

بخش اول: درک مطلب

■ در این بخش، چند متن به طور مجزا آمده است. هر یک از متن‌ها را به دقت بخوانید و پاسخ سؤالاتی را که در زیر آن آمده است، با توجه به آنچه می‌توان از متن استنتاج یا استنباط کرد، پیدا کنید و در پاسخنامه علامت بزنید.

متن (۱)

بعد از ساخت اولین سلول مصنوعی، شاهد پیشرفت کوچک دیگری در زمینه ساخت ارگانیزم‌های مصنوعی هستیم: سیستم گوارش مصنوعی. توانایی اصلی این سیستم، می‌تواند کلیدی برای ساخت روبات‌های مستقل باشد. روبات‌هایی که بتوانند غذای خود را تامین و تغذیه کنند. [۱] در تلاش برای تولید چنین روبات‌هایی، محققان به استفاده از مواد انرژی‌زای آلی به عنوان منبع انرژی روی آوردند. روبات‌ها با داشتن سامانه قابل تغذیه خود قادر خواهند بود برای مدت طولانی‌تری بدون دخالت انسان کار کنند. چنین روبات‌هایی در گذشته نیز به نمایش درآمده‌اند؛ روبات‌هایی که می‌توانستند به کمک سلول‌های سوختی میکروبی یا MFC انرژی تولید کنند. هر چند تاکنون، هیچ‌کس روی راهی برای دفع زباله زیادی که این روبات‌ها بر جا می‌گذارند، کار نکرده است. [۲]

کریس مله‌ویش مدیر یک آزمایشگاه علوم روباتی می‌گوید؛ این روبات‌ها به یک سیستم گوارش مصنوعی احتیاج داشتند. او از سه سال پیش تاکنون به همراه گروه کاری‌اش روی این موضوع کار کرده است که در نتیجه موفق به ساخت روبات اکوبوت ۳ شده‌اند. [۳] مله‌ویش تاکید می‌کند که diarrhoea-bot روبات خیلی بهتری خواهد بود. البته این روبات هم زباله تولید خواهد کرد؛ اما اولین روباتی است که با سوخت آلی و بدون کمک انسان کار می‌کند. مدل‌های قدیمی‌تر اکوبوت نشان دادند که می‌توان نیروی کافی را برای انجام فعالیت‌های اولیه روبات و بعضی از رفتارهای پیچیده‌تر روبات، مانند حرکت به سمت منبع نور، تولید کرد. هر چند بعد از تغذیه روبات، کار تمیز کردن و جمع‌آوری فضولات توسط انسان انجام می‌شود. [۴]

با طراحی یک دستگاه گوارش در روبات، اکوبوت ۳ می‌تواند به مدت یک هفته به فعالیت خود بدون دخالت انسان ادامه دهد و بدون کمک، از آب و غذای مخصوص خود استفاده کند. اکوبوت مثل یک روبات حرف‌گوش‌کن، هر بیست و چهار ساعت یک بار، زباله‌اش را در یک سطل اشغال خالی می‌کند. [۵] یروپولوس می‌گوید راز این سیستم هاضمه، در استفاده از سیستم بازیابی متکی بر یک پمپ رولی است که با کمک نیروی جاذبه کار می‌کند. این سیستم مانند روده بزرگ انسان، حرکات موجی شکل همراه با فشاری در طول مجرا ایجاد می‌کند که باعث خارج شدن مواد زاید از آن می‌شود. [۶] در ابتدای فرآیند هضم، روبات با چسبیدن به یک تغذیه‌کننده، مواد غذایی لازم را به دست می‌آورد. با این کار، مقداری از محلول نیمه فرآوری شده مغذی وارد دهان روبات می‌شود و از آن‌جا بین چهل و هشت MFC مجزا در درون روبات پخش می‌شود. این مایع در واقع غذایی شامل مواد معدنی، نمک مخمرها و مواد مغذی دیگر است. هر چند این غذا ظاهر زشتی دارد و به ظاهر بدمزه است، اما برای باکتری‌های موجود در شکم روبات دلچسب‌ترین غذا است! [۷]

در قلب این فرآیند، یک واکنش اکسایش - کاهش قرار دارد که در دهلیز آند MFC روبات رخ می‌دهد. همین طور که باکتری مواد آلی را سوخت و ساز می‌کند، اتم‌های هیدروژن آزاد می‌شوند. الکترون‌های هیدروژن، به الکتروود مهاجرت کرده، جریان الکتریسیته تولید می‌کنند. به طور همزمان، یون‌های هیدروژن از لایه نازک مبادله پروتون عبور می‌کنند و وارد دهلیز کاتد سلول MFC که حاوی آب است، می‌شوند. در این‌جا اکسیژن حل شده در آب با پروتون‌ها ترکیب می‌شود و آب بیشتری تولید می‌کند. از آن‌جا که مایع همراه غذا به مرور بخار می‌شود، روبات باید به طور مرتب آب بنوشد که آن را از یک ورودی دیگر دریافت می‌کند. [۸]

سلول‌ها در دو ردیف بیست و چهار تایی قرار داشته و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نیروی جاذبه بتواند تمامی مواد هضم نشده باقی‌مانده را به سمت یک مخزن مرکزی باریک هدایت و در آن‌جا جمع‌آوری کند. محتویات به طور مرتب از درون این مخزن بازیافت و به مخزن تغذیه‌کننده روبات هدایت می‌شوند تا قبل از دفع شدن، حداکثر انرژی از آن به دست آید. [۹]

یروپولوس می‌گوید: دفع مواد زاید نه تنها از پر و مسدود شدن سلول‌ها جلوگیری می‌کند، بلکه هر گونه ماده اسیدی تولید شده در دستگاه گوارش روبات را که ممکن است باعث مسموم کردن باکتری‌ها شود، از بین می‌برد. آن‌طور که از شواهد برمی‌آید، با وجود فرآیند بازیافت، سلول‌های سوختی قادرند چیزی در حدود یک درصد انرژی شیمیایی موجود در غذایشان را استخراج کنند. بر پایه توضیحات یروپولوس، روبات در حال حاضر از قطعات موجود در بازار استفاده می‌کند، بنابراین استفاده از قطعات سفارش شده و تغییر شکل آن‌ها به نحوی که سطح تماس بیشتری داشته باشند تا باکتری‌ها بتوانند خود را به آن بچسبانند، می‌تواند موجب تولید انرژی به مراتب بیشتری شود. [۱۰]

قسمت اول: گرامر ۱

۱- گزینه «۳» محبوبیت «نظریه بازی» از زمان مطرح شدنش در اقتصاد متنوع بوده است.

توضیح گرامری: مبدأ زمان **since +** یکی از علائم زمان حال کامل است. زمان حال کامل بر انجام کار یا روی دادن حالتی دلالت می‌کند که از زمان گذشته شروع شده و تا زمان حال ادامه یافته است یا اثر آن تاکنون باقی مانده باشد. ساختار آن به صورت زیر است.

فاعل + have/has + p.p

He has lived here since childhood.

او در اینجا زندگی کرده است.

توضیح تست: از آنجا که **has varied** در این جمله نشان دهنده زمان حال کامل است، بنابراین جمله با گزینه (۳) که در آن واژه **since** به کار رفته کامل می‌شود.

گزینه (۴) نیز علاوه بر اینکه **from** در اینجا کاربرد ندارد، به دلیل استفاده از حرف اضافه نادرست **by** نادرست است.

۲- گزینه «۴» اگرچه تعاریف زیادی از معرفت‌شناسی وجود دارد، اما مقبول‌ترین تعریف احتمالاً متعلق به بریان مک ماهونتال است.

توضیح گرامری: قید عالی به صورت زیر ساخته می‌شود:

the + most + قید → the most widely

به این نکته توجه کنید که قبل از قید عالی باید حتماً از حرف تعریف **the** استفاده کنیم.

توضیح تست: **accepted** صفت است بنابراین باید از قید قبل از آن استفاده کرد. پس گزینه (۴) صحیح است.

The most widely accepted.

صفت قید حرف تعریف

۳- گزینه «۲» این بحث چون که ارزش‌هایی مثل آزادی و برابری را مطرح می‌کند، ممکن است هرگز قابل حل نباشد.

توضیح گرامری: **turning as it does** شکل دیگری از **since it turns** است، بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

۴- گزینه «۴» آزمایش‌ها معمولاً شامل مداخله برنامه‌ریزی‌شده‌ای هستند که غالباً «تداخل» نامیده می‌شود.

always, usually, sometimes, often,

توضیح گرامری: قیده‌های تکرار عبارتند از:

جای قیده‌های تکرار در جمله، قبل از فعل اصلی یا بعد از فعل کمکی یا **to be** است.

She had always assumed that Gabriel was a girl name.

او همیشه فکر می‌کرد که گابریل اسم دخترانه است.

فعل اصلی فعل کمکی

It is often difficult to translate poetry.

ترجمه شعر اغلب دشوار است.

to be فعل

پاسخ سؤالات متن (۱)

۱۰۱- گزینه «۱» در متن به این گزینه، در سطرهای اول و دوم به وضوح اشاره شده است. اما گزینه ۲ که می‌گوید (سلول مصنوعی کلیدی برای گوارش مصنوعی) به راحتی با توجه به مطالب سطر اول رد می‌شود، چون می‌گوید پس از ساخت سلول مصنوعی شاهد پیشرفت دیگری هستیم و صحبت از کلیدی بودن سلول مصنوعی برای روبات‌ها نشده است و گزینه‌های ۳ و ۴ به خودی خود رد می‌شوند، چون سیستم گوارش مصنوعی براساس سطر ۵ فقط کلیدی برای ساخت روبات‌های مستقل است نه اینکه روبات‌ها ساخته شده باشد و حالا نگران سیستم گوارشی آن باشیم.

۱۰۲- گزینه «۳» به پاراگراف چهارم دقت کنید آنجا که مله‌ویش راجع به روبات diarrhoea – bot حرف می‌زند. بررسی گزینه ۱: براساس سطر ۱ در پاراگراف ۴ این گزینه نمی‌تواند صحیح باشد. هیچ جای دیگری گفته نشده است که اکوبوت ۳ زباله بیشتری بر جای می‌گذارد.

بررسی گزینه ۲: در سطر ۳ پاراگراف (۲) گفته شده است که MFC راهی برای تولید انرژی است و به خصوص که راجع به اولین MFC صحبت شده است و تا آخر پاراگراف ۹ در رابطه با بدست آمدن انرژی توضیح می‌دهد. بنابراین این گزینه غلط است. بررسی گزینه ۴: با توجه به پاراگراف ۲ سطر ۲ و ۳ این گزینه نیز صحیح نیست.

۱۰۳- گزینه «۴» چون تقریباً تمام انرژی حاصل از سوخت مصرف می‌شود و مواد زاید برای زیست محیطی ندارد و حتی آب اضافی هم به چرخه‌ی مصرف روبات بازگردانده می‌شود.

۱۰۴- گزینه «۴» I صحیح نمی‌باشد چون در پاراگراف ۸ سطر ۱ می‌گوید در قلب این فرآیند، اما عبارت I می‌گوید؛ در قلب MFC روبات، که صحیح نیست چون روبات قلب ندارد.

عبارت گزینه II در پاراگراف ۹ اشاره شده است و صحیح است و عبارت III در پاراگراف ۶ اشاره شده است و صحیح است پس گزینه ۴ که II و III را صحیح می‌داند، گزینه مناسب است.

۱۰۵- گزینه «۱» در پاراگراف ۷ به خصوص در سطر آخر توضیح کامل داده شده است. بررسی گزینه ۲: پاراگراف ۶ اشاره می‌کند که سیستم گوارش روبات ۲ به کمک نیروی جاذبه کار می‌کند نه صرفاً با نیروی جاذبه پس گزینه ۲ صحیح نمی‌باشد.

بررسی گزینه ۳: پاراگراف ۸ می‌گوید، آب اضافه تولید می‌شود اما در هیچ قسمتی گفته نشده است که بخشی از آن جذب و بخش دیگری دفع می‌شود. بررسی گزینه ۴: پاراگراف ۱۱، ۱۲ و ۱۳ به عقیده رابرت فینکل اشتاین در این مورد اشاره می‌کند، اما در پاراگراف ۱۳ نظر نویسنده یکی از مزیت‌های MFC را توضیح می‌دهد. پس این گزینه هم صحیح نمی‌باشد. در واقع اشتاین از فناوری MFC انتقاد می‌کند و آن را بی‌فایده می‌داند و در پاراگراف دیگر EATR را که به جای خوردن یا هضم کردن مواد انرژی‌زای آلی انرژی خود را از سوزاندن آن به دست می‌آورد، برجسته می‌سازد.

پاسخ سؤالات متن (۲)

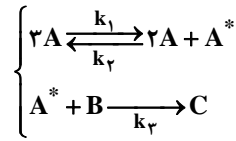
۱۰۶- گزینه «۲» چون گزینه (۱) می‌گوید هدف اصلی نویسنده اشاره به کاستی‌های گروه آپرا است در حالی که ما می‌بینیم که همه تلاش‌ها اعم از مثبت و منفی را راجع به گروه آپرا توضیح می‌دهد پس تنها نمی‌خواهد کاستی‌های آنها را نشان بدهد.

گزینه (۳) می‌گوید بر شمردن دانشمندانی که بر علیه انیشتن موضع گرفته‌اند، که این طور نیست. فقط گروه آپرا و با این مورد خاص مورد بررسی قرار گرفته است.

گزینه (۴) هرچند در پاراگراف ۷ دیدگاه‌های مختلف بیان شده است اما به خصوص در سطور آخر به نظر می‌رسد که دانشمندان با بی‌طرفی به این آزمایشات می‌نگرند و قصدشان فقط تقابل نیست. در سطر ۳۶ می‌گوید دانشمندان همیشه خودنسرده و بی‌طرف تلاش می‌کنند و یا در سطر ۳۷ می‌گوید (اگر نتایج آزمایش‌های اخیر تأیید شود) پس منتظر تأیید هم هستند و نه فقط تقابل با آن.

سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- واکنش پیچیده $C \rightarrow 2A + B$ با مکانیزم زیر انجام می‌شود:



چنانچه A^* واسطه‌ی پر انرژی باشد کدام معادله سرعت واکنش صحیح است؟

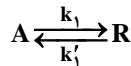
$$-r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^3 C_B - k_1 k_2 C_A^2 C_B}{k_3 C_B} \quad (2) \qquad -r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^3 C_B + k_1 k_2 C_A^2 C_B}{K_2 C_B + K_2 C_A^2} \quad (1)$$

$$-r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^3 C_B + k_2 C_A^2}{K_2 C_B + K_2 C_A^2} \quad (4) \qquad -r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^3 C_B}{K_2 C_B + K_2 C_A^2} \quad (3)$$

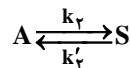
۲- در یک راکتور ناپیوسته (batch) پس از ۸ دقیقه ۸۰٪ ترکیب شونده‌ی A با غلظت اولیه $1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ تبدیل می‌گردد. پس از ۱۸ دقیقه میزان تبدیل به ۹۰٪ رسیده است معادله‌ی سرعت این واکنش را تعیین کنید.

$$-r_A = 0.05 C_A^2 \quad (4) \qquad -r_A = 2 C_A^{0.5} \quad (3) \qquad -r_A = 0.05 C_A \quad (2) \qquad -r_A = 0.05 C_A^{1/5} \quad (1)$$

۳- واکنش موازی و برگشت پذیر زیر در فاز مایع و در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته (mixed) انجام می‌شود. زمان اقامت در راکتور τ است و دما ثابت می‌باشد.



$$k_1 = k'_1 = k_2 = k'_2 = 1 \text{ min}^{-1}$$



خوراک متشکل از A به غلظت $C_{A0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و فاقد R و S می‌باشد. غلظت A در جریان خروجی از راکتور چیست؟

$$C_A = \frac{(1+\tau)^2}{2\tau^2 + 3} \quad (4) \qquad C_A = \frac{\tau^2}{2(1+\tau)^2} \quad (3) \qquad C_A = \frac{1+\tau}{1+2\tau} \quad (2) \qquad C_A = \frac{1+2\tau}{2(3+\tau)} \quad (1)$$

۴- در حال حاضر ۷۰٪ جسم A توسط یک واکنش درجه‌ی دو در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته به محصولات واکنش تبدیل می‌شود. اگر راکتور دومی مشابه با راکتور اول به طور سری به آن وصل کنیم، برای خوراک و شدت جریان فعلی با افزایش این راکتور میزان تبدیل چند درصد خواهد بود؟

$$86 \quad (4) \qquad 70 \quad (3) \qquad 76 \quad (2) \qquad 80 \quad (1)$$

۵- واکنش $C \rightarrow A + B$ طبق مکانیزم زیر صورت می‌گیرد:



رابطه سرعت تبدیل A کدام گزینه است؟

$$\frac{k_1 k_2 C_A C_B}{k_{-1} + k_2 C_B} \quad (4) \qquad \frac{k_1 C_A}{k_{-1} k_2} \quad (3) \qquad \frac{k_1 k_2 C_A}{k_2 C_B} \quad (2) \qquad \frac{k_1 k_2 C_A}{1 + k_2 C_B} \quad (1)$$

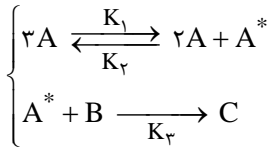
۶- واکنش درجه‌ی دوم فاز گاز $A \rightarrow 2B$ در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) با خوراک A ۲۵٪ و ما بقی گاز بی‌اثر صورت می‌گیرد. درصد تبدیل ۴۰٪ در خروجی از راکتور فشار به نصف فشار خوراک ورودی کاهش و دمای مطلق به میزان ۲۰٪ افزایش می‌یابد. غلظت A در خروجی از این راکتور چند درصد غلظت آن در ورودی است؟

$$54 \quad (4) \qquad 23 \quad (3) \qquad 28 \quad (2) \qquad 33 \quad (1)$$



پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- گزینه «۳» غلظت مواد واسطه در این گونه واکنش‌های شیمیایی ناچیز و سرعت تغییر آن قابل صرف‌نظر کردن است. حال برای واکنش $3A + B \rightarrow C$ با مکانیزم زیر داریم:



$$-r_A = K_1 C_A^3 - K_2 C_A^2 C_A^* \quad (1)$$

حال با توجه به این نکته که می‌توان از غلظت مواد واسطه صرف‌نظر کرد می‌توان نوشت:

$$-r_A^* = 0 \Rightarrow K_1 C_A^3 - K_2 C_A^2 C_A^* - K_3 C_A^* C_B = 0$$

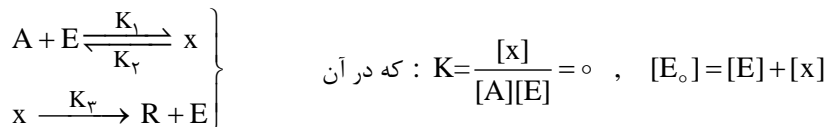
$$\Rightarrow K_1 C_A^3 = K_2 C_A^2 C_A^* C_B \Rightarrow K_1 C_A^3 = C_A^* (K_2 C_A^2 + K_3 C_B) \Rightarrow C_A^* = \frac{K_1 C_A^3}{K_2 C_A^2 + K_3 C_B} \quad (2)$$

با جایگذاری آنچه که در رابطه (۲) حاصل شده در معادله (۱) خواهیم داشت:

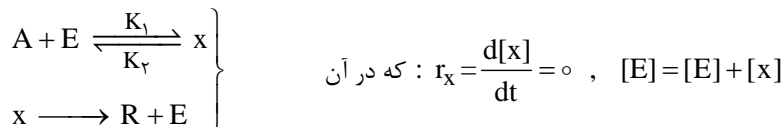
$$-r_A = K_1 C_A^3 - K_2 C_A^2 \left(\frac{K_1 C_A^3}{K_2 C_A^2 + K_3 C_B} \right) \Rightarrow -r_A = \frac{K_1 K_3 C_A^3 C_B}{K_3 C_B + K_2 C_A^2}$$

توجه شود که در رابطه‌ی فوق از تقریب حالت پایا استفاده می‌شود.

تقریب حالت پایا: در این تقریب غلظت ذرات ناپایدار را صفر در نظر گرفته که در این صورت می‌توان غلظت ذرات ناپایدار را از معادله حاصله حذف کرد. از جمله واکنش‌هایی که دارای مکانیزم فوق‌الذکر هستند می‌توان به واکنش‌هایی که در آن‌ها آنزیم مثل کاتالیزور عمل می‌کند اشاره کرد: برای مثال واکنش men ten, michaelis در سال ۱۹۱۳ مکانیزم زیر را برای توجیه سینتیک واکنش‌هایی به کار بردند که از آنزیم‌ها به عنوان کاتالیزور در آن‌ها استفاده می‌شد، این مکانیزم دارای یک فرض تعادلی زیر است:



در عبارت فوق $[E_0]$ غلظت کل آنزیم و $[E]$ غلظت آنزیم‌های آزاد موجود در مخلوط واکنش است، همچنین در سال ۱۹۲۵ دو دانشمند به نام‌های G.E. Briggs و J.B.S. Haldane مکانیزم جدیدی را با در نظر گرفتن تقریب حالت پایا به جای فرض تعادلی برای این گونه واکنش‌ها پیشنهاد کردند:



۲- گزینه «۴» توجه: همان گونه که می‌دانیم معادلات سرعت تجربی بوده و نمی‌توان با تکیه بر داده‌های محدودی به تعیین آن پرداخت لذا به منظور حل مسئله، معادلات سرعت را از درجه‌ی کلی n در حالت کلی فرض کرده و داده‌های مسئله را در آن امتحان می‌کنیم:

$$C_A^{1-n} - C_{A_0}^{1-n} = (n-1) K t \quad (1), \quad x_A = 0/8, \quad C_A = C_{A_0} (1 - x_A) = 1(1 - 0/8) = 0/2$$

$$(1) \Rightarrow 0/2^{1-n} - 1 = (n-1) K \cdot 8 \quad (2), \quad x_A = 0/9, \quad C_A = C_{A_0} (1 - x_A)$$

$$= 1(1 - 0/9) = 0/1, \quad \xrightarrow{(1)} 0/1^{1-n} - 1 = (n-1) K \times 18 \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(2,3)} \frac{0/2^{1-n} - 1}{0/1^{1-n} - 1} = \frac{8}{18} = 0/444 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow K = \frac{1}{2}$$

سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- یک گاز کامل با دمای 52°C و سرعت کم، به طور کاملاً یکنواخت (پایدار) وارد یک شیبوره (نازل) شده و در دمای 40°C خارج می‌شود.

سرعت آن در خروج تقریباً چند متر بر ثانیه می‌باشد؟
 $(\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1/5, R = 0/5 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}})$

- (۱) ۱۹ (۲) ۲۲۰ (۳) ۳۶۰ (۴) ۶۰۰

۲- عبارت زیر برای حجم مخصوص مولی یک محلول دو جزئی به دست آمده است. گزینه صحیح در این مورد کدام است؟

$$v = 15 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2 + 2 \cdot x_1 x_2$$

(۱) $v^E = 0$ (۲) $v^E = 23 \cdot 0 + 2 \cdot 0 \cdot x_1 x_2$

(۳) $\bar{v}_1 = 15 \cdot 0 + 2 \cdot 0 \cdot x_2^2, \bar{v}_2 = 8 \cdot 0 + 2 \cdot 0 \cdot x_1^2$ (۴) $\bar{v}_1 = 15 \cdot 0 + 2 \cdot 0 \cdot x_1^2, \bar{v}_2 = 8 \cdot 0 + 2 \cdot 0 \cdot x_2^2$

۳- ضریب ویرال مرتبه دوم (B) یک گاز از رابطه $B = b - \frac{a}{T^2}$ که در آن a و b ثابت و T دمای مطلق است، به دست می‌آید و معادله ویرال به

شکل $z = 1 + B'P$ صادق می‌باشد. تغییر انرژی داخلی این گاز در دمای T موقعی که فشار از یک فشار خیلی کم تا فشار P تغییر کند، کدام است؟

(۱) $\frac{-3aP}{2T^2}$ (۲) $\frac{-2aP}{T^2}$ (۳) $\frac{-2aP}{3T^2}$ (۴) $\frac{-aP}{T^2}$

۴- درون مخزن صلبی به حجم یک متر مکعب یک گاز کامل فرضی فشرده در دمای محیط (300K) و فشار 4MPa قرار دارد. در این مخزن، یک سوراخ بسیار کوچک به وجود می‌آید و گاز با سرعت بسیار کم به بیرون نشت پیدا می‌کند و پس از مدتی بسیار طولانی فشار گاز درون مخزن به 1MPa می‌رسد. مقدار گرمای مبادله شده بین مخزن و محیط، چند کیلوژول است؟

- (۱) ۳۰۰۰ (۲) ۲۰۰۰۰ (۳) ۳۰۰۰۰ (۴) ۴۰۰۰۰

۵- مخزن صلب عایقی محتوی یک گرم مول گاز کامل است ($\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1/5$) و در محیطی به دمای 300K قرار دارد. به دلیل حادثه‌ای

عایق‌بندی مخزن به هم می‌خورد و گرما از محیط به مخزن منتقل می‌شود. دمای اولیه گاز 200K می‌باشد. شدت انتقال گرما از محیط به مخزن با اختلاف دمای محیط و مخزن متناسب است و در لحظه اول برابر 10 کالری بر ثانیه می‌باشد. دمای گاز پس از مدت 1 دقیقه و 40 ثانیه تقریباً چند درجه کلوین

خواهد شد؟
 $R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{gmolK}}, \text{Exp}(1/5) = 4/5, \text{Exp}(2/5) = 12, \text{Exp}(3/5) = 33$

- (۱) ۲۷۸ (۲) ۲۸۴ (۳) ۲۹۲ (۴) ۲۹۸

۶- در یک مخلوط دو جزئی مایع فرضی شامل اجزای (۱) و (۲) مقادیر مول‌های دو جزء یکسان می‌باشند. برای این مخلوط، انرژی آزاد گیبس اضافی

از معادله $\frac{G^E}{RT} = \alpha x_1 x_2$ به دست می‌آید. در صورتی که این مخلوط با فاز بخار خود در حالت تعادل باشد و فاز بخار گاز کامل فرض شود، کسر مولی‌های

سازندهای ۱ و ۲ در فاز بخار چند است؟ می‌دانیم که: $P_1^{\text{sat}} = 4\text{kPa}, P_2^{\text{sat}} = 8\text{kPa}$

(۱) $y_1 = \frac{1}{3}, y_2 = \frac{2}{3}$ (۲) $y_1 = \frac{1}{2}, y_2 = \frac{1}{2}$ (۳) $y_1 = \frac{2}{5}, y_2 = \frac{3}{5}$ (۴) $y_1 = \frac{1}{4}, y_2 = \frac{3}{4}$

۷- برای یک محلول دو جزئی عبارت زیر برای انرژی آزاد گیبس اضافی به دست آمده است: $\frac{G^E}{RT} = [a + \frac{b}{T} + c(P-1)]x_1 x_2$ کدام گزینه در

مورد آن صحیح است؟ می‌دانیم که: a و b و c مقادیر ثابتی هستند.

(۱) $\frac{V^E}{RT} = \frac{c}{T} P x_1 x_2, \frac{H^E}{RT} = \frac{1}{T} [b + c(P-1)] x_1 x_2$ (۲) $\frac{V^E}{RT} = \frac{c}{T} (P) x_1 x_2, \frac{H^E}{RT} = \frac{-1}{T} [b + c(P-1)] x_1 x_2$

(۳) $\frac{V^E}{RT} = \frac{c}{T} (P-1) x_1 x_2, \frac{H^E}{RT} = \frac{1}{T} [b + c(P-1)] x_1 x_2$ (۴) $\frac{V^E}{RT} = \frac{c}{T} (P-1) x_1 x_2, \frac{H^E}{RT} = \frac{-1}{T} [b + c(P-1)] x_1 x_2$



پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- گزینه «۴» از قانون اول برای فرایندهای جریان‌دار استفاده می‌کنیم. از طرفی، با توجه به این‌که گاز با سرعت زیاد از شیبوره عبور می‌کند پس فرصت تبادل حرارت با محیط را ندارد و یک فرآیند آدیاباتیکی محسوب می‌شود:

$$Q + m_i \left(h_i + \frac{v_i^2}{\gamma} \right) = W + m_e \left(h_e + \frac{v_e^2}{\gamma} \right) \quad , \quad Q = 0, \quad W = 0 \quad v_i = 0 \quad , \quad m_i = m_e \quad , \quad h = C_p T$$

$$C_p T_i = C_p T_e + \frac{v_e^2}{\gamma} \quad , \quad C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} = \frac{1/5 \times 0/5}{1/5 - 1} = 1/5 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = 1500 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \Rightarrow 1500(520 - 400) = \frac{v_e^2}{20}$$

$$v_e = \sqrt{36 \times 10^4} = 600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۲- گزینه «۳» ابتدا باید v را برحسب x_1 نوشت تا \bar{v}_1 محاسبه گردد و در ادامه v را برحسب x_2 نوشت تا \bar{v}_2 محاسبه شود.

$$v = 150x_1 + 80(1-x_1) + 20x_1(1-x_1) = 80 + 90x_1 - 20x_1^2$$

$$\bar{v}_2 = v - x_1 \left(\frac{\partial v}{\partial x_1} \right)_{T,P,x_2} = 80 + 90x_1 - 20x_1^2 - x_1(90 - 40x_1) = 80 + 20x_1^2$$

$$v = 150(1-x_2) + 80x_2 + 20(1-x_2)x_2 = 150 - 50x_2 - 20x_2^2$$

$$\bar{v}_1 = v - x_2 \left(\frac{\partial v}{\partial x_2} \right)_{T,P,x_1} = 150 - 50x_2 - 20x_2^2 - x_2(-50 - 40x_2) = 150 + 20x_2^2$$

از طرفی با توجه به رابطه v در صورت سؤال و مقایسه آن با رابطه $v = x_1 \bar{v}_1 + x_2 \bar{v}_2 + \Delta v_{\text{mix}}$ مشخص می‌شود که ترم $20x_1x_2$ برابر Δv_{mix} یا همان v^E می‌باشد.

۳- گزینه «۲» جهت محاسبه تغییرات انرژی داخلی با فشار از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$du = dh - d(Pv) = dh - PdV - v dP \Rightarrow \left(\frac{\partial u}{\partial P} \right)_T = \left(\frac{\partial h}{\partial P} \right)_T - P \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T - v$$

$$z = \frac{Pv}{RT} = 1 + B'P \Rightarrow P(v - B'RT) = RT \quad , \quad B' = \frac{B}{RT} \Rightarrow P(v - B) = RT \quad , \quad v = \frac{RT}{P} + B$$

$$\left(\frac{\partial h}{\partial P} \right)_T = v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P = v - T \left(\frac{R}{P} + \frac{\gamma a}{T^\gamma} \right) \quad , \quad \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T = -\frac{RT}{P^2}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial P} \right)_T = v - T \left(\frac{R}{P} + \frac{\gamma a}{T^\gamma} \right) - P \left(-\frac{RT}{P^2} \right) - v = -\frac{\gamma a}{T^\gamma} \Rightarrow u = \int -\frac{\gamma a}{T^\gamma} dP = -\frac{\gamma a P}{T^\gamma}$$

۴- گزینه «۳» با توجه به این‌که سوراخ بسیار ریز می‌باشد و فرایند تخلیه مخزن بسیار کند است، لذا فرایند مربوطه دما ثابت می‌باشد. حالا از قانون اول ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار استفاده می‌کنیم:

$$Q + n_1 \hat{h}_i^\circ = \dot{W}^\circ + n_e h_e + n_r u_r - n_1 u_1 \quad , \quad h = C_p T \quad , \quad u = C_v T \quad , \quad T_e = T_r = T_1$$

$$\frac{P_1}{P_r} = \frac{n_1}{n_r} \Rightarrow \frac{40}{10} = \frac{n_1}{n_r} \Rightarrow n_1 = 4n_r \quad , \quad n_e = n_1 - n_r = 4n_r - n_r = 3n_r$$

$$Q = 3n_r C_p T + n_r C_v T - 4n_r C_v T = 3n_r T (C_p - C_v) = 3n_r RT = 3 \times (P_r V_r) = 3 \times 10 \times 10^6 \times 1 = 3 \times 10^7 \text{ J} = 30000 \text{ kJ}$$

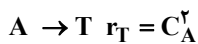
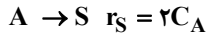
سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- واکنش $A \rightarrow R$ در فاز مایع در یک راکتور مخلوط شونده (mixed) به صورت آدیاباتیک انجام می‌شود. شیب خط کار آدیاباتیک

$$\frac{-1}{\gamma_0} = (K^{-1}) \text{ است. میزان تبدیل در راکتور } X_A = 0.7 \text{ می‌باشد. تغییر دمای سیال چند درجه سانتی‌گراد است؟}$$

- (۱) -۵۰ (۲) ۴۹ (۳) ۷۰ (۴) ۸۵

۲- در واکنش موازی تجزیه A, R ماده‌ی مطلوب است:



با خوراک از A خالص و غلظت اولیه $(\frac{\text{mol}}{\text{lit}}) C_{A_0} = 1$ حداکثر مقدار R از کدام

نوع راکتوری بدست می‌آید؟

(۱) مخلوط شونده (mixed) (۲) لوله‌ای (plug)

(۳) ترکیبی از لوله‌ای در اول و مخلوط شونده بعد از آن (۴) ترکیبی از مخلوط شونده در اول و لوله‌ای بعد از آن

۳- در واکنش موازی $A \begin{matrix} \nearrow R \\ \searrow S \end{matrix}$ رابطه $\phi(\frac{R}{A}) = 0.1 + 0.1C_A$ برقرار است. اگر غلظت خوراک ورودی به یک راکتور مخلوط شونده (mixed)

$$C_{A_0} = 1.0 (\frac{\text{mol}}{\text{lit}}) \text{ باشد، حداکثر } R \text{ قابل تولید در این راکتور چند } (\frac{\text{mol}}{\text{lit}}) \text{ است؟}$$

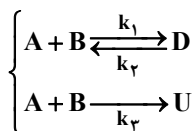
- (۱) ۴ (۲) ۱/۵ (۳) ۱ (۴) ۰/۵

۴- در دو واکنش موازی $\begin{cases} 2A \rightarrow B + C \\ 2A \rightarrow D + E \end{cases}$ در 100°C انجام گرفته و غلظت B پنج برابر غلظت D است. چنانچه واکنش در 200°C صورت گیرد،

غلظت B سه برابر غلظت D می‌شود. کدام یک صحیح است؟

- (۱) $E_1 < E_2$ (۲) $E_1 = E_2$ (۳) $E \geq E_2$ (۴) $E_1 > E_2$

۵- برای واکنش چندگانه زیر برای دستیابی به حداکثر گزینش پذیری ماده D در مورد نوع راکتور انتخابی و دما کدام یک صحیح است؟



(۱) راکتور mixed و دمای بالا، A و B نیز با هم وارد شوند.

(۲) راکتور PFR و دمای بالا، A و B نیز از ابتدای راکتور وارد شوند.

$$-r_{A_1} = 10^9 \exp\left(\frac{-10000}{T}\right) C_A^2 C_B$$

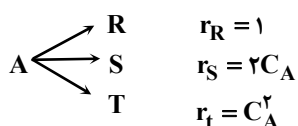
(۳) راکتور semibatch در دمای متوسط، B در داخل راکتور و A قطره قطره وارد شود.

$$+r_{A_2} = 2 \exp\left(\frac{-2000}{T}\right) C_D$$

(۴) راکتور PFR در دمای متوسط، A از ابتدا وارد شود و B به صورت جانبی تزریق گردد.

$$-r_{A_3} = 10^3 \exp\left(\frac{-3000}{T}\right) C_A C_B$$

۶- واکنش موازی زیر را در نظر بگیرید. حداکثر بازده لحظه‌ای ماده S چقدر است و برای رسیدن به حداکثر تولید S چه نوع راکتوری پیشنهاد



می‌شود؟ $(C_{A_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}})$

(۱) حداکثر بازده در $C_A = 0.5$ رخ می‌دهد و نوع راکتور تفاوتی نمی‌کند.

(۲) حداکثر بازده در $C_A = 1$ رخ می‌دهد و بهترین راکتور PFR است.

(۳) حداکثر بازده در $C_A = 1$ رخ می‌دهد و بهترین راکتور CSTR است.

(۴) حداکثر بازده در $C_A = 0.5$ رخ می‌دهد و بستن دو راکتور پشت سر هم ابتدا CSTR بعد PFR بهترین گزینه است.

پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- گزینه «۲» برای یک راکتور مخلوط شونده و با لوله‌ای با اعمال موازنه مواد و انرژی، برای x_A داریم:

$$x_A = \frac{C_p \Delta T}{-\Delta H_{rT}}$$

در رابطه فوق، $C_p \Delta T$ گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای خوراک به T_p و $-\Delta H_{rT}$ گرمای آزاد شده توسط واکنش در دمای T_p است. همچنین هرگاه گرمای واکنش وابستگی به دما نداشته باشد، منحنی تغییرات x_A بر حسب T خطی راست به شیب $-\frac{C_p}{\Delta H_r}$ است که به خطوط حاصله از این طریق، خطوط عامل آدیاباتیک گفته می‌شود.

از این رو با توجه به داده‌های سؤال داریم:

$$\frac{C_p}{-\Delta H_r} = \frac{x_A}{\Delta T} = -\frac{1}{v_o} \Rightarrow \Delta T = 49^\circ (C)$$

۲- گزینه «۱» به منظور به دست آمدن حداکثری محصولی در واکنش‌های موازی بایستی از تابع تشکیل لحظه‌ای استفاده نمائیم:

$$\phi\left(\frac{R}{A}\right) = \frac{dC_R}{-dC_A} = \frac{r_R}{-r_A} = \frac{1}{1 + 2C_A + C_A^2}$$

با توجه به تابع فوق، برای افزایش $\phi\left(\frac{R}{A}\right)$ باید C_A را پایین نگه داشت که برای این منظور بهتر است از راکتور مخلوط شونده استفاده شود.

۳- گزینه «۳» برای هر نوع راکتور با غلظت خروجی، R را می‌توان مستقیماً از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$C_{Rf} = \phi(C_{A_o} - C_{Af}) \Rightarrow C_{Rf} = (0/1 + 0/0) C_{A_o} (C_{A_o} - C_A) \quad (I)$$

$$\frac{dC_R}{dC_A} = 0 \Rightarrow (-0/1 + \frac{1}{100} C_{A_o} + \frac{2}{100} C_A) = 0 \Rightarrow C_A = 0$$

$$(I): C_{Rf} = \frac{1}{10} \times 10 = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

۴- گزینه «۱» اگر مراحل دوگانه یک واکنش دارای ثابت‌های سرعت k_1 و k_2 باشند، نسبت این دو مرحله به صورت زیر است:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{k_{1,o} e^{-\frac{E_1}{RT}}}{k_{2,o} e^{-\frac{E_2}{RT}}} = \frac{k_{1,o}}{k_{2,o}} e^{\frac{(E_2 - E_1)}{RT}}$$

از رابطه فوق بدیهی است که با افزایش دما اگر $E_1 > E_2$ مقدار $\frac{k_1}{k_2}$ افزایش می‌یابد و اگر $E_1 < E_2$ مقدار $\frac{k_1}{k_2}$ کاهش می‌یابد.

حال که با افزایش دمای سیستم، شتاب واکنش ۲ بیش از واکنش ۱ است نتیجه می‌شود که $\frac{k_1}{k_2}$ کاهش یافته است پس می‌توان گفت: $E_2 > E_1$

۵- گزینه «۲» با توجه به روابط سینتیکی ارائه شده در سؤال داریم:

$$S = \frac{r_D}{r_V}, r_D = \frac{dc_D}{dt} \alpha r_{A_1} - r_{A_2}, r_V \alpha r_{A_2} \Rightarrow S = \frac{r_{A_1} - r_{A_2}}{r_{A_2}} = \frac{10^9 \exp(-10^4/T) C_A^2 C_B - \{20 \exp(-2000/T) C_D\}}{10^3 \exp(-\frac{3000}{T}) C_A C_B}$$

با توجه به رابطه فوق، برای تولید حداکثر D باید C_A را بالا نگه داشت؛ یعنی واکنش در یک راکتور PFR انجام‌پذیرد به گونه‌ای که A و B از ابتدای واکنش وارد راکتور شوند. همچنین برای بزرگ شدن عبارت‌نمایی باید دما را بالا نگه داشت.

سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- واکنش $A + \frac{1}{2}B \rightarrow R + 2S$ در فاز مایع انجام می‌شود. پس از سپری شدن زمان t ، رابطه بین C_A و C_R کدام است؟

$$C_A = C_{A_0} + 2C_{R_0} - 2C_R \quad (2)$$

$$C_A = C_{R_0} + 2C_R - 2C_{A_0} \quad (1)$$

$$C_A = C_{A_0} + 2C_R - 2C_{R_0} \quad (4)$$

$$C_A = 2C_{A_0} + C_A - C_{R_0} \quad (3)$$

۲- در واکنش $2A + 4B \rightarrow 3R$ که در فاز گاز در یک راکتور لوله‌ای انجام می‌شود در دما و فشار ثابت، مقدار C_R بر حسب مول بر لیتر کدام است؟

$$(C_{R_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}, C_{A_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}, C_A = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}})$$

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

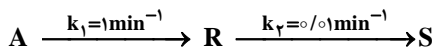
۱ (۱)

۳- غلظت ماده S درون یک راکتور ناپیوسته پس از صد دقیقه، چند مول بر لیتر است؟

$$(C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}) \rightarrow e = 2/5$$

۵/۵ (۱)

۶/۶ (۲)



۷/۷ (۳)

۸/۸ (۴)

۴- واکنش بنیادی $4A + 2B \rightarrow 3R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. اگر $C_{A_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $C_{B_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد، در چه زمانی غلظت

ماده A دو برابر ماده B است؟ [$K = 25$ با واحد صحیح]

(۲) این نسبت هیچ‌گاه برقرار نمی‌شود.

۷۲ ساعت (۱)

(۴) نسبت استئوکیومتریک همواره برقرار است.

(۳) نیاز به معادله سرعت واکنش است.

۵- کدام عبارت زیر صحیح است؟

(۱) مقدار E_{obs} (انرژی فعالیت ملاحظه شده) برای واکنش‌های موازی با افزایش دما افزایش می‌یابد ولی برای واکنش‌های سری افزایش دما سبب کاهش E_{obs} می‌شود.

(۲) حالت استاندارد در یک دمای مشخص برای مایع به صورت مایع خالص در فشار بخار آن مایع در آن دما تعریف می‌شود.

(۳) اگر سینتیک واکنش مشخص باشد از روش آنالیز فشار کل در حجم ثابت نمی‌توان استفاده کرد.

(۴) گزینه‌های ۱ و ۲

۶- واکنش $A + B \rightarrow 2R$ در یک راکتور مخلوط شونده و در فاز گاز انجام می‌شود. مواد اولیه با دمای 400K و فشار ۴ اتمسفر به راکتور وارد می‌شوند و خروجی راکتور در شرایط 300K و ۳ اتمسفر است. میزان C_R بر حسب مول بر لیتر چقدر است؟

$$(C_{B_0} = 200 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}, C_{A_0} = 100 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}, C_A = 20 \frac{\text{mol}}{\text{lit}})$$

۱۸۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۱۴۰ (۱)

۷- واکنش شیمیایی $A + R \rightarrow R + R$ در فاز مایع، در دمای ثابت و در یک ظرف سرپسته انجام می‌شود. در کدام حالت زیر یک منحنی سهمی شکل با نقطه حداقل داریم؟

(۱) منحنی عکس سرعت مصرف ماده A $(-\frac{1}{-r_A})A$ بر حسب درصد تبدیل

(۲) منحنی عکس سرعت مصرف ماده A $(-\frac{1}{-r_A})A$ بر حسب زمان

(۳) منحنی سرعت مصرف ماده A $(-r_A)A$ بر حسب زمان

(۴) منحنی سرعت مصرف ماده A $(-r_A)A$ بر حسب C_A

۸- برای بررسی یک واکنش نامشخص $(A \rightarrow \text{Product}) - r_A = kC_A^n$ ابتدا واکنش با $C_{A_0} = 10 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ انجام می‌شود و مقدار

$t_{0/8} = 18/5 \text{sec}$ به دست می‌آید. در آزمایش دیگری با $C_{A_0} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ مقدار $t_{0/8} = 23 \text{sec}$ حاصل می‌شود. مرتبه واکنش کدام است؟

۱/۴ (۴)

۱ (۳)

۵/۵ (۲)

صفر (۱)

پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

۱- هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

با توجه به واکنش‌های داده شده و ضرایب ترکیبات رابطه مقابل را بین غلظت آن‌ها داریم:

$$\frac{C_{A_0} - C_A}{a} = \frac{C_R - C_{R_0}}{r} \Rightarrow \frac{C_{A_0} - C_A}{1} = \frac{C_R - C_{R_0}}{1} \Rightarrow C_A = C_{A_0} + C_{R_0} - C_R$$

۲- هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. اگر $\varepsilon = 0$ آن‌گاه:

$$\frac{C_{A_0} - C_A}{2} = \frac{C_R - C_{R_0}}{3} \Rightarrow \frac{2-1}{2} = \frac{C_R - 2}{3}$$

$$2C_R - 4 = 3 \Rightarrow C_R = \frac{7}{2} = 3.5$$

ولی چون در این واکنش $\varepsilon \neq 0$ است پس در کل این مسئله را نمی‌توان حل کرد و نیاز به C_B است.

۳- گزینه «۲» برای واکنش‌های سری در راکتور ناپیوسته اگر $k_2 \gg k_1$ باشد داریم:

$$C_S = C_{A_0} (1 - e^{-k_2 t})$$

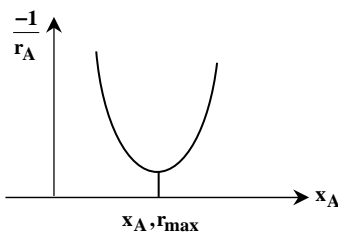
$$C_S = 1(1 - e^{-\frac{1}{2/5} \times 1}) = 1(1 - \frac{1}{e}) = (1 - \frac{1}{2.7}) = 0.6$$

۴- گزینه «۴» در واکنش‌های ابتدایی که نسبت غلظت‌های اولیه به نسبت ضرایب استوکیومتری معادله است، این نسبت با گذشت زمان عوض نخواهد شد و همواره ثابت می‌ماند.

۵- گزینه «۴» در واکنش‌های سری با افزایش دما E کاهش می‌یابد ولی در واکنش‌های موازی با افزایش دما E افزایش می‌یابد. حالت استاندارد یک مایع خالص در دمای معین به صورت مایع خالص در فشار بخار آن مایع در آن دما تعریف می‌شود.

۶- گزینه «۳» زمانی که حجم ثابت باشد (در فاز گاز تعداد مول‌های واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها برابر باشد) رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{C_{A_0} - C_A}{1} = \frac{C_R - 0}{2} \Rightarrow \frac{100 - 20}{1} = \frac{C_R}{2} \Rightarrow C_R = 160$$



۷- گزینه «۱» در واکنش‌های اتوکاتالیزی اگر نمودار عکس سرعت مصرف ماده A

برحسب درصد تبدیل رسم شود، یک مینیمم در نمودار مشاهده می‌شود.

۸- گزینه «۴» زمان نیمه عمر برای یک واکنش دهنده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{2^{n-1} - 1}{k(n-1)} C_{A_0}^{1-n}$$

با جایگذاری داریم:

$$\frac{(t_{\frac{1}{2}})_2}{(t_{\frac{1}{2}})_1} = \frac{(C_{A_0}^{1-n})_2}{(C_{A_0}^{1-n})_1} \Rightarrow \frac{23}{18/5} = \frac{5^{1-n}}{10^{1-n}} = \left(\frac{5}{10}\right)^{1-n}$$

$n = 1/32$ به گزینه ۴ نزدیک‌تر است.

سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

ریاضیات مهندسی

کدام ۱- به ازای کدام اعداد مختلط، $\sin(i\bar{z}) = \sin(iz)$ است؟

- (۱) $z_k = (k\pi - \frac{\pi}{2})i$ (۲) $z_k = k\pi i$ (۳) فقط z های حقیقی (۴) کلیه z ها

کدام ۲- تابع $f(z) = \begin{cases} A(\frac{\cosh z - 1}{z^2}), & z \neq 0 \\ 1, & z = 0 \end{cases}$ ، همه جا تحلیلی است. عدد ثابت A کدام است؟

- (۱) -2 (۲) $\sqrt{2}$ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) 2

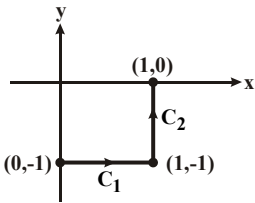
کدام ۳- C یک خم بسته ساده در جهت مثلثاتی و مبدأ مختصات یک نقطه‌ی درون C می‌باشد. مقدار انتگرال $I = \frac{1}{2\pi i} \oint_C \frac{e^{tz}}{z^{n+1}} dz$ ، کدام است؟

- (۱) $\frac{t^n}{n!}$ (۲) $n!t^n$ (۳) $\frac{t^{n-1}}{n!}$ (۴) $\frac{t^{n+1}}{n!}$

کدام ۴- تبدیل خطی کسری سه نقطه‌ی $(1, 0, \infty)$ را به ترتیب به سه نقطه $(2, 1, -1)$ تبدیل می‌کند. نقاط ثابت این تبدیل، کدام است؟

- (۱) $z = 2 \pm i\sqrt{2}$ (۲) $z = -2 \pm i\sqrt{2}$ (۳) $z = -1 \pm i\sqrt{2}$ (۴) $z = 1 \pm i\sqrt{2}$

کدام ۵- حاصل انتگرال $I = \int_C \bar{z} dz$ ، روی مسیر نشان داده شده در شکل زیر، کدام است؟



- (۱) $2i - 1$ (۲) $1 - 2i$ (۳) $2i$ (۴) 2

کدام ۶- ضریب z^3 در بسط لوران تابع $f(z) = \begin{cases} \frac{z^2}{\cosh z - 1} & ; z \neq 0 \\ 1 & ; z = 0 \end{cases}$ ، کدام است؟

- (۱) $-\frac{1}{6}$ (۲) $\frac{1}{6}$ (۳) 0 (۴) 1

کدام ۷- مقدار $\oint_{|z|=1} (e^{-\frac{1}{z}} \sin \frac{1}{z} + \frac{|\bar{z}|}{z^2}) dz$ ، کدام است؟

- (۱) $-2\pi i$ (۲) 0 (۳) $2\pi i$ (۴) $\frac{\pi}{2}i$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - 2 \cos(2n\pi)}{(n\pi)^2}$$

کدام ۸- با استفاده از بسط سری فوریه‌ی تابع $f(x) = x^2 + |x|$ در بازه‌ی $-1 < x < 1$ ، حاصل سری مقابل، کدام است؟

- (۱) $\frac{5}{24}$ (۲) $\frac{5}{12}$ (۳) $\frac{5}{6}$ (۴) $\frac{5}{3}$

کدام ۹- ناحیه‌ی بالای خط $x + y = 1$ در صفحه‌ی z تحت نگاهت $w = \frac{1}{z}$ ، داخل دایره‌ای، با کدام مرکز و شعاع تصویر می‌شود؟

- (۱) به مرکز $(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ و شعاع $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲) به مرکز $(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ و شعاع $\frac{\sqrt{2}}{2}$
(۳) به مرکز $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ و شعاع $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۴) به مرکز $(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ و شعاع $\frac{\sqrt{2}}{2}$

کدام ۱۰- اگر $z = z(u, v)$ ، $u = x - t$ ، $v = 2x + t$ باشد، آنگاه معادله‌ی $z_{xx} + 2z_{tt} = 0$ ، به چه معادله‌ای تبدیل می‌شود؟

- (۱) $z_{uv} = 0$ (۲) $z_{uu} = z_{uv}$ (۳) $z_{uu} + 2z_{vv} = 0$ (۴) $z_{uu} + 2z_{uv} + z_{vv} = 0$

پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

ریاضیات مهندسی

۱- گزینه «۲» سؤال را با سه روش حل می‌کنیم:

روش اول: با یک معادله‌ی مختلط روبه‌رو هستیم؛ ابتدا باید طرفین تساوی را بر حسب x و y بنویسیم؛ برای این منظور توجه کنید که با فرض $z = x + iy$ ، آن‌گاه $\bar{z} = x - iy$ خواهد بود. همچنین در فرآیند بازنویسی طرفین، از روابط زیر استفاده خواهیم کرد:

$$\begin{cases} \sin(a \pm b) = \sin a \cos b \pm \cos a \sin b \\ \sin(ix) = i \sinh x, \cosh(ix) = \cosh x \end{cases}$$

ابتدا سمت چپ را بر حسب x و y می‌نویسیم:

$$\sin(i\bar{z}) = \sin i(x - iy) = \sin(ix + y) = \sin(ix) \cos y + \cos(ix) \sin y = i \sinh x \cos y + \cosh x \sin y$$

حالا سراغ بازنویسی سمت راست تساوی می‌رویم، ابتدا $\sin iz$ را بر حسب x و y نوشته و در نهایت $\overline{\sin iz}$ را تعیین می‌کنیم:

$$\sin iz = \sin i(x + iy) = \sin(ix - y) = \sin(ix) \cos(y) - \cos(ix) \sin y = i \sinh x \cos y - \cosh x \sin y$$

$$\overline{\sin iz} = -\cosh x \sin y - i \cos y \sinh x$$

بنابراین داریم:

حالا معادله‌ی داده شده در صورت سؤال به صورت زیر بازنویسی خواهد شد:

$$\sin i\bar{z} = \overline{\sin iz} \Rightarrow i \sinh x \cos y + \cosh x \sin y = -\cosh x \sin y - i \cos y \sinh x \Rightarrow 2(\cosh x \sin y + i \cos y \sinh x) = 0$$

همان‌طور که ابتدا در محاسبات به‌دست آوردیم، عبارت داخل پرانتز همان $\sin i\bar{z}$ است و لذا داریم:

$$2 \sin i\bar{z} = 0 \Rightarrow i\bar{z} = k\pi \xrightarrow{\text{طرفین ضرب در } i} -\bar{z} = k\pi i \Rightarrow \bar{z} = -k\pi i \Rightarrow z = k\pi i$$

روش دوم: به نظر می‌رسد مدنظر طراح سؤال، استفاده از اصل بازتاب بوده که اتفاقاً حل این تست را ساده‌تر می‌کند. تابع $f(z) = \sin iz$ همه‌جا تحلیلی

است. در ضمن وقتی در $z = x + iy$ به جای y مقدار صفر را قرار دهیم، داریم: $f(x) = \sin(ix) = i \sinh x$ که عددی موهومی است؛ پس طبق اصل بازتاب

$$\overline{f(z)} = -f(\bar{z}) \Rightarrow \overline{\sin iz} = -\sin i\bar{z}$$

داریم:

حالا می‌توانیم معادله‌ی مطرح شده در صورت سؤال را حل کنیم:

$$\sin i\bar{z} = \overline{\sin iz} \Rightarrow -\overline{\sin iz} = \overline{\sin iz} \Rightarrow 2 \overline{\sin iz} = 0 \Rightarrow \overline{\sin iz} = 0 \Rightarrow \sin iz = 0 \Rightarrow iz = n\pi \Rightarrow z = \frac{1}{i} n\pi \Rightarrow z = -n\pi i$$

در این‌جا $(-n)$ عددی صحیح است پس می‌توان گفت $z = k\pi i$ که $k \in \mathbb{Z}$.

روش سوم: وقتی یک معادله داریم که جواب اون خواسته شده، راحت‌ترین راه اینه که گزینه رو امتحان کنیم؛ اگه فرض کنیم $z = \frac{\pi}{4}i$ اونوقت داریم:

$$\begin{cases} \overline{\sin iz} = \overline{\sin i(\frac{\pi}{4}i)} = \overline{\sin(-\frac{\pi}{4})} = -1 \\ \sin i\bar{z} = \sin i(-\frac{\pi}{4}i) = \sin(\frac{\pi}{4}) = 1 \end{cases} \Rightarrow \overline{\sin iz} \neq \sin i\bar{z}$$

پس $z = \frac{\pi}{4}i$ جزو جواب‌های معادله نیست و این یعنی گزینه‌های (۴) و (۱) غلطن، چون میگن $z = \frac{\pi}{4}i$ می‌تونه جزو جواب‌های معادله باشه!؟

(تو گزینه (۱) اگه $k=1$ در نظر بگیرید، به $z = \frac{\pi}{4}i$ می‌رسید) که گزینه (۱) قبولش داره!

حالا باید از بین گزینه‌های (۲) و (۳) یکی رو حذف کنیم؛ گزینه (۲) میگه z ‌های مختلط که به صورت $k\pi i$ باشند و گزینه (۳) میگه نه فقط z ‌های

حقیقی؛ می‌تونیم مثلاً $z = \pi i$ رو تو معادله امتحان کنیم. اگه صدق کرد، قطعاً گزینه ۳ غلط میشه و اگه صدق نکرد گزینه (۲) غلط میشه.

$$z = \pi i \Rightarrow \overline{\sin i(\pi i)} \stackrel{?}{=} \sin i(-\pi i) = 0$$

هر دو طرف صفر هستن، پس گزینه (۲) راست میگفت!!



سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

سینتیک و طراحی راکتور

۱- واکنش برگشت پذیر، ابتدایی و گازی $A \rightleftharpoons B + C$ در یک راکتور ناپیوسته به حجم ثابت و دمای ثابت 500 K و فشار اولیه 25 اتمسفر با A خالص آغاز می‌شود. اگر فشار کل در لحظه تعادل 40 اتمسفر باشد، کدام یک از موارد زیر کسر تبدیل تعادلی (X_e) و ثابت تعادل (K_c) این واکنش را به ترتیب ارائه می‌دهد؟

$$R = 0.082 \frac{\text{lit.atm}}{\text{g.mol.K}}$$

$$\frac{65}{82}, 0.8 \quad (4)$$

$$\frac{55}{82}, 0.7 \quad (3)$$

$$\frac{45}{82}, 0.6 \quad (2)$$

$$\frac{35}{82}, 0.5 \quad (1)$$

۲- زمان نیمه عمر برای واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = kC_A^{\frac{1}{2}}$ برای غلظت اولیه $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ برابر 3 ساعت می‌باشد. زمان نیمه عمر بر حسب ساعت برای غلظت اولیه $C_{A_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ چقدر است؟

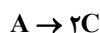
$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (4)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{3} \quad (3)$$

$$2\sqrt{3} \quad (2)$$

$$3\sqrt{2} \quad (1)$$

۳- واکنش‌های زیر در فاز مایع در یک راکتور همزده (CSTR) صورت می‌گیرند:



خوراک به راکتور A خالص با غلظت $10 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ می‌باشد. چنانچه غلظت B و C در خروجی راکتور برابر و هر یک 2 برابر غلظت خروجی A باشند، غلظت

خروجی B و C بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ چقدر است؟

$$6 \quad (4)$$

$$5 \quad (3)$$

$$4 \quad (2)$$

$$2/5 \quad (1)$$

۴- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = \frac{2C_A^2}{1+C_A}$ در فاز مایع صورت می‌گیرد. کدام مورد زیر باعث می‌شود تا حجم راکتور حداقل شود؟

(۲) یک راکتور همزده (CSTR)

(۱) یک راکتور لوله‌ای (PFR)

(۴) یک راکتور برگشتی با $R = 0.5$

(۳) یک راکتور برگشتی با $R = 2$

۵- واکنش شیمیایی $A + B \rightarrow 2B$ در فاز مایع در دمای ثابت و در یک ظرف در بسته انجام می‌شود. در کدام حالت زیر یک منحنی سهمی شکل با نقطه بهینه داریم؟

(۲) منحنی نرخ مصرف ماده A بر حسب زمان

(۱) منحنی نرخ مصرف ماده B بر حسب ماده

(۴) منحنی معکوس نرخ مصرف ماده A بر حسب درصد تبدیل

(۳) منحنی معکوس نرخ مصرف ماده A بر حسب زمان

۶- واکنش $4A + 2B \xrightarrow{k} 3R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. اگر $C_{A_0} = 20 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ ، $C_{B_0} = 10 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $k = 25 \text{ h}^{-1}$ باشد، در چه

زمانی غلظت ماده A دو برابر ماده B می‌شود؟

(۲) این واکنش غیربنیادی بوده و نیاز به معادله سرعت دارد.

(۱) زمان بی‌نهایت

(۳) نسبت غلظت‌های A و B هیچ‌گاه برابر با نسبت آن‌ها در خوراک نیست. (۴) نسبت غلظت‌های A و B همواره برابر با نسبت مواد مربوطه در خوراک است.

۷- در واکنش سرعت $A \xrightarrow{k_1=1 \text{ min}^{-1}} R \xrightarrow{k_2=4 \text{ min}^{-1}} S$ که در یک راکتور مخلوط‌شونده (CSTR) با حجم 100 لیتر انجام می‌شود،

اگر $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $v = 10 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$ باشد، غلظت S خروجی چند $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ است؟

$$1/4 \quad (4)$$

$$1/1 \quad (3)$$

$$0/9 \quad (2)$$

$$0/7 \quad (1)$$



پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

سینتیک و طراحی راکتور

۱- گزینه «۲» برای واکنشی که در فاز گاز و در حجم ثابت انجام می‌گیرد، اگر ضریب استوکیومتری طرفین برابر نباشد، فشار تغییر می‌کند:

$$P_A = P_{A_0} + \frac{a}{\Delta n}(P - P_0)$$

در این میان توجه شود که این رابطه صرفاً برای واکنش‌هایی که استوکیومتری مشخصی دارند به کار می‌رود و چنانچه بیش از یک رابطه استوکیومتری برای بیان واکنش لازم باشد، این رابطه قابل استفاده نیست. به عبارت دیگر، در واکنش‌های سری نمی‌توان از این رابطه استفاده کرد:

$$K_P = \frac{P_{B_e} P_{C_e}}{P_{A_e}} (*)$$

$$(1) P_A = P_{A_0} + \frac{a}{\Delta n}(P - P_0) = 25 + \frac{(-1)}{1}(40 - 25) = 10$$

$$(2) P_B = P_{B_0} + \frac{b}{\Delta n}(P - P_0) = 0 + \frac{1}{1}(40 - 25) = 15$$

$$(3) P_C = P_{C_0} + \frac{c}{\Delta n}(P - P_0) = 0 + \frac{1}{1}(40 - 25) = 15 \Rightarrow K_P = \frac{15 \times 15}{10} = 22/5$$

از طرفی ارتباط میان ۲ ثابت تعادلی به قرار زیر است:

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} \Rightarrow K_c = \frac{22/5}{(41)^1} = \frac{45}{82}$$

از طرفی برای X_{A_e} نیز داریم:

$$P_A = P_A^0(1 - X_{A_e}) \Rightarrow 10 = 25(1 - X_{A_e}) \Rightarrow X_{A_e} = 0/6$$

۲- گزینه «۱» مدت زمان لازم برای آنکه غلظت ترکیب شونده به نصف مقدار اولیه برسد را زمان نیمه‌عمر گویند. برای واکنش‌های برگشت‌ناپذیر به شکل:



که مواد ترکیب شونده به نسبت استوکیومتری موجود هستند، می‌توان نوشت:

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt} = K C_A^a \left(\frac{\beta}{\alpha} C_A\right)^b = \dots = K \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^b \dots C_A^{a+b+\dots} \Rightarrow -r_A = K' C_A^n$$

که در آن $K' = K \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^b$. اگر $n = a + b + \dots$ و b و a درجه واکنش نسبت به A و B هستند) باشد، پس از انتگرال‌گیری و ساده کردن خواهیم داشت:

$$C_A^{1-n} - C_{A_0}^{1-n} = K'(n-1)t$$

$$C_A = \frac{C_{A_0}}{r} \Rightarrow t_{\frac{1}{r}} = \frac{r^{n-1} - 1}{K'(n-1)} C_{A_0}^{1-n}$$

با توجه به رابطه فوق برای مقایسه زمان نیمه‌عمر یک واکنش در شرایط متفاوت داریم:

$$\frac{(t_{\frac{1}{r}})_{II}}{\frac{1}{r}} = \left(\frac{C_{A_0}}{C_{A_0}}\right)_{II}^{1-n} \Rightarrow \frac{(t_{\frac{1}{r}})_{II}}{\frac{1}{r}} = \left(\frac{1}{r}\right)^{\frac{1}{r}} \Rightarrow (t_{\frac{1}{r}})_{II} = (3\sqrt{2}) \text{ hr}$$

۳- گزینه «۳» برای حل این سؤال به رابطه‌ای به منظور ارتباط غلظت اجزاء شرکت کننده در واکنش نیاز داریم. لذا با اعمال موازنه جرم برای جزء A خواهیم داشت:

$$\Delta C_A + \Delta C_B + \frac{\Delta C_C}{2} = 0$$

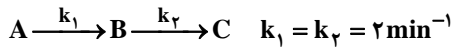
$$C_B = C_C = 2C_A \Rightarrow (C_A - 10) + (2C_A - 0) + \frac{1}{2}(2C_A - 0) = 0$$

$$\Rightarrow 2C_A = 10 \Rightarrow C_A = 5 \left(\frac{\text{mol}}{\text{lit}}\right) \Rightarrow C_B = C_C = 2C_A = 10 \left(\frac{\text{mol}}{\text{lit}}\right)$$

سوالات مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک - مهندسی بیوشیمی پیشرفته (میکروبیولوژی صنعتی و تکنولوژی آنزیم‌ها))

کله ۱- واکنش‌های زیر درجه یک و در یک راکتور همزده (CSTR) با خوراک A خالص با غلظت $C_{A0} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ صورت می‌گیرند:



اگر غلظت خروجی A، $1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ باشد غلظت خروجی B برحسب $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ چقدر است؟

- ۱) ۰/۶ (۲) ۰/۸ (۳) ۱/۰ (۴) ۱/۲

کله ۲- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = kC_A^2$ در یک راکتور ناپیوسته (Batch) با حجم ثابت صورت می‌گیرد. خوراک A خالص با غلظت اولیه

$C_{A0} = 4 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ و $k = 0.25 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2 \text{ min}^{-1}$ می‌باشد. غلظت A برحسب $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ بعد از ۲۰ دقیقه چقدر است؟

- ۱) ۰ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۲

کله ۳- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = kC_A$ دارای زمان نیمه عمر ۲۰ دقیقه است، برای تبدیل ۷۵ درصد زمان واکنش چند دقیقه است؟

- ۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۶۰

کله ۴- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = k$ خالص از یک راکتور برگشتی با نسبت برگشتی $R = 1$ صورت می‌گیرد و درصد تبدیل A،

۵۰ است. برای $R = 5$ درصد تبدیل چقدر است؟

- ۱) ۱۰ (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۷۵

کله ۵- واکنش گازی $A + 2B \rightarrow 2R$ در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) به صورت ایزوترمال در فشار ثابت ۵ اتمسفر صورت می‌گیرد. خوراک به

راکتور حاوی ۲۰% A، ۵۰% B و الباقی گاز خنثی است، غلظت B به صورت تابعی از درصد تبدیل A در هر لحظه کدام است؟

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{5}{2}(1 - X_A) \quad (2) \quad \frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{2}{5}(1 - X_A) \quad (1)$$

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{5 - 2/11X_A}{1 - 0/23X_A} \quad (4) \quad \frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{5 - 2/11X_A}{1 - 0/23X_A} \quad (3)$$

کله ۶- واکنش فاز گاز با استوکیومتری $A \rightarrow 2R$ در یک راکتور مخلوط شونده همزن دار (mixed) به حجم 600 cm^3 انجام می‌شود. شدت جریان

خوراک ورودی $100 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$ است که متشکل از ۵۰% گاز خنثی است. اگر زمان ماند این راکتور ۵ دقیقه باشد، میزان درصد تبدیل چقدر است؟

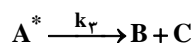
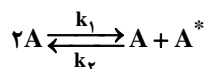
- ۱) ۷۰ (۲) ۶۰ (۳) ۵۰ (۴) ۴۰

کله ۷- واکنش $2A + B \rightarrow \frac{1}{2}R + 3S$ با غلظت‌های خوراک برابر با ۲، ۳، ۱ و ۵ مولار برای به ترتیب S، R، B و A در یک راکتور ناپیوسته با حجم

ثابت محتوی واکنش صورت می‌پذیرد. رابطه بین غلظت‌های A و R در هر زمان کدام است؟

$$C_A = 28 - 4C_R \quad (4) \quad C_A = 14 - 2C_R \quad (3) \quad C_A = 13 - 4C_R \quad (2) \quad C_A = 11 - \frac{1}{2}C_R \quad (1)$$

کله ۸- واکنش $A \rightarrow B + C$ طبق مکانیزم زیر صورت می‌گیرد:



اگر A* یک ماده میانی پر انرژی باشد، کدام معادله سرعت واکنش صحیح است؟

$$-r_A = \frac{k_1}{k_3 + k_2} C_A^2 \quad (4) \quad -r_A = \frac{k_1 k_2}{k_3} C_A \quad (3) \quad -r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^2}{k_3 + k_2 C_A} \quad (2) \quad -r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^2}{k_3 + k_2 C_A} \quad (1)$$



پاسخنامه مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک - مهندسی بیوشیمی پیشرفته (میکروبیولوژی صنعتی و تکنولوژی آنزیم‌ها))

۱- گزینه «۲» واکنش مطرح شده از نوع سری بوده و همان‌گونه که می‌دانیم واکنش‌های سری به واکنش‌هایی گفته می‌شود که در آن محصول R مرحله به عنوان ماده اولیه برای مرحله بعدی واکنش عمل کرده و به ماده دیگری تبدیل می‌شود. حال در شرایط مطرح شده در صورت سؤال می‌دانیم که غلظت ماده A از $\frac{5 \text{ mol}}{\text{Lit}}$ به $\frac{1 \text{ mol}}{\text{Lit}}$ رسیده است، به عبارتی $\frac{4 \text{ mol}}{\text{Lit}}$ از ماده A به ماده واسطه B تبدیل شده است، در صورتی که همین روند (میزان تبدیل) برای ماده واسطه B حاکم باشد، بدیهی است که به تناسب، غلظت خروجی B نیز برحسب $\frac{\text{mol}}{\text{Lit}}$ $\frac{0.8}{\text{Lit}}$ خواهد بود.

۲- گزینه «۱» یادآوری: همان‌گونه که می‌دانیم واکنش‌های با درجه $n < 1$ پس از زمان خاصی به پایان می‌رسند که می‌توان این زمان را از رابطه ذیل

$$t_f = \frac{C_{A_0}^{(1-n)}}{(1-n)^k} \quad \text{به دست آورد:}$$

$$t_f = \frac{C_{A_0}^{(1-\frac{1}{2})}}{(1-\frac{1}{2})^{0.25}} = 16 \text{ (min)}$$

با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه فوق خواهیم داشت:

از این رو بدیهی است که در $t = 20 \text{ min}$ ، واکنش خاتمه یافته و لذا غلظت واکنش‌دهندگان به صفر رسیده است. ($C_{A_0} \rightarrow 0$)

۳- گزینه «۲» یادآوری: زمان نیمه‌عمر برابر زمانی تعریف می‌شود که غلظت واکنش‌دهندگان به نصف مقدار اولیه کاهش یابد.

$$t = t_{\frac{1}{2}} \rightarrow C_A = \frac{C_{A_0}}{2} \quad \text{برای واکنش محصولات (A) داریم:}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{(0.5)^{1-n} - 1}{k(n-1)} C_{A_0}^{1-n} \quad \text{از طرفی با استفاده از تعریف فوق برای واکنش‌های از درجه $n \neq 1$ می‌توان نوشت:}$$

با توجه به اینکه واکنش مطرح شده در صورت سؤال از درجه اول است، نیاز به تشریح رابطه‌ای دیگر برای بیان زمان نیمه‌عمر داریم.

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\text{Ln} 2}{k} = \frac{0.69}{k} \quad \text{برای واکنش‌های از درجه اول داریم:}$$

$$20 = \frac{\text{Ln} 2}{k} \Rightarrow k = \frac{\text{Ln} 2}{20} = 35 \times 10^{-2} \quad \text{و حال با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه فوق داریم:}$$

$$\text{Ln}(1-x_A) = -kt \Rightarrow t = \frac{\text{Ln}(1-x_A)}{-k} @ x_A = 0.75 \quad \text{از طرفی برای واکنش‌های از درجه اول داریم:}$$

$$\Rightarrow t \approx 40 \text{ min} \quad \text{حال با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه فوق نتیجه می‌شود:}$$

۴- گزینه «۳» یادآوری: همان‌گونه که می‌دانیم واکنش‌هایی از درجه صفر مستقل از نحوه جریان (نوع راکتور) است. از این رو ضمن تغییر میزان جریان برگشتی در شرایط فوق، با تغییری در میزان تبدیل واکنش صورت نخواهد گرفت.

۵- گزینه «۴» برای یافتن تابعی به منظور ارتباط غلظت جزء B و میزان تبدیل A نیاز به رابطه‌ای داریم که غلظت اجزای مختلف حاضر در واکنش را به هم مرتبط سازد:

$$\frac{N_{B_0} - N_B}{2} = \frac{N_{A_0} - N_A}{1} \Rightarrow N_B = N_{B_0} - 2(N_{A_0} - N_A), \quad N_B = N_{B_0} - 2N_{A_0} X_A \quad (I)$$