

انتقال جرم و عملیات واحد ۲

- ۱ - 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 $x = 1$ داشته است.
 (۴) نسبت برگشت برج در حداقل خود بوده است.

- ۲ - واکنش بسیار سریع $A + 2B \rightarrow 4C$ 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؟

$$(1) \frac{-D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{1}{1+y_A} \quad (2) \frac{-D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{-1}{1-y_A} \quad (3) \frac{4D_{AB} P_t}{RTZ} \ln (1+y_A) \quad (4) \frac{4D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{1}{1+y_A}$$

- ۳ - در تقطیر یک مخلوط دو جزئی، معادلات خطوط عملیات برج به صورت $y = 0.6x + 0.37$ و $y = 2/1x - 0.32$ بدست آمده است. جزء مولی محصولات بالا و پایین برج و مقدار Reflux به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
 (۱) 0.9 ، 0.1 ، 0.5 (۲) 0.92 ، 0.3 ، 0.5 (۳) 0.74 ، 0.15 ، 2 (۴) 0.8 ، 0.1 ، 2

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

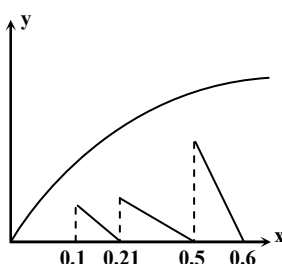
- (۱) مقدار محصول پایین برج نسبت به خوراک ورودی قابل توجه است.
 (۲) خوراک ورودی بسیار داغ‌تر از نقطه شبنم خود بوده است.
 (۳) مایع برگشتی به برج مقدار بسیار اندکی از مقدار خوراک ورودی بوده است.
 (۴) مایع برگشتی به برج مقدار بسیار بزرگی از مقدار خوراک ورودی بوده است.

- ۵ - در تبخیر مایع A به درون گاز B (که در مایع نامحلول است) کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

گاز	B
مایع	A

$$(1) N_B = 0 \quad (2) J_B = -y_B N_A \quad (3) J_B = -N_A \quad (4) \sum N_i = N_A$$

- ۶ - با توجه به نمودار استخراج زیر، کدام یک 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 - برای آن که بی بعد پروفایل های سرعت، غلظت و دما برهم منطبق باشد، باید:

$$\text{Pr} = \text{Sc} = 1 \quad (4) \quad \text{Pr} = \text{Sc} = \text{Le} \quad (3) \quad \text{Le} = \text{Sc} \quad (2) \quad \text{Pr} = \text{Sc} \quad (1)$$

۸ - در یک سیستم، رابطه خط کار و منحنی تعادل به صورت $Y = 2X + 1$ و $Y = 0.5X$ می باشد. رابطه بین بازده مورفوری بر مبنای فاز گاز (E_{ME}) و بازه مورفوری بر مبنای فاز مایع (E_{MR}) کدام است؟

$$E_{MR} = \frac{4E_{ME}}{3E_{ME} + 4} \quad (2) \quad E_{MR} = \frac{4E_{ME}}{3E_{ME} + 1} \quad (1)$$

$$E_{MR} = \frac{E_{ME}}{4 - 3E_{ME}} \quad (4) \quad E_{MR} = \frac{4E_{ME}}{1 - 3E_{ME}} \quad (3)$$

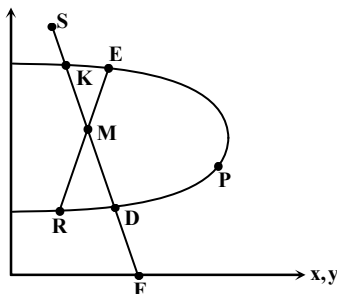
۹ - در یک سیستم انتقال جرم، در یکی از فازها عدد اشمیت (Sc) بسیار بزرگ و عدد شروود (Sh) کوچک بوده است. درباره این سیستم چه اظهار نظری می توان کرد؟

- (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.

۱۰ - مخلوط دو جزئی حاوی ۵۰٪ ماده A به صورت ناگهانی تبخیر می شود به طوری که دو فاز بخار و مایع ایجاد می گردد. کدام یک از گزینه های زیر می تواند بیانگر غلظت در فاز بخار و مایع باشد؟ ($U = 2$ شیب منحنی تعادلی)

$$\begin{cases} x_D = 0.6 \\ y_D = 0.3 \end{cases} \quad (2) \quad \begin{cases} x_D = 0.35 \\ y_D = 0.7 \end{cases} \quad (3) \quad \begin{cases} x_D = 0.1 \\ y_D = 0.4 \end{cases} \quad (1) \quad \begin{cases} x_D = 0.56 \\ y_D = 0.7 \end{cases} \quad (4)$$

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



$$\begin{aligned} \overline{MK} &= 3, \overline{MS} = 4 \\ \overline{DM} &= 1, \overline{FD} = 3 \\ \overline{EM} &= 3, \overline{MR} = 1 \end{aligned}$$

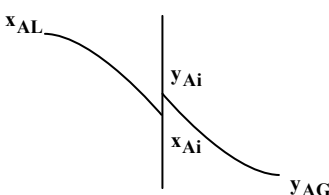
- (۱) ۲۰۰ kg
(۲) ۴۸۰ kg
(۳) ۴۰۰ kg
(۴) ۴۲۰ kg

۱۲ - در کدام یک از دستگاه های زیر گرفتن جریان جانبی عملی تر است؟

- (۱) برج های پر شده (۲) برج های سینی دار (۳) ستون های دیواره مرطوب (۴) همه موارد

۱۳ - در محاسبه قطر برج پر شده، در صورت ثابت بودن نوع پرکن و افت فشار، با افزایش پارامتر جریان چه اتفاقی می افتد؟
(۱) قطر برج کاهش می یابد.
(۲) با توجه به نوع فرآیند قطر برج مشخص می گردد.
(۳) قطر برج افزایش می یابد.
(۴) پارامتر جریان اثری روی قطر برج ندارد.

۱۴ - با توجه به شکل زیر، کدام یک از گزینه های 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 نمی دهد.

۱۵ - کدام یک از گزینه های زیر صحیح می باشد؟

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

۱۶ - در استخراج مایع - 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 می باشد

۱۷ - 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 - در عمل جذب سطحی مایعات توسط جاذب جامد، هم زدن محیط موجب

- (۱) کاهش مقاومت در برابر نفوذ جزء جذب شونده به درون منافذ می گردد
(۲) تسریع جذب مولکول های نفوذ کرده به درون منافذ جاذب می گردد
(۳) کاهش مقاومت انتقال جرم در فیلم مایع پیرامون ذرات می گردد
(۴) هیچ کدام

۱۹ - کدام یک از گزینه های زیر صحیح می باشد؟

- (۱) در یک برج جذب کاهش فشار باعث کاهش سرعت جذب می گردد.
(۲) در یک برج جذب کاهش فشار باعث افزایش سرعت جذب می گردد.
(۳) در یک برج جذب دما باعث کاهش سرعت جذب می گردد.
(۴) گزینه های «۱» و «۳» صحیح می باشد.

۲۰ - نوعی آکنه (پکینگ) مورد استفاده در فرآیند جذب در برج های پر شده، دارای قطر ۴ in و سطح ویژه $\frac{ft^2}{ft^3}$ ۱۲۰ می باشد. 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 - 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 - گزینه «۴»

$$\frac{N_A}{\sum N_i} = -1 \quad \text{با توجه به معادله واکنش داریم:}$$

$$N_A = \frac{-D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{1}{1+y_A}$$

$$N_C = -4 N_A = \frac{4 D_{AB} P_t}{RTZ} \ln \frac{1}{1+y_A}$$

۳ - گزینه «۲»

$$\frac{R}{R+1} = 0.6 \Rightarrow 0.6R + 0.6 = R \Rightarrow 0.4R = 0.6 \Rightarrow R = 1.5 \quad \text{مقدار Reflux}$$

$$\frac{x_D}{R+1} = 0.37 \Rightarrow \frac{x_D}{1.5+1} = 0.37 \Rightarrow x_D = 0.92 \quad \text{جزء مولی محصول بالای برج}$$

$$2/1x - 0.32 = x \Rightarrow x_W = 0.3 \quad \text{جزء مولی محصول پایین برج}$$

۴ - 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 - گزینه «۳»

$$N_B = 0$$

$$\begin{cases} J_B + \frac{C_B}{C} \sum N_i = 0 \\ \sum N_i = N_A \end{cases} \Rightarrow J_B = -y_B N_A$$

۶ - گزینه «۲»

در هر سه مرحله $y = 0$ می باشد، پس جزء جدا شونده در حلال ها وجود ندارد و حلال ها در سه مرحله خالص می باشند و چون شیب خطوط عملیاتی در سه مرحله با هم برابر نیست لذا میزان حلال مصرفی در سه مرحله با هم برابر نمی باشند.

$$\text{درصد استخراج} = \frac{0/6 - 0/1}{0/6} = 0/83 \text{ یا } 83\%$$

۷ - گزینه «۴»

برای آن که بی بعد پروفایل های سرعت (مومنتم)، غلظت (جرم) و دما (حرارت) برهم منطبق باشد باید $Pr = Sc = 1$ * ارتباط بین پدیده های انتقال و تشابهات بین آنها در قالب اعداد بی بعد مطرح می شود که دانستن تعریف و نحوه ارتباط بین این اعداد الزامی است.

۸ - گزینه «۴»

$$E_{ME} = \frac{E_{MR}}{E_{MR} \left(1 - \frac{1}{A}\right) + \frac{1}{A}}, \quad A = \frac{\frac{R_s}{E_s}}{m} = \frac{2}{0/5} = 4$$

$$E_{ME} = \frac{E_{MR}}{E_{MR} \left(1 - \frac{1}{4}\right) + \frac{1}{4}} \Rightarrow E_{ME} = \frac{4 E_{MR}}{3 E_{MR} + 1}$$

$$\Rightarrow 3 E_{ME} E_{MR} + E_{ME} = 4 E_{MR} \Rightarrow E_{MR} (4 - 3 E_{ME}) = E_{ME}$$

$$\Rightarrow E_{MR} = \frac{E_{ME}}{4 - 3 E_{ME}}$$

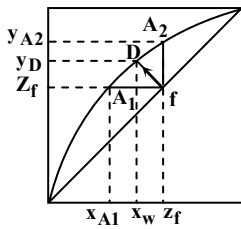
۹ - گزینه «۴»

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

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

۱۰ - گزینه «۳»

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



۱۱ - گزینه «۲»

$$S_{\min} = F \cdot \frac{\overline{FD}}{SD} = 800 \cdot \frac{3}{(4+1)} = \frac{2400}{5} = 480 \text{ kg}$$

۱۲ - گزینه «۲»

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

۱۳ - 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 - گزینه «۱»

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

۱۵ - گزینه «۴»

۱. حداقل تعداد سینی ها درون یک برج تقطیر زمانی حاصل می شود که نسبت جریان برگشتی بی نهایت باشد به عبارتی شرایط Total Reflux برقرار باشد ($D \rightarrow 0$ یا $R \rightarrow \infty$) یعنی هیچ محصولی از برج نگیریم که در این صورت شیب خط کار بالای خوراک به سمت ۱ میل می کند

(۱) $\left(\frac{R}{R+1}\right)$ یعنی خط کار روی خط 45° منطبق می شود.

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

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

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

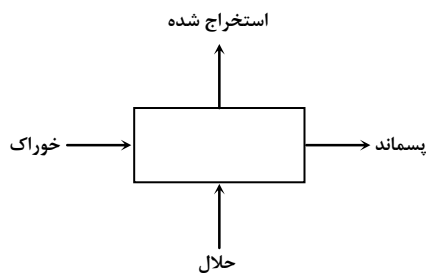
α_D : ضریب فراریت بالای برج ؛ α_W : ضریب فراریت پایین برج

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

* با توجه به عدم استفاده از ماشین حساب، این گونه سؤالات که روابط نسبتاً پیچیده ای دارند به صورت مفهومی و پارامتری مطرح می شود.

۱۶ - گزینه «۱»

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



۲. در سیستم های سه تایی هر چه دما زیاد شود، محدوده استخراج کوچک تر می شود (به علت افزایش حلالیت در اثر افزایش دما)

۱۷ - گزینه «۴»

تبخیر کننده فیلم نزولی (Falling – film Evaporators) برای مواد حساس به دما و ویسکوز مناسب می باشد (مانند مواد غذایی و دارویی). زمان تماس بین مایع و سطح گرم در این تبخیر کننده ها کوتاه می باشد. یکی از مشکلات این نوع تبخیر کننده توزیع نامناسب مایع درون لوله های تبخیر کننده به شکل فیلم یکنواخت می باشد. به این منظور از یک سری صفحات سوراخ دار (Spider) برای توزیع مناسب مایع استفاده می شود.

۱۸ - گزینه «۳»

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

۱۹ - 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 می شود پس گزینه «۱» صحیح می باشد.

۲۰ - گزینه «۳»

$$a_p = \frac{\epsilon(1-\epsilon)}{dp} \Rightarrow \epsilon = 1 - \frac{a_p dp}{\epsilon}$$

$$\epsilon = 1 - \left(\frac{120}{\epsilon} \times \frac{0/4}{12} \right) = 0/33$$