



## 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.

فعل **to be**

## 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.

سؤالات مهندسی پلیمر - پلیمر

کله ۱- در یک پلیمر وینیلی پنجاه درصد اتصالات پیکربندی زنجیر موقعیت گاش و الباقی اتصالات حالت ترانس دارند. نسبت مشخصه زنجیره این پلیمر چقدر است؟

- (۱) کمتر از ۱      (۲) ۳      (۳) بیش از ۳      (۴) بیش از ۴

کله ۲- اگر عرض از مبدأ مشخصه پخش نور برحسب مربع سینوس تتا و مضربی از غلظت،  $10^{-5}$  و عرض از مبدأ  $\frac{\pi}{C}$  برحسب غلظت در آزمون اسمومتری ۰/۵ باشد، توزیع وزن مولکولی پلیمر چقدر است؟

- (۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۴

کله ۳- اگر مشخصه فلوری - هاگینز بحرانی یک محلول پلیمری با کاهش وزن مولکولی پلیمر افزایش یابد، احتمال حلالیت پلیمر ..... می‌یابد زیرا .....

- (۱) کاهش، مشخصه فلوری - هاگینز یک محلول تنفر نسبی اجزاء را نشان می‌دهد.  
 (۲) کاهش، مشخصه فلوری - هاگینز یک محلول تمایل نسبی اجزاء را نشان می‌دهد.  
 (۳) افزایش، مشخصه حلالیت محلول از مشخصه فلوری - هاگینز بحرانی کمتر خواهد بود.  
 (۴) افزایش، مشخصه حلالیت محلول از مشخصه فلوری - هاگینز بحرانی بیشتر خواهد بود.

کله ۴- اگر میزان عبور نور از یک فیلم پلیمری متناسب با مربع سینوس حاصل ضرب ضخامت در ضریب انکسار مضاعف آن باشد، چگونه می‌توان فیلم کاملاً شفاف ساخت؟ در این صورت دمای انتقال شیشه فیلم چگونه خواهد بود؟

- (۱) ضریب انکسار مضاعف را به صفر میل داد، بیشینه  
 (۲) ضریب انکسار مضاعف را افزایش داد، بیشینه  
 (۳) ضریب انکسار مضاعف را به صفر میل داد، کمینه  
 (۴) ضریب انکسار مضاعف را افزایش داد، بدون تغییر

کله ۵- در تبلور همگن یک پلیمر، برای ضخیم کردن و ازدیاد درصد تبلور به ترتیب:

- (۱) بلورینگی در رژیم اول و رژیم سوم صورت می‌گیرد.  
 (۲) بلورینگی در رژیم سوم و رژیم اول صورت می‌گیرد.  
 (۳) بلورهای اولیه به مدت کوتاه عملیات حرارتی می‌شوند.  
 (۴) افزایش ضخامت با افزایش درصد بلورینگی ماده همراه است.

کله ۶- پخش رنگدانه میکرونی از نانو اندازه آن بسیار آسان‌تر است زیرا ..... است و راه‌حل مسأله ..... است.

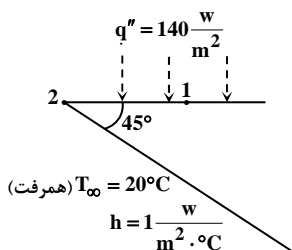
- (۱) انرژی آزاد سامانه اولی کمتر، اختلاط شدید اجزاء  
 (۲) سطح تماس اجزاء در اولی بیشتر، اختلاط مرحله‌ای آن  
 (۳) انرژی آزاد سامانه اولی کمتر، ایجاد برهم کنش ویژه بین اجزاء  
 (۴) سطح تماس اجزاء در اولی بیشتر، ایجاد برهم کنش ویژه بین اجزاء

کله ۷- برای جریان یک سیال از روی یک صفحه مسطح به طول  $L$ ، ضریب انتقال حرارتی محلی ( $h_x$ ) متناسب با  $x^{-\frac{1}{4}}$  است (  $x$  فاصله از لبه ابتدایی صفحه). نسبت عدد ناسلت متوسط ( $NU_L$ ) به ناسلت محلی ( $NU_L$ ) کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{4}$       (۲)  $\frac{3}{4}$       (۳)  $\frac{4}{3}$       (۴) ۴

کله ۸- شبکه دوبعدی شکل زیر را در نظر بگیرید. سطح بالایی گره ۲ در معرض شار ثابت  $q''$  و سطح مورب آن در معرض هوای آزاد با  $T_{\infty} = 20^{\circ}\text{C}$

و  $h = 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$  قرار دارد. اگر دمای گره ۱ برابر با  $72^{\circ}\text{C}$  باشد و مقدار  $K = 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$  فرض شود، دمای گره ۲ حدوداً چند درجه سانتی‌گراد است؟



- (۱) ۸۰  
 (۲) ۱۰۰  
 (۳) ۱۲۰  
 (۴) ۱۴۰

پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

۱- گزینه «۳» ممکن است برهم‌کنش‌های خاصی بین واحدهای تکرار شونده وجود داشته باشد و یا گروه‌های شیمیایی مختلف در طول زنجیر که باعث ارجحیت یک شکل فضایی خاص نسبت به سایر شکل‌های فضایی شود و روی فاصله دو انتهای زنجیر مؤثر است که نهایتاً با اعمال ضرایب در مدل Freely jointed اثر آن‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود و تمام محدودیت‌ها را می‌توان در قالب ضریب  $C_{\infty}$  در نظر گرفت.

توجه:  $C_{\infty}$  (Charactristic Ratio) نسبت مشخصه (ضریب سختی):

به عبارتی  $C_{\infty}$  برابر است با نسبت فواصل دو انتهای زنجیره‌ی واقعی به  $\langle R^2 \rangle$  ای که مدل freely jointed پیش‌بینی می‌کند:

$$C_{\infty} = \frac{\langle R^2 \rangle_{\text{Realchain}}}{\langle R^2 \rangle} \quad (\text{I})$$

یک زنجیره با  $L$  و  $N$  ثابت، زوایای پیوندی ثابتی دارد که به نوع اتم‌ها و پیوندهایش وابسته است و از آنجا که شکل‌های فضایی مختلفی وجود دارد، تنها پارامتر قابل تغییر جهت رسیدن به شکل‌های فضایی متفاوت تغییر  $\phi$  است، در حالت گاش و ترانس قابل تغییر است، تک تک پیوندها می‌تواند گاش یا ترانس باشد. این مسأله باعث می‌شود شکل‌های فضایی بسیار متنوعی برای زنجیره داشته باشیم.  
رابطه‌ی (I) را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$C_{\infty} = \left( \frac{1 - \cos \theta}{1 + \cos \theta} \right) \left( \frac{1 + \langle \cos \phi \rangle}{1 - \langle \cos \phi \rangle} \right) \quad (\text{II})$$

دقت شود اگر تمام زوایا صفر درجه باشد، یعنی تمام کانفورماسیون‌های زنجیره ترانس باشد، این زنجیره بیشترین مقدار را خواهد داشت و به لحاظ ریاضی طول زنجیر  $\infty$  است و این امر زمانی معنی پیدا می‌کند که  $\langle \cos \phi \rangle = \frac{1}{4}$ ، از طرفی توجه شود که در صورت سؤال اشاره شده که پنجاه درصد اتصالات پیکربندی گاش و الباقی اتصالات حالت ترانس دارند، از طرفی با توجه به اینکه  $\langle \cos \phi \rangle$  میانگین مقادیر  $\cos \phi$  است خواهیم داشت:

$$\langle \cos \phi \rangle = \sum_{i,j=1}^{\infty} \cos \phi_i x_i + \cos \phi_j x_j \quad (\text{III})$$

$x_i$  و  $x_j$  را می‌توان سهم هر یک از کانفورماسیون‌های موجود در زنجیر دانست:

$$\xrightarrow{(\text{II})} \langle \cos \phi \rangle = \frac{1}{4} \xrightarrow{(\text{II})} C_{\infty} = \frac{(1 - \cos 104/28)(1 + \frac{1}{4})}{(1 + \cos 104/28)(1 - \frac{1}{4})} > 3$$

۲- گزینه «۲» عرض از مبدأ در روش پخش نور  $\frac{1}{M_w}$  می‌باشد. همچنین عرض از مبدأ در روش اسمومتری برابر با  $\frac{RT}{M_n}$  می‌باشد در نتیجه خواهیم داشت (فرض می‌کنیم دمای محیط می‌باشد و  $R = 8/314$ ):

$$\frac{1}{M_w} = 10^{-5} \rightarrow \boxed{M_w = 10^5}$$

$$\frac{RT}{M_n} = \frac{8/314 \times 298}{M_n} = 0/05 \rightarrow \boxed{M_n = 49551}$$

$$PDI = \frac{M_w}{M_n} = \frac{10^5}{49551} = 2/01 \rightarrow \boxed{PDI \approx 2}$$

۳- گزینه «۴» با توجه به روابط پارامتر بر هم کنش نقطه‌ی بحرانی داریم:

با توجه به روابط فوقانی:

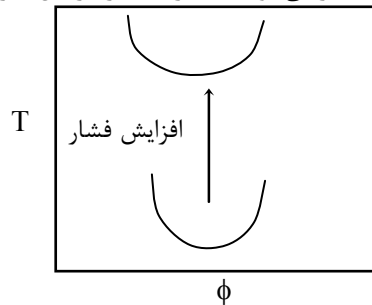
۱- هر چه  $N \uparrow \leftarrow \chi_c$  کوچکتر و به  $\frac{1}{4}$  نزدیک‌تر است. ۲- هر چه  $N \downarrow \leftarrow \chi_c$  بزرگتر و از  $\frac{1}{4}$  دورتر می‌شود. ۳-  $N \rightarrow \infty \leftarrow \chi_c = \frac{1}{4}$   
زنجیره‌هایی با جرم مولکولی زیادتر انحلال پذیری سخت‌تری نسبت به زنجیره‌هایی با جرم مولکولی کم دارند و  $\chi_c$  با جرم مولکولی به‌عنوان یک مرز تغییر می‌کند.

سوالات مهندسی پلیمر - پلیمر

- کله ۱- نقش افزایش فشار بر سازگاری اجزاء یک مخروط LCST پلیمری چیست و ماهیت اثرگذاری آن کدام است؟  
 (۱) کاهش سازگاری و آنتروپیک (۲) کاهش سازگاری و آنتالپیک (۳) افزایش سازگاری و آنتروپیک (۴) افزایش سازگاری و آنتالپیک
- کله ۲- ضریب نفوذ یک کوچک مولکول در مواد پلیمری، از چه ویژگی‌های آن (پلیمر) تأثیر می‌پذیرد؟  
 (۱) چسبندگی کوچک مولکول، به زمینه پلیمری  
 (۲) نسبت چسبندگی کوچک مولکول / پلیمر، بر واحد انرژی حرارتی  
 (۳) کسر حجم آزاد نمونه و نسبت هم چسبی کوچک مولکول / پلیمر  
 (۴) نسبت چسبندگی کوچک مولکول / پلیمر بر واحد انرژی حرارتی و کسر حجم آزاد نمونه
- کله ۳- مشخصه فلوری - هاگینز بحرانی یک آلیاز با افزایش وزن مولکولی دو پلیمر به چه حدی میل می‌کند، در این صورت شانس دو فازی شدن محلول چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) صفر، کاهش می‌یابد. (۲) صفر، افزایش می‌یابد. (۳) نیم، کاهش می‌یابد. (۴) نیم، افزایش می‌یابد.
- کله ۴- فشار اسمزی محلول یک پلیمر در غلظت بسیار رقیق (تقریباً صفر)، با کدام متوسط وزن مولکولی پلیمر، تناسب معکوس دارد؟  
 (۱) متوسط وزن مولکولی عددی (۲) متوسط وزن مولکولی وزنی (۳) متوسط وزن مولکولی گرانی (۴) متوسط وزن مولکولی اسمزی
- کله ۵- گرانی ذاتی محلول بسیار رقیق یک پلیمر، با گرانی ویژه آن چه تفاوتی دارد؟  
 (۱) گرانی ذاتی نام دیگر گرانی ویژه است.  
 (۲) گرانی ذاتی، نرمال شده گرانی ویژه به غلظت محلول است.  
 (۳) گرانی ویژه، نرمال شده گرانی ویژه ذاتی به غلظت محلول است.  
 (۴) گرانی ذاتی برابر نسبت غلظت محلول، به غلظت هم‌پوشانی زنجیرهاست.
- کله ۶- ضریب سختی یک زنجیر پلیمر وینیلی با فاصله دو انتهای ۱۵ نانومتر متشکل از ۱۰۰۰ اتصال کربن - کربن چقدر است و این مشخصه از چه ویژگی پیکره زنجیر اثر پذیرفته و چه ویژگی زنجیر را کنترل می‌کند؟  
 (۱) ۱۰، ریزساختار و شکل فضایی (۲) ۱۰، شکل فضایی و ریزساختار  
 (۳) ۱۰۰، ریزساختار و شکل فضایی (۴) ۱۰۰، شکل فضایی و ریزساختار
- کله ۷- گرانی ویژه یا افزایش نسبی گرانی در حلال در اثر افزودن پلیمری با حجم مخصوص تک زنجیر ۲۰ سانتی‌متر مکعب بر گرم و غلظت ۰/۰۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب و ضریب هالیگنز ۰/۳، کدام است؟  
 (۱) ۰/۰۰۱ (۲) ۰/۰۲۱ (۳) ۰/۲۰۰ (۴) ۰/۲۱۲
- کله ۸- در صورتی که در تهیه یک فیلم دمشی (Blow up ratio) BUR برابر یک باشد، کدام یک از اختلاف تنش‌های نرمال در تعیین توابع موادی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند؟  
 توجه: تنسور سرعت تغییر فرم میدان‌های کششی به طور کلی عبارتند از:
- $$\Delta_{ij} = \begin{bmatrix} -\varepsilon(1+b) & 0 & 0 \\ 0 & -\varepsilon(1-b) & 0 \\ 0 & 0 & 2\varepsilon \end{bmatrix}$$
- (۱)  $\tau_{xx} - \tau_{yy}$  (۲)  $\tau_{yy} - \tau_{xx}$  (۳)  $\tau_{zz} - \tau_{xx}$  (۴)  $\tau_{zz} - \tau_{xx}$  و  $\tau_{yy} - \tau_{xx}$
- کله ۹- اطلاعات زیر برای یک مذاب پلیمری با استفاده از یک رئومتر مخروط و صفحه با زاویه  $\theta_c = 3^\circ$  داده شده است. چنانچه  $F = 0/232N$ ,  $R = 25mm$  و  $T = 0/05Nm$  باشد، در این صورت اختلاف تنش نرمال نوع اول  $N_1$  و تنش برشی  $\tau$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ( $\pi = 3$ )  
 (۱) ۱۱۸ و ۲/۱ (۲) ۱۱۸ و ۱۶۰۰ (۳) ۲۳۴ و ۱۵ (۴) ۲۳۴ و ۱۶۰۰
- کله ۱۰- چنانچه یک سیال در میدان جریان  $U = (2x - y, -x - y, -z)$  قرار گیرد، سرعت برش  $\dot{\gamma}$  و سرعت کشش  $\dot{\varepsilon}$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟  
 (۱) ۲ و ۴ (۲) ۲/۳ و ۴ (۳) ۲ و ۵/۶۵ (۴) ۵/۳ و ۱۶

## پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

۱- گزینه «۴» با افزایش فشار هیدرواستاتیک، نمودار جدایی فازی پلیمرها به سمت بالاتر شیفت پیدا می‌کند. بنابراین در رفتار LCST با افزایش فشار، منطقه تک فازی افزایش می‌یابد و تمایل اجزاء به یکدیگر بیشتر می‌شود، به عبارت دیگر افزایش سازگاری خواهیم داشت.



از آنجایی که نقش فشار بر روی تغییرات حجم  $\Delta V$  نمایان می‌شود شاید بتوان گفت ماهیت اثرگذاری آن آنتروپیک است ولی مشاهده شده است که آنتالپیک تأثیر بیشتری دارد بنابراین ماهیت آنتالپیک در نظر گرفته می‌شود.

۲- گزینه «۴» عبورپذیری به نرخ انتقال یک گاز یا بخار از پلیمر اطلاق می‌شود. این مشخصه به نفوذپذیری و حلالیت ماده عبور کننده در پلیمر بستگی دارد. نفوذ مستلزم سه مرحله: الف) جذب عامل نفوذ کننده به پلیمر، ب) نفوذ این عامل در طول گرادیان غلظت، ج) واجذب عامل نفوذ کننده از سطح پلیمر از طریق تبخیر یا برداشت توسط سایر ساز و کارها می‌باشد.

هرچقدر کسر حجم آزاد نمونه بیشتر باشد، نفوذ کوچک مولکول در طول گرادیان غلظت راحت‌تر می‌باشد. هرچقدر چسبندگی کوچک مولکول / پلیمر بیشتر باشد، جذب عامل نفوذ کننده به پلیمر به سهولت انجام می‌گیرد. انرژی حرارتی (KT) نیز بر واجذب عامل نفوذ کننده از سطح پلیمر تأثیر می‌گذارد. بنابراین بهترین پاسخ، گزینه ۴ می‌باشد.

۳- گزینه «۴» مقدار بحرانی شاخص برهمکنش فلوری - هاگینز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\chi_c = \left[ \frac{(1 + \sqrt{x})^2}{2x} \right] = \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{x}}$$

که در آن  $x$  درجه پلیمریزاسیون می‌باشد.

با میل درجه پلیمریزاسیون (وزن مولکولی) به سمت بی‌نهایت مقدار  $\chi_c$  برابر با  $0.5$  بدست می‌آید:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \chi_c = 0.5$$

همچنین با افزایش وزن مولکولی، ناحیه دو فازی بزرگ‌تر می‌شود و در نتیجه شانس دو فازی شدن محلول افزایش می‌یابد.

۴- گزینه «۱» رابطه‌ی بین فشار اسمزی، وزن مولکولی، غلظت و دما برای یک محلول پلیمری به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{\pi}{C} = RT \left[ \frac{1}{\bar{M}_n} + A_2 C + A_3 C^2 + \dots \right]$$

که در آن  $A_2$  و  $A_3$  ضرایب ویریال،  $T$  دما،  $C$  غلظت،  $\pi$  فشار اسمزی و  $\bar{M}_n$  متوسط وزن مولکولی عددی می‌باشد. ضریب دوم ویریال ( $A_2$ ) نشانگر برهمکنش میان یک زنجیر پلیمر با حلال می‌باشد. ضرایب بالاتر ویریال ( $A_3, A_4, \dots$ ) برهمکنش میان چندین زنجیر پلیمر با حلال را نشان می‌دهند. در غلظت نزدیک به صفر خواهیم داشت:

$$\lim_{C \rightarrow 0} \left( \frac{\pi}{C} \right) = \frac{RT}{\bar{M}_n}$$

همانطور که مشاهده می‌شود فشار اسمزی محلول یک پلیمر در غلظت بسیار رقیق (تقریباً صفر) با متوسط وزن مولکولی عددی ( $\bar{M}_n$ ) تناسب معکوس دارد.

۵- گزینه «۲» رابطه‌ی بین گرانیوی ذاتی و گرانیوی ویژه به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{\eta_{sp}}{C} = [\eta] + k'[\eta]^2 C$$

که در آن  $\eta_{sp}$  گرانیوی ویژه،  $[\eta]$  گرانیوی ذاتی و  $C$  غلظت می‌باشد. محلول بسیار رقیق پلیمر یعنی غلظت به سمت صفر میل کند، بنابراین خواهیم داشت:

$$\lim_{C \rightarrow 0} \left( \frac{\eta_{sp}}{C} \right) = [\eta]$$

سؤالات مهندسی پلیمر - پلیمر

کله ۱- با ورود اثر حجم آزاد اجزاء یک آلیاژ پلیمری در انرژي آزاد اختلاط آنها، امکان پیش‌بینی رفتار LCST از طریق ..... اختلاط امکان‌پذیر می‌گردد.

- (۱) کاهش قدر مطلق منفی آنتالپی  
(۲) کاهش قدر مطلق مثبت آنتالپی  
(۳) منفی‌تر شدن تغییر آنتروپی  
(۴) مثبت‌تر شدن تغییر آنتروپی

کله ۲- ضریب نفوذ کوچک مولکول‌ها در یک سامانه پلیمری لاستیکی با کاهش غلظت پلیمر به زیر  $C^*$  محلول .....  
(۱) افزایش یافته و اشباع می‌شود.  
(۲) کاهش یافته و اشباع می‌شود.  
(۳) افزایش یافته ولی شیب آن تند می‌شود.  
(۴) افزایش یافته، اشباع شده و مجدداً افزایش می‌یابد.

کله ۳- زنجیره‌های سطح یک پلیمر نسبت به توده آن از تحرک بالاتری برخوردارند زیرا:  
(۱) تجمع سرهای زنجیر در سطح موجب تسریع در حرکت آنها می‌شود.  
(۲) چگالی گره‌خوردگی کمتر منشاء تسریع حرکت در سطح پلیمرها است.  
(۳) فشار لاپلاس ناشی از تماس با ضد حلال هوا از سد انرژي حرکتی آنها می‌کاهد.  
(۴) تجمع زنجیرها در سطح پلیمر موجب فشردگی و تراکم آنتروپی آنها می‌شود.

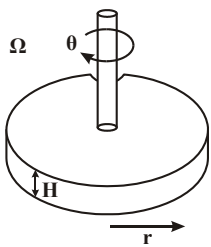
کله ۴- تفرق الکترون از تک بلور پلیمر، طول کانتور حدود  $1000$  آنگستروم زنجیر و ضخامت تک بلور حدود  $100$  آنگستروم به چه مدل زنجیری منتهی شد؟  
(۱) تاه خورده  
(۲) کاملاً صفحه‌ای  
(۳) آزادانه متصل شده  
(۴) فاقد نظم موضعی

کله ۵- ضریب نفوذ دو طرفه یک آلیاژ پلیمری LCST در منطقه دو فازی و منطقه تک‌فازی به ترتیب با افزایش و کاهش دما، ..... است.  
(۱) نزولی و صعودی / نزولی  
(۲) نزولی و نزولی / صعودی  
(۳) صعودی و صعودی / نزولی  
(۴) صعودی و نزولی / صعودی

کله ۶- تمایل زنجیر پلیمر به تغییر موضعی گاش / ترانس و سرعت رخداد آن در کدام تک مشخصه ترکیب می‌شوند؟  
(۱) زمان آسودگی  
(۲) طول ایستاء  
(۳) نسبت مشخصه زنجیر  
(۴) شدت دوری از حالت آزادانه متصل شده

کله ۷- افزایش  $C_{\infty}$  برای زنجیره‌های پلیمری موجب:  
(۱) سختی و نرمی پلیمر ارتباط به مقدار  $C_{\infty}$  دارد.  
(۲) در نرمی و یا سختی آن تأثیری نمی‌گذارد.  
(۳) نرم و انعطاف‌پذیر شدن پلیمر می‌شود.  
(۴) ترد و شکننده شدن پلیمر می‌شود.

کله ۸- چنانچه یک مذاب پلیمری در بین دو صفحه موازی مطابق شکل زیر تحت جریان برشی قرار گیرد سرعت برش  $\dot{\gamma}(r)$  تابع ..... می‌باشد.



- (۱) فقط تابع فاصله بین دو صفحه  
(۲) در سرتاسر سیال ثابت است.  
(۳) فقط سرعت زاویه‌ای و فاصله بین دو صفحه  
(۴) سرعت زاویه‌ای، فاصله بین دو صفحه و فاصله شعاعی  $r$

کله ۹- یک مذاب پلیمری با رفتار پاورلا در یک لوله استوانه‌ای حرکت می‌نماید. تحت شرایط غیرهم دما با افزایش  $n$  پاورلا اختلاف دمای مرکز و دیواره در هنگام خروج سیال:  
(۱) تغییر نمی‌کند.  
(۲) کاهش می‌یابد.  
(۳) افزایش می‌یابد.  
(۴) بسته به شرایط حرارت‌دهی افزایش یا کاهش می‌یابد.

کله ۱۰- یک سیال ویسکوز مطابق شکل بین دو کره هم مرکز جریان دارد. چنانچه از اثرات ورودی صرف‌نظر گردد میدان جریان:  
(۱) کشش صفحه‌ای  
(۲) کشش صفحه‌ای - برشی  
(۳) کشش دو بعدی  
(۴) کشش دو بعدی - برشی



## پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

۱- گزینه «۲» با اختلاط دو پلیمر معمولاً جدایی فازی در درجه‌ی حرارت بالاتر مشاهده می‌شود. این درجه حرارت، دمای انحلال بحرانی پایینی (LCST) نامیده می‌شود. این نتیجه غیرمعمول را می‌توان با توجه به جنبه‌های غیرمعمول فرآیند اختلاط تفسیر نمود. در نقطه بحرانی، گرمای اختلاط باید با حاصلضرب آنتروپی اختلاط در درجه حرارت مطلق موازنه شود. حاصلضرب  $T\Delta S$  بسیار کوچک است، به طوری که طبق نظریه فلوری - هاگینز انرژی آزاد اختلاط، اختلاف دو مقدار کوچک است.

طبق نظریه‌های جدید، رفتار LCST مشخصه اختلاط گرمازا و آنتروپی منفی یا منظم شدن ناشی از اختلاط است. دلیل منفی شدن آنتروپی افزایش چگالی ناشی از اختلاط پلیمرها است. به عبارت دیگر، تغییر آنتروپی ناشی از تغییر حجم در آلیاژهای پلیمری نقش کلیدی ایفا می‌کند. بنابراین با توجه به مطالب بالا، با ورود اثر حجم آزاد اجزاء یک آلیاژ پلیمری در انرژی آزاد اختلاط آن‌ها، به وسیله کاهش قدرمطلق مثبت آنتالپی اختلاط می‌توان رفتار LCST را پیش‌بینی نمود.

۲- گزینه «۴» روابط بین ضریب نفوذ کوچک مولکول ( $D_1$ ) و غلظت پلیمر ( $\omega_1$ ) در یک سامانه پلیمری لاستیکی به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{cases} \frac{\partial \ln D_1}{\partial \omega_1} > 0 \\ \frac{\partial^2 \ln D_1}{\partial \omega_1^2} < 0 \end{cases}$$

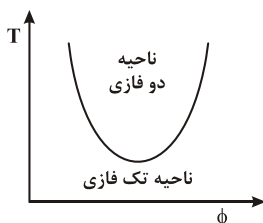
در نتیجه ضریب نفوذ کوچک مولکول‌ها در یک سامانه پلیمری لاستیکی با کاهش غلظت پلیمر به زیر  $C^*$  محلول، ابتدا افزایش می‌یابد و سپس اشباع می‌شود و در نهایت مجدداً شروع به افزایش می‌کند.

۳- گزینه «۳» بر روی تحرک زنجیرهای پلیمر عوامل مختلفی از قبیل فشار و دما و غیره مؤثر هستند. بعضی از این عوامل آنتالپی و بعضی دیگر آنتروپی می‌باشند. در رابطه با زنجیرهای سطح یک پلیمر، فشار لاپلاس ناشی از تماس با ضدحلال هوا باعث کاهش سد انرژی حرکتی می‌شود. کاهش سد انرژی حرکتی نیز باعث افزایش تحرک زنجیرهای سطح پلیمر نسبت به توده پلیمر می‌شود.

۴- گزینه «۱» موضوع تبلور پلیمرها با موفقیت کلر (Keller) در تهیه تک بلور پلی‌اتیلن متحول گردید. این تک بلور الماس‌گونه از محلول بسیار رقیق زایلن داغ تهیه شده و ضخامت آن حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ آنگستروم بود.

تفرق الکترون از تک بلور، با شگفتی از عمود بودن محور زنجیر پلیمر بر صفحه‌های مسطح بلور خبر داد. با توجه به طول کانتور پلیمر (حدود ۱۰۰۰ آنگستروم) و ضخامت تک بلور (حدود ۱۰۰ آنگستروم)، کلر لزوم تاه خوردن مولکول‌های پلیمر در بلور را نتیجه گرفت. لذا مدل زنجیر تاه شده (Folded chain model) پیشنهاد شد.

۵- گزینه «۳» در شکل زیر رفتار LCST برای یک آلیاژ پلیمری نشان داده شده است:



در منحنی LCST با افزایش دما مقدار ضریب نفوذ دو طرفه هم در ناحیه دو فازی و هم در ناحیه تک‌فازی افزایش می‌یابد. به طور معکوس، با کاهش دما مقدار ضریب نفوذ دو طرفه در هر دو ناحیه کاهش می‌یابد. بنابراین پاسخ به صورت صعودی و صعودی / نزولی خواهد بود.

سوالات مهندسی پلیمر - پلیمر

کله ۱- اگر مشخصه فلوری آلیاژ پلی (متیل متاکریلات) با کوپلیمر تصادفی استایرن / اکریلونیتریل در محدوده‌ای از ترکیب درصد کوپلیمر در زیر مشخصه فلوری بحرانی آن قرار گیرد، آلیاژ:

- (۱) تنها در خارج از آن محدوده سازگار است.
- (۲) تنها در آن محدوده سازگار است.
- (۳) در کلیه ترکیب درصدهای کوپلیمر، سازگار است.
- (۴) در کلیه ترکیب درصدهای کوپلیمر، ناسازگار است.

کله ۲- ضریب نفوذ ظاهری یک آلیاژ پلیمری در حال دوفازی شدن، به چه عامل / عوامل بستگی دارد؟

- (۱) تمایل ترمودینامیکی و تحرک اجزاء آلیاژ
- (۲) تمایل ترمودینامیکی و نفوذپذیری اجزاء آلیاژ
- (۳) محرک جدایی فازی و نفوذپذیری اجزاء آلیاژ
- (۴) واتمایل ترمودینامیکی و نفوذپذیری اجزاء آلیاژ

کله ۳- با افزایش فرکانس بارگذاری بر پلیمرها در فشار و دامنه کرنش ثابت:

- (۱) منحنی تانژانت دلتا به دمای بالاتر منتقل می‌شود و کاهش ارتفاع و افزایش عرض می‌دهد.
- (۲) منحنی تانژانت دلتا بدون هیچ‌گونه تغییر ظاهری به دمای بالاتر منتقل می‌شود.
- (۳) منحنی تانژانت دلتا با افزایش ارتفاع و کاهش عرض، به دمای بالاتر منتقل می‌شود.
- (۴) منحنی تانژانت دلتا با کاهش ارتفاع و افزایش عرض، به دمای پایین‌تر منتقل می‌شود.

کله ۴- قانون میدان متوسط (یکسانی رفتار کلی و رفتار موضعی مواد) در پلیمرها صادق نیست، علت کدام است؟

- (۱) بخش‌های پلیمری از یکدیگر مستقل‌اند و شکل فضایی زنجیر مکان‌های مجاور، هر بخش را از زنجیر متناظر مستثنا می‌کند.
- (۲) بخش‌های پلیمری از یکدیگر مستقل‌اند و شکل فضایی زنجیر مکان‌های مجاور، هر بخش را به زنجیر متناظر اختصاص می‌دهد.
- (۳) بخش‌های پلیمری به یکدیگر متصل‌اند و شکل فضایی زنجیر مکان‌های مجاور، هر بخش را از زنجیر متناظر مستثنا می‌کند.
- (۴) بخش‌های پلیمری به یکدیگر متصل‌اند و شکل فضایی زنجیر مکان‌های مجاور، هر بخش را به زنجیر متناظر اختصاص می‌دهد.

کله ۵- چگالی کاهش یافته هر ماده، معادل چه مشخصه‌ای از آن است؟

- (۱) کسر حجمی حجم آزاد بین مولکولی
- (۲) کسر حجمی حجم آزاد حفره‌ای
- (۳) کسر حجمی اشغال شده ماده
- (۴) کسر حجمی فضای خالی ماده

کله ۶- زوال زبری نانومتری سطح یک پلیمر بر حسب دما در فشار ثابت در پایین‌تر از دمای انتقال شیشه‌ای آن آغاز می‌شود. علت کدام است؟

- (۱) تشدید جاذبه بین مولکولی زنجیرها با کاهش دمای انتقال شیشه‌ای پلیمر همراه است.
- (۲) عدم تمایل پلیمر به اتمسفر هوا، از دمای انتقال شیشه‌ای آن می‌کاهد.
- (۳) عدم تمایل پلیمر به اتمسفر هوا، موجب افزایش جاذبه بین مولکولی زنجیرها می‌شود.
- (۴) عدم تمایل پلیمر به اتمسفر هوا، موجب افزایش سختی زنجیرها می‌شود.

کله ۷- چگونه می‌توان انعطاف‌پذیری سینتیکی یک زنجیر پلیمری را کاهش داد؟

- (۱) کاهش اختلاف سطح انرژی گاش و ترانس هر اتصال و افزایش انرژی برهمکنش بین مولکولی زنجیرها
- (۲) کاهش اختلاف سطح انرژی گاش و ترانس هر اتصال و کاهش انرژی برهمکنش بین مولکولی زنجیرها
- (۳) افزایش اختلاف سطح انرژی گاش و ترانس هر اتصال و افزایش انرژی برهمکنش بین مولکولی زنجیرها
- (۴) افزایش اختلاف سطح انرژی گاش و ترانس هر اتصال و کاهش انرژی برهمکنش بین مولکولی زنجیرها

کله ۸- اطلاعات زیر برای یک مذاب پلیمری بین یک مخروط و صفحه با زاویه  $\theta_c = 3^\circ$  و  $R = 25 \text{ mm}$  به دست آمده است. در صورتی

که  $N_1 = 800 \text{ Pa}$  باشد، نیروی وارد بر صفحه ( $P_a$ ) و ضریب اختلاف تنش‌های نرمال نوع اول ( $\psi_1$ ) به ترتیب از راست به چپ،

کدام است؟

- (۱)  $5/5, 0/78$
- (۲)  $0/56, 0/78$
- (۳)  $0/56, 1/56$
- (۴)  $5/5, 1/56$





## سؤالات مهندسی پلیمر - پلیمر

## ریاضی مهندسی

کج ۱- به ازای کدام اعداد مختلط،  $\sin(\bar{iz}) = \overline{\sin(iz)}$  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

کج 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)  $2$

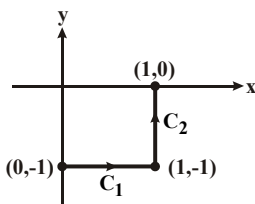
کج ۳-  $C$  یک خم بسته‌ی ساده در جهت مثلثاتی و مبدأ مختصات یک نقطه‌ی درون  $C$  می‌باشد. مقدار انتگرال  $I = \frac{1}{2\pi i} \oint_C \frac{e^{tz}}{z^{n+1}} dz$ ، کدام است؟

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

کج 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)  $z = 2 \pm i2\sqrt{2}$  (۲)  $z = -2 \pm i2\sqrt{2}$  (۳)  $z = -1 \pm i\sqrt{2}$  (۴)  $z = 1 \pm i\sqrt{2}$

کج 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)  $2$

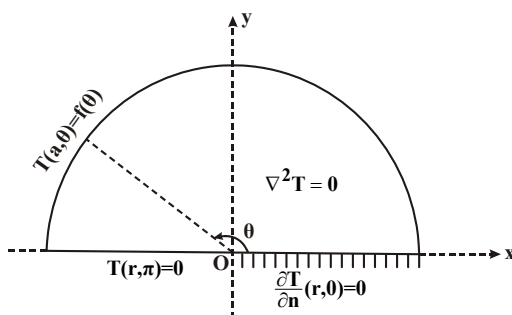
کج ۶- با استفاده از بسط سری فوریه‌ی تابع  $f(x) = x^2 + |x|$  در بازه‌ی  $-1 < x < 1$ ، حاصل سری زیر، کدام است؟

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

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

کج ۷- مسئله‌ی مقدار کرانه‌ای (مرزی) زیر در داخل یک نیم‌دایره به مرکز  $O$  و شعاع  $a$  و با قطر واقع بر محور  $x$  با شرایط مرزی مذکور داده شده، که

در آن تابع  $f$  مفروض تگه‌های هموار و  $n$  قائم یک‌ه برونسو بر شعاع است. یک پایه‌ی متعامد کامل برای بسط فوریه تابع  $f$  در این مسئله، کدام است؟



(۱)  $\left\{ \frac{1}{\sqrt{2}}, \cos \theta, \cos 2\theta, \dots, \cos(n\theta), \dots \right\}$

(۲)  $\left\{ \frac{1}{\sqrt{2}}, \cos \frac{\theta}{2}, \cos \frac{3\theta}{2}, \dots, \cos\left(\frac{2n-1}{2}\theta\right), \dots \right\}$

(۳)  $\left\{ \sin \theta, \sin 2\theta, \dots, \sin(n\theta), \dots \right\}$

(۴)  $\left\{ \cos\left(\frac{2k-1}{2}\theta\right) \right\}_{k \in \mathbb{N}}$

پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

ریاضی 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  $\sin iz$  را تعیین می‌کنیم:

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

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

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:  $f(x) = \sin(ix) = i \sinh x$ ؛ پس طبق اصل بازتاب داریم:  $f(z) = -f(\bar{z}) \Rightarrow \sin iz = -\sin i\bar{z}$

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

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

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!!

۲- گزینه «۴» برای تحلیلی بودن تابع داده شده باید در نقطه‌ی  $z = 0$  شرط پیوستگی را داشته باشد، بنابراین داریم:

$$\lim_{z \rightarrow 0} f(z) = 1 \Rightarrow \lim_{z \rightarrow 0} A \left( \frac{\cosh z - 1}{z^2} \right) = 1$$

با توجه به این‌که درجه‌ی  $z$  در مخرج ۲ می‌باشد، پس نوشتن هم‌ارزی تا جایی که توان  $z^2$  ایجاد کند کافی است، لذا داریم:

$$\lim_{z \rightarrow 0} A \left( \frac{z^2}{z^2} \right) = 1 \Rightarrow \frac{A}{2} = 1 \Rightarrow A = 2$$

سوالات مهندسی پلیمر - پلیمر

شیمی فیزیک پلیمرها

- ۱- اگر شدت پخش نوترون از یک آلیاژ پلیمری در بردار موجی و فشار ثابت، با افزایش دما کاهش یابد، رفتار ترمودینامیکی نمونه کدام مورد است؟  
 (۱) UCST (۲) LCST (۳) UCST روی LCST (۴) LCST روی UCST
- ۲- قدر مطلق ضریب نفوذ ظاهری اجزاء یک آمیزه LCST پلیمری بر حسب افزایش اختلاف دما از دمای بحرانی سامانه به ترتیب در ناحیه دوفازی و تک فازی کدام است؟  
 (۱) افزایش و کاهش (۲) افزایش و افزایش (۳) افزایش و افزایش سپس کاهش (۴) کاهش و افزایش سپس کاهش
- ۳- مبنای تفکرات اولیه راجع به پدیده خودنفوذی در مواد، کدام احتمال است؟  
 (۱) افزایش حجم فضای خالی ماده برای محاط کردن مولکول نفوذکننده (۲) افزایش حجم یک فضای خالی ماده به حجم مولکول نفوذکننده  
 (۳) حرکت جهت دار مولکول نفوذکننده در فضای خالی ماده (۴) حرکت بر آبی مولکول نفوذکننده در فضای خالی ماده
- ۴- به کدام علت دمای انتقال شیشه‌ای یک آلیاژ پلیمری سازگار با معادله فاکس تخمین زده می‌شود؟  
 (۱) انبساط ظاهری بخش‌های دو زنجیر مختلف در کنار یکدیگر (۲) فشرده شدن بخش‌های دو زنجیر مختلف در کنار یکدیگر  
 (۳) اختلاط پلیمرها با خودتغلیظی همراه است. (۴) فرض‌های ساده‌کننده در استنتاج معادله
- ۵- بلورینگی پلیمرها به ترتیب با چه نوع نظمی آغاز می‌شود و از عریض و ضخیم شدن هسته بلور کدام یک سریع‌تر هستند؟  
 (۱) کم‌دامنه - ضخیم شدن (۲) کم‌دامنه - عریض شدن (۳) پر دامنه - ضخیم شدن (۴) پر دامنه - عریض شدن

رئولوژی

- ۶- برای سیالی که از مدل ویسکوالاستیک ماکسول  $\tau_{yx} + \lambda_1 \frac{\partial}{\partial t} \tau_{yx} = \eta_0 \dot{\gamma}_{yx}$  تابعیت می‌کند، توابع موادی  $\eta'$  و  $\eta''$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟  
 (۱)  $\frac{\eta_0}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  و  $\frac{\eta_0 \lambda_1 \omega}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  (۲)  $\frac{\eta_0 \lambda_1 \omega^2}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  و  $\frac{\eta_0 \omega}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  (۳)  $\frac{\eta_0 \omega}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  و  $\frac{\eta_0 \lambda_1 \omega^2}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  (۴)  $\frac{\eta_0 \lambda_1 \omega}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$  و  $\frac{\eta_0}{1 + \lambda_1^2 \omega^2}$
- ۷- برای بردار سرعت  $\mathbf{v}$  مقدار عبارت  $[\nabla \cdot (\nabla \mathbf{v})]^t$ ، برابر با کدام مورد است؟  
 (۱)  $\nabla(\nabla \cdot \mathbf{v})$  (۲)  $[\nabla \cdot (\nabla \mathbf{v})]$  (۳)  $[\nabla \times (\nabla \times \mathbf{v})]$  (۴)  $[\nabla \times (\nabla \cdot \mathbf{v})]$
- ۸- چنانچه تانسور گریان سرعت برای یک سیال باورلا به صورت زیر تعریف شده باشد، در این صورت سرعت برش  $\dot{\gamma}$  و سرعت کشش  $(\dot{\epsilon})$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟  
 (۱) ۱ و ۲ (۲) ۲ و ۱/۱۵ (۳) ۳/۷۴ و ۱/۸۷ (۴) ۳/۷۴ و ۲/۱۶
- ۹- وقتی یک پاریسون با ضخامت  $d$  از یک دای آنالس تحت وزن خود جاری شود با شرط اینکه پروفیل تنش در  $\mathbf{r} = \beta \mathbf{R}$  تنش صفر را نتیجه دهد ( $\beta < 1$ )، برابر با کدام مورد است؟  
 (۱)  $\rho g \left( r - \frac{\beta^2 R^2}{r^2} \right)$  (۲)  $\rho g \left( r - \frac{r^2}{\beta R} \right)$  (۳)  $\rho g \left( r - \frac{\beta^2 R^2}{r} \right)$  (۴)  $\rho g \left( r - \frac{r}{\beta^2 R^2} \right)$

۱۰- با استفاده از معادله کلی ماکسول، تنش در زمان استراحت (stress Relaxation) کدام است؟

$$\underline{\tau} = \int_{-\infty}^t \frac{\eta_0}{\lambda} e^{-(t-t')} \dot{\gamma}(t') dt'$$

- (۱)  $\eta_0 \dot{\gamma}_0 \left( 1 + e^{-\frac{t}{\lambda}} \right)$  (۲)  $\eta_0 \dot{\gamma}_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{\lambda}} \right)$  (۳)  $\eta_0 \dot{\gamma}_0 e^{-\frac{t}{\lambda}}$  (۴)  $\eta_0 \dot{\gamma}_0$

## پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

## شیمی فیزیک پلیمرها

۱- گزینه «۱» بیشتر آزمایشات تجربی انجام شده برای بررسی جدایی فاز اندازه‌گیری Cloud Point می‌باشد. در این روش‌ها سیستم را از ناحیه تک‌فاز به ناحیه دو فاز برده و محل شروع جدایی فاز را مشخص می‌کنند. برای شناسایی از دستگاه‌هایی مثل پخش نوترون و پخش اشعه ایکس استفاده می‌شود. شدت پخش بیشتر اشعه نوترون نشان‌دهنده دو فازی شدن آلیاژ است. چون در سؤال ذکر شده با افزایش دما شدت پخش نوترون کم شده است، یعنی با افزایش دما آلیاژ به سمت تک‌فازی رفته است، که نشان‌دهنده رفتار UCST است.

۲- گزینه «۳» ضریب نفوذ ظاهری ( $D_{app}$ ) با یک پارامتر سینتیکی و یک پارامتر ترمودینامیکی متناسب است  $D_{app} \propto T |T - T_s|$ . در این رابطه  $T$  دمای بررسی و  $|T - T_s|$  اختلاف دما با دمای جدایی فاز ( $T_s$ ) می‌باشد. در سامانه با رفتار LCST، افزایش اختلاف دما از دمای بحرانی ( $T_s$ ) در ناحیه دو فازی ( $T > T_s$ ) یعنی افزایش  $T$  و نهایتاً افزایش  $D_{app}$ ، چون هر دو پارامتر سینتیکی ( $T_s$ ) و پارامتر ترمودینامیکی  $|T - T_s|$  در حال افزایش هستند. اما در ناحیه تک‌فازی برای سامانه LCST، یعنی جایی که  $T < T_s$  است. افزایش اختلاف دما از دمای بحرانی به معنای کاهش دمای  $T$  بوده و این نشان‌دهنده اثر متقابل دو پارامتر مؤثر بر  $D_{app}$  می‌باشد. به طوری که افزایش اختلاف  $|T - T_s|$  موجب افزایش پارامتر ترمودینامیکی و کاهش  $T$  نشان‌دهنده کاهش پارامتر سینتیکی می‌باشد. این اثر متقابل دو پارامتر موجب می‌شود تا در ابتدا  $D_{app}$  افزایش یابد، اما بعد از عبور از نصف  $T_s$  کاهش  $D_{app}$  مشاهده خواهد شد.

۳- گزینه «۲» اولین رابطه که برای پدیده خودنفوذی در مواد ارائه شد رابطه زیر می‌باشد:

$$D = D_0 \exp\left[-\frac{E}{RT}\right] \exp\left[-\frac{w_1 V_1 + w_2 V_2 \varepsilon}{V_{FH} / \gamma}\right]$$

که در رابطه بالا  $D$  ضریب خودنفوذی،  $D_0$  ضریب خودنفوذی مونومرها،  $E$  انرژی فعال‌سازی،  $T$  دمای مورد بررسی،  $R$  ثابت عمومی،  $w_1$  و  $w_2$  کسر جرمی دو جزء،  $V_1$  و  $V_2$  حجم هسته سخت مواد و  $V_{FH}$  کسر حجم آزاد پلیمر و  $\gamma$  عامل هم‌پوشانی و متمایزکننده حجم دو جزء می‌باشد. پس از رابطه بالا این مسئله نتیجه می‌شود، برای رخ داد پدیده خودنفوذی باید حجم آزاد و انرژی موردنیاز فراهم شود، حضور پارامتر  $\varepsilon$  و  $V_{FH}$  نشان‌دهنده حجم آزاد و تفاوت حجم‌ها برای نفوذ جزء ۱ در جزء ۲ است، به عبارتی دیگر زمانی پدیده خودنفوذی رخ می‌دهد که حجم خالی یک ماده از حجم مولکول نفوذکننده بیشتر باشد، اما مسئله مهم نقش  $\gamma$  می‌باشد، که نشان‌دهنده رقابت دو جزء برای رفتن به فضای خالی است.

۴- گزینه «۳» رابطه Fox ساده شده رابطه Couchman and Karasz است. به عبارت دیگر با اعمال فرض‌های ساده‌ساز در معادله Couchman and Karasz می‌توان به معادله فاکس (Fox) برای آلیاژهای سازگار رسید. اساس معادله Fox بر نظریه self concentration (خود تغلیظ‌شوندگی) استوار است.

۵- گزینه «۴» در ضمن بلورینگی، مورفولوژی پلیمر دچار تغییر می‌شود، بنابراین می‌توان به کمک دستگاه‌های SAXS و WAXS تغییرات بلورینگی را مورد بررسی قرار داد. دستگاه SAXS نشان‌دهنده نظم بلند دامنه و WAXS نشان‌دهنده نظم کوتاه دامنه است. در بررسی بلورینگی پلیمرها ابتدا تغییرات و توسعه‌یافتگی توسط SAXS نشان داده می‌شود که حاکی از رخ داد سریع‌تر نظم بلند دامنه (پر دامنه) می‌باشد. در رابطه با پلیمرها برای بلورهای زنجیره‌ای تاخورد (FC) و بلورهای زنجیره‌ای کش آمده (EC)، سرعت عریض شدن از سرعت ضخیم شدن خیلی بزرگتر است.

## رئولوژی

۶- گزینه «۱» طبق صورت سؤال، رابطه مقابل برای تنش ماکسول ارائه شده است:

$$\tau_{yx} = \eta_0 \gamma_{yx} - \lambda_1 \frac{\partial}{\partial t} \tau_{yx}$$

که در آن  $\tau_{yx}$  تنش و  $\lambda_1$  آسودگی از تنش و  $\gamma_{yx}$  سرعت برش بوده و  $\eta_0$  ویسکوزیته اولیه می‌باشد و مقدار  $\frac{\partial}{\partial t} \tau_{yx}$  و  $\gamma_{yx}$  برابر است با:

$$\frac{\partial}{\partial t} \tau_{yx} = \tau_0 \omega \cos(\omega t + \delta) \quad (I) \quad , \quad \gamma_{yx} = \gamma_0 \omega \cos \omega t \quad (II)$$

در فرمول‌های بالا  $\omega$  فرکانس،  $t$  زمان و  $\tau_0$  و  $\gamma_0$  تنش و کرنش اولیه و  $\delta$  اختلاف فاز ویسکوزوالاستیک را نشان می‌دهند.

از طرف دیگر برای مواد ویسکوالاستیک رابطه  $\tau$  با  $\eta'$  و  $\eta''$  به شکل مقابل می‌باشند:

$$\tau = \eta'' \omega \gamma_0 \sin(\omega t) + \eta' \gamma_0 \omega \cos(\omega t)$$

که در آن  $\eta'$  ویسکوزیته جزء دینامیک (ویسکوز) و  $\eta''$  ویسکوزیته جزء ذخیره‌شونده (جزء الاستیک) می‌باشد.

سؤالات مهندسی پلیمر - پلیمر

مجموعه دروس تخصصی (شیمی فیزیک پلیمرها - پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت و انتقال جرم) - مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر)

۱- کدام مورد، نادرست است؟

- ۱) انعطاف‌پذیری ترمودینامیکی شرط لازم و کافی برای حرکت است.
- ۲) انعطاف‌پذیری سینتیکی، معیاری از سرعت تغییر پیکربندی کانفورماسیونی است.
- ۳) سد انرژی بین حالات گاش و ترانس، دینامیک بازآرایی کانفورماسیونی را تعیین می‌کند.
- ۴) اختلاف انرژی پتانسیل وضعیت‌های گاش و ترانس ( $\Delta E$ )، احتمال نسبی اینکه یک زاویه چرخش در وضعیت گاش باشد را در تعادل گرمایی تعیین می‌کند.

۲- چرا تک بلورها (کاشی‌گونه‌ها) به جای افزایش هرچه بیشتر ضخامت خود، روی هم انباشته شده و یک بلور بزرگ‌تر به وجود می‌آورند؟

- ۱) افزایش تعداد تک بلورها و کاهش فضای خالی میان آن‌ها
- ۲) خارج شدن زنجیرهای پلیمری از تک بلورها
- ۳) افزایش سرعت رشد جانبی تک بلورها
- ۴) کاهش سطوح فوقانی و تحتانی

۳- کدام مورد، مبنای ترمودینامیکی آسودگی زبری سطح یک پلیمر است؟

- ۱) فشار لاپلاس یا واکنش بین سطحی پلیمر / محیط
- ۲) فشار لاپلاس یا کاهش آنترپی سطح ماده
- ۳) فشار لاپلاس یا انرژی آزاد سطح پلیمر
- ۴) فشار لاپلاس یا فشار هیدرواستاتیک

۴- علت افزایش  $G'$  مذاب یک پلیمر در مراحل هسته‌گذاری بلورینگی، کاهش و تثبیت  $G'$  با افزایش دما به زیر دمای ذوب تعادلی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- ۱) اثر تقویت‌کنندگی بلور، توقف بلورینگی و افزایش دما
- ۲) افزایش دما، توقف بلورینگی و اثر تقویت‌کنندگی بلور
- ۳) توقف بلورینگی، افزایش دما و اثر تقویت‌کنندگی بلور
- ۴) اثر تقویت‌کنندگی بلور، افزایش دما و توقف بلورینگی

۵- رفتار فازی یک محلول پلیمری خاص از نوع LCST و دمای بحرانی آن  $50^\circ C$  است. اگر دمای تنای این زوج پلیمر و حلال  $40^\circ C$  باشد، کدام مورد درست است؟

- ۱) در فاصله دمایی  $40^\circ C$  تا  $50^\circ C$  حلال موردنظر یک حلال ضعیف برای پلیمر است.
- ۲) در دماهای پایین‌تر از  $50^\circ C$  حلال موردنظر یک حلال خوب برای پلیمر است.
- ۳) در دماهای بالاتر از  $40^\circ C$  حلال موردنظر یک حلال خوب برای پلیمر است.
- ۴) در دماهای بالاتر از  $50^\circ C$  حلال موردنظر یک حلال خوب برای پلیمر است.

۶- رفتار رئولوژیکی یک مذاب پلیمری از رابطه  $\tau = k\dot{\gamma}^2$  پیروی می‌کند. اگر این مذاب پلیمری از داخل یک لوله به شعاع  $R$  عبور کند، کدام رابطه بین تنش در دیواره لوله ( $\tau_w$ ) و دبی سیال خروجی ( $Q$ ) برقرار است؟

- ۱)  $k\left(\frac{4Q}{\pi R^3}\right)^{\frac{1}{2}}$
- ۲)  $k\left(\frac{5Q}{\pi R^3}\right)^{\frac{1}{2}}$
- ۳)  $k\left(\frac{6Q}{\pi R^3}\right)^{\frac{1}{2}}$
- ۴)  $k\left(\frac{7Q}{\pi R^3}\right)^{\frac{1}{2}}$

۷- اگر تنسور سرعت تغییر شکل یک سیال پاورلا به صورت  $\Delta_{ij} = \begin{bmatrix} \frac{\partial v_r}{\partial r} & 0 & \frac{\partial v_r}{\partial z} \\ 0 & \frac{v_r}{r} & 0 \\ \frac{\partial v_r}{\partial z} & 0 & 0 \end{bmatrix}$  باشد، در این صورت کدام مورد بیانگر پروفایل سرعت  $v_r$  است؟

- ۱)  $\frac{C}{r}$
- ۲)  $\frac{C}{r^2}$
- ۳)  $\frac{\phi(z)}{r^2}$
- ۴)  $\frac{\phi(z)}{r}$

پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

مجموعه دروس تخصصی (شیمی فیزیک پلیمرها - پدیده‌های انتقال (رنولوزی، انتقال حرارت و انتقال جرم) - مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر)

۱- گزینه «۱» در کنار انعطاف‌پذیری ترمودینامیکی، انعطاف‌پذیری سینتیکی نیز نقش تعیین‌کننده در حرکت زنجیرها دارد.  $U_0$  نشان‌دهنده سد انرژی و کنترل‌کننده انعطاف‌پذیری سینتیکی است، اگر سامانه توانایی عبور از این سد انرژی را نداشته باشد در حالت پایدار خود باقی می‌ماند. هرچه  $\Delta E$  کمتر باشد احتمال وجود پیوندهای گاش بیشتر می‌شود.

۲- گزینه «۴» تک‌بلورها به‌جای افزایش ضخامت خود روی هم انباشته می‌شوند تا سطوح فوقانی و تحتانی را کاهش دهند؛ زیرا کاهش این سطوح موجب کاهش انرژی آزاد سیستم می‌شود و هر چقدر انرژی آزاد سیستم پایین‌تر باشد پایداری محیطی افزایش می‌یابد.

۳- گزینه «۱» فشار لاپلاس با فشار هیدرواستاتیک متفاوت بوده و فشار لاپلاس نشان‌دهنده تنفر سطح پلیمر از محیط پیرامون می‌باشد. اگر پلیمر با محیط پیرامون کشش بین‌سطحی مناسب ایجاد نکند موجب می‌شود تا سطح تماس کاهش یابد و این کاهش سطح تماس با کاهش زبری سطح قابل مشاهده است.

۴- گزینه «۴» بعد از دمای بلورینگی با افزایش درصد بلور مدول ذخیره‌ای ( $G'$ ) افزایش می‌یابد؛ زیرا این بلورها خاصیت تقویت‌کنندگی ایجاد می‌کنند. اما این افزایش  $G'$  با افزایش دما متوقف شده و  $G''$  کاهش می‌یابد، اما در دمای مشخصی که نه تشکیل بلور و نه ذوب آن اتفاق می‌افتد،  $G'$  تثبیت می‌شود.

۵- گزینه «۱» دمای تتای فلوری حداقل دمایی است که پلیمر قادر به انحلال در حلال می‌باشد. رفتار  $Lcst$  بیان‌کننده این موضوع است که در دماهای بالاتر از  $50^\circ C$  سامانه دوفازی خواهد شد؛ بنابراین بازه انحلال پلیمر بین  $50^\circ C - 40^\circ C$  است، اما چون دما اندکی بیشتر از دمای تتای فلوری می‌باشد بنابراین حلالیت در این بازه ضعیف پیش‌بینی می‌شود.

۶- گزینه «۲» برای رفتار پاورلا در داخل لوله روابط زیر برقرار است:

$$Q = \left(\frac{\Delta P}{2Lk}\right)^{\frac{1}{n}} \frac{\pi n}{3n+1} R^{\frac{3n+1}{n}} \quad \text{(I) معادله دبی}$$

$$\tau_w = \frac{\Delta P}{2L} R \quad \text{(II) معادله تنش در دیواره لوله}$$

در روابط بالا  $\Delta P$  اختلاف فشار و  $n$  شاخص پاورلا است که طبق صورت سؤال برابر  $\frac{1}{2}$  می‌باشد و  $R$  شعاع لوله است.

$$Q = \left(\frac{\tau_w}{Rk}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{\pi}{2} R^{\frac{5}{2}} \Rightarrow (\tau_w)^{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta Q R^{\frac{1}{2}} k^{\frac{1}{2}}}{\pi R^{\frac{5}{2}}} = \frac{\Delta Q k^{\frac{1}{2}}}{\pi R^{\frac{5}{2}}} \Rightarrow \tau_w = k \left(\frac{\Delta Q}{\pi R^{\frac{5}{2}}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

با قرار دادن معادله II در I خواهیم داشت:

۷- گزینه «۴» با توجه به اینکه در تنسور سرعت تغییر شکل هم گرادیان نسبت به  $Z$  و هم نسبت به  $r$  وجود دارد، بنابراین  $v_r(r, Z)$  خواهد بود. طبق قانون سیالات تراکم‌ناپذیر اینورینت اول تنسور سرعت تغییر شکل برابر صفر خواهد بود:

$$2 \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_r}{r} + 0 = 0 \Rightarrow \frac{\partial v_r}{v_r} = -\frac{\partial r}{r} \Rightarrow \ln v_r = -\ln r + \ln \phi(z) \Rightarrow v_r = \frac{\phi(z)}{r}$$

چون  $v_r(r, Z)$

۸- گزینه «۱» در نمودار تغییر شکل با زمان برای سیال ویسکوالاستیک پاسخ هر بخش به‌صورت زیر می‌باشد:

