

## سوالات آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۸

## استعداد تحصیلی

## بخش اول: درک مطلب

■ راهنمایی: در این بخش، دو متن به‌طور مجزا آمده است. هریک از متن‌ها را به‌دقت بخوانید و پاسخ سؤال‌هایی 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)

او در نظریه خود که بعدها با مشاهدات تجربی هم تأیید شد، نشان داد که زمان و فضا عناصر جدای از هم نیستند، بلکه ما در حال زندگی در جهانی به هم پیوسته و درهم تنیده هستیم که از چهار بُعد تشکیل شده است. چهار بُعدی که سه‌تای آن را ابعاد مکانی و یک مورد آن را بُعد زمان تشکیل می‌دهد، اما در کل، یک ساختار واحد به نام فضا - زمان می‌سازند. او همچنین ثابت کرد که همه این پارامترها، بسته به شرایط تغییر می‌کنند. برای مثال، اگر شما با سرعتی بسیار بالا (یعنی سرعتی قابل مقایسه با سرعت نور) حرکت کنید، ساعت شما آهسته‌تر گذر زمان را نشان می‌دهد؛ به این معنی که زمان برای شما کندتر از کسی می‌گذرد که با آن سرعت حرکت نمی‌کند. آزمایش معروف و ذهنی اینشتین این موضوع را به خوبی تأیید می‌کند. طبق این آزمایش، اگر سرعت شما به عدد ممنوعه سرعت نور برسد (از مشکلات فنی و نتایج آن بر بدن‌تان صرف‌نظر کنید)، زمان برای شما متوقف خواهد شد و هیچ زمانی برای شما نخواهد گذشت.

بسیار اغواکننده است که یک گام این موضوع را جلوتر ببریم و بگوییم که اگر با سرعت بیش از نور حرکت کنیم، بدین ترتیب می‌توانیم زمان را دور بزنیم. متأسفانه اینشتین و طبیعت مانع شما می‌شوند و آنها سرعت بیش از نور را برای جهان ما ممنوع کرده‌اند. اما تا همین جا هم امکان دستکاری در زمان به‌وجود آمده است. اما آیا علم می‌تواند راه‌هایی برای سفر زمان پیشنهاد کند؟

به نظر می‌رسد دانشمندان سعی می‌کنند راه‌هایی، حداقل به شکل نظری، برای این مشکل پیدا کنند. با استفاده از نظریه اینشتین و توجه به پیوستگی فضا - زمان، شاید هندسه جهان به کمک ما بیاید. اگر فضا - زمان، موجودی پیوسته باشد که امروزه می‌دانیم این‌گونه است و اگر بتوانیم به گونه‌ای بر هندسه فضا - زمان تأثیر بگذاریم، شاید بتوانیم منحنی‌هایی در فضا - زمان پیدا کنیم که ما را به گذشته یا آینده ببرد. به عنوان مثال، می‌دانیم که جرم بر شکل فضا - زمان تأثیر می‌گذارد و در واقع، این یکی از پیش‌بینی‌های نسبیت اینشتین بود که نخستین بار در حین یک خورشیدگرفتگی توسط فیزیکدان آمریکایی، ادینگتون، تأیید شد. ادینگتون برای تأیید این نظر، هنگام یک خورشیدگرفتگی کامل، تصویری از خورشید تیره‌شده و ستاره‌های اطراف خورشید تهیه کرد. اگر اینشتین درست می‌گفت وجود خورشید به‌عنوان یک جرم بزرگ باید موجب ایجاد خمیدگی اندکی در فضا - زمان می‌شد. برای اینکه این موضوع را درک کنید، یک لحظه تصور کنید فضا - زمان مانند یک ورقه پلاستیکی بزرگ است که آن را محکم در دست گرفته‌اید. حال اگر یک توپ فلزی سنگین روی این ورقه پلاستیکی بگذارید، درجایی که این توپ قرار گرفته است، این ورقه پلاستیکی شما اندکی خمیده می‌شود. خورشید در این آزمایش، نقش همان توپ فلزی را بازی می‌کرد. اگر خورشید این انحنا را ایجاد می‌کرد، آن وقت نور ستاره‌هایی که از نزدیکی خورشید می‌گذشتند، اندکی منحرف می‌شد و در مکانی اندکی متفاوت با جایی که باید باشند، دیده می‌شدند. ادینگتون برای اینکه این مسئله را آزمایش کند، شش‌ماه پیش از کسوف که خورشید در نیمه دیگر آسمان بود، از همان منطقه که قرار بود خورشیدگرفتگی رخ دهد، تصویربرداری کرد و موقعیت دقیق ستاره‌ها نسبت به یکدیگر را ثبت کرد و این حالتی است که هنوز گلوله فلزی را روی صفحه نگذاشته‌اید، سپس این تصویر را با تصویر هنگام کسوف مقایسه کرد و متوجه شد ستاره‌هایی که در اطراف خورشید وجود داشتند، هنگام گرفت، در مختصات اندکی متفاوت با جای پیشین خود دیده می‌شدند: یعنی خورشید توانسته است انحنا کوچکی در فضا - زمان خود ایجاد کند. حال اگر این گلوله شما بسیار سنگین‌تر شود، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ این انحنا بیشتر و بیشتر می‌شود و ممکن است در نهایت، بین دو ناحیه فضا - زمان پل بزند. چنین اجرامی در عالم وجود دارند.

کج ۱- مقصود اصلی متن، کدام است؟

- (۱) ارزیابی نقش ادینگتون در بسط نظریه اینشتین  
(۲) بررسی تحول نظریه ساختار واحد فضا - زمان  
(۳) نقد و بررسی نظریه اینشتین درباره زمان  
(۴) بررسی امکان سفر در زمان

کج ۲- کدام مورد، به درستی، نقش پاراگراف ۲ را در متن توصیف می‌کند؟

- (۱) پیش‌زمینه برای بحث مطرح در پاراگراف بعدی خود را فراهم می‌آورد.  
(۲) با نادیده انگاشتن محدودیت‌های مطرح در پاراگراف ۱، موضوع را به مطلبی کاملاً نظری تبدیل می‌کند.  
(۳) با ذکر دو معضل مهم، دلیل آنکه پاراگراف ۱، عدد ممنوعه برای رسیدن به سرعت نور مطرح می‌سازد را کمی توضیح می‌دهد.  
(۴) نشان می‌دهد که نظریه اینشتین که در پاراگراف ۱ آمده است، وقتی هیجان‌انگیز است که برخی پیش‌شرط‌های آن را حذف کنیم.

کج ۳- طبق متن، کدام مورد درست به حساب می‌آید؟

- (۱) موجودیت پیوسته فضا - زمان  
(۲) تغییرناپذیری پارامترهای فضا - زمان  
(۳) مستقل بودن شکل فضا - زمان از جرم  
(۴) مشاهده دو ناحیه مختلف فضا - زمان به‌طور هم‌زمان

کج ۴- طبق پاراگراف ۳، عبارت زیر که در متن، زیر آن خط کشیده شده است، به کدام پدیده اشاره دارد؟

«این حالتی است که هنوز گلوله فلزی را روی صفحه نگذاشته‌اید.»

- (۱) زمانی که ادینگتون، فرضیه خود را به بوته آزمایش واقعی گذاشت.  
(۲) زمانی که نور ستاره‌هایی که در اطراف خورشید بودند، شروع به انحراف کردند.  
(۳) زمانی که خورشید هنوز تأثیر خود را برجا نگذاشته بود.  
(۴) زمانی که موقعیت ستاره‌ها نسبت به خود و نسبت به خورشید تثبیت شده بود.

### متن (۲)

توربین‌های بادی قادر به تبدیل انرژی باد به انرژی الکتریکی بوده و عموماً در دو نوع عمودی و افقی ساخته می‌شوند. در مدل‌های توربین بادی محور افقی، ژنراتور و تبدیل‌کننده نیروی باد به انرژی الکتریکی در بالای محور مرتفعی قرار دارد که پروانه‌های توربین در بالای آن واقع شده‌اند. طول و تعداد پره‌های توربین‌های بادی، براساس شرایط محیطی، متنوع و مختلف است، اما در بیشتر مناطق دنیا، از توربین‌های سه‌پره استفاده شده و طول پره‌ها نیز بستگی مستقیم به نوع بادخیز بودن منطقه دارد. به طور میانگین، طول پره‌های توربین‌های بادی بین ۲۰ تا ۴۰ متر بوده و ارتفاع میله‌های محور اصلی آن نیز می‌تواند بین ۶۰ تا ۹۰ متر باشد. البته در این موارد، استاندارد مشخصی وجود نداشته و طراحان و مهندسان، با توجه به شرایط بومی هر منطقه، نسبت به طراحی و مشخص کردن ابعاد توربین‌ها اقدام می‌کنند.

در نوع دیگر توربین‌های بادی موجود در دنیا که به توربین‌های محور عمودی شهرت دارند، سیستم تبدیل‌کننده انرژی به صورت عمودی قرار گرفته و این موضوع سبب می‌شود که توربین نیازی به چرخش به سمت باد را نداشته باشد. البته استفاده از این مدل توربین‌ها، به نسبت توربین‌های محور افقی، چندان رایج نبوده و بیشتر مختص موارد ویژه‌ای است که در آن، امکان نصب توربین‌های افقی وجود نداشته یا جهت وزش باد، دائماً در حال تغییر است. در کل، باید در نظر داشت که توربین‌های گروه اول یا همان توربین‌های بادی محور افقی، دارای کاربری بیشتری بوده و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه‌تر هستند.

اتفاقاتی که در داخل یک توربین بادی محور افقی در هنگام وزش باد می‌افتد، از این قرار است: وزش باد سبب چرخش پره‌های توربین می‌شود که به قسمت گرداننده متصل است. [۱] محور توربین شروع به چرخیدن به حول خود کرده و انرژی جنبشی را از باد دریافت می‌کند. این نیرو توسط محور مرکزی پشتیبانی و تبدیل می‌شود. در بخش داخلی ناسل (nacelle) که اصلی‌ترین بخش توربین محسوب شده و در بالای محور میله و انتهای قاعده پره‌ها قرار دارد، یک جعبه‌دنده یا گیربکس ویژه‌ای وجود دارد که نیروی ایجادشده ناشی از چرخش آرام پره‌های توربین را که به‌طور متوسط در حدود شانزده دور در دقیقه است، به سرعت زیادی، برابر با هزاروششصد دور در دقیقه تبدیل می‌کند که این میزان سرعت، برای تأمین انرژی ژنراتور توربین کفایت می‌کند. [۲] ژنراتور دقیقاً در پشت جعبه‌دنده توربین‌ها قرار گرفته و انرژی چرخشی تقویت‌شده را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. بادسنج‌ها که نوع و چگونگی وزش باد را تحت کنترل دارند، در بخش تحتانی ناسل قرار گرفته

**PART A: Grammar**

**Directions:** Select the answer choice (1), (2), (3) or (4) that best completes the blank. Then mark the correct choice on your answer sheet.

- 31- Thunder is caused by lightning, ..... essentially a stream of electrons flowing between or within clouds or between a cloud and the ground.
- 1) which is                      2) that is                      3) to be                      4) it is
- 32- In ancient Egypt and India, people produced large blocks of ice with the help of evaporative cooling (the principle ..... draw heat from their surroundings).
- 1) water molecules that vaporizes                      2) that vaporizing water molecules  
3) to vaporize water molecules                      4) water molecules are vaporized
- 33- By the end of the 1800s, naturally occurring reserves of nitrogen-based compounds had been so badly depleted by their use as fertilizers ..... some feared a worldwide famine when supplies ran out.
- 1) that                      2) then                      3) which                      4) when
- 34- Work is currently under way on planes that could potentially fly ..... the speed of sound.
- 1) faster than 20 times of                      2) more than 20 times as much as that of  
3) at 20 times                      4) 20 times faster than that of
- 35- In 1894, ..... by the theories of physicist James Clerk Maxwell, Italian physicist Guglielmo Marconi began work on a technique to transmit electromagnetic signals through the air over long distances.
- 1) when was inspired                      2) having inspired                      3) to be inspired                      4) inspired
- 36- Because concrete generates considerable heat as it sets, large volumes can become exceedingly hot, .....
- 1) so the material's structural strength damaged                      2) that damages the material's structural strength  
3) and the material's structural strength damages                      4) damaging the material's structural strength
- 37- Back in the 1966 movie *Fantastic Voyage*, a band of intrepid travelers were scrunched down to the size of blood cells ..... they could swim through the veins of a big-shot diplomat and destroy a life-threatening blood clot.
- 1) so that                      2) since                      3) as though                      4) in which
- 38- The space telescope, after all, has broken all kinds of records, including probably .....
- 1) any single astronomical project produces the most newspaper headlines  
2) the most newspaper headlines produced by any single astronomical project  
3) producing the most newspaper headlines by any single astronomical project  
4) the most newspaper headlines of any single astronomical project is ever produced

## باسخنامه آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۸

### استعداد تحصیلی

#### بخش اول: درک مطلب

##### پاسخ سؤالات متن (۱)

۱- گزینه «۴» نویسنده به دنبال بررسی امکان سفر در زمان در چهارچوب نظریات علمی است و این موضوع از جملات انتهایی هر سه پاراگراف و محتوای پاراگراف دوم نیز مشخص می‌گردد.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): نویسنده از آزمایش ادینگتون به عنوان وسیله‌ای در جهت تقویت نظریه‌ی نسبیت اینشتین استفاده می‌کند که حامی مقصود اصلی‌اش می‌باشد که بررسی امکان سفر در زمان است.

بررسی گزینه (۲): سیر تحول نظریه فضا - زمان در متن بررسی نشده و فقط نظریه‌ی نهایی آن مطرح گردیده است.

بررسی گزینه (۳): نقدی بر نظریه‌ی اینشتین درباره‌ی زمان در متن صورت نگرفته است. آزمایش ادینگتون نظریه‌ی اینشتین درباره‌ی تأثیر جرم بر فضا - زمان را بررسی می‌کند.

۲- گزینه «۱» پاراگراف سوم دقیقاً جوابی است که برای سؤال انتهایی مطرح‌شده در انتهای پاراگراف دوم، آورده شده است. در نتیجه، پاراگراف دوم حکم پیش‌زمینه را برای پاراگراف بعدی خود دارد.

۳- گزینه «۱» در جملات ابتدایی پاراگراف اول آشکارا در هم تنیده و پیوسته بودن ابعاد فضا و زمان مطرح شد.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۲): هدف متن بررسی امکان‌پذیری تغییر دادن پارامتر زمان بود و در انتها هم به نتیجه‌ای دال بر غیرممکن بودن آن نرسید.

بررسی گزینه (۳): در جملات ابتدایی پاراگراف اول آشکارا از مستقل نبودن مفاهیم فضا و زمان از یکدیگر صحبت شد.

بررسی گزینه (۴): در مورد این موضوع در متن چیزی نیامده است.

۴- گزینه «۳» در پاراگراف سوم از تمثیل «گلوله‌ی فلزی روی یک صفحه» برای نشان دادن تأثیر جرم (خورشید) بر فضا - زمان استفاده شد. پس منظور عبارت «هنوز گلوله‌ی فلزی را روی صفحه نگذاشته‌اید» این است که هنوز خورشید، فضا - زمان را خمیده نکرده و تأثیر خود را نگذاشته است.

##### پاسخ سؤالات متن (۲)

۵- گزینه «۲» در جمله‌ی انتهایی پاراگراف اول آورده شده است که ابعاد توربین اندازه‌های استاندارد ندارد و مهندسان بر اساس شرایط هر منطقه آن‌ها را طراحی می‌کنند. پس گزینه (۲) صحیح است.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): در مورد مکانیزم تبدیل انرژی در توربین‌ها در این دو پاراگراف مطلبی نیامده است.

بررسی گزینه (۳): در پاراگراف اول به ارتباط طول پره با بادخیز بودن منطقه اشاره شده است نه ارتفاع میله. همچنین به معکوس یا مستقیم بودن این وابستگی نیز اشاره‌ای نشده است.

بررسی گزینه (۴): در انتهای پاراگراف دوم به وضوح از مقرون به صرفه تر بودن توربین‌های افقی صحبت شده است.

## بخش اول: دستور زبان

در سؤالات زیر، از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) پاسخی را انتخاب کنید که به بهترین نحو جای خالی را پر کند. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

۳۱- گزینه «۱» تندر در اثر رعد و برق ایجاد می‌شود که اساساً جریانی از الکترون‌ها است که بین ابرها یا بین ابر و زمین در جریان هستند.

**توضیح گرامری:** اگر جمله را ترجمه کنیم، می‌بینیم به یک گزاره وصفی برای جای خالی نیاز داریم. پس گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند چون ضمیر موصولی ندارند. ضمناً گفتیم بعد از *that* کاربرد ندارد؛ پس گزینه ۲ هم نادرست است. حالا فقط گزینه (۱) می‌ماند که در اینجا *lightening* مرجع و از جای خالی به بعد هم گزاره وصفی است. البته چون گزاره وصفی ما بعد از *that* به کار رفته، از نوع غیرضروری است.

۳۲- گزینه «۲» در مصر و هند باستان، مردم با کمک سردسازی تبخیری (یعنی این اصل که مولکول‌های بخار آب، گرما را از محیط خود جذب می‌کنند) یخ تولید می‌کردند.

**توضیح گرامری:** برای پاسخگویی فقط به اطلاعات داخل پرانتز نیاز داریم. پس بیایید داخل پرانتز را تحلیل کنیم. *The principle* فاعل ما است؛ پس (۱) و (۴) حذف می‌شوند چون هر کلاز (جمله‌واره) یک فاعل نیاز دارد نه بیشتر. ضمناً در مبحث گزاره اسمی گفتیم یکی از کاربردهای *that clause* این است که بعد از یک‌سری اسم مثل *principle, view, belief* و ... بیاید. پس فقط (۲) صحیح است.

۳۳- گزینه «۱» تا پایان دهه ۱۸۰۰، منابع و مخازن طبیعی ترکیبات نیتروژنی به‌خاطر کاربردشان به‌عنوان کود شیمیایی چنان به پایان رسیدند که برخی می‌ترسیدند هنگام اتمام این مخازن، قحطی سرتاسر جهان را در برگیرد.

**توضیح گرامری:** تست خیلی راحتی است. نویسندگان از الگوی زیر استفاده کرده است:

*so + صفت + that ⇒ ... So badly depleted ... that ...*

۳۴- گزینه «۳» محققان در حال حاضر روی هواپیماهایی کار می‌کنند که می‌توانند ۲۰ برابر سرعت صوت پرواز کنند.

**توضیح گرامری:** در گزینه‌های (۲) و (۴) اساساً معلوم نیست *that* به چه چیزی برمی‌گردد؛ پس هر دو نادرست هستند. گزینه (۱) هم به این دلیل نادرست است که قاعدتاً می‌گوییم *20 times faster than* نه *faster than 20 times*.

۳۵- گزینه «۴» در سال ۱۸۹۴، فیزیکدان ایتالیایی به نام گولیلمو مارکونی که از نظریه‌های جیمز کلرک ماکسول الهام گرفته بود، شروع به پژوهش در مورد فنی برای انتقال سیگنال‌های الکترومغناطیسی از طریق هوا در طول فواصل زیاد کرد.

**توضیح گرامری:** *by* خب بدل مدنظر سؤال است. پس گزینه‌های (۱) و (۳) حذف می‌شوند. حالا بیایید صورت سؤال را بررسی کنیم. بعد از جای خالی *by* آمده که نشانه ساختار مجهول است، اما گزینه (۲) که فعل مجهول نیست؛ پس این گزینه هم نادرست است. برای اینکه ببینیم چرا گزینه (۴) صحیح است باید اول اصل جمله را پیدا کنیم که این‌گونه بوده است:

*In 1894, Italian physicist Guglielmo Marconi, who was inspired by the theories ....., began work ....*

خب قسمتی را که بولد (تیره) کردیم، گزاره وصفی غیرضروری است چون بین دو *that* قرار گرفته است. حالا می‌توانیم گزاره وصفی را کوتاه کنیم:

*In 1894, Italian physicist Guglielmo Marconi, inspired by the theories ....., began work ....*

حالا قسمت بولدشده، بدل غیرضروری است. گفتیم بدل را می‌توانیم به قبل از مرجع انتقال دهیم. پس داریم:

*In 1894, inspired by the theories ....., Italian physicist Guglielmo Marconi began work ....*

سوالات مهندسی پلیمر - پلیمر

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

۱- افزایش نسبت مشخصه یک زنجیر آزادانه متصل شده چگونه تنظیم می‌شود؟

- (۱) افزایش درجه پلیمریزاسیون  
 (۲) افزایش طول اتصالات مستقل  
 (۳) افزایش درجه پلیمریزاسیون در مربع طول اتصالات مستقل  
 (۴) کاهش درجه پلیمریزاسیون در مربع طول اتصالات مستقل

۲- احتمال پراکنش رنگدانه در ماده پلیمری LCST در اثر افزایش وزن مولکولی چه تغییری می‌کند؟ راهکار غلبه بر این مشکل بر مبنای متغیرهای ترمودینامیکی کدام است؟

- (۱) افزایش می‌یابد، افزایش درجه حرارت  
 (۲) افزایش می‌یابد، کاهش درجه حرارت  
 (۳) کاهش می‌یابد، افزایش درجه حرارت  
 (۴) کاهش می‌یابد، کاهش درجه حرارت

۳- رژیم گوناگون نفوذ براساس آزمون جذب (sorption) حلال و نمای  $n$  در رابطه  $M_t = kt^n$  تعیین می‌گردند. در خصوص رژیم II کدام مورد درست است؟

- (۱)  $n = \frac{1}{2}$ ، نفوذ غیرفیک و بیشتر در پلیمرهای لاستیکی دیده می‌شود.  
 (۲)  $n = \frac{1}{4}$ ، نفوذ فیکی است و بیشتر در پلیمرهای لاستیکی دیده می‌شود.  
 (۳)  $n = 1$ ، نفوذ غیرفیکی است و بیشتر در پلیمرهای شیشه‌ای دیده می‌شود.  
 (۴)  $n = 1$ ، نفوذ فیکی است و بیشتر نزدیک دمای انتقال شیشه‌ای پلیمرها دیده می‌شود.

۴- مراحل کمینه‌سازی انرژی آزاد در اثر سرمایش مذاب یک پلیمر منظم از منظر ساختارسازی کدام است؟

- (۱) لایه‌های بلورین، روی هم قرار گرفتن لایه‌های بلورین، تشکیل گویچه  
 (۲) روی هم قرار گرفتن لایه‌های بلورین، لایه‌های بلورین، تشکیل گویچه  
 (۳) تشکیل گویچه، روی هم قرار گرفتن لایه‌های بلورین، لایه‌های بلورین  
 (۴) روی هم قرار گرفتن لایه‌های بلورین، تشکیل گویچه، لایه‌های بلورین

۵- با افزایش دمای پلیمر از صفر کلون و عبور از دمای انتقال شیشه‌ای یک پلیمر، حجم آزاد آن با چه سازوکارهایی افزایش می‌یابد؟

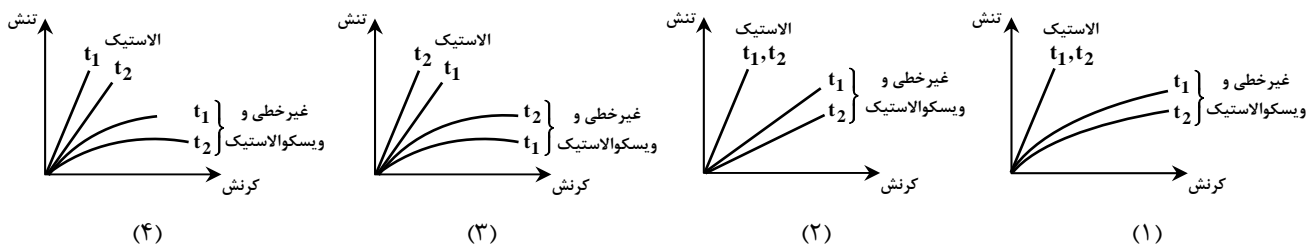
- (۱) اختلاط بسته‌های هوا با پلیمر و افزایش دامنه ارتعاشات گروه‌های متصل به زنجیر  
 (۲) افزایش دامنه ارتعاشات گروه‌های متصل به زنجیر و اختلاط بسته‌های هوا با پلیمر  
 (۳) افزایش دامنه ارتعاشات گروه‌های متصل به زنجیر  
 (۴) اختلاط بسته‌های هوا با پلیمر

۶- در داخل رئومتر لوله موئینه تصحیح بگلی برای اصلاح رابطه تنش استفاده می‌شود ( $\tau_w = \frac{R\Delta P}{rL}$ ) که در این رابطه  $L'$  طول اصلاح شده است

که از رابطه  $L' = L + ND$  به دست می‌آید.  $L$  طول لوله موئینه و  $D$  قطر آن و  $N$  یک ضریب می‌باشد. با افزایش دبی خروجی از لوله موئینه یا افزایش ارتفاع سیال در مخزن رئومتر، به ترتیب از راست به چپ میزان  $N$  چه تغییری می‌کند؟

- (۱) افزایش - افزایش  
 (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) کاهش - افزایش  
 (۴) کاهش - کاهش

۷- در نمودار تنش بر حسب کرنش، در صورتی که زمان  $t_1$  بزرگتر از زمان  $t_2$  باشد، کدام نمودار صحیح است؟



۸- چنانچه معادله سرعت به فرم  $\bar{V} = (-3x^2y, xy^2, 4xyz)$  باشد در این صورت جریان چگونه است؟

- (۱) تراکم‌ناپذیر و غیر چرخشی  
 (۲) تراکم‌ناپذیر و چرخشی  
 (۳) تراکم‌پذیر و غیر چرخشی  
 (۴) تراکم‌پذیر و چرخشی



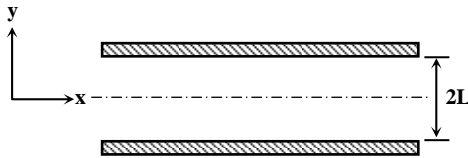
۱۶- در قانون فیک بر حسب مول و جرم آیا ضریب نفوذ یکسان است؟

- (۱) بله، ضریب نفوذ ارتباطی با واحد غلظت ندارد.
- (۲) خیر، واحدهای مولی و جرمی به هم تبدیل نمی‌شوند.
- (۳) خیر، واحدهای مولی و جرمی با هم تفاوت اساسی دارند.
- (۴) بله، قانون فیک به واحد غلظت حساس نیست و شار همیشه یک مقدار واحد به دست می‌آید.

۱۷- در فرایند جذب از مخلوط گازهای بی‌اثر به داخل حلال، نشان داده شده است که ضریب انتقال جرم کلی در فاز گاز تقریباً با ضریب انتقال فیلم گاز برابر است. در چنین حالتی کدام مورد درست است؟

- (۱) گاز داخل حلال، محلول است.
- (۲) فرایند توسط فیلم مایع کنترل می‌شود.
- (۳) سرعت انتقال جرم با کاهش ضخامت فیلم مایع به شدت افزایش می‌یابد.
- (۴) سرعت انتقال جرم با کاهش ضخامت فیلم گازی به شدت افزایش می‌یابد.

۱۸- جریان از سیال با سرعت ثابت  $v$  از میان یک راکتور کاتالیستی عبور می‌کند. راکتور به شکل دو صفحه عریض است که در فاصله  $2L$  از یکدیگر قرار دارند. ماده واکنش‌کننده به سطح دو صفحه نفوذ کرده و طی واکنش درجه اول غیربرگشتی روی سطح آن تجزیه می‌گردد. معادله پیوستگی ساده شده برای این سیستم کدام است؟



$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) \quad (۲)$$

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) \quad (۱)$$

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} + V_y \frac{\partial C_A}{\partial y} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) \quad (۴)$$

$$V_y \frac{\partial C_A}{\partial y} + V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} \quad (۳)$$

۱۹- در دمای  $18^\circ C$  و فشار  $1 \text{ atm}$  مقدار  $\Omega_D$  برای  $\text{CO}_2$  در هوا معادل  $1/5$  است. این مقدار در دمای  $66^\circ C$  معادل ۱ است. با تغییر دما ضریب نفوذ  $\text{CO}_2$  در هوا به چه نسبتی تغییر می‌کند؟

- (۱) به نسبت  $0/72$  کم می‌شود.
- (۲) به نسبت  $1/32$  زیاد می‌شود.
- (۳) به نسبت  $1/39$  زیاد می‌شود.
- (۴) به نسبت  $1/5$  کم می‌شود.

۲۰- هنگام توصیف شرایط مرزی در فصل مشترک گاز - جامد چرا باید محل فصل مشترک (در فاز گاز یا جامد) مشخص شود؟

- (۱) به دلیل وجود تعادل باید بدانیم چگونه از معادله تعادلی استفاده کنیم.
- (۲) فصل مشترک محل تجمع مولکول‌های اضافی است.
- (۳) در فصل مشترک شار انتقال به سوی گاز تغییر می‌کند.
- (۴) فاز جامد با فصل مشترک برهم‌کنش خواهد داشت.

۲۱- با محدود شدن زنجیرهای پلیمر در گالری نانو خاک رس، ضمن کاهش اندازه المان‌های دینامیکی هماهنگ، چگونه دمای انتقال شیشه‌ای پلیمر افزایش می‌یابد؟

- (۱) المان دینامیکی هماهنگ می‌باید از گالری نانو خاک رس بزرگتر باشد. اتصال هیدروژنی درون زنجیری در اثر مخفی شدن بخش قطبی زنجیر
- (۲) المان دینامیکی هماهنگ می‌باید از گالری نانو خاک رس کوچکتر باشد. اتصال هیدروژنی بین زنجیری در اثر مخفی شدن بخش قطبی زنجیر
- (۳) المان دینامیکی هماهنگ می‌باید از گالری نانو خاک رس کوچکتر باشد. اتصال هیدروژنی درون زنجیری در اثر مخفی شدن بخش قطبی زنجیر
- (۴) المان دینامیکی هماهنگ می‌باید از گالری نانو خاک رس بزرگتر باشد. اتصال هیدروژنی بین زنجیری در اثر مخفی شدن بخش قطبی زنجیر

۲۲- عواملی که فشار لاپلاس یک قطعه پلیمری واقع در یک محیط به آن بستگی دارد و علت افت محسوس نرخ آسودگی زبری سطح قطعه، در کدام گزینه به درستی مطرح شده است؟

- (۱) سطح تماس پلیمر و محیط، واکنش بین سطحی - افزایش فشار لاپلاس
- (۲) سطح تماس پلیمر و محیط، تنش سطحی - افزایش فشار لاپلاس
- (۳) سطح تماس پلیمر و محیط، تنش سطحی - کاهش فشار لاپلاس
- (۴) سطح تماس پلیمر و محیط، واکنش بین سطحی - کاهش فشار لاپلاس

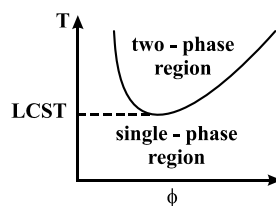


## پاسخنامه مهندسی پلیمر - پلیمر

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

۱- گزینه «۴» برای یک زنجیر آزادانه متصل شده (The Freely Jointed Chain)، رابطه نسبت مشخصه  $(C_{\infty})$  به صورت  $C_{\infty} = \frac{r^2}{nl^2}$  تعریف می‌شود که در این رابطه  $r$  متوسط فاصله انتها تا انتهای زنجیر،  $n$  تعداد اتصالات و  $l$  طول اتصالات مستقل است. بدیهی است که مقدار  $n$  با درجه پلیمریزاسیون رابطه مستقیم دارد و با افزایش مقدار درجه پلیمریزاسیون مقدار آن افزایش می‌یابد. با این توضیحات با کاهش درجه پلیمریزاسیون (به عبارت دیگر  $n$ ) در مربع طول اتصالات مستقل (یعنی  $l^2$ ) مقدار نسبت مشخصه افزایش می‌یابد، زیرا عبارت  $nl^2$  در مخرج رابطه قرار دارد.

۲- گزینه «۴» نمودار فاز LCST به صورت شکل زیر است.



همانطور که از شکل مشخص است، در کسر حجمی ثابت، با افزایش دما ماده وارد ناحیه دوفازی می‌شود. با افزایش مقدار وزن مولکولی، نقطه LCST به دماهای پایین‌تر میل می‌کند، بنابراین ناحیه دوفازی در دماهای کمتری شروع می‌شود. با این توضیحات با افزایش وزن مولکولی احتمال ورود به ناحیه دوفازی افزایش یافته و در نتیجه احتمال پراکنش رنگدانه کاهش می‌یابد. برای غلبه بر این مشکل می‌بایست ماده وارد ناحیه تک‌فازی شود که برای این کار باید درجه حرارت کاهش یابد.

۳- گزینه «۳» توان  $n$  در رابطه  $M_t = kt^n$  برای رژیم‌های مختلف به صورت زیر است.

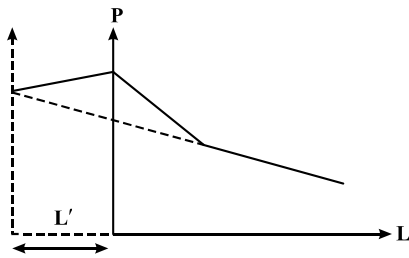
سوپر رژیم II (Supercase II)	$n > 1$
رژیم II (Case II)	$n = 1$
متناقض (Anomalous)	$\frac{1}{2} < n < 1$
فیکی (Fickian)	$n = \frac{1}{2}$
شبه‌فیکی (Pseudo-Fickian)	$n < \frac{1}{2}$

بر اساس جدول فوق در رژیم II مقدار  $n$  برابر یک است (گزینه ۱ و ۲ نادرست است). همچنین زمانی که مقدار  $n$  برابر  $\frac{1}{2}$  است، نفوذ از نوع فیکی است. بنابراین برای رژیم II نفوذ از نوع غیرفیکی است (گزینه ۴) نادرست است. این نکته نیز قابل بیان است که نفوذ در رژیم II بیشتر در پلیمرهای شیشه‌ای دیده می‌شود.

۴- گزینه «۱» در اثر کاهش دما در پلیمرهای نیمه‌بلورین ابتدا لایه‌های بلورین شکل گرفته و سپس این لایه‌ها بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند. در ادامه تشکیل بلور و با افزایش مقدار بلورینگی، گویچه‌ها تشکیل می‌شوند. این روند، یعنی تشکیل لایه‌های بلورین، روی هم قرار گرفتن لایه‌های بلورین و تشکیل گویچه همراه با کاهش انرژی آزاد است. با این توضیحات فقط گزینه (۱) صحیح است.

۵- گزینه «۲» با افزایش دما از صفر کلورین و عبور از دمای انتقال شیشه‌ای، میزان ارتعاشات گروه‌های متصل به پلیمر و همچنین تحرکات زنجیر افزایش می‌یابد. افزایش تحرک زنجیرهای پلیمر و گروه‌های متصل به آن باعث ایجاد فضایی بین زنجیرهای پلیمر می‌شود. این فضا توسط بسته‌های هوا پر شده و در نتیجه باعث افزایش حجم آزاد در پلیمر می‌شود. هر دو گزینه (۱) و (۲) به یک موضوع اشاره دارد ولی اگر ترتیب مدنظر باشد، ابتدا دامنه ارتعاشات گروه‌های متصل به زنجیر افزایش می‌یابد و سپس بسته‌های هوا به درون پلیمر وارد می‌شود؛ بر همین اساس گزینه (۲) صحیح‌تر است.

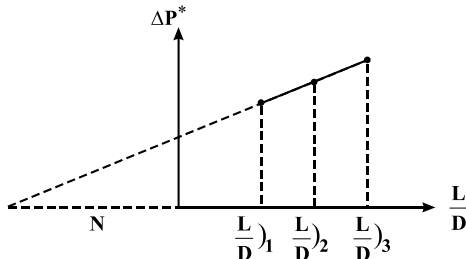




۶- گزینه «۱» بگلی به جای تصحیح افت فشار ( $\Delta P$ ) مقداری از لوله را در نظر گرفت که در آن جریان کاملاً توسعه‌یافته (Fully developed) است. به عبارت دیگر بگلی به جای تصحیح افت فشار ( $\Delta P$ ) رابطه  $\tau_w = \frac{R\Delta P}{2L}$  همان مقدار افت فشار اعلام‌شده توسط رئومتر ( $\Delta P^*$ ) را در نظر گرفت. مقدار ( $\Delta P^*$ ) افت فشاری از طول لوله است که اگر سیال کاملاً توسعه‌یافته بود، مقدار آن برابر  $\Delta P$  می‌شد. بنابراین نمودار مقابل قابل ترسیم است.

مقدار  $L' = ND$  است و برای تعیین مقدار  $N$  کافی است نمودار  $\Delta P^*$

برحسب  $\frac{L}{D}$  های مختلف ترسیم شود (شکل مقابل).



همانطور که از شکل بالا مشخص است مقدار  $N$ ، تنها به مقدار افت فشار گزارش‌شده توسط رئومتر وابسته است؛ چراکه مقادیر  $\frac{L}{D}$  ثابت است.

بدیهی است که با افزایش دبی خروجی از لوله موئینه، مقدار افت فشار افزایش می‌یابد. با افزایش افت فشار و با ثابت بودن  $\frac{L}{D}$  های مختلف، نقاط به‌دست آمده به سمت بالا شیفت پیدا کرده و در نتیجه با متصل کردن نقاط به هم و ادامه دادن آن، محور  $X$ ها را در فاصله دورتری از مبدأ قطع خواهد کرد، بنابراین مقدار  $N$  افزایش می‌یابد. افزایش ارتفاع سیال درون مخزن رئومتر نیز رفتاری مشابه با افزایش دبی دارد. یعنی افزایش ارتفاع سیال درون مخزن باعث افزایش افت فشار خواهد شد که نتیجه نهایی آن افزایش مقدار  $N$  است.

۷- گزینه «۱» اگر پلیمری رفتار الاستیک داشته باشد، مستقل از زمان بوده و رفتار تنش - کرنش آن نیز به‌صورت خطی است. با این توضیحات دو گزینه (۳) و (۴) نادرست هستند.

از طرف دیگر برخی پلیمرهای ویسکوالاستیک وابسته به زمان بوده و رفتار غیرخطی از خود نشان می‌دهند. بر همین اساس گزینه (۲) نیز نادرست است.

۸- گزینه «۲» برای بررسی رفتار جریان با معادله سرعت داده‌شده در صورت سؤال می‌بایست ابتدا گرادیان سرعت را تعیین کنیم.

$$L = \begin{bmatrix} \frac{\partial v_x}{\partial x} & \frac{\partial v_x}{\partial y} & \frac{\partial v_x}{\partial z} \\ \frac{\partial v_y}{\partial x} & \frac{\partial v_y}{\partial y} & \frac{\partial v_y}{\partial z} \\ \frac{\partial v_z}{\partial x} & \frac{\partial v_z}{\partial y} & \frac{\partial v_z}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6xy & -3x^2 & 0 \\ y^2 & 2xy & 0 \\ 4yz & 4xz & 4xy \end{bmatrix}$$

برای بررسی تراکم‌پذیر و یا تراکم‌ناپذیر بودن، می‌بایست مقدار قطر اصلی تعیین شود.

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = -6xy + 2xy + 4xy = 0$$

همانطور که مشاهده می‌شود مقدار آن برابر صفر است. بنابراین جریان تراکم‌ناپذیر است (گزینه (۳) و (۴) نادرست است). برای بررسی چرخشی و یا

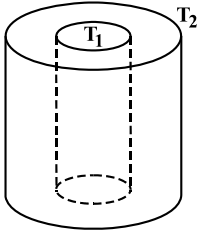
غیرچرخشی بودن نیز می‌بایست مقدار  $W = \frac{1}{2}(L - L^T)$  تعیین شود.

$$W = \frac{1}{2} \left( \begin{bmatrix} -6xy & -3x^2 & 0 \\ y^2 & 2xy & 0 \\ 4yz & 4xz & 4xy \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -6xy & y^2 & 4yz \\ -3x^2 & 2xy & 4xz \\ 0 & 0 & 4xy \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 0 & \frac{-3x^2 - y^2}{2} & -2yz \\ \frac{y^2 + 3x^2}{2} & 0 & -2xz \\ 2yz & 2xz & 0 \end{bmatrix}$$

به دلیل آنکه مقدار آن برابر صفر نیست، پس جریان از نوع چرخشی است (گزینه ۱ نادرست است).

معادله دیفرانسیل بالا، پاسخی به صورت  $T = c_1 e^{mx} + c_2 e^{-mx}$  دارد که در آن  $m = \sqrt{\frac{hP}{KA}}$  است. برای اینکه دمای  $T_1$  و  $T_2$  برای هر دو پره برابر باشد، باید عامل  $mx$  برای هر دو پره برابر باشد.

$$\sqrt{\frac{hP}{K_1 A}} x_1 = \sqrt{\frac{hP}{K_2 A}} x_2 \Rightarrow \frac{60}{\sqrt{K_1}} = \frac{30}{\sqrt{K_2}} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{1}{4}$$



۱۴- گزینه «۴» رابطه انتقال حرارت در دستگاه استوانه‌ای را می‌نویسیم.

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{q}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

چون شرایط پایا است،  $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$  خواهد بود.

$$r \frac{\partial \pi}{\partial r} = c_1 \Rightarrow \frac{\partial T}{c_1} = \frac{\partial r}{r} \Rightarrow \frac{T - T_0}{c_1} = \ln \frac{r}{r_0}$$

$$\left. \begin{aligned} (T=3, r=r_1): \frac{T-3}{c_1} &= \ln \frac{r}{r_1} \\ (T=1, r=2r_1): \frac{T-1}{c_1} &= \ln \frac{r}{2r_1} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{تفریق}} -\frac{2}{c_1} = \ln 2 \Rightarrow c_1 = -\frac{2}{\ln 2}$$

اکنون کافی است میزان انتقال حرارت از سطح خارجی را حساب کنیم. چون  $K$  ثابت نیست، رابطه به صورت زیر خواهد بود:

$$q = -\frac{\partial}{\partial r} (KT)A = -\frac{\partial}{\partial r} (4T^2) \cdot A = -\lambda T \frac{\partial T}{\partial r} \cdot 2\pi r l = -\lambda T \frac{c_1}{r} \times 2\pi r l \frac{1}{\pi} \Rightarrow q = -16c_1 = -16 \times \left(-\frac{2}{\ln 2}\right) = \frac{32}{\ln 2}$$

۱۵- گزینه «۲» در این مسئله باید از اعداد بی بعد استفاده کنیم. دقت شود که جسم و سیال در دو حالت مشابه است.

$$h = \frac{kNu}{L} \quad ; \quad \frac{h_2}{h_1} = \frac{Nu_2}{Nu_1} \cdot \frac{L_1}{L_2} = \frac{Nu_2}{Nu_1} \cdot \frac{L}{2L} = \frac{1}{2} \frac{Nu_2}{Nu_1}$$

$$Nu = 0.332 Re^{1/2} Pr^{1/3}$$

عدد ناسلت برای صفحه تخت از رابطه مقابل به دست می‌آید:

چون جنس سیال تغییر نمی‌کند، پس عدد  $Pr$  ثابت است و داریم:

$$\frac{Nu_2}{Nu_1} = \left(\frac{Re_2}{Re_1}\right)^{1/2} = \left(\frac{V_2 L_2}{V_1 L_1}\right)^{1/2} = \left(\frac{2 \times 2L}{V \times L}\right)^{1/2} = 1 \xrightarrow{(I)} \frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2}$$

۱۶- گزینه «۱»

$$J_A = -D_{ABC} \frac{\partial x_A}{\partial z}$$

در قانون اول فیک، شار مولی برابر است با:

$$j_A = -\rho D_{AB} \frac{\partial \omega_A}{\partial z}$$

و شار جرمی به صورت مقابل است:

با توجه به دو رابطه بالا، مشاهده می‌شود که ضریب نفوذ در هر دو حالت جرمی و مولی یکسان است.

۱۷- گزینه «۴» ذکر شده است که ضریب انتقال جرم گاز با ضریب انتقال فیلم گاز تقریباً برابر است. در حالت انتقال جرم از فیلم گاز، ضریب انتقال جرم گاز با ضخامت فیلم گاز رابطه عکس دارد، بنابراین سرعت انتقال جرم با کاهش ضخامت فیلم گازی افزایش می‌یابد.

۱۸- گزینه «۲» در حالت پایای سیستم ( $\frac{\partial C_A}{\partial t} = 0$ )، معادله پیوستگی در حالت کلی برابر است با:

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} + V_y \frac{\partial C_A}{\partial y} + V_z \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} \right)$$

که جملات در سمت چپ معادله، بیانگر انتقال جرم جابه‌جایی و سرعت در جهات مختلف است. با توجه به این که تنها در جهت X جابه‌جایی داریم، بنابراین فقط جمله  $V_x \frac{\partial C_A}{\partial x}$  باقی می‌ماند. در مورد سمت راست معادله، هرکدام از جملات، معرف انتقال جرم نفوذی است. از آنجایی که نفوذ جرم در

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} \right)$$

دو جهت X و Y صورت می‌گیرد، خواهیم داشت:

$$\frac{D_{AB,2}}{D_{AB,1}} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{3}{2}} \left( \frac{P_1}{P_2} \right) \left( \frac{\Omega_{D,1}}{\Omega_{D,2}} \right)$$

۱۹- گزینه «۲» رابطه بین ضریب نفوذ با دما، فشار و تابع برخورد مولکول‌های گاز به صورت مقابل است:

$$\frac{D_{AB,2}}{D_{AB,1}} = \left( \frac{66 + 273}{18 + 273} \right)^{\frac{3}{2}} \left( \frac{1/05}{1} \right) = 1/32$$

با جایگذاری مقادیر صورت سؤال و با فرض آنکه فشار تغییر نمی‌کند ( $P_1 = P_2$ ) داریم:

بنابراین با افزایش دما مقدار ضریب نفوذ دی‌اکسیدکربن در هوا به میزان ۱/۳۲ زیاد می‌شود.

۲۰- گزینه «۱» در محل فصل مشترک، تعادلی میان دو فاز گاز و جامد ایجاد می‌شود که برای حل معادلات لایه مرزی لازم است محل فصل مشترک مشخص شود که امکان استفاده از معادله تعادلی را بدانیم.

۲۱- گزینه «۳» عموماً در حضور نانوذرات، دمای انتقال شیشه‌ای پلیمرها کاهش می‌یابد ولی این یک اصل کلی نبوده و در برخی مواقع عکس این رفتار مشاهده می‌شود. زمانی که المان دینامیکی هماهنگ با زنجیره‌های پلیمر از گالری نانوذرات خاک رس کوچکتر باشد و همچنین با ایجاد اتصالات هیدروژنی درون زنجیری (نه بین‌زنجیری) شاهد افزایش دمای انتقال شیشه‌ای پلیمر خواهیم بود.

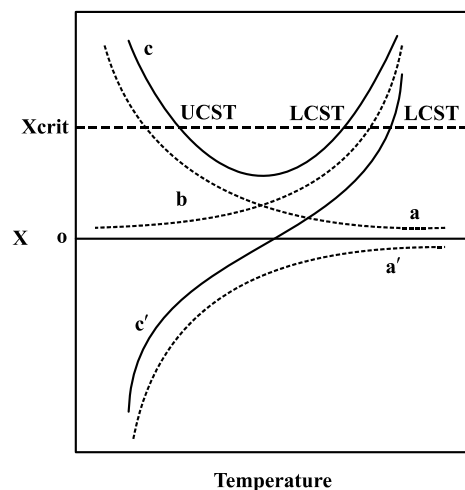
۲۲- گزینه «۴» فشار لاپلاس با فشار هیدرواستاتیک متفاوت بوده و نشان‌دهنده تنفر سطح پلیمر از محیط پیرامون است. اگر پلیمر با محیط پیرامون کشش بین‌سطحی مناسب ایجاد نکند، موجب می‌شود تا سطح تماس کاهش یابد و این کاهش سطح باعث کاهش زبری سطح می‌شود. بنابراین عواملی که فشار لاپلاس یک قطعه پلیمری واقع در یک محیط به آن‌ها بستگی دارد عبارت‌اند از: سطح تماس پلیمر و محیط و همچنین واکنش بین سطحی. کاهش فشار لاپلاس باعث افت محسوس نرخ آسودگی زبری سطح قطعه می‌شود.

۲۳- گزینه «۱» اگر یک پلیمر نیمه‌بلورین یا یک پلیمر آمورف تشکیل آلیاژ دهد، مقدار بلورینگی حاصله کمتر از مقدار بلورینگی پلیمر نیمه‌بلورین در حالت خالص است. این رفتار می‌تواند به این دلیل باشد که مساحت فصل مشترک یا زیرآیند هسته‌گذاری پلیمر نیمه‌بلورین کاهش یافته و در نتیجه دسترسی زنجیرها برای تشکیل بلور کم می‌شود.

ابعاد فازهای در حال تحول در آلیاژها نیز به دو مشخصه عمق ورود به منطقه دوفازی و مدت زمان اقامت در آن منطقه بستگی دارد. این نکته قابل بیان است که سطح انرژی اجزا تأثیری بر روی ابعاد فازهای در حال تحول ندارد.

۲۴- گزینه «۲» برای تعیین مدول پلاتو پلیمر ( $G_e$ ) از رابطه  $G_e = \frac{\rho RT}{M_e}$  استفاده می‌شود. با جایگذاری مقادیر صورت سؤال در این رابطه داریم:

$$G_e = \frac{0.97 \times 1.31 \times 297}{12000} = 0.2 \text{ MPa}$$



۲۵- گزینه «۱» نمودار تغییرات  $\chi$  برحسب دما به صورت زیر است.

در شکل مقابل منحنی a تغییرات ترم‌های برهم‌کنش آنتالپی که در برهم‌کنش‌های ون‌دروالس غالب است بیان می‌کند.  $a'$  سیستم‌های غالب در برهم‌کنش‌های کششی را نشان می‌دهد. b مربوط به حجم آزاد است و منحنی c مجموع a و b و منحنی c' مجموع  $a'$  و b است. بر اساس این شکل و با توجه به منحنی c' مشاهده می‌شود که تغییر در درجه حرارت باعث تغییر در علامت  $\chi$  در پنجره سازگاری می‌شود.