سطحی که در آن هر دو جزء جذب می‌شوند، مشابه فرآیند استخراج مایع ـ مایع است.

* شباهت فرآیند جذب سطحی با فرآیند استخراج مایع ـ مایع مهم است.

۳ ـ گزینه «۲»

۱ـ ساختار مخازن همزن‌دار شبیه مخازن مواد حباب است با این تفاوت که فقط همزنی داخل فاز مایع نصب می‌شود که وظیفه‌ی آن ایجاد اختلاط مناسب، جلوگیری از ایجاد نواحی مردابی و همچنین افزایش عدد Re و کاهش مقاومت فیلمی و در نتیجه افزایش ضریب انتقال جرم است.

۲ـ در حالت کلی عدد توان مخازن همزن‌دار تابع سه عدد بی‌بعدRe (رینولدز)، we (وبر) و Fr (فرود) است که با توجه به نوع سیستم و تعریف هر یک از این اعداد ممکن است تابعیت نسبت به این اعداد کم یا زیاد شود.

۳ـ جریان آرام ← Re ظاهر می‌شود. سیستم دو فازی ← We ظاهر می‌شود.
وجود Vortex ← Fr ظاهر می‌شود: (وجود بافل در مخازن همزن‌دار از ایجاد گرداب و Vortex جلوگیری می‌کند).
۴ـ در اختلاط تک فاز مخزن مجهز به بافل عدد توان فقط تابع عدد Re است.
۵ـ در اختلاط دو فازی مخزن مجهز به بافل عدد توان تابع اعداد Re و We است.
* تأثیر اعداد بدون بعد در به دست آوردن توان همزن بسیار مهم است.

۴ ـ گزینه «۴»
در پدیده‌ی Dumping شدت جریان گاز به حدی کم است که مایع به طور کامل از درون منافذ به سمت سینی پایین حرکت می‌کند و پراکنده شدن گاز در مایع متوقف می‌شود و عملاً طح انتقال جرم درون دستگاه از بین می‌رود. به این ترتیب در اثر دبی کم‌گاز و عمق زیاد مایع روی سینی (افزایش گرادیان هیدرولیک مایع) پدیده‌ی weeping و Dumping به وجود می‌آید.
۲ـ اگر شدت جریان گاز کم شود در این صورت از درون تعدادی از منافذ سینی، مایع شروع به چکه کردن می‌کند. این پدیده weeping نام دارد و باعث می‌شود سطح ویژه سینی (سطح انتقال جرم به ازای واحد حجم) کاهش پیدا کند و چون تعداد حباب‌های تولید شده کم می‌شود بنابراین راندمان سینی افت می‌کند. در طراحی برج‌های سینی‌دار کمترین شدت جریان گاز مربوط به حالت weeping می‌شود.
* مفاهیم و تعاریف مربوط به پدیده‌های نامطلوب در برج‌های سینی‌دار (مثل چکه کردن مایع از سینی یا ریزش مایع از سینی یعنی به ترتیب Dumping و Weeping) بسیار مهم است.

۵ ـ گزینه «۲»
۱ـ جملات E,C,B,A درست هستند و جمله‌ی D غلط است.
۲ـ در هنگامی که نوسانات شدید حرارتی وجود داشته باشد اولویت با برج‌های سینی‌دار است و اگر مجبور به استفاده از برج‌های پر شده باشیم باید از برج آکنده با پرکن فلزی استفاده نماییم.
پارامترهای مهم در مقایسه برج‌های سینی‌دار و پر شده عبارتند از:
۱ـ قطر برج ۲ـ شدت جریان گاز ۳ـ نسبت مایع به گاز ۴ـ افت فشار ۵ـ گرفتن جریان جانبی ۶ـ گرفتن و دادن گرما ۷ـ حضور مواد جامد
۸ـ حضور مواد خورنده ۹ـ وجود نوسانات شدید حرارتی ۱۰ـ هزینه ۱۱ـ محلول کف‌زا ۱۲ـ نحوه تمیز کردن

۶ ـ گزینه «۱»
با توجه به اینکه پرکن‌هایی از نوع Berl Saddle از انواع پرکن‌های حلقه‌ای زین‌اسبی می‌باشند که سطح ویژه بالایی دارند لذا در شدت جریان ثابت گاز، اگر شدت جریان مایع زیاد شود، تخلخل یا همان فضای خالی بستر برای عبور گاز کاهش خواهد یافت.
* مفهوم تخلخل بستر و انواع پرکن‌ها در ستون‌های پرشده یا آکنده بسیار مهم است.

۷ ـ گزینه «۳»

در فرآیند جذب سطحی اگر غلظت ماده جذب شونده ورودی $C_\circ$، سرعت ظاهری U، ظرفیت اشباع (مقدار جرم جذب شونده بر جرم جاذب در حالت اشباع) W_s و جرم مولکولی ماده جذب شونده (ناخالصی) M باشد، شار جرمی ماده جذب شونده برابر است با:

$$F = U C_\circ M$$

اگر بخواهیم پارامترهای طول بستر L، جرم حجمی بستر ρ و مدت زمان یک سیکل کامل τ_s را به پارامترهای دیگر که ذکر شد، مرتبط کنیم داریم:

$$W_s = \frac{F\tau_s}{\rho L}$$

در این مسأله $F = (۰/۵)(۴\times۱۰^{-۵})(۶۰) = ۰/۰۰۱۲ \frac{lb}{ft^۲.s} \Rightarrow F = ۴/۳۲ \frac{lb}{ft^۲.h}$

$$L = \frac{F\tau_s}{\rho w_s} = \frac{(۴/۳۲)(۲)}{(۵۰)(۰/۳)} = ۰/۵۷۶\,ft$$

بازده بستر عبارت است از طول بستر در حالت اشباع به طول کل بستر:

$$\text{بازده} = \frac{\text{طولی از بستر که معادل با حالت اشباع است}}{\text{طول کل بستر}} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{۰/۵۷۶}{L_t} \Rightarrow \boxed{L_t = ۱/۴۴\,ft}$$

۸ ـ گزینه «۱»

معادله فرندلیچ برای حالاتی که غلظت جزء جذب شونده بسیار کم است به کار می‌رود و به شکل $Y = mX^n$ بیان می‌شود که Y و X طبق معادلات زیر بیان می‌شود.

$$Y = \frac{y}{۱-y} = \frac{\text{کیلوگرم جذب شده}}{\text{کیلوگرم حلال}} = \text{نسبت جرمی در فاز سیال}$$

$$X = \frac{x}{۱-x} = \frac{\text{کیلوگرم جذب شده}}{\text{کیلوگرم جاذب}} = \text{نسبت جرمی در فاز جامد}$$

n توان جاذب است که هرچه بزرگتر باشد، عملیات جذب بهتر انجام می‌گیرد. مقدار مناسب n بین ۲ تا ۱۰ است برای nهای بین ۱و۲ عمل جذب مشکل است و برای n های کمتر از ۱ عمل جذب بسیار ناچیز است.

۹ ـ گزینه «۴»

۱ـ یک مخزن با تولید کننده حباب دستگاهی است که در آن جریان گاز به صورت حباب‌هاب ریزی درون مایع پراکنده می‌شود.

۲ـ با توجه به تعاریف زیر، در مخازن مولد حباب، ماندگی گاز در مایع (φ_G) عبارت است از سرعت ظاهری گاز (V_G) به سرعت لغزش (V_s) چون:

کسر حجمی از مخزن که توسط فاز گاز اشغال شده (ماندگی گاز در مایع) φ_G

سرعت لغزش (سرعت نسبی گاز و مایعی که از کنار هم عبور می‌کنند) V_s / سرعت ظاهری مایع V_L / سرعت ظاهری گاز V_G

در مخازن مولد حباب سرعت فاز مایع صفر است چون مایع درون مخزن ساکن است / سرعت واقعی مایع V' / سرعت واقعی گاز V

nashr-estekhdam.ir

$$V=\frac{V_G}{\varphi_G}\quad V'=\frac{V_L}{1-\varphi_G}\quad V_s=\frac{V_G}{\varphi_G}-\frac{V_L}{1-\varphi_G}=\frac{V_G}{\varphi_G}\Rightarrow \boxed{\varphi_G=\frac{V_G}{V_s}}$$

* تعریف ماندگی و روابط مربوط به سرعت ظاهری و واقعی سیال در ستون‌های تولید حباب مهم است.

۱۰ـ گزینه «۲»

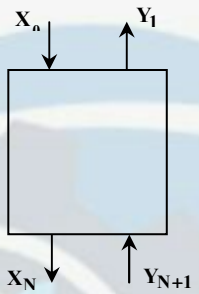
طبق معادله کرامسر ـ براون برای مجموعه‌ای با جریان متقابل در حالتی که هم شیب خط تعادل و هم شیب خط تبادل ثابت باشد برای محاسبه تعداد مراحل تعادلی رابطه زیر در انتقال از فاز E به R (فرآیند جذب) برقرار است:

این رابطه به شرطی برقرار است که ضریب جذب برابر واحد باشد یعنی $A=1$:

$$N=\frac{Y_{N+1}-Y_1}{Y_1-m\times 0}$$

$$\Rightarrow N=\frac{Y_{N+1}-0/1\,Y_{N+1}}{0/1Y_{N+1}-mX_0}=9$$

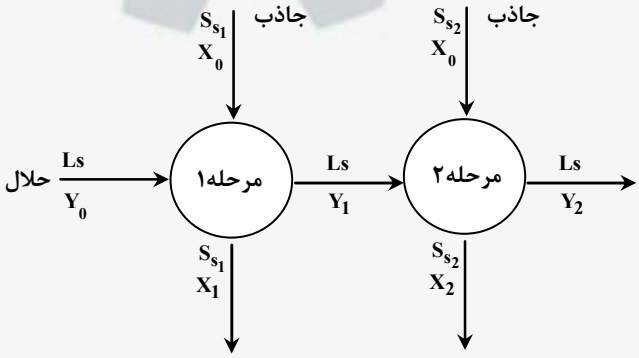
حلال خالص $X_0=0$



* در عملیات‌های فرآیندی چند مرحله‌ای با جریان متقابل (ناهمسو) روابط معادله کرامسر ـ براون بسیار مهم است.

۱۱ـ گزینه «۴»

برای حداقل کردن میزان جاذب مصرفی در فرآیند جذب سطحی با جریان متقاطع رابطه زیر برقرار است:



$$\left(\frac{Y_1}{Y_2}\right)^{\frac{1}{n}}-\frac{1}{n}\left(\frac{Y_0}{Y_1}\right)=1-\frac{1}{n}$$

$$n=1\Rightarrow\left(\frac{Y_1}{0/01}\right)-\left(\frac{0/04}{Y_1}\right)=0\Rightarrow Y_1=0/02=2\%$$ غلظت ماده A در سیال بین دو مرحله

* در عملیات‌های فرآیندی چند مرحله‌ای با جریان متقاطع فرمول مربوط به حداقل کردن میزان جاذب مصرفی در فرآیند جذب سطحی بسیار کاربردی و مهم است.

۱۲ ـ گزینه «۳»

در عملیات جذب سطحی، جاذب مورد استفاده ممکن است توانایی جذب فقط یکی از اجزای سیال را داشته باشد یا به میزان جزئی اجزای دیگر را هم در خود جذب کند که دومی نیاز به دیاگرام‌های مثلثی دارد. ضریب گزینش‌پذیری در جذب سطحی (γ) به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\gamma = \frac{\left(\frac{\text{جذب شونده}}{\text{همراه}}\right)_{\text{جاذب}}}{\left(\frac{\text{جذب شونده}}{\text{همراه}}\right)_{\text{سیال}}}$$

در این حالت هم، شرط داشتن $\gamma > ۱$ داشتن $y > x$ نیست بلکه ممکن است $y < x$ باشد اما $\gamma > ۱$ باشد که در این صورت باز هم جداسازی انجام می‌شود اما میزان جاذب مصرفی افزایش می‌یابد. اما در هر حال برای انجام شدن فرآیند جذب سطحی همواره باید $\gamma > ۱$ باشد.

۱۳ ـ گزینه «۱»

سرعت طغیان عبارت است از:

$$U_F = C_F \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}}$$

$$\rho_L \gg \rho_V \Rightarrow U_F = C_F \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_V}} \quad , \quad \rho_V = \frac{P}{RT}$$

$$U_F = C_F \sqrt{\frac{\rho_L}{\frac{P}{RT}}} \Rightarrow U_F \,\alpha\, \frac{۱}{\sqrt{P}}$$

$$\Rightarrow \frac{u_{f_۲}}{u_{f_۱}} = \frac{\sqrt{P_۱}}{\sqrt{P_۲}} \Rightarrow \frac{u_{f_۲}}{۳} = \frac{\sqrt{۱}}{\sqrt{۲}} \Rightarrow u_{f_۲} = \frac{۳}{\sqrt{۲}}$$

۱۴ ـ گزینه «۴»

تعداد سینی تئوری $N = ۴۰ \times ۰/۵ = ۲۰ =$ (تعداد سینی‌های واقعی) (راندمان سینی‌ها)

ارتفاع برج پر شده $H =$ (تعداد سینی‌های تئوری) $(HETP) = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶\,m$

افت فشار به ازای واحد $= \frac{۱}{۵} \times ۰/۱ = ۰/۰۲\,Psi$

افت فشار کل برج پر شده = (افت فشار به ازای واحد) (تعداد سینی‌های تئوری) $= (۰/۰۲)(۲۰) = ۰/۴\,Psi$

* رابطه بین تعداد سینی‌های تئوری، ارتفاع برج پر شده و افت فشار کل برج در بحث مقایسه بین برج‌های سینی‌دار و پرشده و همچنین مفهوم HETP مهم است.

۱۵ـ گزینه «۳»

در کتاب انتقال جرم تریبال در فصل ۶ (دستگاه‌های مربوط به عملیات گاز ـ مایع) در جدول ۶ـ۱ مشخصات عمومی و ابعاد توصیه شده در طراحی برج‌های سینی‌دار آمده است. در بند ۳ از این جدول بیان شده است که مقدار Down spout seal برای برج‌های سینی‌داری که در فشار اتمسفر یک یا بالاتر کار می‌کنند باید برابر با ۲۵ میلی‌متر باشد.

۱۶ ـ گزینه «۱»

پرکننده‌های از نوع برل و اینتالوکس از انواع پرکننده‌های زینی شکل هستند که در برج‌های پرشده به کار می‌روند.

۱۷ ـ گزینه «۲»

قطر برج‌های آکنده تابع دبی جریان‌های مایع و گاز (L',G')، خواص فیزیکی سیال (ρ_L,ρ_G) و نوع پرکن (C_F) می‌باشد.

۱۸ ـ گزینه «۲»

با توجه به جدول ۶-۳ از فصل ۶ کتاب انتقال جرم تریبال مشخص می‌شود که هر چه اندازه پرکن بزرگتر باشد، C_F (ضریب پرکن) کوچکتر شده و در نتیجه با توجه به شکل ۶ـ۳۴ از فصل ۶ کتاب انتقال جرم تریبال نتیجه می‌شود که افت فشار برج کم شده و شرایط کار برج از حالت طغیان دور می‌شود.

* نکته مطرح شده در این تست در ارتباط با اندازه پرکن‌ها و تأثیر آن در برج های آکنده بسیار مهم است.

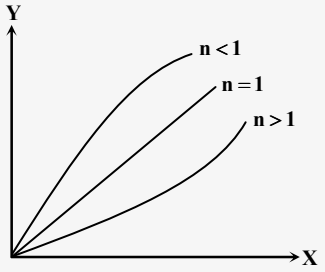
۱۹ ـ گزینه «۳»

منظور از پدیده‌ی Entrainment ماندگی قطرات مایع در جریان گاز است. سرعت زیاد سبب می‌شود که قطرات ریزی از مایع در گاز به طرف بالا حرکت کند. این مسأله موجب کاهش اختلاف غلظت که عامل اصلی برای انتقال جرم است شده و بازده سینی کم می‌شود. بنابراین این پدیده در اثر سرعت زیاد جریان گاز ایجاد شده و باعث اختلاط مایع سینی زیرین با مایع سینی بالایی و کاهش نیروی محرکه انتقال جرم در سینی بالایی می‌گردد.

* پدیده‌ی Entrainment از پدیده‌های نامطلوب در برج‌های سینی‌دار است که مفاهیم مربوط به آن بسیار مهم است.

۲۰ ـ گزینه «۳»

معادله فرندلیچ برای جاذب‌های سطحی که غلظت جزء جذب شونده بسیار کم است یعنی در محیط‌های مایع و رقیق از جزء محلول به کار می‌رود.



$$Y = mX^n$$

Y : نسبت جرمی در فاز سیال

X: نسبت جرمی در فاز جامد

n: ضریب جذب

* مفاهیم مربوط به معادله فرندلیچ در عملیات فرآیندی جذب سطحی مهم است.

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ کدام‌یک از عملیات زیر مثالی برای تبلور، همراه با مواد اضافی (adductive crystallization) به شمار می‌آید؟

۱) جداسازی طلا از سنگ‌های معدن به وسیله محلول سیانید

۲) جداسازی روغن از پنبه‌دانه به وسیله هگزان

۳) جداسازی ناخالصی رنگی موجود در محلول‌های شربت قند در اثر تماس با کربن فعال

۴) جداسازی هیدروکربن‌های خطی از هیدروکربن‌های شاخه‌دار توسط اوره

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

۱) افزایش می‌یابد.

۲) کاهش می‌یابد.

۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۳ ـ ضریب نفوذ جزء A در گاز B در فشار ۱atm و دمای $۲۷^{\circ}C$ برابر $۱۰^{-۵}\frac{m^۲}{s}$ می‌باشد. ضریب نفوذ جزء A در گاز B در فشار ۲atm و دمای $۳۷^{\circ}C$ برحسب $\frac{m^۲}{s}$ چقدر است؟

۱) $۰/۵\times۱۰^{-۵}$

۲) $۱/۵\times۱۰^{-۵}$

۳) $۲/۵\times۱۰^{-۵}$

۴) ۲×۱۰^{-۵}

۴ ـ 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 مول‌های برابر داشته باشیم.

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

الف ـ نفوذ در جامدات

ب ـ نفوذ دو طرفه با مول‌های برابر

ج ـ نفوذ در جزء ساکن

د ـ نفوذ در گازها

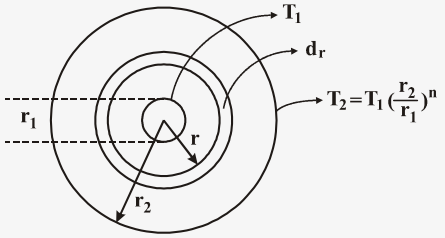
۱) الف و ج

۲) ب و ج

۳) الف و ب

۴) الف، ج، د

۶ ـ کدام گزینه مقدار دبی تبخیر جزء A از بدنه کره در شرایط ایزوترمال را به ما نشان می‌دهد؟



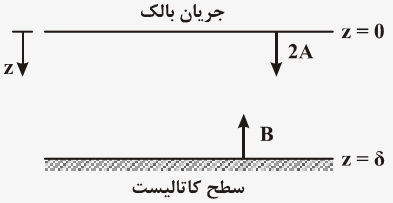
۱) $\frac{۴\pi CD_{AB}}{\frac{۱}{r_۱}-\frac{۱}{r_۲}}Ln\frac{۱-x_{A_۲}}{۱-x_{A_۱}}$

۲) $-\frac{۴\pi CD_{AB}}{\frac{۱}{r_۱}-\frac{۱}{r_۲}}Ln\frac{۱-x_{A_۲}}{۱-x_{A_۱}}$

۳) $\frac{۴\pi CD_{AB}}{\frac{۱}{r_۱}-\frac{۱}{r_۲}}(\frac{۱}{T})Ln\frac{۱-x_{A_۱}}{۱-x_{A_۲}}$

۴) $\frac{۴\pi CD_{AB}}{\frac{۱}{r_۱}-\frac{۱}{r_۲}}Ln\frac{x_{A_۲}}{x_{A_۱}}$

۷ ـ روی سطح کاتالیست $15C_0 / Al_2O_3$ واکنش ناهمگن $2A \rightarrow B$ رخ می‌دهد و جزء B تشکیل می‌شود. کدام مورد صحیح است؟



$(x_A = 2 - 2(1 - 0/5x_{A_0})^{(1-\frac{z}{s})})$

۱) $N_A = \frac{CD_{AB}}{2\delta} Ln \frac{1}{1 - 0/5x_{A_0}}$

۲) $N_A = \frac{3CD_{AB}}{2\delta} Ln \frac{1 - x_{A_0}}{1 - 0/5x_{A_0}}$

۳) $N_A = \frac{2CX_{A0}}{\delta}$

۴) $N_A = \frac{2CD_{AB}}{\delta} Ln(\frac{1}{1 - 0/5x_{A_0}})$

۸ ـ 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 تسریع انتقال جرم می‌شود

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

۹ ـ 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 ـ ساواریت برای حل استفاده شود، تعداد نقاط تفاضل چقدر خواهد بود؟

۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۱۱ ۴) ۱۲

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

۱) کمتر ـ در قسمت دفع بیشتر ۲) کمتر ـ در قسمت جذب بیشتر

۳) بیشتر ـ در قسمت دفع بیشتر ۴) بیشتر ـ در قسمت جذب بیشتر

۱۳ ـ 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 ـ کدام گزینه در مورد استفاده از بخار آزاد در برج‌های تقطیر صحیح نیست؟

۱) در شرایطی از بخار آزاد استفاده می‌شود که خوراک محلول آبکی باشد و آب جزءفرارتر 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.

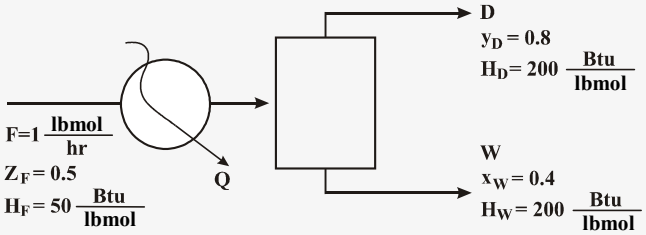
۴) موازنه‌های بخش غنی سازی مستقل از شرایط بخار آزاد هستند.

۱۵ ـ کدام‌یک از دستگاه‌های زیر به شرایط ایده‌آل در عملیات استخراج نزدیک‌تر است؟

۱) برج‌های Mixer - settler ۲) برج‌های RDC ۳) برج‌های پر شده ۴) استخراج‌کننده‌های سانتریفیوژ

nashr-estekhdam.ir

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



۱) ۳۷/۵
۲) ۰/۰۳۷۵
۳) −۳۷/۵
۴) −۰/۰۳۷۵

۱۷ ـ 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 (۰/۳۵ و ۰/۲۵) باشد، غلظت محصول مقطر کدام است؟

۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۳۵ ۴) ۰/۷۵

۱۸ ـ پروفایل غلظت در مختصات کارتزین در حالت نفوذ در جز ساکن ..... ت نفوذ با شار مولی برابر .

۱) خطی ـ خطی ۲) خطی ـ نمایی ۳) نمایی ـ خطی ۴) نمایی ـ نمایی

۱۹ ـ کدام مورد صحیح است؟

۱) در استخراج مایع ـ مایع، ۷۰% موارد به شکل

است.

۲) شرط لازم برای تعادل سیک $(\frac{y}{x}) > 1$ است.

۳) برای تقطیر H_2O, CH_3COCH_3 از روش بخار باز استفاده می‌شود.

۴) در یک برج تقطیر سینی‌دار

است.

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

۱) از روش مک کیب ـ تیل می‌توان استفاده کرد

۲) نمی‌توان از مک کیب ـ تیل استفاده کرد

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

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

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ 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:

۱ـ Filtration ← اختلاف فازها

۲ـ Screening ← اختلاف اندازه ذرات

۳ـ Aspiration ← اختلاف دانسیته اجزاء سیستم

۴ـ Floatation ← اختلاف دانسیته

دسته‌بندی روش‌های انتقال جرم:

۱ـ تماس مستقیم دو فاز نامحلول در یکدیگر [گاز ـ گاز/ گاز ـ مایع (تقطیر جزء به جزء ـ Humidification – stripping – absorbtion)/ گاز ـ جامد (drying – fractional sublimation یا gas adsorption – desorption)/ مایع ـ مایع (Liquid Extraction)/ مایع ـ جامد (Adductive Crystallization – Fractional Crystallization – Leaching – adsorption)/ جامد ـ جامد]

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

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

۴ـ استفاده از پدیده کشش سطحی (Foam Seperation)

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 ـ گزینه «۲»

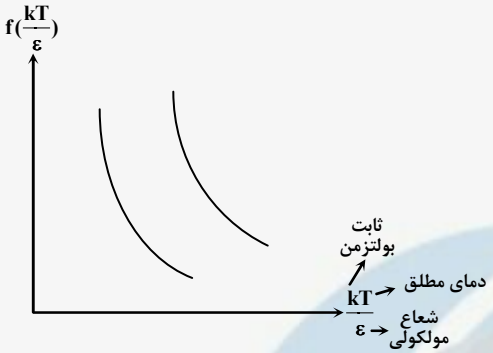
ضریب نفوذ مولکولی (جرمی)

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

نکته ۲:

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

نکته ۳: در گازها



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

$$\frac{D_2}{D_1} = (\frac{T_2}{T_1})^{\frac{3}{2}}.(\frac{P_{t_1}}{P_{t_2}})$$ شرط: $|T_2 - T_1| < 50^\circ C$

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

$$\frac{D_2}{D_1} = (\frac{T_2}{T_1})^{\frac{3}{2}}.(\frac{P_{t_1}}{P_{t_2}}).(\frac{f_1}{f_2})$$ شرط: $|T_2 - T_1| > 50^\circ C$

نکته ۴: در مایعات

$$D_{AB,liq} \sim T(k), \frac{1}{\mu}, M_B^{0/5}, \frac{1}{V_A^{0/6}}$$

حجم مولی از جنس غلظت $V_A = \frac{M_A}{\rho_A}$

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

$$\frac{D_2}{D_1} = (\frac{T_2}{T_1})(\frac{\mu_1}{\mu_2})(\frac{M_{B_2}}{M_{B_1}})^{0/5}(\frac{V_{A_1}}{V_{A_2}})^{0/6}$$ برای وقتی که محیط نفوذ تغییر می‌کند.

نکته ۵:

	فشار کل P_t	غلظت C_A
$D_{AB,gas}$	✓	–
$D_{AB,liq}$	–	✓

نکته:

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

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

۳ ـ گزینه «۱»

طبق روابط گفته شده در سؤال شماره ۲:

در گازها: $\frac{D_۲}{D_۱}=(\frac{T_۲}{T_۱})^{\frac{۳}{۲}}(\frac{P_۱}{P_۲})=(\frac{۳۱۰}{۳۰۰})^{۱/۵}(\frac{۱}{۲}) \Rightarrow D_۲=۰/۵\times۱۰^{-۵}\ \frac{m^۲}{sec}$

نکته مهم: دماها باید مطلق و برحسب کلوین باشد.

$T_۱=۲۷+۲۷۳=۳۰۰^\circ k \qquad T_۲=۳۷+۲۷۳=۳۱۰^\circ k$

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

۴ ـ گزینه «۱»

می‌دانیم که مجموع شارهای نسبی مولی ناشی از نفوذ صفر است یعنی $\sum J_i=۰$.

اثبات:

$$\sum J_i=\sum C_i(V_i-\overset{*}{V})=\sum C_iV_i-\overset{*}{V}\sum C_i=\sum C_iV_i-\frac{\sum C_iV_i}{\sum C_i}\sum C_i=\sum C_iV_i-\sum C_iV_i=۰$$

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

اثبات:

$$\left.\begin{array}{l} J_A+J_B=۰ \Rightarrow J_A=-J_B \xrightarrow{\text{قانون فیک}} -D_{AB}\frac{dC_A}{dz}=-\left[D_{BA}\frac{dC_B}{dz}\right] \\ \text{اگر } C_{\text{کل}}=Cte \Rightarrow \frac{dC_A}{dz}=\frac{-dC_B}{dz} \end{array}\right\} \Rightarrow C_A+C_B=C \Rightarrow D_{AB}=D_{BA}$$

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 ـ گزینه «۳»

انتقال جرم به طریقه نفوذ $N_A(\frac{mol}{m^2.sec})$

شار انتقال جرم جزء A $N_A = \underbrace{C_A(\frac{mol}{m^3})}_{\text{غلظت}} . \underbrace{V_A(\frac{m}{s})}_{\text{سرعت ناشی از نفوذ}}$

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

سرعت متوسط مولی ناشی از نفوذ : $\overset{*}{V} = \frac{\sum C_i V_i}{\sum C_i}$ یا $\overset{*}{V} = \sum x_i V_i$

اضافه و کم کردن جمله $C_A \overset{*}{V}$: $N_A = C_A V_A - C_A \overset{*}{V} + C_A \overset{*}{V}$

شار مطلق انتقال جرم $N_A = \underbrace{C_A(V_A - \overset{*}{V})}_{J_A \text{ شار نسبی ناشی از نفوذ}} + \underbrace{C_A \overset{*}{V}}_{\text{حرکت توده‌ای}} \Rightarrow$ شار مطلق $N_A = J_A + C_A \overset{*}{V}$

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

$\xrightarrow{\text{ضرب و تقسیم } C} N_A = J_A + \frac{C_A}{C} . \underbrace{C}_{\sum C_i} \underbrace{\overset{*}{V}}_{\frac{\sum C_i V_i}{\sum C_i}} \Rightarrow N_A = J_A + \frac{C_A}{C}\sum N_i$

$N_A = J_A \Leftarrow$
- نفوذ در جامدات $\sum N_i = 0$
- نفوذ متقابل با مول‌های برابر $N_A = -N_B \leftarrow \sum N_i = 0$

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

۶ ـ گزینه «۱»

انتقال جرم فقط در جهت r صورت می‌گیرد و انتقال جرم از سایر جهات غیرقابل اغماض می‌باشد.

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

فقط A از سطح کره تبخیر می‌شود:

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

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

nashr-estekhdam.ir

$$\left.\begin{array}{l} N_A = \dfrac{-CD_{AB}}{1-x_A}\dfrac{dx_A}{dr} \\ r^2 N_A = \text{ثابت} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{CD_{AB}}{1-x_A}\frac{dx_A}{dr}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1-x_A}{1-x_{A_1}} = \left(\frac{1-x_{A_2}}{1-x_{A_1}}\right)^{\left(\frac{\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r}}{\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}}\right)} \quad , \quad r \neq 0$$

برای محاسبه دبی تبخیر داریم:

$$w_A = 4\pi r_1^2 N_A \Big|_{r=r_1} \Rightarrow w = \frac{-4\pi r_1^2 CD_{AB}}{1-x_{A_1}}\frac{dx_A}{dr}\Big|_{r=r_1}$$

$$\Rightarrow w_A = \frac{4\pi CD_{AB}}{\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}} \operatorname{Ln}\frac{1-x_{A_2}}{1-x_{A_1}}$$

۷ ـ گزینه «۴»

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

$$\left.\begin{array}{l} N_A = -CD_{AB}\dfrac{dx_A}{dz} + x_A(N_A + N_B) \Rightarrow N_A = -CD_{AB}\dfrac{dx_A}{dz} + x_A\dfrac{N_A}{2} \\ x_A = 2 - 2(1-0/5x_{A_0})^{(1-\frac{z}{\delta})} \end{array}\right\} \Rightarrow N_A = \frac{2CD_{AB}}{\delta}\operatorname{Ln}\left(\frac{1}{1-0/5x_{A_0}}\right)$$

۸ ـ 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 درمی‌آید و با افزایش فاصله از سطح جامد، رفتار به وضعیت متلاطم تبدیل می‌گردد. در ناحیه آرام فقط نفوذ مولکولی است که انتقال جرم را کنترل می‌کند اما در ناحیه متلاطم مولکول‌ها به صورت تکه‌ای حرکت می‌کنند که تکه‌های سیال، گردانه (eddy) نامیده می‌شوند. بنابراین در این قسمت عامل کنترل‌کننده انتقال جرم، نفوذ گردانه‌ای (eddy diffusion) می‌باشد. در قسمت متلاطم گرادیان غلظت کوچک‌تر است. به طور کلی برای هر قسمت از سیال می‌توان رابطه زیر را نوشت:

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

ضریب نفوذ گردانه‌ای : E_D

ضریب نفوذ مولکولی : D_{AB}

با فرض اینکه انتقال جرم فقط در جهت Z انجام می‌شود.

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 ـ 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:
۱ـ اتلاف حرارتی را ناچیز در نظر می‌گیریم.
۲ـ تعداد نقاط تفاضل برابر مجموع تعداد جریان‌های خوراک، تعداد جریان‌های محصول جانبی، تعداد جوش‌آورها و کندانسورهای میانی به علاوه یک است، پس:

تعداد نقاط تفاضل : ۳ + ۴ + ۲ + ۱ + ۱ = ۱۱

۱۰ ـ گزینه «۲»

انواع تقطیر

۱ـ تقطیر ناگهانی یا تبخیر آنی (Flash Distillation)
۲ـ تقطیر بسته (Batch Distillation) ـ دیفرانسیلی یا ناپیوسته
۳ـ 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 ـ مایع در عملیات انتقال جرم مهم است.

۱۱ ـ 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 آزئوتروپ و انواع خوراک در واحد تقطیر مهم است.

۱۲ ـ 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 مسأله منجر به افزایش قطر برج در بخش دفع می‌شود (پایین برج).

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

۱۳ ـ گزینه «۴»

استخراج مایع ـ مایع

استخراج مایع ـ 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:

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

۲ـ نقطه آزئوتروپ داشته باشیم.

۳ـ نقاط جوش مواد نزدیک به هم باشند.

۴ـ ضریب فراریت نزدیک به ۱ باشد.

۵ـ وقتی که نخواهیم واکنش شیمیایی صورت گیرد.

۶ـ 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 داریم‌در 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 ـ 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 کرددر این حالت دیگر نیازی به ریبویلر نیست، اما بـرای یـک مقـدار مـشخص از نـسبت جریـان 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 ـ 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 ـ مایع را بر حسب پراکنده شدن هر فاز، می‌توان به دو دسته کلی زیر تقسیم نمود:

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

۲ـ دستگاه‌هایی که در آنها فاز مایع پراکنده می‌شود. (شستشو دهنده ونتوری، برج‌های دیواره مرطوب ـ برج‌ها و محفظه‌های پاششی ـ برج‌های پر شده)

* تفاوت برج‌های موجود و نحوه عملیات انتقال جرم در آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۱۶ ـ گزینه «۲»

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

$$\begin{cases} F = D + W \\ FZ_F = Dy_D + Wx_W \\ FH_F + Q = DH_D + WH_W \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۱ = D + W \\ ۰/۵ = ۰/۸D + ۰/۴W \\ ۵۰ + Q = ۲۰۰D + ۵۰W \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D = ۰/۲۵ \dfrac{lbmol}{hr} \\ W = ۰/۷۵ \dfrac{lbmol}{hr} \\ Q = ۳۷/۵ \dfrac{Btu}{hr} \end{cases}$$

nashr-estekhdam.ir

۱۷ ـ گزینه «۴»

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:

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

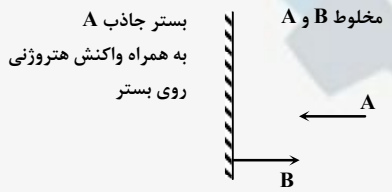
$$q:\begin{cases} 1-\text{کسری از خوراک که به فرم مایع اشباع وارد برج می‌شود.} \\ 2-\ q=\dfrac{\text{انرژی لازم برای تبدیل خوراک به بخار اشباع}}{\text{گرمای نهان تبخیر خوراک}}=\dfrac{H_G-H_F}{H_G-H_L} \end{cases}$$

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

$$\Rightarrow \begin{cases} X=\dfrac{(1-1)x_D+(4+1)Z_F}{4+1}=0/25 \\ Y=\dfrac{4Z_F+x_D}{4+1}=0/35 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_F=0/25 \\ 4\times Z_F+x_D=1/75 \Rightarrow x_D=0/75 \end{cases}$$

$\Rightarrow Z_F=0/25\ ,\ \boxed{x_D=0/75} \rightarrow$ غلظت محصول مقطر

۱۸ ـ گزینه «۳»



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.

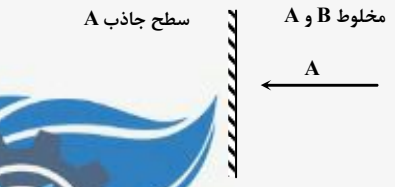
$$N_{AZ}=J_{AZ}+\sum N_{iZ} \quad \text{و} \quad \sum N_{iZ}=0 \rightarrow N_{AZ}=J_{AZ}=-D_{AB}\frac{dC}{dZ} \rightarrow N_{AZ}\times Z=-D_{AB}C_A+C_1$$

$C_1=$ مقدار ثابت و

$$\rightarrow C_A=-\frac{N_{AZ}}{D_{AB}}(Z-Z_1)+C_{A_1}$$

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:



$$N_{AZ}=\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}}\frac{D_{AB}C}{Z-Z_1}\mathrm{Ln}\frac{\dfrac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}}-\dfrac{C_A}{C}}{\dfrac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}}-\dfrac{C_{A_1}}{C}}$$

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

$$N_{AZ} = \frac{D_{AB}C}{Z - Z_1} Ln \frac{C - C_A}{C - C_{A_1}} \Rightarrow C_A = C - (C - C_{A_1}) \exp(\frac{N_{AZ}(Z - Z_1)}{D_{AB}C})$$

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

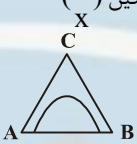
۱۹ ـ گزینه «۳»

در یک برج تقطیر سینی‌دار حداکثر ارتفاع مایع زیر ناودان سینی بالایی ۲۲cm بوده و یک حباب از لحظه‌ای که تولید می‌شود تا از ۲۲cm عبور کند متوسط عمر آن ۱sec است.

برای این ترکیبات از روش بخار باز استفاده می‌شود:

آب ـ استن، آب ـ متانول، آب ـ اتانول، آب ـ آمونیاک

شرط لازم برای تعادل $(\frac{y}{x})$ سبک > 1 و $(\frac{y}{x})$ سنگین < 1

در استخراج مایع ـ مایع، ۷۰% موارد به شکل 

و تنها ۱۵% به شکل

هستند.

۲۰ ـ گزینه «۲»

فرضیات روش مک کیب ـ تیل عبارتند از:

۱) آنتالپی تبخیر دو جزء، در همه دماها با هم برابر باشند.

۲) از گرمای انحلال صرفنظر 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

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ در یک برج تقطیر، تعدادی از سینی‌های پشت سرهم میان برج، درجه حرارت یکسان داشته‌اند. علت این پدیده چه می‌تواند باشد؟

۱) نسبت برگشت برج در حداکثر خود بوده است.
۲) مقدار انتقال جرم در این سینی‌ها بسیار زیاد بوده است.
۳) مخلوط، نقطه آزئوتروپ نزدیک به $x = ۱$ داشته است.
۴) نسبت برگشت برج در حداقل خود بوده است.

۲ ـ واکنش بسیار سریع $A + ۲B \rightarrow ۴C$ در فاز گاز و در سطح کاتالیست انجام می‌شود. در صورتی که غلظت جزء A در توده گاز y_A باشد، شار انتقال جرم جزء C کدام است؟

۱) $\frac{-D_{AB} P_t}{RTZ} Ln \frac{۱}{۱+y_A}$
۲) $\frac{-D_{AB} P_t}{RTZ} Ln \frac{-۱}{۱-y_A}$
۳) $\frac{۴D_{AB} P_t}{RTZ} Ln(۱+y_A)$
۴) $\frac{۴D_{AB} P_t}{RTZ} Ln \frac{۱}{۱+y_A}$

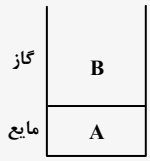
۳ ـ در تقطیر یک مخلوط دو جزئی، معادلات خطوط عملیات برج به صورت $y = ۰/۶x + ۰/۳۷$ و $y = ۲/۱x - ۰/۳۲$ بدست آمده است. جزء مولی محصولات بالا و پایین برج و مقدار Reflux به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱) ۱/۵ , ۰/۱ , ۰/۹
۲) ۱/۵ , ۰/۳ , ۰/۹۲
۳) ۲ , ۰/۱۵ , ۰/۷۴
۴) ۲ , ۰/۱ , ۰/۸

۴ ـ نسبت $\frac{L}{V}$ در یک برج تقطیر در تمام طول برج تقریباً ثابت بوده است دلیل این پدیده چیست؟

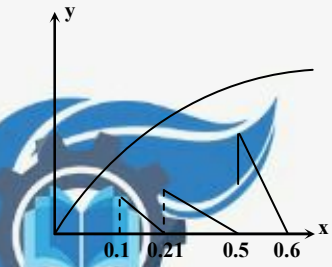
۱) مقدار محصول پایین برج نسبت به خوراک ورودی قابل توجه است.
۲) خوراک ورودی بسیار داغ‌تر از نقطه شبنم خود بوده است.
۳) مایع برگشتی به برج مقدار بسیار اندکی از مقدار خوراک ورودی بوده است.
۴) مایع برگشتی به برج مقدار بسیار بزرگی از مقدار خوراک ورودی بوده است.

۵ ـ در تبخیر مایع A به درون گاز B (که در مایع نامحلول است) کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟



۱) $N_B = ۰$
۲) $J_B = -y_B N_A$
۳) $J_B = -N_A$
۴) $\sum N_i = N_A$

۶ ـ با توجه به نمودار استخراج زیر، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟



۱) میزان حلال مصرفی در سه مرحله با هم برابر است.
۲) درصد استخراج ۸۳٪ می‌باشد.
۳) فرآیند استخراج با حلال ناخالص می‌باشد.
۴) همه موارد صحیح می‌باشد.

۷ ـ برای آن‌که بی‌بعد پروفایل‌های سرعت، غلظت و دما برهم منطبق باشد، باید:

۱) $Pr = Sc$ ۲) $Le = Sc$ ۳) $Pr = Sc = Le$ ۴) $Pr = Sc = ۱$

۸ ـ در یک سیستم، رابطه خط کار و منحنی تعادل به صورت $Y = ۲X + ۱$ و $Y = ۰/۵X$ می‌باشد. رابطه بین بازده مورفری بر مبنای فاز گاز (E_{MF}) و بازه مورفری بر مبنای فاز مایع (E_{MR}) کدام است؟

۱) $E_{MR} = \frac{۴E_{ME}}{۳E_{ME} + ۱}$ ۲) $E_{MR} = \frac{۴E_{ME}}{۳E_{ME} + ۴}$

۳) $E_{MR} = \frac{۴E_{ME}}{۱ - ۳E_{ME}}$ ۴) $E_{MR} = \frac{E_{ME}}{۴ - ۳E_{ME}}$

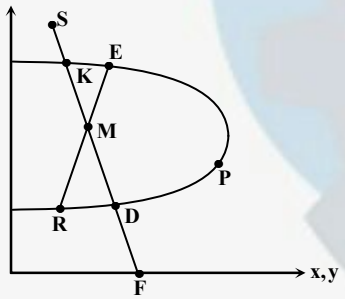
۹ ـ در یک سیستم انتقال جرم، در یکی از فازها عدد اشمیت (Sc) بسیار بزرگ و عدد شروود (Sh) کوچک بوده است. درباره این سیستم چه اظهار نظری می‌توان کرد؟

۱) فاز مورد نظر گاز بوده و حرکت آرام است.
۲) فاز مورد نظر گاز بوده و ضریب نفوذ مولکولی بسیار کوچک است.
۳) فاز مورد نظر مایع بوده و ضریب نفوذ مولکولی بسیار کوچک است.
۴) فاز مورد نظر مایع بوده و حرکت آن آرام است.

۱۰ـ مخلوط دو جزئی حاوی ۵۰٪ ماده A به صورت ناگهانی تبخیر می‌شود به طوری که دو فاز بخار و مایع ایجاد می‌گردد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند بیانگر غلظت در فاز بخار و مایع باشد؟ ($U = ۲$ شیب منحنی تعادلی)

۱) $\begin{cases} x_D = ۰/۱ \\ y_D = ۰/۴ \end{cases}$ ۲) $\begin{cases} x_D = ۰/۶ \\ y_D = ۰/۳ \end{cases}$ ۳) $\begin{cases} x_D = ۰/۳۵ \\ y_D = ۰/۷ \end{cases}$ ۴) $\begin{cases} x_D = ۰/۵۶ \\ y_D = ۰/۷ \end{cases}$

۱۱ ـ فرآیند استخراج مایع ـ مایع نشان داده شده در شکل زیر در یک مرحله انجام می‌شود. اگر خوراک ورودی ۸۰۰ kg باشد، حداقل حلال مصرفی چقدر است؟



$\overline{MK} = ۳$, $\overline{MS} = ۴$
$\overline{DM} = ۱$, $\overline{FD} = ۳$
$\overline{EM} = ۳$, $\overline{MR} = ۱$

۱) ۲۰۰ kg
۲) ۴۸۰ kg
۳) ۴۰۰ kg
۴) ۴۲۰ kg

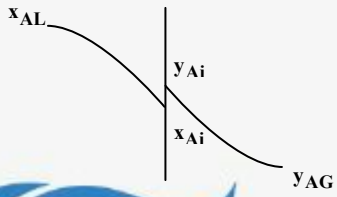
۱۲ ـ در کدام‌یک از دستگاه‌های زیر گرفتن جریان جانبی عملی‌تر است؟

۱) برج‌های پر شده ۲) برج‌های سینی‌دار ۳) ستون‌های دیواره مرطوب ۴) همه موارد

۱۳ ـ در محاسبه قطر برج پر شده، در صورت ثابت بودن نوع پرکن و افت فشار، با افزایش پارامتر جریان چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) قطر برج کاهش می‌یابد.
۲) با توجه به نوع فرآیند قطر برج مشخص می‌گردد.
۳) قطر برج افزایش می‌یابد.
۴) پارامتر جریان اثری روی قطر برج ندارد.

۱۴ ـ با توجه به شکل زیر، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) انتقال جرم از فاز مایع به گاز است.
۲) انتقال جرم از فاز گاز به مایع است.
۳) انتقال جرم دو طرفه است.
۴) به دلیل رسیدن به تعادل، انتقال جرم رخ نمی‌دهد.

۱۵ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟

۱) N_{min} به دمای خوراک بستگی ندارد.
۲) N_{min} به ترکیب خوراک بستگی ندارد.
۳) N_{min} به ترکیب و دمای خوراک بستگی دارد.
۴) N_{min} به ترکیب و دمای خوراک بستگی ندارد.

۱۶ ـ در استخراج مایع ـ مایع در نقطه plait، ..... .

۱) ترکیب دو فاز Extract و Raffinate یکسان است
۲) غلظت حجم محلول در فاز Extract بالاترین مقدار ممکن است
۳) مقدار دو فاز Extract و Raffinate یکسان است
۴) همه موارد صحیح می‌باشد

۱۷ ـ تبخیر کننده ..... جهت افزایش غلظت ماده حساس به دما با ویسکوزیته بالا مناسب است.

۱) فیلم صعودی
۲) مختلط
۳) گردش طبیعی
۴) فیلم نزولی

۱۸ ـ در عمل جذب سطحی مایعات توسط جاذب جامد، هم زدن محیط موجب ..... .

۱) کاهش مقاومت در برابر نفوذ جزء جذب شونده به درون منافذ می‌گردد
۲) تسریع جذب مولکول‌های نفوذ کرده به درون منافذ جاذب می‌گردد
۳) کاهش مقاومت انتقال جرم در فیلم مایع پیرامون ذرات می‌گردد
۴) هیچ‌کدام

۱۹ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟

۱) در یک برج جذب کاهش فشار باعث کاهش سرعت جذب می‌گردد.
۲) در یک برج جذب کاهش فشار باعث افزایش سرعت جذب می‌گردد.
۳) در یک برج جذب کاهش دما باعث کاهش سرعت جذب می‌گردد.
۴) گزینه‌های «۱» و «۳» صحیح می‌باشد.

۲۰ ـ نوعی آکنه (پکینگ) مورد استفاده در فرآیند جذب در برج‌های پر شده، دارای قطر ۰/۴in و سطح ویژه $۱۲۰ \frac{ft^۲}{ft^۳}$ می‌باشد. ضریب تخلخل این آکنه درون برج چقدر است؟

۱) ۰/۶۷
۲) ۰/۴
۳) ۰/۳۳
۴) ۰/۵۲

انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲

۱ ـ گزینه «۴»

اگر در یک برج تقطیر تعدادی از سینی‌های پشت سرهم میان برج، درجه حرارت یکسان داشته باشند، علت می‌تواند این باشد که نسبت برگشت برج در حداقل خود بوده است.

۲ ـ گزینه «۴»

با توجه به معادله واکنش داریم: $\frac{N_A}{\sum N_i} = -۱$

$$N_A = \frac{-D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{۱}{۱ + y_A}$$

$$N_C = -۴ N_A = \frac{۴ D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{۱}{۱ + y_A}$$

۳ ـ گزینه «۲»

$\frac{R}{R+۱} = ۰/۶ \Rightarrow ۰/۶R + ۰/۶ = R \Rightarrow ۰/۴R = ۰/۶ \Rightarrow R = ۱/۵$ مقدار Reflux

$\frac{x_D}{R+۱} = ۰/۳۷ \Rightarrow \frac{x_D}{۱/۵+۱} = ۰/۳۷ \Rightarrow x_D = ۰/۹۲$ جزء مولی محصول بالای برج

$۲/۱x - ۰/۳۲ = x \Rightarrow x_w = ۰/۳$ جزء مولی محصول پایین برج

۴ ـ گزینه «۴»

از آنجایی که ثابت بودن $\frac{L}{V}$ در برج بیانگر ثابت بودن شیب خط تبادل می‌باشد لذا با این فرض، جداسازی مشکل‌تر شده و تعداد سینی‌های مورد نیاز جهت جداسازی بسیار زیاد می‌شود و در نتیجه می‌توان گفت که میزان مایع برگشتی به برج مقدار بسیار بزرگتری از خوراک ورودی است.

* مفهوم $\frac{L}{V}$ و شیب خط تبادل و ارتباط آنها با پارامترهای برج تقطیر که در این سؤال مطرح شده است مهم است.

۵ ـ گزینه «۳»

$N_B = ۰$

$$\begin{cases} J_B + \frac{C_B}{C} \sum N_i = ۰ \\ \sum N_i = N_A \end{cases} \Rightarrow J_B = -y_B N_A$$

۶ ـ گزینه «۲»

در هر سه مرحله $y = ۰$ می‌باشد، پس جزء جدا شونده در حلال‌ها وجود ندارد و حلال‌ها در سه مرحله خالص می‌باشند و چون شیب خطوط عملیاتی در سه مرحله با هم برابر نیست لذا میزان حلال مصرفی در سه مرحله با هم برابر نمی‌باشند.

$$\text{درصد استخراج} = \frac{۰/۶ - ۰/۱}{۰/۶} = ۰/۸۳ \text{ یا } ۸۳٪$$

۷ ـ گزینه «۴»

برای آن که بی‌بعد پروفایل‌های سرعت (مومنتوم)، غلظت (جرم) و دما (حرارت) برهم منطبق باشد باید $Pr = Sc = ۱$

* ارتباط بین پدیده‌های انتقال و تشابهات بین آنها در قالب اعداد بی‌بعد مطرح می‌شود که دانستن تعریف و نحوه ارتباط بین این اعداد الزامی است.

۸ ـ گزینه «۴»

$$E_{ME} = \frac{E_{MR}}{E_{MR}(۱ - \frac{۱}{A}) + \frac{۱}{A}} \quad , \quad A = \frac{\frac{R_s}{E_s}}{m} = \frac{۲}{۰/۵} = ۴$$

$$E_{ME} = \frac{E_{MR}}{E_{MR}(۱ - \frac{۱}{۴}) + \frac{۱}{۴}} \Rightarrow E_{ME} = \frac{۴E_{MR}}{۳E_{MR} + ۱}$$

$$\Rightarrow ۳E_{ME}\, E_{MR} + E_{ME} = ۴E_{MR} \Rightarrow E_{MR}(۴ - ۳E_{ME}) = E_{ME}$$

$$\Rightarrow E_{MR} = \frac{E_{ME}}{۴ - ۳E_{ME}}$$

۹ ـ گزینه «۴»

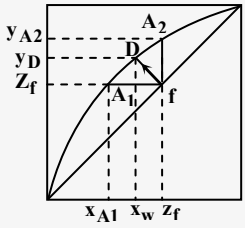
عدد اشمیت $Sc = \frac{\mu}{\rho D_{AB}}$ بزرگ است پس فاز موردنظر مایع است.

عدد شروود Sh کوچک است پس انتقال جرم جابجایی نسبت به انتقال جرم مولکولی کوچک می‌باشد در نتیجه جریان به صورت آرام می‌باشد.

nashr-estekhdam.ir

۱۰ـ گزینه «۳»

می‌دانیم که باید $Z_f < y_D < y_{A_2}$ و $x_{A_1} < x_w < Z_f$ باشد و با توجه به رابطه تعادلی $y = 2x$ گزینه «۳» صحیح می‌باشد.



۱۱ ـ گزینه «۲»

$$S_{min} = F \cdot \frac{\overline{FD}}{\overline{SD}} = ۸۰۰ \frac{۳}{(۴+۱)} = \frac{۲۴۰۰}{۵} = ۴۸۰\ kg$$

۱۲ـ گزینه «۲»

یکی از مزایای برج‌های سینی‌دار نسبت به سایر دستگاههای مربوط به عملیات گاز ـ مایع این است که گرفتن جریان جانبی در برج‌های سینی‌دار راحت‌تر و عملی‌تر می‌باشد.

۱۳ ـ گزینه «۳»

در محاسبه قطر برج پر شده، در صورت ثابت بودن نوع پرکن و افت فشار، با افزایش پارامتر جریان (یعنی C_D که خود تابع نوع جریان و پرکن است) قطر برج افزایش می‌یابد.

$$\frac{\Delta P}{Z} = C_D \frac{G'^2}{\rho_G}$$

$\frac{\Delta P}{Z}$: افت فشار به واحد ارتفاع پرکن ؛ C_D: پارامتر جریان ؛ ρ_G: دانسیته گاز ؛ G': فلاکس جرمی گاز $(\zeta = \frac{G}{A})$

در $\frac{\Delta P}{Z}$ ثابت اگر C_D افزایش یابد، باید G' کاهش پیدا کند که برای کاهش G' باید سطح مقطع برج را افزایش داد.

۱۴ ـ گزینه «۱»

با توجه به این‌که جزء مولی در فاز مایع بیشتر از جزء مولی در فاز گاز است $(x_{AL} > y_{AG})$ و همچنین جزء مولی در فصل مشترک مایع کمتر از جزء مولی در فصل مشترک گاز است $(x_{Ai} < y_{Ai})$ پس انتقال جرم از فاز مایع به فاز گاز می‌باشد.

۱۵ـ گزینه «۴»

۱. حداقل تعداد سینی‌ها درون یک برج تقطیر زمانی حاصل می‌شود که نسبت جریان برگشتی بی‌نهایت باشد به عبارتی شرایط Total Reflux برقرار باشد ($D \to 0$ یا $R \to \infty$) یعنی هیچ محصولی از برج نگیریم که در این صورت شیب خط کار بالای خوراک به سمت ۱ میل می‌کند ($\frac{R}{R+1} \to 1$) یعنی خط کار روی خط 45° منطبق می‌شود.

۲. طبق رابطه Fenske، N_{min} به دما و ترکیب خوراک بستگی ندارد.

$$N_{min} + 1 = \frac{\log\left[\frac{x_D}{1-x_D} \cdot \frac{1-x_W}{x_W}\right]}{\log \alpha_{av}}$$

$$\alpha_{av} = \sqrt{\alpha_D \, \alpha_W}$$

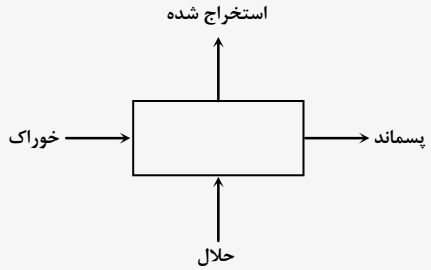
α_D: ضریب فراریت بالای برج ؛ α_W: ضریب فراریت پایین برج

α_{av}: متوسط هندسی ضریب فراریت بالا و پایین برج

* با توجه به عدم استفاده از ماشین حساب، این‌گونه سؤالات که روابط نسبتاً پیچیده‌ای دارند به صورت مفهومی و پارامتری مطرح می‌شود.

۱۶ ـ گزینه «۱»

۱. در عملیات استخراج مایع ـ مایع در نقطه Plait، ترکیب درصد جزء اصلی دو فاز E و R یکسان است. این نقطه، نقطه ماکزیمم در منحنی مثلثی استخراج مایع ـ مایع نیست بلکه مربوط به آخرین Tie Line یا خط رابطی به طول صفر است.



۲. در سیستم‌های سه تایی هر چه دما زیاد شود، محدوده استخراج کوچک‌تر می‌شود (به علت افزایش حلالیت در اثر افزایش دما)

۱۷ ـ گزینه «۴»

تبخیر کننده فیلم نزولی (Falling – film Evaporators) برای مواد حساس به دما و ویسکوز مناسب می‌باشد (مانند مواد غـذایی و دارویـی). زمان تماس بین مایع و سطح گرم در این تبخیر کننده‌ها کوتاه می‌باشد. یکی از مشکلات این نوع تبخیر کننده توزیع نامناسب مایع درون لوله‌های تبخیر کننده به شکل فیلم یکنواخت می‌باشد. به این منظور از یک سری صفحات سوراخ‌دار (Spider) برای توزیع مناسب مایع استفاده می‌شود.

۱۸ ـ گزینه «۳»

با توجه به مفهوم عملیات جذب سطحی می‌توان نتیجه گرفت که در عمل جذب سطحی مایعات توسط جاذب جامد، هم زدن محیط موجب کاهش مقاومت انتقال جرم در فیلم مایع پیرامون ذرات می‌گردد.

۱۹ ـ گزینه «۱»

با توجه به این که عملیات جذب در فشار بالا و دمای پایین و عملیات دفع در فشار پایین و دمای بالا بهتر انجام می‌شود پـس گزینـه «۱» صـحیح می‌باشد.

۲۰ ـ گزینه «۳»

$$a_p = \frac{۶(۱-\varepsilon)}{dp} \Rightarrow \varepsilon = ۱ - \frac{a_p\, dp}{۶}$$

$$\varepsilon = ۱ - (\frac{۱۲۰}{۶} \times \frac{۰/۴}{۱۲}) = ۰/۳۳$$