سؤالات 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 حالِ زندگی در جهانی به‌هم پیوسته و درهم‌تنیده 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 ــ 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 به‌خوبی 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 ــ زمان، شاید هندسه جهان به کمک ما بیاید. اگر فضا ــ زمان، موجودی پیوسته باشد که امروزه می‌دانیم این‌گونه است و اگر بتوانیم به گونه‌ای بر هندسه فضا ــ زمان تأثیر بگذاریم، شاید بتوانیم منحنی‌هایی در فضا ــ زمان پیدا کنیم که ما را به گذشته یا آینده ببرد. به عنوان مثال، می‌دانیم که جرم بر شکل فضا ــ زمان تأثیر می‌گذارد و درواقع، این یکی از پیش‌بینی‌های نسبیت اینشتین بود که نخستین‌بار در حینِ 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 ــ زمان می‌شد. برای اینکه این موضوع را درک کنید، یک لحظه تصور کنید فضا ــ 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، درجایی‌که 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، آن‌وقت 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 انحنای کوچکی در فضا ــ 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، بینِ دو ناحیه فضا ــ زمان پل بزند. چنین اجرامی در عالم وجود دارند.

۱ــ مقصود اصلی متن، کدام است؟

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

۲ــ کدام مورد، به‌درستی، 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.

۳ـ طبق متن، کدام مورد درست به حساب می‌آید؟

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

۴ـ طبق پاراگراف ۳، عبارت زیر که در متن، زیرِ 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 بینِ ۲۰ تا ۴۰ متر بوده و ارتفاع میله‌های محور اصلی آن نیز می‌تواند بینِ 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 به‌صورت 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 حالِ 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 به‌صرفه‌تر 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 و می‌توانند سرعت و جهت باد را تشخیص دهند. براساس اطلاعات دریافت‌شده از بادسنج‌ها، جهت و سرعت وزش باد شناسایی شده و موتورهای ویژه‌ای، پروانه‌های توربین را به سمت موافق باد تغییر می‌دهند تا حداکثر انرژی توسط توربین از وزش باد به‌دست آید. [۳] امروزه بیشتر این بادسنج‌ها به شبکه اینترنت متصل بوده و علاوه‌بر رصد شرایط محلی، از وضعیت آب‌وهوا و پیش‌بینی وزش باد مطلع هستند. درصورتی‌که سرعت باد، بسیار بیشتر از حدّ عادی باشد، در داخل توربین‌ها، سیستم ترمز اتوماتیکی قرار دارد که اجازه چرخش با سرعت بیشتر از حدّ استاندارد که می‌تواند سبب آسیب رساندن به توربین شود، را نداده و سرعت چرخش پره‌ها را کم می‌کند. سرعت بالای باد، سبب سریع‌تر چرخیدن پره‌ها شده و به تبع آن، جعبه‌دنده با سرعت بسیار سرسام‌آوری خواهد چرخید که این موضوع سبب آسیب دیدن سیستم توربین می‌شود. انرژی الکتریکی تهیه‌شده توسط ژنراتور، به کمک یک رشته کابل که از داخل محور عمودی توربین عبور می‌کند، به سطح زمین منتقل می‌شود. [۴] انرژی تولیدشده، جهت مصارف مختلف وارد شبکه برق شهری می‌شود.

۵ـ کدام مورد را می‌توان از اطلاعات مندرج در پاراگراف‌های ۱ و ۲ استنباط کرد؟

۱) در توربین‌های افقی و عمودی، مکانیزم تبدیل انرژی، با یکدیگر متفاوت است.
۲) برخی طراحان ممکن است توربین‌هایی طراحی کنند که طول پره‌های آنها در دامنه حدّ متوسط نباشد.
۳) بینِ ارتفاع میله‌های محور اصلی توربین‌های بادی و نوع بادخیز بودن منطقه، همبستگی مستقیم وجود دارد.
۴) عدم نیاز توربین‌های عمودی به تطبیق با جهت وزش باد، باعث مقرون به‌صرفه بودن آنها نسبت به نوع دیگر توربین‌ها می‌شود.

پاسخنامه آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۸

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

پاسخ سؤالات متن (۱)

۱ـ گزینه «۴» نویسنده به‌دنبال بررسی امکان سفر در زمان در چهارچوب نظریات علمی است و این موضوع از جملات انتهایی هر سه پاراگراف و محتوای پارگراف 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 ـ 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 ـ زمان را بررسی می‌کند.

۲ـ 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.

۳ـ گزینه «۱» در جملات ابتدایی پاراگراف اول آشکارا درهم 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 غیرممکن‌بودن 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.

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

پاسخ سؤالات متن (۲)

۵ـ 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 به‌صرفه‌تر بودن توربین‌های افقی صحبت شده است.

۶ـ گزینه «۴» در پاراگراف سوم آمده است که بسته به اطلاعات دریافتی توسط بادسنج‌ها، پروانه‌ها به سمت موافق باد تغییر جهت می‌دهند.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): عملکرد توربین‌ها تغییر نمی‌کند.

بررسی گزینه (۲): قابلیت اتصال به اینترنت یک قابلیت جانبی برای بادسنج است نه حیاتی.

بررسی گزینه (۳): در متن اشاره‌ای به نقش حفظ تعادل برای بادسنج‌ها نشده است.

۷ـ گزینه «۱»

بررسی گزینه (۲): فرآیند تبدیل انرژی در توربین‌ها در متن بیان شده است.

بررسی گزینه (۳): عملکرد بادسنج‌ها در پاراگراف سوم توصیف شده است.

بررسی گزینه (۴): در پاراگراف دوم درباره‌ی شباهت‌ها و اختلافات توربین‌های بادی افقی و عمودی صحبت شده است.

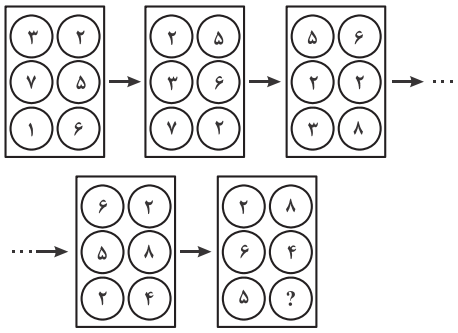
بخش دوم: حل مسئله

■ **راهنمایی:** این بخش از آزمون استعداد، از انواع مختلف سؤال‌های کمّی، شامل مقایسه‌های کمّی، استعداد عددی و ریاضیاتی، حل مسئله و ... تشکیل شده است.

• توجه داشته باشید به‌خاطر متفاوت بودن نوع سؤال‌های این بخش از آزمون، هر سؤال را براساس دستورالعمل ویژه‌ای که در ابتدای هر دسته سؤال آمده است، پاسخ دهید.

راهنمایی: هرکدام از سؤال‌های ۹ تا ۱۳ را به‌دقت بخوانید و جواب هر سؤال را در پاسخنامه علامت بزنید.

۹ـ در پنج شکل متوالی و پشت‌سرهم زیر، ارتباط خاص و یکسانی بینِ اعداد برقرار است. به‌جای علامت سؤال، کدام عدد زیر باید قرار بگیرد؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

۱۰ـ سعید مسافتی را که با برداشتن ۱۶ قدم به‌صورت دویدن طی می‌کند، همان مسافت را به‌صورت پیاده‌روی، با ۲۶ قدم می‌پیماید. اگر او مسیر خانه به پارک محله‌شان را به‌صورت دویدن طی کند، ۴۰ قدم برمی‌دارد. حال اگر سعید می‌خواست قسمتی از همین مسیر را به‌جای دویدن، پیاده طی کند، تعداد قدم‌هایش در مجموع، ۱/۵ برابر می‌شد. در این حالت، وی چند درصد از این مسیر را باید می‌دوید؟

۱) ۱۳/۳ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۱۱ـ مقوایی مستطیل‌شکل که مربع نیست، در اختیار داریم. مطابق شکل زیر، با دو برش از روی نقطه‌چین‌ها، دو مستطیل یکسان جدا می‌کنیم، به‌طوری‌که از کنارِ هم قرار گرفتن سه قطعه A، B و C، یک مربع حاصل شود. مساحت مستطیل A، چند برابر مساحت مستطیل B است؟

۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۲ـ تعدادی دانش‌آموز، روی محیط دایره‌ای بزرگ، وسط حیاط مدرسه‌شان ایستاده و دست‌های یکدیگر را گرفته‌اند. با خروج ۲ نفر غیرمجاور از آنها، دانش‌آموزان به دو دسته به نسبت ۲ به ۵ تقسیم می‌شوند. سپس، اگر یک دانش‌آموزِ دیگر از دسته بزرگ‌تر خارج شود، همین دسته نیز، به دو دسته به نسبت ۳ به ۵ تقسیم می‌شود. حداقل تعداد دانش‌آموزان در ابتدا، کدام می‌تواند باشد؟

۱) ۲۳ ۲) ۳۷ ۳) ۵۱ ۴) ۹۳

۱۳ـ هرکدام از حروف A، B، C، D، E و F، به‌طور متمایز، معادل یکی از اعداد ۱ تا ۶ (نه لزوماً به‌ترتیب) است، به‌طوری‌که روابط زیر برقرار باشند. میانگین A و E کدام است؟

$$A+B=7$$
$$B\times D=A+F$$
$$C-F=E+F$$

۱) ۳/۵
۲) ۴
۳) ۴/۵
۴) ۵

راهنمایی: هرکدام از سؤال‌های ۱۴ و ۱۵، شامل دو مقدار یا کمیت هستند، یکی در ستون «الف» و دیگری در ستون «ب». مقادیر دو ستون را با یکدیگر مقایسه کنید و با توجه به دستورالعمل، پاسخ صحیح را به شرح زیر تعیین کنید:

- اگر مقدار ستون «الف» بزرگ‌تر است، در پاسخنامه گزینه ۱ را علامت بزنید.
- اگر مقدار ستون «ب» بزرگ‌تر است، در پاسخنامه گزینه ۲ را علامت بزنید.
- اگر مقادیر دو ستون «الف» و «ب» با هم برابر هستند، در پاسخنامه گزینه ۳ را علامت بزنید.
- اگر براساس اطلاعات داده‌شده در سؤال، نتوان رابطه‌ای را بینِ مقادیر دو ستون «الف» و «ب» تعیین نمود، در پاسخنامه گزینه ۴ را علامت بزنید.

۱۴ـ سه پروژه برای آسفالت کردن سه جاده A، B و C، همزمان با هم کلید می‌خورند. مجموع طول جاده‌های B و C به اندازه طول جاده A است و کار در هر سه پروژه به‌طور یکنواخت پیش می‌رود.

الف	ب
مدت‌زمانی که باید از شروع پروژه‌ها بگذرد تا مسافت آسفالت‌نشده جاده B، نصف مسافت آسفالت‌نشده جاده A باشد.	چهار برابر مدت‌زمانی که باید از شروع پروژه‌ها بگذرد تا کار آسفالت کردن جاده C تمام شود.

۱۵ـ رضا از هرکدام از اسکناس‌های ۲، ۵ و ۱۰ هزارتومانی، ۳ عدد (مجموعاً ۹ اسکناس) دارد.

الف	ب
حداقل مبلغی که می‌توان از رضا طلب کرد که وی برای پرداخت آن مجبور باشد از هر نوع اسکناس، حداقل یک عدد بدهد.	حداقل مبلغی که رضا می‌تواند توسط ۶ اسکناس که حداقل یکی از آنها ۱۰ هزارتومانی باشد، بپردازد.

بخش سوم: سؤالات تحلیلی

■ **راهنمایی:** در این بخش، توانایی تحلیلی شما مورد سنجش قرار می‌گیرد. سؤال‌ها را به‌دقت بخوانید و پاسخ صحیح را در پاسخنامه علامت بزنید.

راهنمایی: با توجه به اطلاعات زیر، به سؤال‌های ۱۶ تا ۱۹ پاسخ دهید.

چهار مریض به نام‌های A، B، C و D، به‌ترتیب، به‌صورت تلفنی، یکی از نوبت‌های ۱ تا ۴ را برای بعدازظهر یک روز مشخص در یک مطب دندانپزشکی رزرو کرده‌اند. در روز موردنظر، افراد با ترتیبی (که لزوماً ترتیب نوبت رزروشان نیست)، وارد مطب می‌شوند و تا زمانی‌که نوبتشان برسد، در سالن انتظار مطب می‌نشینند. اطلاعات زیر موجود است:

- دومین نوبت رزروشده، مربوط به B نیست.
- کسی که دقیقاً بعد از A وارد مطب شده، نوبتش زودتر از A است.
- آخرین نفری که وارد مطب شده، B را می‌بیند که به تنهایی در مطب نشسته است.
- D، آخرین نفر واردشده به مطب نیست.

۱۶ـ A، بعد از چه کسی می‌تواند وارد مطب شده باشد؟

۱) D ۲) C
۳) B ۴) A، همواره اولین کسی است که وارد مطب شده است.

۱۷ـ اگر سومین نفر واردشده به مطب، آخرین نوبت را داشته باشد، کدام مورد زیر، صحیح است؟

۱) سومین نفر واردشده به مطب، D بوده است. ۲) اولین نفر واردشده به مطب، دومین نوبت را داشته است.
۳) دومین نفر واردشده به مطب، سومین نوبت را داشته است. ۴) چهارمین نفر واردشده به مطب، چهارمین نوبت را داشته است.

۱۸ـ اگر اولین نفر واردشده، آخرین نوبت را داشته باشد، دومین نفر واردشده به مطب، چه کسی است؟

۱) D ۲) C ۳) B ۴) A

۱۹ـ کدام فرد، به‌طور قطع، مشخص است که چندمین نفرِ واردشده به مطب است؟

۱) C ۲) A ۳) B ۴) D

۱۰ـ گزینه «۳» مسلماً زمانی که سعید پیاده‌روی می‌کند نسبت به زمانی که می‌دود، طول قدم‌های او کوتاه‌تر و تعداد قدم‌ها بیشتر می‌شود. با توجه به اطلاعات داده‌شده در سؤال داریم:

$$\begin{matrix} x & ۱۶ \text{ دویدن} \\ ؟ & ۲۶ \text{ پیاده‌روی} \end{matrix} \Rightarrow ؟ = \frac{۲۶}{۱۶}x$$

اگر قسمتی از مسیر را که به جای دویدن، پیاده طی می‌کند x بنامیم، خواهیم داشت:

$$\text{۴۰ قدم دویدن حالت اول} \begin{cases} ۴۰-x & \text{قدم دویدن} \\ x & \text{قدم پیاده‌روی به جای دویدن} = \frac{۲۶}{۱۶}x \text{ قدم پیاده‌روی} \end{cases}$$

در نهایت تعداد قدم‌های طی‌شده که ۱/۵ برابر حالت قبل می‌شود برابر است با:

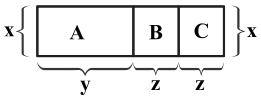
$$(۴۰-x)+\frac{۲۶}{۱۶}x = ۱/۵\times ۴۰ \Rightarrow x = ۳۲$$

در نتیجه این مسیر را $۴۰-x = ۸$ قدم دویدن و $\frac{۲۶}{۱۶}x = ۵۲$ قدم پیاده‌روی طی می‌کند $(۸+۵۲=۶۰)$.

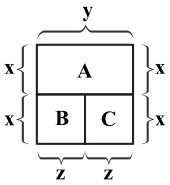
بنابراین مقدار درصد دویدن در حالت دوم برابر است با:

$$\frac{۸}{۴۰}\times ۱۰۰ = \%۲۰$$

۱۱ـ گزینه «۲» با توجه به اطلاعات داده‌شده، مساحت B و C برابر است. در نتیجه با توجه به شکل می‌توان گفت:

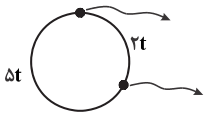


اکنون A و B و C یک مربع تشکیل می‌دهند که می‌توانند به شکل زیر قرار گیرند:



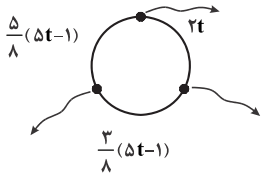
$$y = ۲z \quad \Rightarrow \frac{S_A}{S_B} = \frac{xy}{xz} = \frac{y}{z} = ۲$$

۱۲ـ گزینه «۲» اگر دو دانش‌آموز غیرمجاور از صف خارج شوند، نسبت دانش‌آموزان باقی‌مانده ۲ به ۵ می‌شود. پس می‌توان گفت:



دایره به دو قسمت که یک طرف تعداد افراد ۲t است و در طرف دیگر ۵t تقسیم می‌شود.

و اگر از دسته بزرگ‌تر یک نفر خارج شود، نسبت دانش‌آموزان باقی‌مانده این دسته ۳ به ۵ می‌شود.



از ۵t ابتدا یک نفر خارج می‌شود پس $۵t-۱$ نفر باقی می‌ماند و سپس $(۵t-۱)$ به نسبت ۳ و ۵ تقسیم می‌شوند.

بر این اساس می‌توان گفت:

$$\text{تعداد کل دانش‌آموزان} = ۲t+۵t+۲ = ۷t+۲$$

همچنین $۵t-۱$ باید مضرب ۸ باشد

$$۸ \mid ۵t-۱ = ۸,۱۶,۲۴,۳۲,\ldots$$

برای به‌دست آوردن تعداد حداقل دانش‌آموزان باید از رابطه دوم، حداقل مقدار t را به‌دست آورد.

بر این اساس حداقل t به‌ازای ۲۴ به‌دست می‌آید.

$$۸ \mid ۵t-۱ = ۲۴ \Rightarrow t = ۵$$

در نتیجه داریم:

$$\text{تعداد کل دانش‌آموزان} = ۷t+۲ \xrightarrow{t=۵} ۳۷$$

۱۳ـ گزینه «۳» با توجه به اطلاعات داده‌شده می‌توان گفت:

$$A+B = ۷ \Rightarrow \{A,B\} = \{۱,۶\} \text{ یا } \{۲,۵\} \text{ یا } \{۳,۴\}$$

$$C-F = E+F \Rightarrow C = E+۲F \xrightarrow{\text{C از ۶ نمی‌تواند بیشتر باشد}} F = ۱ \text{ یا } ۲$$

اکنون به‌ازای $F = ۱$ داریم:

$$F = ۱ \Rightarrow C = E+۲ \Rightarrow \begin{array}{ccc|cc} F & E & C & A,B & D \\ \hline ۱ & ۲ & ۴ & \text{غ ق ق} & - \\ ۱ & ۳ & ۵ & \text{غ ق ق} & - \\ ۱ & ۴ & ۶ & \{۲,۵\} & ۳ \end{array} \xrightarrow{\text{از رابطه دوم}} B = ۲, A = ۵$$

در نتیجه داریم:

$$\frac{A+E}{۲} = \frac{۵+۴}{۲} = ۴/۵$$

۱۴ـ گزینه «۴» طول جاده‌ها را با L و مدت زمان انجام پروژه‌ها را با t نمایش می‌دهیم، در نتیجه داریم:

$$L_A = L_B + L_C$$
$$t_A = t_B + t_C$$

چون پروژه‌ها یکنواخت انجام می‌شود، داریم:

الف) اگر این مدت زمان را برابر t در نظر بگیریم:

$$t_B \quad L_B$$
$$t \quad ? \Rightarrow ? = L_B \frac{t}{t_B} \Rightarrow \text{طول جاده آسفالت‌نشده } B = L_B(1-\frac{t}{t_B})$$
$$\text{به‌طور مشابه} \Rightarrow \text{طول جاده آسفالت‌نشده } A = L_A(1-\frac{t}{t_A})$$
$$L_B(1-\frac{t}{t_B}) = \frac{1}{2}L_A(1-\frac{t}{t_A})$$
$$t = \left|\frac{(L_A-2L_B)\,t_B t_A}{2L_B t_A - t_B L_A}\right| \xrightarrow{\text{تقسیم صورت و مخرج بر } t_B} t = \frac{|(L_A-2L_B)|}{|2L_B\frac{t_A}{t_B}-L_A|}\times t_A \Rightarrow t = \frac{|(2L_B-L_A)|}{|2L_B\frac{t_A}{t_B}-L_A|}\times t_A$$
$$\xrightarrow[\frac{t_A}{t_B}>1]{t_A>t_B} t = k\times t_A \qquad k<1 \Rightarrow t<t_A$$
$$(\frac{t_A}{t_B}>1 \rightarrow |2L_B\frac{t_A}{t_B}-L_A| > |2L_B - L_A| \Rightarrow k<1)$$

ب) این مدت زمان برابر $4t_C$ است.

مقدار الف کمتر از t_A است و مقدار ب هم مشخص نیست که از t_A، کمتر و یا بیشتر و یا حتی مساوی است. مبنایی برای مقایسه الف و ب نداریم.

۱۵ـ گزینه «۱»

الف) با اسکناس‌های داده‌شده می‌توان مبلغی از ۶ تا حداکثر ۵۱ تومان را پر کرد. از مبالغ ۶ تا ۲۱ را می‌توان بدون استفاده از اسکناس ۱۰ تومانی پر کرد. به استثنای ۸ و ۱۳ و ۱۸ که با اسکناس‌های ذکرشده نمی‌توان پر کرد.

		مبلغ
غ ق ق	۲ تا ۱۰، یکی ۲ ×	۲۲ →
	با این اسکناس‌ها نمی‌توان پر کرد.	۲۳ →
غ ق ق	۲ تا ۱۰ تومانی، ۲ تا ۲ تومانی	۲۴ →
غ ق ق	یکی ۱۰ تومانی، ۳ تا ۵ تومانی ۲ تا ۱۰ تومانی، یکی ۵ تومانی	۲۵ →
غ ق ق	۲ تا ۱۰ تومانی، ۳ تا ۲ تومانی یکی ۱۰ تومانی، ۲ تا ۵ تومانی، ۳ تا ۲ تومانی	۲۶ →
ق ق	۲ تا ۱۰ تومانی، یکی ۵ و یکی ۲ تومانی یکی ۱۰ تومانی، ۳ تا ۵ تومانی، یکی ۲ تومانی	۲۷ →

حداقل مبلغ = ۲۷ تومان

ب) برای حداقل کردن مبلغ، سعی می‌کنیم تا آنجا که ممکن است تعداد اسکناس‌های ۱۰ تومانی را با همان یک عدد نگه داریم، ۵ اسکناس باقی‌مانده را باید به اسکناس‌های ۲ تومانی و ۵ تومانی اختصاص دهیم، در ۳ اسکناس اول منطقی است با اسکناس ۲ تومانی پر شود. برای اسکناس چهارم ۵ تومانی را در نظر می‌گیریم، برای اسکناس پنجم هم منطقی است که اسکناس ۵ تومانی را در نظر بگیریم تا ۱۰ تومانی را!

۱۰ ۵ ۲
۵ ۲
۲

۶ + ۱۰ + ۱۰ = ۲۶

همان‌طور که دیدیم مقدار ستون الف بیشتر از ب است. در نتیجه گزینه (۱) درست است.

بخش سوم: سؤالات تحلیلی

– اطلاعات مسئله: چهار مریض به نام‌های A، B، C و D، یکی از نوبت‌های ۱ تا ۴ مطبی را رزرو کرده و از اولین تا چهارمین نفر وارد مطب می‌شوند.

– قیدهای مسئله: ۱) دومین نوبت رزروشده مربوط به B نیست.

۲) کسی‌که بعد از A وارد مطب شده نوبتش زودتر از A است ← A آخرین نفر نیست.

۳) آخرین فردی که وارد مطب شده B را می‌بیند که به تنهایی نشسته ← B آخرین نفر نیست.

۴) D آخرین نفر واردشده به مطب نیست.

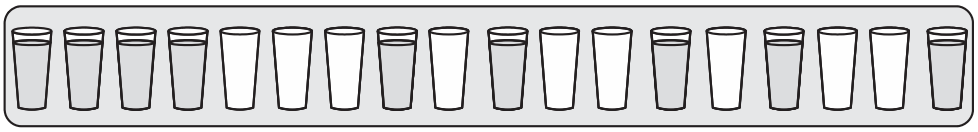
نتیجه‌گیری: آخرین نفر واردشده به مطب C است و جایگاه او به‌طور قطع مشخص است.

بخش چهارم: تجسمی

■ **راهنمایی:** این بخش از آزمون استعداد، سؤال‌هایی از نوع تجسمی را شامل می‌شود. هریک از سؤال‌های ۲۴ تا ۳۰ را به‌دقت بررسی نموده و جواب صحیح را در پاسخنامه علامت بزنید.

راهنمایی: در سؤال ۲۴، ۱۸ عدد لیوان که برخی خالی (لیوان‌های سفید) و برخی پر (لیوان‌های تیره) هستند، مطابق شکل زیر، داده شده است. اگر خالی کردن تمام محتویات یک لیوان پر در هرکدام از لیوان‌های خالی، یک حرکت محسوب شود، با حداقل چند حرکت می‌توان کاری کرد که لیوان‌ها، یک‌درمیان، خالی و پر باشند؟

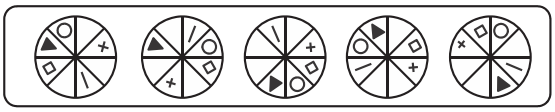
۲۴ـ

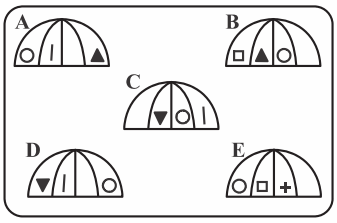


۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۴

در سؤال ۲۵، شکل بالایی، نمای از بالای ۵ چترِ باز و شکل پایینی، نمای از کنارِ ۵ چترِ باز را نشان می‌دهد. در شکل پایین، تنها سه چتر می‌توانند نمای از کنارِ یکی از چترهای بالا باشند. این سه شکل، کدام‌اند؟

۲۵ـ

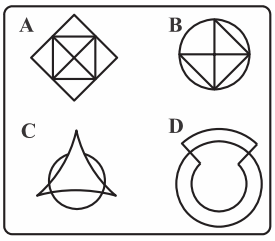




۱) A، C و E ۲) A، B و E ۳) A، C و D ۴) B، D و E

راهنمایی: در سؤال ۲۶، ۴ الگو نمایش داده شده است. کدام‌یک از این ۴ الگو را نمی‌توان بدون برداشته شدن خودکار از روی کاغذ رسم کرد، طوری‌که از روی هر قسمت (مگر نقاط)، فقط یک بار عبور کند؟

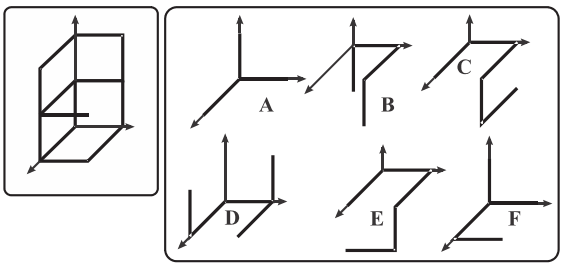
۲۶ـ



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

راهنمایی: در سؤال ۲۷، در سمت چپ، یک الگوی سه‌بُعدی و در سمت راست، ۶ سازه که با میله‌های مشابه ساخته شده‌اند را مشاهده می‌کنید. شکل سه‌بُعدی سمت چپ، از کنار هم قرار گرفتن کدام‌یک از سازه‌های سمت راست، قابل ساخت است؟

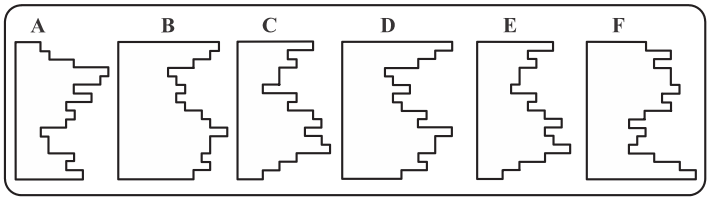
۲۷ـ



۱) D و C، A
۲) F و E، B
۳) F و B، A
۴) E و D، B

راهنمایی: در سؤال ۲۸، از کنار هم قرار گرفتن کدام دو قطعه زیر، یک مربع کامل تشکیل می‌شود؟

۲۸ـ



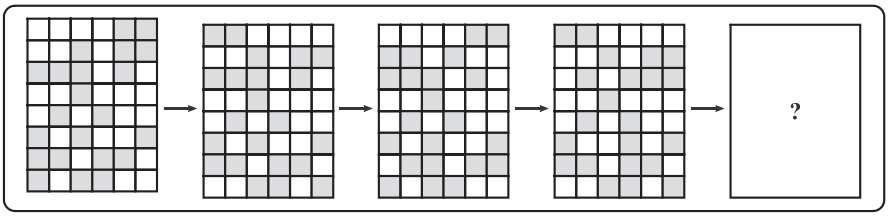
۱) E و B
۲) F و C
۳) F و A
۴) D و C

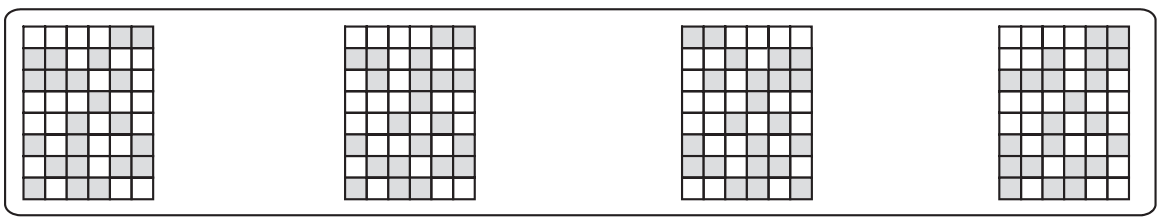
۲۹ـ در یک مکعب‌مستطیل به ابعاد ۶ در ۵ در ۴ سانتی‌متر، حداکثر چند مکعب‌مربع ۱ در ۱ در ۱ سانتی‌متر جا می‌شود، به‌شرطی که مکعب‌های کوچک، هیچ تماسی با هم نداشته باشند، مگر از رئوس؟

۱) ۲۰
۲) ۲۴
۳) ۳۰
۴) ۳۶

راهنمایی: در سؤال ۳۰، در ردیف بالا، از چپ به راست، الگوها با روندی خاص تغییر می‌کنند. کدام الگو (موارد ۱ تا ۴)، به‌جای علامت سؤال قرار گیرد تا این روند، همچنان ادامه یابد؟

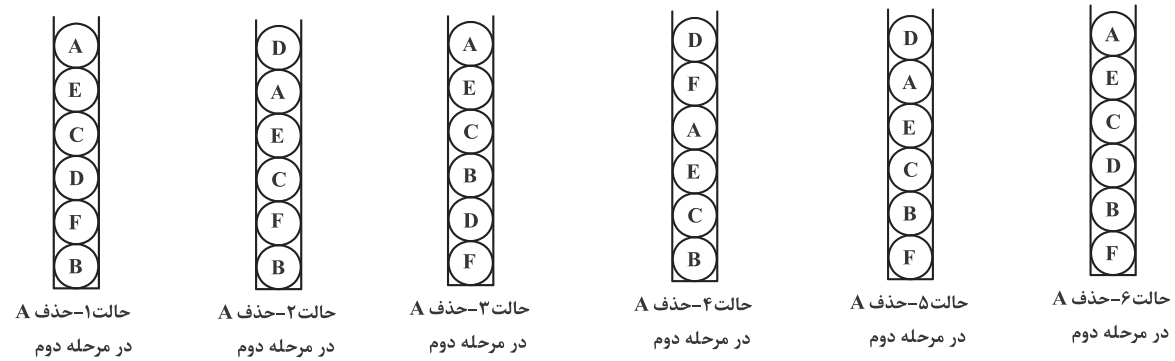
۳۰ـ





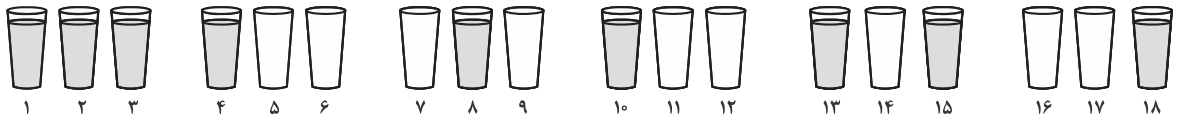
(۱) (۲) (۳) (۴)

توضیح حالت ۶: در این حالت نسبت به حالت ۳ و ۱ بین C و F و B جابه‌جایی صورت داده‌ایم که C در مرحله ۱ تکان نمی‌خورد و B در هر دو مرحله بدون تکان باقی می‌ماند و در آخر D و F جزو سه توپ آخر باقی می‌مانند.



بخش چهارم: تجسمی

۲۴ـ گزینه «۴» اگر لیوان‌ها را از چپ به راست با اعداد ۱ تا ۱۸ شماره‌گذاری کنیم داریم:



قرار است با انتقال آب بین لیوان‌ها، لیوان‌های پر و خالی یکی در میان کنار هم قرار گیرند. بنابراین یا لیوان‌های زوج پر هستند و لیوان‌های فرد خالی یا لیوان‌های زوج خالی‌اند و لیوان‌های فرد پر.

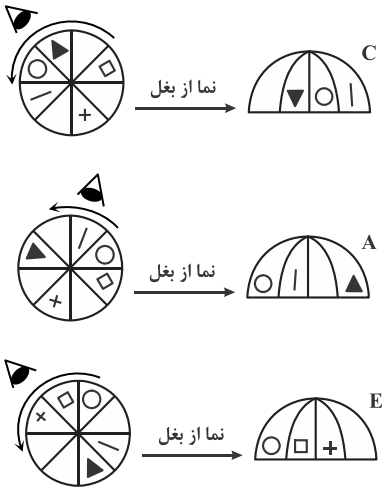
۲,۴,۸,۱۰,۱۸: لیوان‌های با شماره زوج و پر

۱,۳,۱۳,۱۵: لیوان‌های با شماره فرد و پر

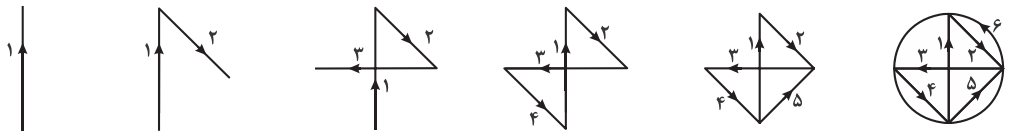
تعداد لیوان‌های پر و زوج از لیوان‌های فرد و پر بیشتر است، بنابراین به صرفه‌تر است لیوان‌های زوج پر و لیوان‌های فرد خالی باشند، پس با خالی کردن محتویات لیوان‌های ۱ و ۳ و ۱۳ و ۱۵ در لیوان‌های زوج و خالی ۶ و ۱۲ و ۱۴ و ۱۶ و جمعاً ۴ حرکت لیوان‌های زوج و فرد یکی در میان قرار می‌گیرند.

در صورتی که می‌خواستیم لیوان‌های زوج خالی و فرد پر باشند، نیاز بود محتویات لیوان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۰ و ۱۸ را در لیوان‌های ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۷ بریزیم که ۵ حرکت می‌شد.

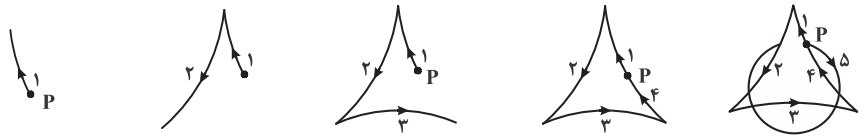
۲۵ـ گزینه «۱» با کمی دقت به سؤال می‌توان دریافت که درواقع اگر نمای از کنار (که در شکل مقابل نمونه‌هایی از آن آمده) را از چپ به راست ببینیم، معادل آن است که نمای از بالا را به صورت پادساعتگرد ببینیم. با توجه به این موضوع اشکال A، C و E قابل مشاهده هستند و پاسخ گزینه (۱) می‌باشد.



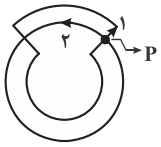
۲۶ـ گزینه «۱» شکل B را ۶ مرحله می‌توان کشید.



شکل C را با شروع از نقطه P می‌توان در ۵ مرحله کشید.



شکل D را می‌توان در ۲ مرحله کشید (با شروع از نقطه P) (مرحله ۱ شروع از شکل رویی و مرحله ۲ کشیدن دایره).



روش دیگر: در هر شکل هندسی محل تقاطع خطوط را گره می‌نامیم و تعداد خطوط متصل به هر گره را درجه. به عنوان مثال در شکل با گره‌ای با درجه ۵ روبرو هستیم. اگر درجه هر گره زوج باشد به ازای هر بار ورود می‌توانیم خروج هم داشته باشیم. پس در گره‌های با درجه زوج نیازی به برداشتن قلم از روی کاغذ نیست. می‌توان نشان داد که به ازای هر دو گره با درجه فرد باید یکبار قلم از کاغذ جدا شود. آخرین نقطه‌ای که قلم از کاغذ جدا می‌شود (پس از اتمام رسم شکل) نیز در محاسبات لحاظ نمی‌شود.

$$\text{تعداد کمترین دفعاتی که کاغذ باید از قلم جدا شود} = \left[\frac{\text{۱− تعداد گوی های درجه فرد}}{۲}\right]$$

$$\text{شکل A : تعداد رئوس درجه فرد} = ۴ \Rightarrow \left[\frac{۴-۱}{۲}\right] = ۱$$

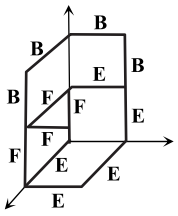
$$\text{شکل B : تعداد رئوس درجه فرد} = ۲ \Rightarrow \left[\frac{۲-۱}{۲}\right] = ۰$$

$$\text{شکل C : تعداد رئوس درجه فرد} = ۰$$

$$\text{شکل D : تعداد رئوس درجه فرد} = ۰$$

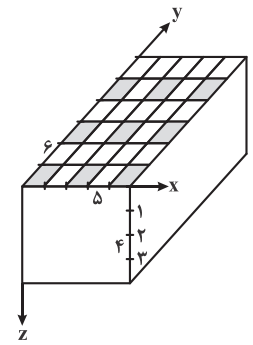
پس جواب گزینه (۱) است.

این تست مشابه تست۳۲ سراسری ۹۵ رشته MBA است.

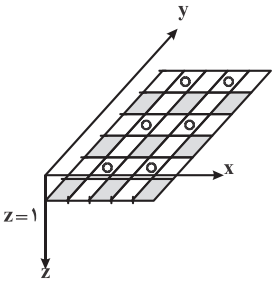


۲۷ـ گزینه «۲» شکل نهایی از ۱۳ میله ساخته شده است که با توجه به این مطلب گزینه (۳) با داشتن ۱۱ میله و گزینه (۴) با داشتن ۱۴ میله حذف می‌شود. تنها گزینه (۱) و (۲) دارای ۱۳ میله هستند. در گزینه(۱)، A و D بخشی از شکل را می‌سازند؛ اما C با شکل مطلوب مطابقت ندارد و حالت خواسته شده را نمی‌سازد. این شکل را با B، E و F می‌توان به صورت مقابل ساخت: (توجه شود که طول میله‌ها طبق گفته‌ی صورت سؤال برابر است).

۲۸ـ گزینه «۴» اگر شکل D را ۹۰° در جهت پادساعتگرد بچرخانیم برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های شکل D و C درهم قرار می‌گیرند. اگر فرض کنیم تنها با چرخش قطعات باید یک مربع ساخته شود، پس در واقع کم یا زیاد شدن طول یک قطعه از بالا باید کاملاً در تناسب با زیاد یا کم شدن طول قطعه‌ی دیگر از پایین باشد تا یک مربع ساخته شود. بنابراین گزینه (۴) صحیح می‌باشد.



۲۹ـ گزینه «۳» وجه بالایی مکعب مستطیل را به مربع‌های ۱×۱ تقسیم کردیم. مکعب مربع‌هایی را در نظر بگیرید که وجه بالایی آن‌ها روی وجه بالایی مکعب مستطیل قرار دارد و وجه پایینی آن‌ها در $z=1$. این مکعب‌ها نباید با هم تماس داشته باشند، بنابراین برای حداکثر کردن تعداد مکعب‌ها باید وجوه بالایی آن‌ها به صورتی باشد که با هاشور نشان داده شده است. یعنی جمعاً ۹ مکعب.



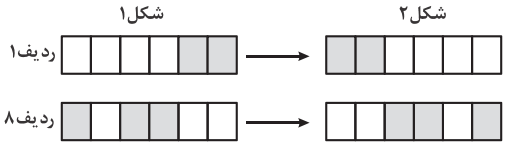
حال مکعب‌هایی را در نظر بگیرید که وجه بالایی آن‌ها روی $z=1$ و وجه پایینی آن‌ها روی $z=2$ قرار دارد و با مکعب‌های بالایی تنها در رئوس مشترک است، بنابراین وجه بالایی آنها در $z=1$ باید به صورت زیر باشد، یعنی جمعاً ۶ مکعب (وجه پایینی مکعب‌های مرحله پیش با هاشور و وجه بالایی مکعب‌های این مرحله با دایره مشخص شده‌اند).

برای مکعب‌هایی که وجه بالایی آن‌ها روی $z=2$ و وجه پایینی آنها روی $z=3$ قرار دارد، وضعیت مشابه مکعب‌هایی است که وجه بالای آنها روی $z=0$ قرار دارد یعنی جمعاً ۹ مکعب و در نهایت برای مکعب‌هایی که وجه بالایی آن‌ها روی $z=3$ و وجه پایینی آن‌ها روی $z=4$ قرار دارد وضعیت مشابه مکعب‌هایی است بین $z=1$ و $z=2$ قرار دارند یعنی تعداد آنها ۶ عدد است.

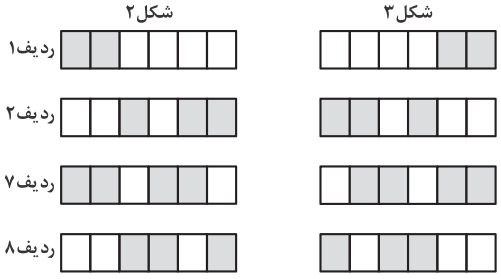
کل مکعب‌ها $=9+6+9+6=30$

۳۰ـ گزینه «۴» شکل‌ها را از چپ به راست با اعداد ۱ و ۲ و ۳ و ۴ نشان می‌دهیم.

در روند تغییر شکل ۱به ۲، همه ردیف‌ها ثابت و فقط ردیف ۱ و ردیف ۸ تصویر آینه‌ای شده است.



در روند تغییر شکل ۲ به شکل ۳، ردیف ۱ و ۲ و ۷ و ۸ تصویر آینه‌ای شده‌اند.



و در روند تغییر شکل ۳ به شکل ۴، ردیف‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۶ و ۷ و ۸ از شکل ۳ آینه‌ای شده‌اند، بنابراین انتظار می‌رود در شکل ۴ تمام ردیف‌ها تصویر آینه‌ای شوند که این تنها در گزینه (۴) آمده است.

بخش سوم: سؤالات تحلیلی

■ **راهنمایی:** در این بخش، توانایی تحلیلی شما مورد سنجش قرار می‌گیرد. سؤال‌ها را به‌دقت بخوانید و پاسخ صحیح را در پاسخنامه علامت بزنید.

راهنمایی: با توجه به اطلاعات زیر، به سؤال‌های ۱۶ تا ۱۹ پاسخ دهید.

در یک مؤسسه آموزش زبان، در طول یک سال خاص، ۶ مرتبه آزمون برگزار می‌شود. آزمون‌ها در زبان‌های انگلیسی، فرانسه، ایتالیایی و آلمانی برگزار می‌شوند. در برخی فصول این سال، یک آزمون و در برخی دیگر، دو آزمون به نحوی برگزار می‌شود که در هر زبان، حداقل یک آزمون برگزار شود. همچنین می‌دانیم اگر آزمون در زبانی در فصلی برگزار شود، دیگر در همان فصل و دقیقاً فصل بعدی، آزمونی در آن زبان برگزار نخواهد شد. اطلاعات زیر در این خصوص موجود است.

- آزمون زبان انگلیسی فقط یک مرتبه برگزار می‌شود.
- در یکی از فصل‌ها، دو آزمون به زبان آلمانی و فرانسوی برگزار می‌شود.
- در تابستان، فقط یک آزمون که یا انگلیسی است یا آلمانی، برگزار می‌شود.
- در بهار، آزمون زبان آلمانی برگزار نمی‌شود.

۱۶ـ اگر در پاییز آن سال، آزمون زبان آلمانی برگزار شود، آزمون زبان انگلیسی، در کدام فصل آن سال برگزار می‌شود؟

۱) تابستان ۲) پاییز ۳) زمستان ۴) بهار

۱۷ـ اگر در فصل بهار، دو آزمون که زبان فرانسه جزو آنها نیست، برگزار شود، در فصل پاییز، آزمون کدام‌یک از زبان‌ها برگزار می‌شود؟

۱) ایتالیایی و انگلیسی ۲) فرانسه و آلمانی ۳) فقط ایتالیایی ۴) فقط انگلیسی

۱۸ـ اگر آزمون زبان ایتالیایی، برای اولین‌بار در فصل پاییز برگزار شود، کدام مورد زیر، لزوماً صحیح است؟

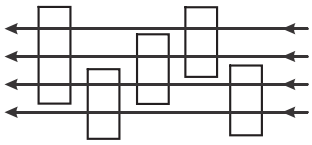
۱) در بهار، فقط یک آزمون برگزار می‌شود.
۲) در پاییز، فقط یک آزمون برگزار می‌شود.
۳) در پاییز، آزمون زبان فرانسه برگزار می‌شود.
۴) در تابستان، آزمون زبان آلمانی برگزار می‌شود.

۱۹ـ اگر اولین آزمون زبان ایتالیایی زودتر از اولین آزمون زبان فرانسه برگزار شود، آزمون کدام زبان‌های زیر، به‌طور قطع در این سال، دو بار برگزار می‌شود؟

۱) نمی‌توان تعیین کرد. ۲) فرانسه و آلمانی ۳) ایتالیایی و فرانسه ۴) ایتالیایی و آلمانی

راهنمایی: با توجه به اطلاعات و شکل زیر، به سؤال‌های ۲۰ تا ۲۳ پاسخ دهید.

در یک کارخانه صنعتی، مواد مطابق شکل زیر، روی چهار تسمه‌نقاله از راست به چپ حرکت کرده و از درون ۵ تونل بخار عبور می‌کنند. تسمه‌نقاله‌ها به اسامی X، Y، Z و T و تونل‌ها به اسامی A، B، C، D و E نامگذاری شده‌اند. اطلاعات زیر درخصوص تسمه‌نقاله‌ها و تونل‌ها موجود است.



- تسمه‌نقاله X، از تونل E رد نمی‌شود.
- از تونل B، دو تسمه‌نقاله که Z جزوشان نیست، رد می‌شود.
- تسمه‌نقاله Y، دقیقاً بعد از تونل A، وارد تونل D می‌شود.
- تسمه نقاله T، از بیش از ۲ تونل رد می‌شود.
- هیچ تسمه نقاله‌ای، هم از تونل A و هم تونل E عبور نمی‌کند.

۲۰ـ اگر تسمه‌نقاله X از ۴ تونل رد شود، از کدام تونل، سه تسمه‌نقاله عبور می‌کند؟

۱) A ۲) C ۳) D ۴) E

۲۱ـ اگر از تونل‌های A و C هیچ تسمه‌نقاله یکسانی عبور نکند، به‌طور قطع، تسمه‌نقاله Y برای اولین‌بار، وارد کدام تونل می‌شود؟

۱) A ۲) B ۳) C ۴) E

۲۲ـ اگر تسمه‌نقاله X برای اولین‌بار وارد تونل B شود، تسمه‌نقاله T در مسیر خود، می‌تواند بلافاصله از کدام تونل زیر، وارد کدام تونل شود؟

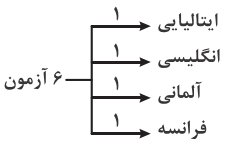
۱) B به C ۲) E به B ۳) C به D ۴) E به D

۲۳ـ اگر تسمه‌نقاله T در مسیرش، بلافاصله بعد از تونل D وارد تونل C شود، کدام مورد صحیح است؟

۱) Y در مسیرش، از تونل D بلافاصله وارد تونل C می‌شود.
۲) X فقط از تونل‌های A و B عبور می‌کند.
۳) T برای اولین‌بار وارد تونل D می‌شود.
۴) Z از تونل‌های E و D عبور می‌کند.

بخش سوم: سؤالات تحلیلی

■ برای پاسخ به سؤالات ۱۶ تا ۱۹ ابتدا اطلاعات داده شده را کمی خلاصه‌تر می‌کنیم. ۴ نوع زبان خارجی داریم که از هرکدام حداقل یک‌بار در سال آزمون برگزار می‌شود و البته می‌دانیم ۶ آزمون در یک سال برگزار می‌شود.



دو آزمون دیگر ممکن است از یکی از زبان‌ها باشد و یا از دو زبان هرکدام یکی باشد. (باتوجه به اطلاع(۱)، انگلیسی قطعاً یک‌بار برگزار می‌شود) و البته می‌دانیم اگر در یک فصل، یک آزمون در زبانی برگزار شود، دیگر در همان فصل و فصل بعدی آزمونی از آن زبان برگزار نمی‌شود.

۱۶ـ گزینه «۱» چون آلمانی در پاییز برگزار شده است، پس نه در زمستان و نه در تابستان آزمون زبان آلمانی نمی‌تواند برگزار شود. خُب حالا با توجه به اطلاع سوم، قطعاً انگلیسی بوده که در تابستان برگزار شده است.

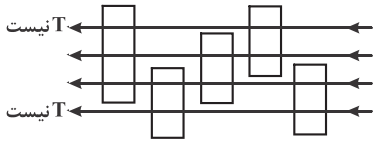
۱۷ـ گزینه «۳» در فصل بهار دو آزمون برگزار شده است که فرانسه جزو آنها نیست. با توجه به اطلاع چهارم می‌توان گفت زبان آلمانی هم در بهار برگزار نمی‌شود و البته با اطلاع دوم، در یک از فصل‌ها غیر از بهار زبان فرانسه و آلمانی با هم برگزار می‌شود.

از طرفی در تابستان هم این دو زبان با هم نمی‌توانند برگزار شده باشند، چون با توجه به اطلاع سوم در تابستان فقط یک زبان برگزار می‌شود (که تا اینجا فهمیدیم زبان انگلیسی است). پس در پاییز یا زمستان این دو زبان با هم برگزار شده‌اند. فرض کنیم این دو زبان در فصل پاییز برگزار شده باشند، پس در آن صورت در تابستان فقط انگلیسی بوده است. از طرفی در فصل بهار چون دو زبان برگزار شده است، پس ایتالیایی با فرانسه یا ایتالیایی با آلمانی باید برگزار شده باشد و گفتیم فرض این است که در پاییز آلمانی و فرانسه برگزار شده! پس نمی‌شود. پس قطعاً آلمانی و فرانسه در فصل زمستان باهم برگزار شده‌اند، در تابستان زبان آلمانی برگزار شده است. و پاییز فقط ایتالیایی برگزار شده است و در بهار هم دو آزمون ایتالیایی و انگلیسی برگزار شده‌اند. (مجموعاً ۶ آزمون)

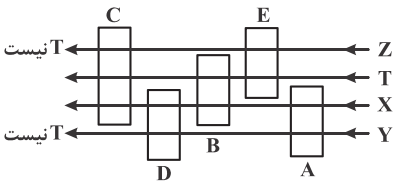
۱۸ـ گزینه «۴» اگر اولین آزمون زبان ایتالیایی نه بهار و نه تابستان برگزار نشده باشد و در پاییز برگزار شده باشد، اجباراً در زمستان هم ایتالیایی برگزار نشده است. از طرفی می‌دانیم در بهار زبان آلمانی برگزار نشده است، پس آن دو باری که فرانسه و آلمانی در یک فصل برگزار شود، قطعاً زمستان است. پس ۳ آزمون تا اینجا برگزار شده است. در پاییز این دو آزمون برگزار نشده بوده (چون دیگر نمی‌توانستند زمستان برگزار شوند!) حالا با توجه به اطلاع سوم اگر فرض کنیم زبان انگلیسی تابستان بوده باشد، ۴ تا آزمون تا حالا برگزار شده است و باید دو آزمون دیگر برگزار شده باشند که اجباراً آلمانی و فرانسه که نمی‌تواند باشد، پس باید ایتالیایی باشد، و چون گفتیم ایتالیایی بهار برگزار نشده است، پس فرض برگزاری زبان انگلیسی در تابستان غلط است و با توجه به اطلاع سوم آلمانی در تابستان برگزار شده است؛ پس گزینه (۴) صحیح است. در واقع آلمانی یک بار در تابستان و یک بار با فرانسه در زمستان برگزار شده است، ایتالیایی هم در پاییز برگزار شده است. حالا دو آزمون باقی می‌ماند که یک بار آن قطعاً باید انگلیسی باشد که با فرانسه در بهار برگزار شده است.

۱۹ـ گزینه «۴» فرض می‌کنیم، ایتالیایی بهار برگزار شده باشد؛ در این صورت با فرض این که تابستان آلمانی و پاییز ایتالیایی و زمستان آلمانی و فرانسه و در نهایت بهار انگلیسی پاسخ گزینه (۴) است. اگر فرض کنیم ایتالیایی برای اولین بار پاییز برگزار شود، در این صورت به اجبار زمستان فرانسه و آلمانی برگزار می‌شود و در بهار نمی‌توان نه ایتالیایی برگزار کرد (چون با فرض ابتدایی تناقض دارد) و آلمانی و فرانسه با هم نمی‌تواند بهار برگزار شده باشد و بنابراین فرض این که اولین آزمون ایتالیایی که قبل از فرانسه برگزار می‌شود، پاییز باشد، غلط است. پس ایتالیایی همان برای اولین بار در بهار برگزار شده است.

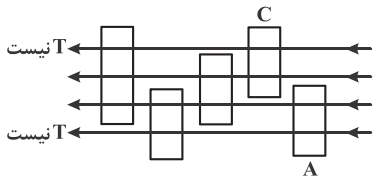
■ با توجه به اطلاعات اولیه می‌دانیم تسمه‌های بالایی و پایینی T نیستند (با توجه به اطلاع چهارم). اطلاعات دیگر را نیز می‌توان کمی روی شکل اعمال کرد ولی بهتر است سراغ سؤالات برویم و با توجه به فرض هر سؤال، این اطلاعات را هم اِعمال کنیم.



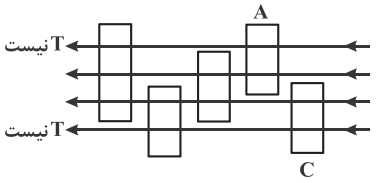
۲۰ـ گزینه «۲» با توجه به این که تسمه نقاله x از چهار تونل رد شده است، پس x تسمه سوم از بالا می‌باشد. با این حساب T تونل دوم از بالا خواهد بود (با توجه به اطلاع چهارم). با توجه به اطلاع اول که تسمه نقاله X از تونل E رد نمی‌شود، پس تونل دوم، تونل E است و با توجه به اطلاع سوم، تسمه نقاله Y باید تسمه چهارم باشد که اول از تونل A و بعد از تونل D رد می‌شود و تسمه نقاله بالایی Z می‌باشد و با توجه به اطلاع دوم، تونل B هم معلوم می‌شود که تونل سوم است و لاجرم تونل آخر، C است که سه تسمه نقاله از آن رد می‌شود.



۲۱ـ گزینه «۱» اگر قرار باشد از تونل‌های A و C هیچ تسمه نقاله‌ای یکسانی عبور نکند، A و C به یکی از شکل‌های زیر باید نامگذاری شوند. اگر فرض کنیم شکل (۱) برقرار باشد، دیگر نمی‌توانیم اطلاع آخر داده شده که هیچ تسمه نقاله‌ای، هم از تونل A و هم از تونل E عبور نمی‌کند، را برقرار کنیم! چون نمی‌توان تسمه نقاله‌ای با این شرایط یافت (چون بالاخره هر کدام از سه تونل دیگر E باشد تسمه نقاله هم از A و هم از E عبور می‌کند!)، پس شکل (۲) احتمالاً برقرار است و تونل اول، C است و چون Y بعد از A باید وارد D شود، پس Y قطعاً اول وارد A شده است.

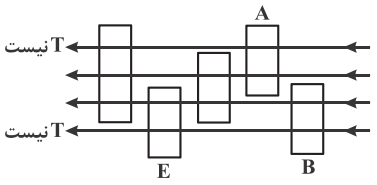


شکل (۱)

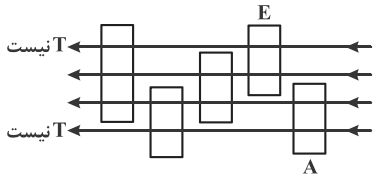


شکل (۲)

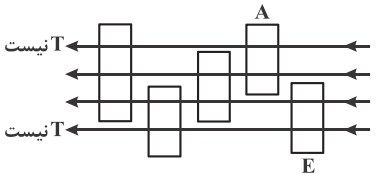
۲۲ـ گزینه «۳» اولاً دقت کنید که با توجه به اطلاع پنجم و سوم A و E به شکل‌های مختلف زیر قابل تصور است:



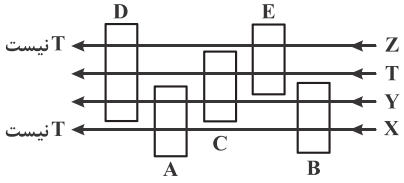
شکل (۱)



شکل (۲)



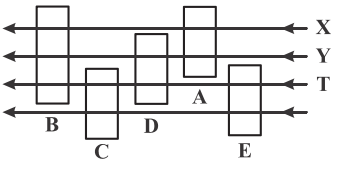
شکل (۳)



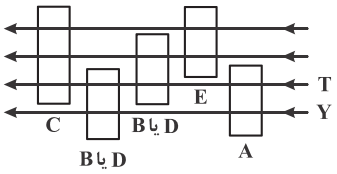
شکل (۴)

شکل (۱) نمی‌تواند برقرار باشد چون با اطلاع اول تناقض دارد (حالا X چه نقاله سوم باشد چه چهارم). شکل (۲) و (۳) هم نمی‌تواند برقرار باشد، چون X و B هر جا باشند، X نمی‌تواند برای اولین بار وارد تونل B شود و بالاخره شکل (۴) می‌تواند با توجه به اطلاعات برقرار باشد و می‌بینیم که تسمه نقاله T بلافاصله بعد از C به D برسد.

۲۳ـ گزینه «۲» با توجه به این که در این سؤال گفته شده تسمه نقاله T بعد از D وارد تونل C خواهد شد، پس D نمی‌تواند، آخرین تونل باشد. از طرفی در اطلاع سوم ابتدای توضیحات، گفته شده Y بعد از A وارد تونل D می‌شود. پس D اولین تونل هم نخواهد بود. همچنین D، دومین تونل (از سمت راست) هم نخواهد بود، چون آن وقت هیچ تونلی نیست که آن را A در نظر بگیریم و شرایط اطلاع سوم را برقرار کنیم. پس D یکی از دو تونل سوم و یا وسط است. هر دو حالت را در نظر می‌گیریم.



شکل (۱)



شکل (۲)

با فرض حالت (۱)، چون هیچ تسمه‌ای هم از A و هم از E عبور نمی‌کند. در حالت (۱)، E باید تونل اول باشد و لاجرم B تونل آخر خواهد بود و چون X از E عبور نمی‌کند، پس X تسمه اول از بالا است که اول از A و بعد از B رد می‌شود. با فرض شکل (۱)، گزینه (۲) درست است.

اما اگر شکل (۲) را در نظر بگیریم، E باید تونل دوم باشد و در این صورت چون X هیچ‌وقت از E عبور نمی‌کند، پس X باید یکی از دو تونل پایین باشد و خُب می‌بینیم که T و Y دو تونل پایین هستند، پس فرض شکل (۲) غلط است.

زبان عمومی

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- Nonverbal thinking, …… in engineering design, involves perceptions, the stock-in-trade of the artist, not the scientist.

1) being central mechanism
2) a central mechanism
3) that is central mechanism
4) is mechanism central

32- When the work was completed, many moved to other construction jobs or to factory work in cities and towns, …… they became part of an expanding working class.

1) where
2) thereby
3) thus
4) there

33- …… , why did people in the thirteenth century move into these closely packed quarters?

1) By giving all the disadvantages of living in aggregated towns
2) All the disadvantages of living in aggregated towns given
3) Given all the disadvantages of living in aggregated towns
4) Living in aggregated towns given all the disadvantages

34- Autism is considered a neurological and genetic life-long disorder that causes discrepancies in the way ……

1) is processed information
2) of information processed
3) processed information
4) information is processed

35- Not until the eighteenth century, however, …… the Bank of Amsterdam and the Bank of England begin to provide capital for business investment.

1) such banks as did
2) banks such as did
3) did such banks as
4) banks did such as

36- …… around 8000 B.C.E., the most extensive exploitation of agriculture occurred in river valleys, where there were both good soil and a dependable water supply regardless of the amount of rainfall.

1) Starting
2) To be started
3) Started
4) To started

37- A rotary engine attached to the steam engine enabled shafts to be turned and machines to be driven, …… steam power to spin and weave cotton.

1) and resulted in mills they used
2) by mills resulting in using
3) that resulted in mills to use
4) resulting in mills using

38- This simple memorizing of individual items and procedures—known as rote learning—is relatively easy to implement on a computer. …… implementing what is called generalization.

1) The problem is more challenging than is
2) More challenging is the problem of
3) The problem more challenging than
4) The more challenging problem of

زبان عمومی

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.

۳۱ـ گزینه «۲» تفکر غیرکلامی، **که** یک مکانیزم مرکزی در طراحی مهندسی **است**، شامل ادراک می‌شود، {یا به عبارتی} فوت و فن هنرمند، نه دانشمند.

توضیح گرامری: گزینهٔ (۳) کنار می‌رود چون کاربرد that بعد از کاما ممنوع است. گزینهٔ (۱) رد می‌شود چون being اضافه و حشو است. گزینهٔ (۴) کنار می‌رود چون فاقد ضمیر موصولی است. ضمناً آن دو تا کامای بعد و قبل از جای خالی به وضوح نشان می‌دهند که ما به یک جمله‌وارهٔ وصفی نیاز داریم. پس این شما و این هم گزینهٔ (۲) که در ابتدا به این صورت بوده:

Nonverbal thinking, **which is** a central mechanism in engineering design, involves ….

می‌توانیم which is را حذف کنیم و یک بدل یا عبارت وصفی بسازیم:

Nonverbal thinking, a central mechanism in engineering design, involves ….

۳۲ـ گزینه «۱» وقتی کار کامل شد، بسیاری به شغل‌های عمرانی دیگر یا کار در کارخانه‌ها در شهرها و شهرستان‌ها نقل‌مکان کردند، **که در آنجا (جایی که)** آنها بخشی از قشرِ در حال گسترش کارگرها شدند.

توضیح گرامری: با توجه به مفهوم جمله و اینکه قبل از جای خالی مرجع مکانی cities and towns را داریم، به ضمیر موصولی where برای جای خالی نیاز داریم.

۳۳ـ گزینه «۳» **با توجه به تمامی معایب زندگی در شهرهای پُرجمعیت**، چرا مردم در قرن سیزدهم به این محله‌های بسیار متراکم نقل‌مکان کردند؟

توضیح گرامری: given همیشه شکل سوم فعل give نیست. در اینجا یک حرف‌اضافه است به معنی «با توجه به، با در نظر گرفتنِ» و مترادف با considering است. چون حرف اضافه است، بعدش باید اسم یا عبارت اسمی بیاید. همچنین به مثال زیر دقت کنید:

Given [= considering] the circumstances, you've done really well.

ترجمه: با توجه به شرایط، عملکرد واقعاً خوبی داشته‌ای.

Given all the disadvantages of living in aggregated towns, why did people in the thirteenth ….

۳۴ـ گزینه «۴» اوتیسم، یک اختلال عصبی و ژنتیکی مادام‌العمر محسوب می‌شود که باعث تفاوت‌هایی می‌گردد در نحوه‌ای **که اطلاعات پردازش می‌شود**.

توضیح گرامری: جمله در اصل به شکل زیر بوده:

…causes discrepancies in the way **that** information is processed.

می‌توانیم that موصولی را حذف کنیم که در این صورت به گزینه (۴) می‌رسیم. باقی گزینه‌ها به وضوح نادرست‌اند.

۳۵ـ گزینه «۳» با این وجود، تا {آغاز} قرن هجدهم، بانک‌هایی از قبیل بانک آمستردام و بانک انگلستان شروع به تأمین سرمایه برای سرمایه‌گذاری کسب‌وکار نکرده بودند.

توضیح گرامری: چون جمله با عبارت منفی‌ساز not until شروع شده، باید وارونگی صورت بگیرد که فقط در گزینه (۳) شاهد وارونگی هستیم:

Not until the eighteenth century, however, **did** such **banks** as …

نکته: همانطور که می‌دانید از such as برای ارائه مثال استفاده می‌شود. مثال:

Painters **such as** Picasso are rare.

می‌توانیم such را ببریم قبل از painters که در این صورت داریم:

Such painters **as** Picasso are rare.

همین اتفاق در این سؤال هم افتاده:

Not until the eighteenth century, however, **did** such **banks** as the Bank of Amsterdam …

۳۶ـ گزینه «۱» گسترده‌ترین بهره‌برداری از کشاورزی، **که** حدوداً در سال ۸۰۰۰ قبل از میلاد مسیح **شروع شد**، در دره‌های رودخانه‌ها رخ داد، که در آنجا صرف‌نظر از میزان بارندگی، هم خاک باکیفیت وجود داشت و هم منبع آب قابل‌اتکا.

توضیح گرامری: جمله در اصل به این صورت بوده:

The most extensive exploitation of agriculture, **which started around 8000 B.C.E.**, occurred in river valleys,…

می‌توانیم با حذف which و تبدیل started به starting یک عبارت وصفی (بدل) غیرضروری بسازیم:

The most extensive exploitation of agriculture, **starting around 8000 B.C.E.**, occurred in river valleys,…

می‌توانیم بدل را ببریم به قبل از مرجع (در اینجا The most extensive exploitation of agriculture) که داریم:

Starting around 8000 B.C.E., the most extensive exploitation of agriculture occurred in river valleys,…

پس این شما و این هم گزینه (۱) و حذف سایر گزینه‌ها.

۳۷ـ گزینه «۴» یک موتور دورانی که به موتور بخار متصل بود، باعث می‌شد شفت‌ها بچرخند و دستگاه‌ها به حرکت دربیایند، **که {این امر} باعث می‌شد آسیاب‌ها** از نیروی بخار برای چرخیدن و بافتن پنبه **استفاده کنند**.

توضیح گرامری: اگر خاطرتان باشد، گفتیم مرجع ضمیر موصولی which می‌تواند نه یک کلمه (یا عبارت) بلکه کل جملهٔ قبل از کاما باشد. مثال:

My friend eventually decided to get divorced, **which** upset me a lot.

ترجمه: دوستم نهایتاً تصمیم گرفت که طلاق بگیرد، {که این موضوع} مرا زیاد ناراحت کرد.

در این سؤال هم همین موضوع صدق می‌کند؛ یعنی ابتدا داشتیم:

A rotary engine attached to the steam engine enabled shafts to be turned and machines to be driven, **which resulted in** mills ….

می‌توانیم which را حذف و resulted را به resulting تبدیل کنیم:

A rotary engine attached to the steam engine enabled shafts to be turned and machines to be driven, **resulting in** mills ….

همچنین این کاربرد result in را حتماً حفظ کنید:

Result in + sb/ sth + doing sth: Icy conditions resulted in two roads **being** closed.

در واقع در اینجا، being جراند است. پس این شما و این هم گزینه (۴):

A rotary engine attached to the steam engine enabled shafts to be turned and machines to be driven, **resulting in** mills **using** steam power ….

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۳) به خاطر کاربرد that بعد از کاما کنار می‌رود. گزینهٔ (۲) به لحاظ معنایی ایراد دارد و در گزینهٔ (۱) کاربرد they used نامناسب است.

۳۸ـ گزینه «۲» اجرای این نوع یادگیری و به حافظه سپردن اقلام و رویه‌ها – که {با لفظ} یادگیری طوطی‌وار شناخته می‌شود –روی کامپیوتر نسبتاً ساده است. **چالش برانگیزتر {از آن} مشکلِ** اجرای چیزی **است** که تعمیم نامیده می‌شود.

توضیح گرامری: گفتیم یکی از کاربردهای وارونگی زمانی است که یک جمله با صفت آغاز شود؛ این هم مثال خودِ کتاب:

Central to all legal systems **is** the belief that a person is innocent unless proved otherwise.

More challenging **is** the problem of implementing what is called generalization.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌های (۳) و (۴) به وضوح کنار می‌روند. گزینهٔ (۱) رد می‌شود چون معلوم نیست the problem دقیقاً به چه مشکلی اشاره دارد.

بخش دوم: واژگان

دستورالعمل: 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.

۳۹ـ گزینه «۱» گذشته **برگشت‌ناپذیر** است. {گذشته} طی‌شده (رفته) و دیگر هرگز باز نخواهد گشت، مهم نیست چه کاری انجام دهید و هر قدر هم که گریه کنید.

سبقت ناپذیر، چیره ناشدنی	۲	unsurpassable	غیرقابل‌برگشت، لغونشدنی	۱	irrevocable
غیرقابل اعتماد	۴	unreliable	اجتناب ناپذیر، حتمی	۳	inevitable

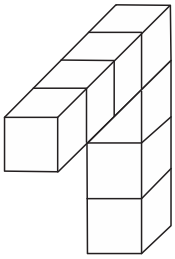
۴۰ـ گزینه «۲» کمپین بازاریابی آن پاتوق چنان گسترده بود که نه تنها افراد ثروتمند، بلکه افرادی با **مال و منال** محدود را هم جذب کرد.

مال و منال، دارایی	۲	means	اشتیاق، شوق	۱	zeal
فرجام‌خواهی، جاذبه	۴	appeal	علوم مقدماتی، چیز بدوی	۳	rudiments

بخش چهارم: تجسمی

■ **راهنمایی:** این بخش از آزمون استعداد، سؤال‌هایی از نوع تجسمی را شامل می‌شود. هریک از سؤال‌های ۲۱ تا ۲۵ را به دقت بررسی نموده و جواب صحیح را در پاسخنامه علامت بزنید.

۲۱ـ در یک مکعب به ابعاد ۴ در ۴ در ۴، چند قطعه به شکل زیر را می‌توان جانمایی کرد؟



۱) ۸

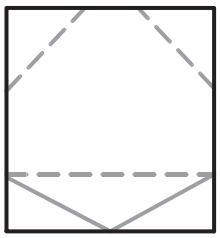
۲) ۷

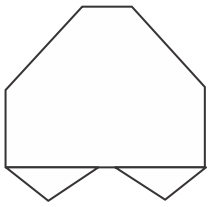
۳) ۶

۴) ۴

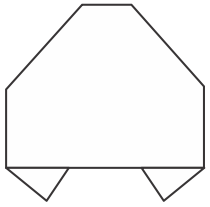
راهنمایی: در سؤال ۲۲ یک کاغذ مربع‌شکل در تصویر سمت چپ مشاهده می‌شود. اگر این کاغذ را از روی خط‌چین‌ها، رو به عقب و از روی خط‌ها، رو به جلو تا کنیم، کدام شکل حاصل می‌شود؟

۲۲ـ

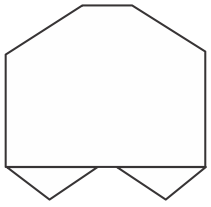




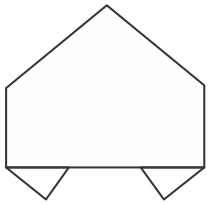
(۲)



(۱)

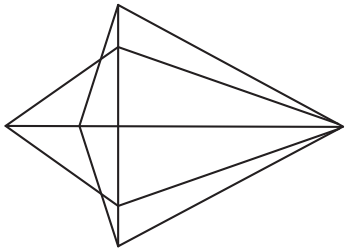


(۴)



(۳)

۲۳ـ در شکل زیر، مجموعاً چند مثلث دیده می‌شود؟



۱) ۲۲

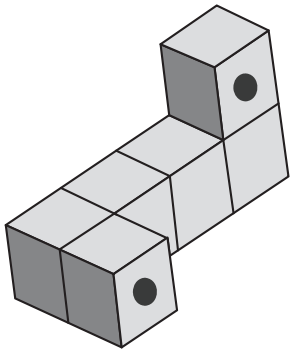
۲) ۲۴

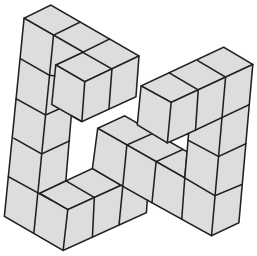
۳) ۲۶

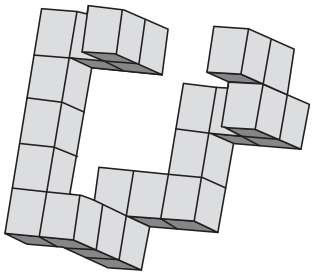
۴) ۲۸

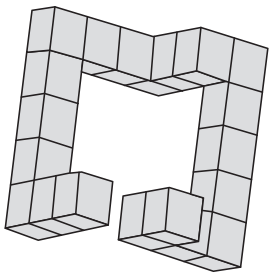
راهنمایی: در سؤال ۲۴، در سمت چپ، قطعه‌ای سه‌بعدی مشاهده می‌شود. کدام قطعه (موارد ۱ تا ۴) می‌تواند کنار قطعه سمت چپ قرار گیرد، به نحوی که نقاط سیاه دو قطعه، روی هم قرار گیرند؟

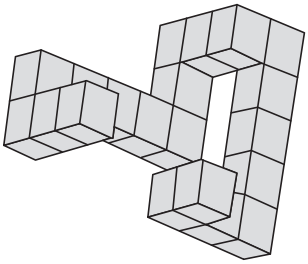
۲۴ـ



۱)


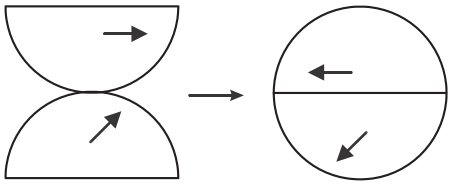
۲)


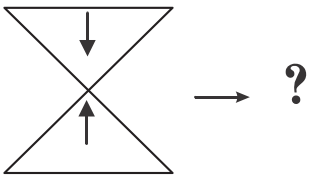
۳)


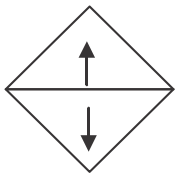
۴)


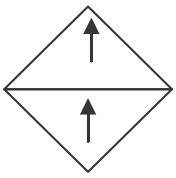
راهنمایی: در سؤال ۲۵، هر دو الگوی سمت چپ، قرار است با روالی مشابه و یکسان به الگوی سمت راست خود تبدیل شوند. به جای علامت سؤال، کدام الگو (موارد ۱ تا ۴) باید قرار بگیرد؟

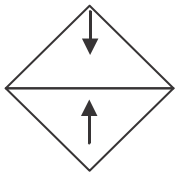
۲۵ـ

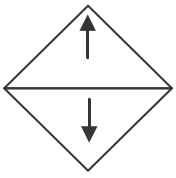




۱)


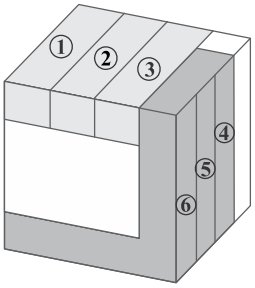
۲)


۳)


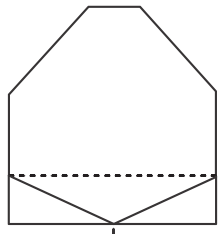
۴)


بخش چهارم: تجسمی

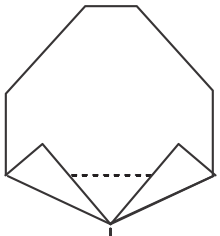
۲۱ـ گزینه «۳» با توجه به شکل ۶ شکل را می‌توان از مکعب استخراج کرد که ضلع دوم شکل‌های ۱ و ۲ و ۳ در پشت مکعب قرار دارند و در شکل مشخص نیستند.



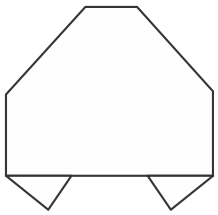
۲۲ـ گزینه «۱» ابتدا خط‌چین‌های بالای تصویر را اعمال می‌کنیم و به شکل روبه‌رو می‌رسیم:



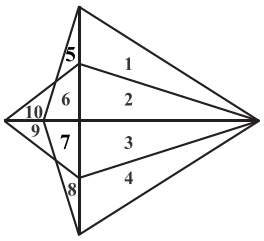
حال از روی خط‌های پایین شکل، به تصویرِ بعدی می‌رسیم:



و در نهایت با تا کردنِ تصویر از روی خط‌چین‌ها به عقب، شکلِ نهایی را خواهیم داشت:



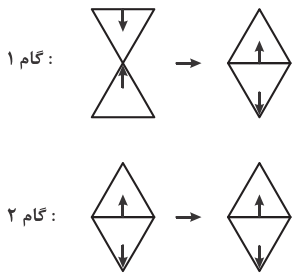
۲۳ـ گزینه «۲» ترکیب اشکال زیر، مثلث‌های شکل زیر را تشکیل می‌دهند.



۱) ۱	۹) ۲ و۱	۱۷) ۸ و ۷ و ۴ و ۳
۲) ۲	۱۰) ۳ و۲ و ۱	۱۸) ۹ و ۷ و ۳
۳) ۳	۱۱) ۴ و ۳ و ۲و ۱	۱۹) ۶ و ۵
۴) ۴	۱۲) ۶ و ۵ و ۲ و ۱	۲۰) ۸ و ۷ و ۶ و ۵
۵) ۵	۱۳) ۳ و ۲	۲۱) ۱۰ و ۶
۶) ۸	۱۴) ۴ و ۳ و ۲	۲۲) ۸ و ۷
۷) ۹	۱۵) ۱۰و ۶ و ۲	۲۳) ۹ و ۷
۸) ۱۰	۱۶) ۴ و ۳	۲۴) ۱۰و ۹ و ۷ و ۶

۲۴ـ گزینه «۴» دو نقطه‌ی سیاهِ موجود در شکل سمت چپ، از یک جهت به اندازه‌ی یک مکعب و از جهت دیگر به اندازه‌ی سه مکعب با یکدیگر فاصله دارند و باید به دنبال همین مشخصات در گزینه‌ها باشیم، که به گزینه (۴) می‌رسیم.

۲۵ـ گزینه «۱» طبق الگو، ابتدا یک دوران حول محور افقی خواهیم داشت بعد، یک دوران حول محور عمودی، در نتیجه خواهیم داشت:



سؤالات مهندسی شیمی

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال)

۱ـ واکنش $A \underset{K_2}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} B$ با ماده خالص A به غلظت ۱۰ مولار در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. درصد تبدیل تعادلی A در این واکنش برای $k_1 = 4\,min^{-1}$, $k_2 = 1\,min^{-1}$ کدام است؟

۱) ۹۵ ۲) ۹۰ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰

۲ـ اگر دمای مطلق یک راکتور چهار برابر شود، ثابت سرعت واکنش نسبت به دمای اولیه واکنش به چه صورت تغییر می‌کند؟

۱) $k_2 = \frac{1}{4}k_1$ ۲) $k_2 = 4k_1$ ۳) $k_2 = k_1 \exp[\frac{-3E_{act}}{4RT_1}]$ ۴) $k_2 = k_1 \exp[\frac{3E_{act}}{4RT_1}]$

۳ـ تجزیه اکسیدنیترو: $N_2O \rightleftharpoons N_2 + \frac{1}{2}O_2$ به صورت همگن دارای عبارت ریاضی زیر است:

$$-r_{N_2O} = \frac{K_1 C_{N_2O}^2}{1 + K_2 C_{N_2O}} \quad K_1 = K_1^\circ e^{-81800/RT}$$

$$K_2 = K_2^\circ \exp(-28400/RT)$$

درجه و انرژی فعالیت (E_a) در ابتدای واکنش به ترتیب کدام است؟

۱) اول، ۵۳۴۰۰ ۲) اول، ۸۱۸۰۰ ۳) دوم، ۵۳۴۰۰ ۴) دوم، ۸۱۸۰۰

۴ـ ماده A مطابق واکنشی $A \xrightarrow{k_p} B + 3C$ در فاز گاز تجزیه می‌شود. ثابت سرعت این واکنش $0/25 \frac{atm}{min}$ است. اگر فشار کل خوراک خالص در زمان شروع $10\,atm$ باشد، فشار داخل راکتور پس از ۴ دقیقه از شروع واکنش چند اتمسفر (atm) است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۳ ۳) ۱۱ ۴) ۱۰

۵ـ واکنش‌های درجه اول زیر در یک راکتور همزده CSTR در فاز مایع صورت می‌گیرند.

$$A \xrightarrow{k_1} R \quad A \xrightarrow{k_2} S \quad A \xrightarrow{k_3} T \qquad k_1 = k_2 = k_3$$

اگر تبدیل A، ۸۰ درصد برای خوراک A خالص با غلظت ورودی $C_{A_\circ} = 3 \frac{mol}{l}$ باشد، غلظت S در خروجی برحسب $\frac{mol}{l}$ چقدر است؟

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۰ ۴) ۱/۲

۶ـ برای واکنش‌های ابتدایی $A + B \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} C + D$ ثابت تعادلی واکنش $K = \frac{k_1}{k_2} = 4$ است. برای غلظت‌های اولیه $C_{A_\circ} = C_{B_\circ} = 4 \frac{mol}{l}$ و $C_{C_\circ} = C_{D_\circ} = 2 \frac{mol}{l}$ غلظت تعادلی C برحسب $\frac{mol}{l}$ چقدر است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۷ـ واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = kC_A^2$ با خوراک A خالص در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) صورت می‌گیرد و تبدیل A، ۷۵ درصد است. اگر شدت جریان ۳ برابر شود، درصد تبدیل A چقدر است؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۵۰ ۴) ۶۲/۵

www.modaresanesharif.ac.ir

۸ــ مکانیزم واکنش $A \rightarrow B + C$ به شرح زیر است. چنانچه A^* حدواسط پر انرژی باشد، معادله سرعت واکنش کدام است؟

$$A + A \underset{k_{-2}}{\overset{k_2}{\rightleftharpoons}} A + A^*$$

$$A^* \xrightarrow{k_1} B + C$$

۱) $-r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^2}{k_{-2}}$ ۲) $-r_A = \frac{k_2 C_A^2}{k_1 + k_{-2}}$ ۳) $-r_A = \frac{k_1 k_{-2} C_A}{k_1 + k_2 C_A}$ ۴) $-r_A = \frac{k_1 k_2 C_A^2}{k_1 + k_{-2} C_A}$

۹ــ در واکنش‌های موازی زیر **B** محصول مطلوب است. کدام گزینه منجر به حداکثر نسبت تولید **B** به **C** می‌شود؟

$$A \rightarrow B \quad r_B = 10^5 \exp(\frac{-4000}{T}) C_A^2$$

$$A \rightarrow C \quad r_C = 10^6 \exp(\frac{-6000}{T}) C_A$$

۱) راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) و دمای $600K$
۲) راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) و دمای $700K$
۳) راکتور همزده (CSTR) و دمای $600K$
۴) راکتور همزده (CSTR) و دمای $700K$

۱۰ــ جریانی به شدت ۳ و انتروپی ۵ وارد یک مخزن اختلاط عایق شده و با جریان دیگری با شدت ۲ و انتروپی ۳ مخلوط می‌شود. انتروپی جریان خروجی برابر ۷ می‌باشد. تحول کاملاً یکنواخت است. شدت تغییر خالص انتروپی کدام است؟ واحدها کاملاً اختیاری است.

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) ۱۶

۱۱ــ برای یک محلول دوجزئی (دوگانه) داریم: $\bar{M}_2 = 2x_1^3 + 30$ و می‌دانیم که $M_1 = 20$ مقدار $\bar{M}_1^\infty$ کدام است؟ واحدها همه هم‌آهنگ و اختیاری است.

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۳۰ ۴) ۳۲

۱۲ــ یک مخلوط گازی از معادله حالت $P = \frac{RT}{V-b}$ پیروی می‌کند که در آن $b = \Sigma y_i b_i$ و b_i برای هر ماده خالص مقدار ثابتی است. کدام عبارت در مورد این مخلوط گازی درست است؟

۱) قاعده فوگاسیته لوئیس برای همه اجزای این مخلوط تنها در فشارهای پایین برقرار است.
۲) قاعده فوگاسیته لوئیس برای همه اجزای این مخلوط گازی در هر شرایطی برقرار است.
۳) قاعده فوگاسیته لوئیس برای همه اجزایی که دارای خواص شیمیایی مشابه باشند برقرار است.
۴) در مورد برقراری قاعده لوئیس برای این مخلوط گازی، قانون مشخصی وجود ندارد.

۱۳ــ برای یک محلول دوجزئی داریم $M = 100 - 10x_1 - x_1^2$ تابع ΔM کدام است؟

۱) $5x_1x_2$ ۲) $2x_1x_2$ ۳) $1/5x_1x_2$ ۴) x_1x_2

۱۴ــ بر سطح بسیار وسیعی از آب به عمق L_1 یک جسم استوانه‌ای شکل بدون وزن از طرف قاعده خود **(A)** قرار دارد و ارتفاع آن L_2 می‌باشد، در صورتی که دانسیته آب ρ و فشار هوا یک بار فرض شود حداقل مقدار کار لازم برای رساندن این جسم به کف آب کدام است؟ **$(L_1 < L_2)$**

۱) $\frac{A\rho g L_1^2}{2}$ ۲) $\frac{A\rho g L_2^2}{2}$ ۳) $\frac{A\rho g (L_1 - L_2)^2}{2}$ ۴) $\frac{A\rho g L_1^2}{2} - P_{air} A(L_2 - L_1)$

۱۵ــ اگر گازی از معادله حالت $P = \frac{RT}{V-b}$ پیروی کند که در آن **b** عدد ثابتی برای هر ماده خالص باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟ می‌دانیم که به طور کلی خاصیت باقی‌مانده عبارت است از: $M^R = -\Delta M' = M - M'$ که در آن M' خاصیت **M** برای گاز کامل است **$(M' = M^{ig})$**.

۱) $U^R = H^R = S^R = 0$ ۲) $H^R = bp \ , \ U^R = S^R = 0$
۳) $H^R = S^R = 0 \ , \ U^R = bp$ ۴) $H^R = U^R = bp \ , \ S^R = \frac{bp}{T}$

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه مهندسی شیمی

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال)

۱ــ گزینه «۳» **یادآوری:** در واکنش‌های برگشت‌پذیر از درجه اول می‌توان میزان تبدیل نسبی در لحظه‌ی به تعادل رسیدن واکنش را به کمک رابطه‌ی زیر محاسبه نمود:

$$A \underset{k'_1}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} R$$

$$k_C = \frac{k_1}{k'_1} = \frac{m + x_{A_e}}{1 - x_{A_e}} \;\&\; m = \frac{C_{R_0}}{C_{A_0}}$$

حال با جایگذاری داده‌های سؤال در روابط فوق خواهیم داشت:

$$m = \frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} = 0 \Rightarrow k_C = 4 = \frac{x_{A_e}}{1 - x_{A_e}} \Rightarrow x_{A_e} = 0/8 \text{ یا } \%80$$

۲ــ گزینه «۴» تغییرات ثابت سرعت واکنش به‌عنوان تابعی از دما را می‌توان برای شرایط مطرح‌شده در یک راکتور به‌صورت زیر مطرح کرد:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{k_{2,0} e^{-\frac{E_2}{RT}}}{k_{1,0} e^{-\frac{E_1}{RT}}} = \frac{k_{2,0}}{k_{1,0}} e^{\frac{(E_1 - E_2)}{RT}}$$

$$\Rightarrow \frac{k_2}{k_1} \propto \exp\left(\frac{E_1 - E_2}{RT}\right) \xrightarrow{T_2 = 4T_1} k_2 = k_1 \exp\left[\frac{3E_{act}}{4RT_1}\right]$$

۳ــ گزینه «۱» همان‌گونه که می‌دانیم در ابتدای واکنش غلظت N_2O بالا بوده و می‌توان واکنش را از درجه اول فرض کرد. از طرفی داریم:

$$\text{ابتدای واکنش}: \begin{cases} C_{N_2O} \uparrow \\ k_2 C_{N_2O} >> 1 \end{cases} \Rightarrow -r_{N_2O} = \frac{k_1 C_{N_2O}^2}{k_2 C_{N_2O}} \Rightarrow -r_{N_2O} = \frac{k_1}{k_2}[N_2O] = k[N_2O]$$

$$\Rightarrow -r_{N_2O} = \frac{k_1}{k_2}[N_2O] = \frac{k_{1,0}}{k_{2,0}} \exp\left(\frac{+5340}{RT}\right)[N_2O] = k[N_2O] \Rightarrow E_a = 5340$$

۴ــ گزینه «۲» برای یافتن فشار کل سیستم پس از ۱۰ دقیقه از رابطه فشار جزئی واکنش‌گر استفاده می‌کنیم:

$$P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n}(P_t - P_{t_0}) = 10 - \frac{1}{3}(P_t - 10) \qquad (I)$$

از طرفی داریم:

$$P_A - P_{A_0} = -kt \Rightarrow P_A - 10 = -0/25 * 4 \Rightarrow P_A = 9(atm)$$

در نتیجه از رابطه (I) می‌توان نوشت:

$$9 = 10 - \frac{1}{3}(P_t - 10) \Rightarrow P_t = 13(atm)$$

۵ــ گزینه «۲» با توجه به این‌که در این سؤال با واکنش‌های موازی مواجه هستیم، به‌منظور بررسی کمّی محصول مطلوب باید به سراغ تابع تشکیل لحظه‌ای برویم:

$$\varphi\left(\frac{S}{A}\right) = \frac{k_2 C_A^{\alpha}}{k_1 C_A^{\alpha} + k_2 C_A^{\alpha} + k_3 C_A^{\alpha}} = \frac{k_2}{k_2 + k_2 + k_2} \Rightarrow \varphi\left(\frac{S}{A}\right) = \frac{1}{3}$$

از طرفی داریم:

$$C_S = \varphi\left(\frac{S}{A}\right)(C_{A_0} - C_A) = \frac{1}{3}(C_{A_0} - 0/2C_{A_0}) = \frac{1}{3} \times \frac{4}{5} C_{A_0} \Rightarrow C_S = \frac{4}{15} * 3 = \frac{12}{15} = \frac{4}{5} = 0/8$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۶ــ گزینه «۱» رابطه‌ی زیر را می‌توان میان غلظت اجزای حاضر در واکنش‌های ابتدایی مطرح‌شده برقرار کرد:

$$aA+bB\rightleftharpoons cC+dD \Rightarrow \frac{C_{A_\circ}-C_A}{a}=\frac{C_{B_\circ}-C_{B_e}}{b}=\frac{C_{C_e}-C_{C_\circ}}{c}=\frac{C_{D_e}-C_{D_\circ}}{d}$$

حال با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه‌ی فوق خواهیم داشت:

$$۴-C_{A_e}=۴-C_{B_e}=C_{C_e}-۲=C_{D_e}-۲ \Rightarrow ۴-C_{A_e}=C_{C_e}-۲ \Rightarrow C_{C_e}=۶-C_{A_e}$$

$$C_{A_e}=C_{A_\circ}(۱-x_{A_e}) \qquad (I)$$

از طرفی می‌دانیم که میزان تبدیل در واکنش‌های برگشت‌پذیر از درجه دوم از رابطه‌ی ذیل حاصل می‌شود که با توجه به برابری غلظت‌های اولیه و ضرایب استوکیومتری طرفین واکنش داریم:

$$k_c=\frac{k_۱}{k_۲}=\frac{C_{C_e}C_{D_e}}{C_{A_e}C_{B_e}} \Rightarrow k_c=\frac{C_{C_e}^۲}{C_{A_e}^۲}=\frac{(۶-C_{A_e})^۲}{C_{A_e}^۲} \Rightarrow ۴=\frac{(۶-C_{A_e})^۲}{C_{A_e}^۲} \Rightarrow C_{A_e}=۲\frac{mol}{lit} \Rightarrow C_{C_e}=۶-C_{A_e}=۴\frac{mol}{lit}$$

۷ــ گزینه «۳» یادآوری: رابطه‌ی عملکردی حاکم بر راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) برای سینتیک از درجه کلی $n=۲$ در حالت $\varepsilon_A=\circ$ را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$k\tau C_{A_\circ}=\frac{C_{A_\circ}-C_A}{C_A}=\frac{x_A}{۱-x_A} \Rightarrow \frac{\tau_۲}{\tau_۱}=\frac{\frac{x_{A_۲}}{۱-x_{A_۲}}}{\frac{x_{A_۱}}{۱-x_{A_۱}}} \quad , \quad \tau=\frac{V}{\nu}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_۱}{\nu_۲}=\frac{\frac{x_{A_۲}}{۱-x_{A_۲}}}{\frac{x_{A_۱}}{۱-x_{A_۱}}} \Rightarrow \frac{۱}{۳}=\frac{\frac{x_{A_۲}}{۱-x_{A_۲}}}{\frac{\circ/۷۵}{\circ/۲۵}} \Rightarrow x_{A_۲}=\circ/۵$$

۸ــ گزینه «۴» غلظت مواد واسطه در واکنش‌های شیمیایی از نوع مطرح‌شده در صورت سؤال ناچیز بوده و سرعت تغییر آن قابل صرف‌نظر کردن است:

$$-r_A=k_۱C_A^۲-k_{-۲}C_AC_A^* \qquad (I)$$

$$r_A^*=\circ \Rightarrow k_۱C_A^۲-k_{-۲}C_AC_A^*-k_۳C_A^*=\circ \Rightarrow C_A^*=\frac{k_۱C_A^۲}{k_{-۲}C_A+k_۳} \qquad (II)$$

$$-r_A=k_۱C_A^۲-k_۲C_A\left(\frac{k_۱C_A^۲}{k_{-۲}C_A+k_۳}\right) \Rightarrow -r_A=k_۱C_A^۲-\frac{k_۱k_۲C_A^۳}{k_{-۲}C_A+k_۳} \Rightarrow -r_A=\frac{k_۱k_۲C_A^۳+k_۱k_۳C_A^۲-k_۱k_۲C_A^۳}{k_{-۲}C_A+k_۳}$$

$$\Rightarrow -r_A=\frac{k_۱k_۳C_A^۲}{k_۳+k_{-۲}C_A}$$

۹ــ گزینه «۱» با توجه به روابط سینتیکی مطرح‌شده برای واکنش‌های موازی موجود در صورت سؤال، نظر به این‌که هدف، تولید حداکثری محصول B نسبت به C می‌باشد، باید سعی در افزایش نسبت $\frac{r_B}{r_C}$ نماییم:

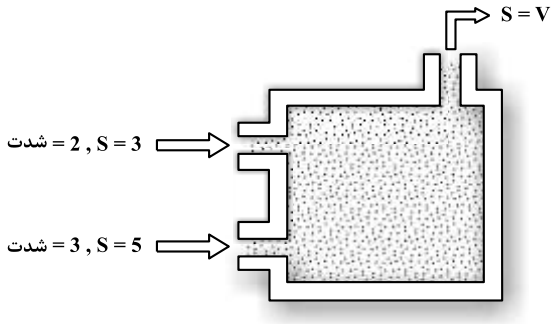
$$\frac{-r_B}{-r_C}=\frac{k_۱}{k_۲}=\frac{k_{۱,\circ}*\exp(-\frac{E_۱}{RT})}{k_{۲,\circ}*\exp(\frac{-E_۲}{RT})}=\frac{k_{۱,\circ}}{k_{۲,\circ}}\exp\frac{(E_۲-E_۱)}{RT} \Rightarrow \frac{r_B}{r_C}=\frac{۱\circ^۵}{۱\circ^۶}\exp\frac{(۶\circ\circ\circ-۴\circ\circ\circ)}{RT}=\frac{۱}{۱\circ}\exp(\frac{۲*۱\circ^۳}{RT})$$

از رابطه‌ی فوق می‌توان استنباط کرد که هرچه دما پایین‌تر باشد نسبت تولید B به C بیشتر خواهد بود. از طرفی با توجه به این‌که سرعت تولید براساس غلظت A دارای رابطه‌ای از درجه دوم است، لذا برای جلوگیری از انحراف واکنش به سمت تولید C، باید غلظت A را تا حد امکان بالا نگه داشت که از راهکارهای نیل به این هدف بهره‌گیری از راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) است.

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۰ــ گزینه «۳» از قانون دوم ترمودینامیک برای سیستم باز [حجم کنترل] استفاده می‌شود. در ابتدا از قانون پیوستگی، شدت جریان خروجی محاسبه می‌گردد. باید توجه شود که تحول مربوطه کاملاً یکنواخت بوده و لذا تجمع مواد در مخزن اختلاط صفر است.



$$\text{شدت جریان خروجی} = ۵ \quad \Rightarrow \quad [\text{شدت خروجی}] - [\text{مجموع شدت‌های ورودی}] = \text{تجمع} \quad \Rightarrow \quad [۲+۳] - [\text{شدت خروجی}] = ۰$$

$$s_{gen} = \Delta s_{net} = \Delta s_{sys} + \Delta s_{surr} \quad \Rightarrow \quad s_{gen} = [m_۲ s_۲ - m_۱ s_۱] + [\sum_e \dot{m}_e s_e - \sum_i \dot{m}_i s_i + \frac{\pm Q_{surr}}{T_۰}]$$

$$Q_{surr} = ۰ \quad [\text{عایق بودن مخزن اختلاط}] \quad , \quad m_۲ s_۲ - m_۱ s_۱ = ۰ \quad [\text{یکنواخت بودن جریان}]$$

$$s_{gen} = [۰] + [۵ \times ۷ - ۳ \times ۵ - ۲ \times ۳ + \frac{۰}{T_۰}] \quad \Rightarrow \quad s_{gen} = ۱۴$$

۱۱ــ گزینه «۱» از رابطه گیبس ـ دوهم در حالت دما ـ ثابت و فشار ـ ثابت به صورت زیر استفاده می‌گردد:

$$\sum x_i d\bar{m}_i = ۰ \quad \Rightarrow \quad x_۱ d\bar{m}_۱ + x_۲ d\bar{m}_۲ = ۰ \quad (I) \quad , \quad \bar{m}_۲ = ۲x_۱^۳ + ۳۰ \quad \Rightarrow \quad d\bar{m}_۲ = ۶x_۱^۲ dx_۱ \quad (II)$$

جایگذاری رابطه II در رابطه I نتیجه می‌دهد:

$$x_۱ d\bar{m}_۱ + x_۲ [۶x_۱^۲ dx_۱] = ۰ \quad \Rightarrow \quad d\bar{m}_۱ = \frac{-x_۲ \times ۶x_۱^۲ dx_۱}{x_۱} = -۶x_۱ x_۲ dx_۱$$

$$x_۲ = ۱ - x_۱ \quad [\text{محلول دوجزئی}] \quad \Rightarrow \quad d\bar{m}_۱ = -۶x_۱[۱ - x_۱]dx_۱ = [۶x_۱^۲ - ۶x_۱]dx_۱$$

حال از طرفین رابطه انتگرال‌گیری می‌شود:

$$\int d\bar{m}_۱ = \int [۶x_۱^۲ - ۶x_۱]dx_۱ \quad \Rightarrow \quad \bar{m}_۱ = ۲x_۱^۳ - ۳x_۱^۲ + C$$

رابطه $m_۱$ با $\bar{m}_۱$ به صورت زیر است:

$$m_۱ = \lim_{x_۱ \to ۱} \bar{m}_۱ \quad \Rightarrow \quad m_۱ = ۲۰ = ۲ \times ۱^۳ - ۳ \times ۱^۲ + C \quad \Rightarrow \quad C = ۲۱$$

حال رابطه $\bar{m}_۱$ به شکل زیر نتیجه می‌شود:

$$\bar{m}_۱ = ۲x_۱^۳ - ۳x_۱^۲ + ۲۱ \quad , \quad \bar{m}_۱^{\infty} = \lim_{x_۱ \to ۰} \bar{m}_۱ \Rightarrow \bar{m}_۱^{\infty} = ۲ \times ۰^۳ - ۳ \times ۰^۲ + ۲۱ = ۲۱$$

۱۲ــ گزینه «۲» قانون فوگاسیته لوئیس ـ رندال تنها برای محلول‌های ایده‌آل صادق است. جهت تعیین اینکه این قانون در مورد یک مخلوط خاص صدق می‌کند یا خیر، باید برقراری رابطه آن $[\hat{f}_i = y_i f_i]$ برای مخلوط مربوطه مورد بررسی قرار گیرد. به همین منظور ابتدا ترم‌های f_i و $\hat{f}_i$ برای مخلوط گازی داده شده استخراج می‌گردند:

$$f = P \times \exp[\int_۰^P [\frac{z-۱}{P}]dP] \quad , \quad P = \frac{RT}{v-b} \quad , \quad b = \sum y_i b_i \quad , \quad z = \frac{Pv}{RT}$$

$$Pv - Pb = RT \quad \Rightarrow \quad \frac{Pv}{RT} - \frac{Pb}{RT} = \frac{RT}{RT} \quad , \quad z - \frac{Pb}{RT} = ۱ \quad \Rightarrow \quad z - ۱ = \frac{Pb}{RT}$$

$$f = P \times \exp[\int_۰^P [\frac{\frac{Pb}{RT}}{P}]dP = P \times e^{\frac{bP}{RT}} \quad \Rightarrow \quad f_i = P \times e^{\frac{b_i P}{RT}} \quad (I)$$

جهت استخراج رابطه $\hat{f}_i$ می‌بایست از رابطه فوگاسیته جزئی در محلول‌ها به شرح زیر استفاده کرد:

$$Ln[\frac{\hat{f}_i}{y_i}] = [\frac{\partial[n \, Ln \, f]}{\partial n_i}]_{T,P,n_{j \neq i}} \quad , \quad Ln \, f = Ln[P \times e^{\frac{bP}{RT}}] \quad \Rightarrow \quad Ln \, f = Ln \, P + \frac{bP}{RT}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

$$b=\sum y_i b_i=[y_1 b_1+y_2 b_2+y_3 b_3+...]\ ,\ y_i=\frac{n_i}{n_t}$$

$$b=[\frac{n_1}{n_t}b_1+\frac{n_2}{n_t}b_2+\frac{n_3}{n_t}b_3+...]\quad ,\quad n_t=n=\sum n_i=n_1+n_2+n_3+...$$

$$Ln\,f=Ln\,P+\frac{[\frac{n_1}{n}b_1+\frac{n_2}{n}b_2+\frac{n_3}{n}b_3+...]\,P}{RT}$$

حال طرفین رابطه بالا در n [تعداد مول کل مخلوط] ضرب می‌شود:

$$n\,Ln\,f=n\,Ln\,P+[n_1b_1+n_2b_2+n_3b_3+...]\times\frac{P}{RT}\quad\Rightarrow\quad Ln[\frac{\hat{f}_i}{y_i}]=[\frac{\partial[n\,Ln\,f]}{\partial n_i}]_{T,P,n_{j\neq i}}=1\times Ln\,P+b_i\times\frac{P}{RT}$$

$$Ln[\frac{\hat{f}_i}{y_i}]-Ln\,P=b_i\frac{P}{RT}\quad\Rightarrow\quad Ln[\frac{\hat{f}_i}{y_i P}]=\frac{b_i P}{RT}\quad\Rightarrow\quad \hat{f}_i=y_i P\times e^{\frac{b_i P}{RT}}\qquad (II)$$

در ادامه روابط استخراج شده ترم‌های f_i و $\hat{f}_i$ با هم مقایسه می‌شوند:

$$f_i=Pe^{\frac{b_i P}{RT}}\quad (I)\ ,\ \hat{f}_i=y_i Pe^{\frac{b_i P}{RT}}\quad (II)\quad\Rightarrow\quad \hat{f}_i=y_i f_i$$

به این ترتیب قانون فوگاسیته لوئیس ـ رندال در مورد همهٔ اجزای این مخلوط گازی و در هر شرایطی صدق می‌کند.

۱۳ـ گزینه «۴» در محلول‌های چند جزئی و حقیقی رابطه خاصیت شدتی m به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$m=\sum x_i\bar{m}_i=\sum x_i m_i+\Delta m_{mix}\quad (I)\ ,\ m=100-10x_1-x_1^2$$

حال برای محلول دو جزئی مورد نظر رابطه m به شکل زیر بیان می‌گردد:

$$m=x_1m_1+x_2m_2+\Delta m_{mix}\quad ,\quad m_1=\lim_{x_1\to 1}[m]=100-10\times 1-1^2=89$$

$$m_2=\lim_{x_2\to 1}[m]=100-10\times 0-0^2=100$$

در ادامه مقادیر ترم‌های m، m_1 و m_2 در رابطه I جایگذاری می‌شوند:

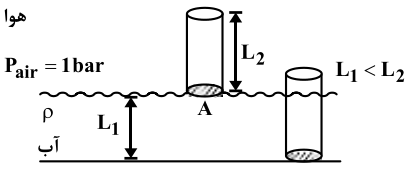
$$100-10x_1-x_1^2=x_1\times 89+x_2\times 100+\Delta m_{mix}\quad ,\quad x_1+x_2=1$$

$$\Delta m_{mix}=100-99x_1-10x_2-x_1^2=100-[100-1]x_1-10x_2-x_1^2$$

$$\Delta m_{mix}=100-10x_1+x_1-10x_2-x_1^2=10[1-x_1]-10x_2+x_1[1-x_1]$$

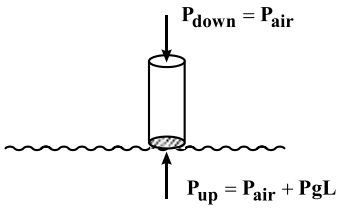
$$\Delta m_{mix}=10x_2-10x_2+x_1x_2=x_1x_2$$

۱۴ـ گزینه «۱» نظر به اینکه حداقل مقدار کار لازم [کار مصرفی] برای رساندن جسم استوانه‌ای به کف آب خواسته شده است؛ لذا فرایند مربوطه در حالت برگشت‌پذیر لحاظ می‌گردد، زیرا فرایند برگشت‌پذیر حداقل مقدار کار مصرفی را در بین تمام فرایندها داراست، به این ترتیب از رابطه کار برگشت‌پذیر به شرح زیر استفاده می‌شود:



$$W_{rev}=\int_{V_1}^{V_2}P_{ex}dV$$

توجه شود که در طی فرایند انتقال استوانه به درون آب به علت بسیار وسیع بودن سطح آب، عمق آن تغییر نکرده و همان مقدار L_1 باقی می‌ماند.
همچنین باید توجه داشت که تنها فشار مقاوم در فرایند انتقال استوانه به کف آب، فشار سیال آب می‌باشد و فشار هوا هیچ‌گونه مقاومتی در برابر این انتقال ندارد.



$$\Delta P=P_{ext}=\rho gL$$

$$P_{ext}=\rho gL\ \ [\text{فشار در مایعات}]\quad ,\quad dV=AdL\quad\Rightarrow\quad W_{rev}=\int_0^{L_1}[\rho gL]AdL$$

$$W_{rev}=\rho gA\int_0^{L_1}LdL\quad\Rightarrow\quad W_{rev}=\frac{\rho gAL_1^2}{2}$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

سؤالات مهندسی شیمی

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال)

۱ـ واکنش‌های مقابل در فاز مایع و در یک راکتور مخزنی هم‌زن‌دار پیوسته (mixed) صورت می‌گیرند، $\begin{cases} A \to B & r_B = k_1 C_A \\ A \to C & r_C = k_2 C_A \end{cases}$، خوراک راکتور A خالص است، اگر غلظت‌های B و C در خروجی راکتور برابر باشند، نسبت $\frac{k_1}{k_2}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۳۳

۲ـ کدام‌یک از روابط زیر بین زمان پر شدن τ و زمان اقامت متوسط $\bar{t}$ در یک راکتور پیوسته، درست است؟

۱) $\bar{t} = \frac{\tau}{(1+\varepsilon_A x_A)}$ ۲) $\tau = \bar{t}(1+\varepsilon_A x_A)^2$ ۳) $\bar{t} = \tau(1+\varepsilon_A x_A)$ ۴) $\tau = \frac{\bar{t}}{(1+\varepsilon_A x_A)^2}$

۳ـ بهترین عامل در واکنش‌های سری برای تولید بیشینه یک ماده میانی کدام است؟

۱) وارد نمودن یکباره مواد اولیه به راکتور

۲) اضافه کردن مواد اولیه به آرامی به راکتور

۳) مخلوط کردن مواد با مقادیر مختلف درصد تبدیل با یکدیگر، در راکتور

۴) عدم وجود اختلاط موادی که دارای مقادیر مختلف درصد تبدیل در راکتور باشند.

۴ـ برای واکنش‌های ابتدایی $A + B \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftarrows}} C + D$ ثابت تعادلی واکنش $K = \frac{k_1}{k_2} = 4$ می‌باشد. برای غلظت‌های اولیه $C_{A_0} = C_{B_0} = 4 \frac{mol}{lit}$ و $C_{C_0} = C_{D_0} = 2 \frac{mol}{lit}$، غلظت تعادلی C برحسب $\frac{mol}{lit}$ کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۳/۵ ۴) ۴/۵

۵ـ واکنش درجه اول $2A \to 3R$ در فاز گاز در یک راکتور ناپیوسته در دما و حجم ثابت انجام می‌شود. درصورتی که تبدیل ۴۰ درصد مدنظر باشد، چند درصد فشار افزایش پیدا می‌کند؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۶ـ واکنش گازی $A + B \to 2R$ در یک راکتور ناپیوسته صورت می‌گیرد، خوراک راکتور شامل واکنش‌دهنده‌های A ، B و ماده بی‌اثر با غلظت‌های $C_{A_0} = 1 \frac{mol}{lit}$، $C_{B_0} = 2 \frac{mol}{lit}$ و $C_{inert} = 1 \frac{mol}{lit}$ است. هنگامی که غلظت واکنش‌دهنده A به ۰/۵ مولار می‌رسد، میزان تبدیل B کدام است؟

۱) ۰/۶۷ ۲) ۰/۳۳ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۵

۷ـ واکنش پیچیده $A + B \to AB$ مطابق مکانیزم $\begin{cases} 2B \xrightarrow{k_1} B_2^* \\ A + B_2^* \underset{k_3}{\overset{k_2}{\rightleftarrows}} AB + B \end{cases}$ انجام می‌شود، که در آن B_2^* بیانگر حد واسط پرانرژی است. کدام‌یک از موارد زیر نشانگر معادله سرعت تولید AB است؟ (اگر علامت [ ] به مفهوم غلظت باشد.)

۱) $r_{AB} = k_1[B]^2 + k_3[B][AB]$ ۲) $r_{AB} = \frac{k_1[B]^2 + k_3[B][AB]}{k_2[A]}$

۳) $r_{AB} = \frac{k_2}{k_1 + k_3}[A][B]$ ۴) $r_{AB} = k_1[B]^2$

www.modaresanesharif.ac.ir

۸ـ واکنش فاز مایع $A+B\xrightarrow{k}AB$ در یک راکتور ناپیوسته با معادله سرعت $-r_A=kC_A^{0/5}C_B^{1/5}$ صورت می‌گیرد. غلظت واکنش‌دهنده‌های A و B در ابتدای واکنش برابر با $1\frac{mol}{lit}$ و ثابت سرعت واکنش برابر با $2\frac{lit}{mol.min}$ می‌باشد. زمان نیمه‌عمر واکنش چند دقیقه است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۹ـ واکنش $2A\xrightarrow{k}B$ در فاز گاز در درون یک راکتور مخزنی همزن‌دار پیوسته (mixed) اتفاق می‌افتد. خوراک دارای ۸۰% واکنش‌دهنده A و باقیمانده ماده بی‌اثر بوده و غلظت اولیه A برابر با $1\frac{mol}{lit}$ می‌باشد. اگر ثابت سرعت واکنش برابر با $0/8\frac{lit}{mol.min}$ باشد، متوسط زمان اقامت در این راکتور جهت دستیابی به درصد تبدیل ۵۰، چند دقیقه است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱ ۳) ۱/۶ ۴) ۲

۱۰ـ در یک مخزن اختلاط عایق جریانی به‌شدت ۵ و آنتروپی ۲ از یک مایع خالص وارد شده و با جریان دیگری از همان مایع خالص به‌شدت ۳ و آنتروپی ۶ به‌طور کاملاً یکنواخت (پایدار) مخلوط می‌شود. اگر جریان خروجی دارای آنتروپی ۱۰ باشد، شدت تغییر خالص آنتروپی این تحول کدام است؟ (واحدها همه هماهنگ و اختیاری است.)

۱) ۴۸ ۲) ۵۲ ۳) ۵۶ ۴) ۶۲

۱۱ـ یک پمپ تخلیهٔ اضطراری، آب جمع‌شده در یک گودال را با شدت جریان $0/1\frac{m^3}{sec}$ توسط یک لوله که به انتهای آن یک شیپوره (نازل) وصل است، تا ارتفاع ۲۰ متر پمپ می‌کند. سرعت خروجی آب از شیپوره انتهای لوله برابر $10\frac{m}{sec}$ و راندمان ایزونتروپیک (آنتروپی ثابت) کل پمپ، لوله و شیپوره بر روی هم برابر ۰/۷۵ است. مقدار توان مصرفی پمپ چند کیلووات است؟ ($g=10\frac{m}{sec^2}$ و $1\frac{gr}{cm^3}$ = دانسیتهٔ آب)

۱) ۳۳۰۰۰ ۲) ۳۳۰۰ ۳) ۳۳ ۴) ۳/۳

۱۲ـ برای یک سیستم دو جزیی مایع بخار تعادلی (VLE) داریم $P_1^{sat}=2/5\ atm$ و $P_2^{sat}=1/4\ atm$ و $\gamma_1^{\infty}=6$ و $\gamma_2^{\infty}=3/5$. کدام‌یک از عبارات زیر، درست است؟

۱) این سیستم دارای آزئوتروپ فشار ماکزیمم است و انحراف آن مثبت است.
۲) این سیستم دارای آزئوتروپ فشار ماکزیمم است و انحراف آن منفی است.
۳) این سیستم دارای آزئوتروپ دما ماکزیمم است و انحراف آن مثبت است.
۴) این سیستم قطعاً آزئوتروپ ندارد.

۱۳ـ شیر متصل به یک مخزن خالی عایق به حجم معلوم را به آهستگی باز می‌کنیم تا هوا در شرایط ۳۰۰K و فشار ۱bar ، وارد مخزن شود و وقتی جریان هوا به داخل مخزن قطع شد، شیر را می‌بندیم. درصورتی که هوا گاز کامل با گرمای ویژهٔ ثابت فرض شود ($C_p=1\frac{Kj}{Kg}$ ، $\gamma=\frac{C_p}{C_v}=1/4$)، تغییر خالص آنتروپی این تحول برحسب کیلو ژول بر کلوین به طور تقریبی کدام است؟ (مقدار هوای داخل مخزن در نهایت برابر ۰/۲Kg می‌باشد.)

$\ln 2=0/7\ ,\ \ln 3=1/1\ ,\ \ln 5=1/6\ ,\ \ln 7=1/9$

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۰۶ ۳) ۰/۰۰۶ ۴) ۰/۰۰۳

۱۴ـ یک گاز کامل با گرمای ویژهٔ ثابت در دمای ۸۴۰K و فشار ۲MPa وارد یک توربین گازی فرضی شده و در فشار ۰/۲MPa خارج می‌شود. اگر راندمان توربین ۸۰% باشد، مقدار کار گرفته‌شده از توربین تقریباً چند کیلو ژول بر کیلوگرم است؟

$R=0/4\frac{Kj}{Kg.K}\ ,\ \sqrt{2}=1/4\ ,\ \sqrt{3}=1/7\ ,\ \sqrt[3]{2}=1/2\ ,\ \sqrt[3]{5}=1/75\ ,\ \gamma=\frac{C_p}{C_v}=1/5$

۱) ۳۳۲ ۲) ۴۲۲ ۳) ۴۷۶ ۴) ۵۲۸

۱۵ـ یک گاز واقعی از معادلهٔ ویریال $z=1+\frac{BP}{RT}$ پیروی می‌کند و ضریب ویریال مرتبهٔ دوم آن گاز از رابطهٔ $B=b-\frac{a}{T^2}$ به‌دست می‌آید که در آن a و b دو مقدار ثابت بوده و T برحسب کلوین است. تغییر آنتالپی مخصوص آن گاز در دمای ثابت T موقعی که فشار آن از یک فشار خیلی کم تا فشار نهایی P تغییر کند، کدام است؟

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

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه مهندسی شیمی

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور ـ ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال)

۱ـ گزینه «۱» روابط سرعت محصولات B و C در واکنش موازی داده شده در فاز مایع به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$+r_B = +\frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A \quad , \quad +r_C = +\frac{dC_C}{dt} = k_2 C_A$$

حال طرفین این روابط بر هم تقسیم می‌شوند:

$$\frac{+r_B}{+r_C} = \frac{dC_B/dt}{dC_C/dt} = \frac{k_1 C_A}{k_2 C_A} \Rightarrow \frac{dC_B}{dC_C} = \frac{k_1}{k_2} \Rightarrow \frac{C_B - C_{B_0}}{C_C - C_{C_0}} = \frac{k_1}{k_2}$$

$C_{B_0} = C_{C_0} = 0$ (خوراک راکتور A خالص است.) , $C_B = C_C$ (غلظت‌های B و C در خروجی راکتور برابرند.) $\Rightarrow \frac{C_B}{C_B} = \frac{k_1}{k_2} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = 1$

۲ـ گزینه «۱» روابط زمان پر شدن (τ) و زمان اقامت متوسط ($\bar{t}$) در یک راکتور پیوسته به‌صورت زیر است:

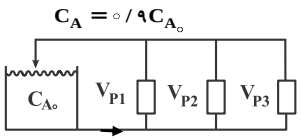
$$\tau = \frac{\text{حجم راکتور}}{\text{دبی حجمی در ورودی راکتور}} = \frac{V}{\nu_0} \quad , \quad \bar{t} = \frac{\text{حجم راکتور}}{\text{دبی حجمی در خروجی راکتور}} = \frac{V}{\nu_f} \quad , \quad \nu_f = \nu_0[1+\varepsilon_A x_A]$$

$$\bar{t} = \frac{V}{\nu_0[1+\varepsilon_A x_A]} = \frac{\tau}{1+\varepsilon_A x_A}$$

۳ـ گزینه «۴» در واکنش‌های سری درصورتی‌که ماده میانی (R) محصول مطلوب باشد برای تولید بیشینه این ماده باید غلظت ماده اولیه (A) در راکتور همواره زیاد باشد. به همین دلیل می‌بایست از اختلاط جریان‌های با درصد تبدیل‌های (x_A های) مختلف و یا جریان‌های با درصد تبدیل‌های خیلی متفاوت (Δx_A های زیاد) جلوگیری کرد.

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S \quad , \quad r_R = k_1 C_A - k_2 C_R$$

با توجه به معادله سرعت ماده میانی (R)، سرعت تولید این ماده زمانی بیشینه می‌شود که غلظت ماده A (C_A) همواره زیاد باشد یا به عبارتی C_A افت ناچیزی داشته باشد. به این ترتیب از راکتورهای پلاگ و آن هم به‌صورت موازی باید استفاده شود.



۴ـ گزینه «۲» سرعت واکنش تعادلی داده شده با توجه به برابر بودن غلظت‌های اولیه A و B و نیز C و D به‌صورت زیر ساده‌سازی می‌شود:

$$A + B \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} C + D$$

$$-r_A = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D \quad , \quad C_{A_0} = C_{B_0} = 4 \frac{mol}{lit} \Rightarrow C_A = C_B$$

$$C_{C_0} = C_{D_0} = 2 mol/lit \Rightarrow C_C = C_D \Rightarrow -r_A = k_1 C_A^2 - k_2 C_C^2$$

$$C_A = C_{A_0}[1 - x_A] \quad , \quad C_C = C_{C_0} + C_{A_0} x_A$$

$$-r_A = k_1\{C_{A_0}[1-x_A]\}^2 - k_2\{C_{C_0} + C_{A_0} x_A\}^2$$

در حالت تعادل $x_A = x_{Ae}$ شده و سرعت r_A صفر می‌شود لذا داریم: $k_1\{C_{A_0}[1-x_{Ae}]\}^2 = k_2\{C_{C_0} + C_{A_0} x_{Ae}\}^2$, $K = \frac{k_1}{k_2} = 4$

حال مقادیر در رابطه فوق جایگذاری شده و درصد تبدیل تعادلی محاسبه می‌گردد:

$$4 \times \{4[1-x_{Ae}]\}^2 = \{2 + 4x_{Ae}\}^2 \Rightarrow 2 \times 4 \times [1 - x_{Ae}] = 2 + 4x_{Ae}$$

حال مقدار درصد تبدیل تعادلی در رابطه C_C جایگذاری شده و غلظت تعادلی ماده C به‌دست می‌آید:

$$x_{Ae} = 0/5 \ , \ C_{Ce} = C_{C_0} + C_{A_0} x_{Ae} = 2 + 4 \times 0/5 = 4 \frac{mol}{lit}$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۵ـ گزینه «۲» با این فرض که در ابتدا ماده A خالص وارد راکتور ناپیوسته شده باشد، درصد افزایش فشار به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$2A \rightarrow 3R$ [واکنش فاز گاز حجم ثابت]

$$C_A = C_{A_\circ}[1 - x_A]\ ,\ x_A = \circ/4 \Rightarrow C_A = C_{A_\circ}[1 - \circ/4] = \circ/6 C_{A_\circ}$$

$$C_R = C_{R_\circ} + \frac{r}{a} C_{A_\circ} x_A\ ,\ C_{R_\circ} = \circ \Rightarrow C_R = \circ + \frac{3}{2} C_{A_\circ} \times \circ/4 = \circ/6 C_{A_\circ}$$

$$C_t = C_A + C_R = \circ/6 C_{A_\circ} + \circ/6 C_{A_\circ} = 1/2 C_{A_\circ}\ ,\ P_t = C_t RT = 1/2 C_{A_\circ} RT$$

$$C_\circ = C_{A_\circ} + C_{R_\circ} = C_{A_\circ} + \circ = C_{A_\circ}\ ,\ P_\circ = C_\circ RT = C_{A_\circ} RT$$

$$\frac{\Delta P}{P_\circ} \times 1\circ\circ = \frac{P_t - P_\circ}{P_\circ} \times 1\circ\circ = \frac{1/2 C_{A_\circ} RT - C_{A_\circ} RT}{C_{A_\circ} RT} \times 1\circ\circ \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_\circ} \times 1\circ\circ = 2\circ\%$$

۶ـ گزینه «۳» واکنش در فاز گاز است اما طبق استوکیومتری آن، $\sum \nu_i = \circ$ بوده و واکنش حجم ـ ثابت محسوب می‌گردد. از طرفی طبق استوکیومتری واکنش و غلظت‌های اولیه، ماده A محدودکننده واکنش است. به این ترتیب میزان تبدیل واکنش‌گر B (x_B) به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$A + B \rightarrow 2R$

$$C_A = C_{A_\circ}[1 - x_A]\ ,\ C_A = \circ/5 \frac{mol}{lit}\ ,\ C_{A_\circ} = 1 \frac{mol}{lit} \Rightarrow \circ/5 = 1 \times [1 - x_A] \Rightarrow x_A = \circ/5$$

$$C_B = C_{B_\circ} - \frac{b}{a} C_{A_\circ} x_A = C_{B_\circ} - \frac{1}{1} C_{A_\circ} x_A \Rightarrow C_B = C_{B_\circ} - C_{A_\circ} x_A, C_{B_\circ} = 2 \frac{mol}{lit} \Rightarrow C_B = 2 - 1 \times \circ/5 = 1/5 \frac{mol}{lit}$$

$$C_B = C_{B_\circ}[1 - x_B] \Rightarrow 1/5 = 2[1 - x_B] \Rightarrow x_B = \circ/25$$

۷ـ گزینه «۴» سرعت تولید ماده $AB\ (+r_{AB})$ طبق استوکیومتری واکنش دوم، برابر سرعت مصرف ماده واسطه پرانرژی $B_2^*\ (-r_{B_2^*})$ در این واکنش است. از طرف دیگر سرعت تولید ماده واسطه پرانرژی B_2^* در واکنش اول $(+r_{B_2^*})$ با سرعت مصرف آن در واکنش دوم $(-r_{B_2^*})$ برابر است زیرا ضرایب استوکیومتری ماده B_2^* در هر دو واکنش یکسان بوده و این ماده در واکنش نهایی $(A + B \rightarrow AB)$ حضور ندارد به این ترتیب سرعت تولید ماده AB برابر سرعت تولید ماده B_2^* در واکنش اول می‌باشد.

$+r_{AB} = -r_{B_2^*}$ (در واکنش دوم)

$$+r_{B_2^*}\ (\text{در واکنش اول}) = -r_{B_2^*}\ (\text{در واکنش دوم}) \Rightarrow +r_{AB}\ (\text{در واکنش دوم}) = +r_{B_2^*}\ (\text{در واکنش اول}) \Rightarrow +r_{AB} = +r_{B_2^*} = k_1 C_B^2$$

۸ـ گزینه «۱» از رابطه زمان نیمه عمر در واکنش‌های فاز مایع استفاده می‌شود. با توجه به استوکیومتری واکنش، ضرایب مواد اولیه A و B $(a = b = 1)$ با هم برابر بوده و از طرفی غلظت‌های اولیه آن‌ها نیز با هم برابر است لذا می‌توان معادله سرعت واکنش را به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$A + B \xrightarrow{k} AB\ ,\ k = 2 \frac{lit}{mol.min} \Rightarrow C_A = C_{A_\circ}[1 - x_A] = C_{A_\circ} - C_{A_\circ} x_A$$

$$C_B = C_{B_\circ}[1 - x_B] = C_{B_\circ} - C_{B_\circ} x_B = C_{B_\circ} - \frac{b}{a} C_{A_\circ} x_A\ ,a = b = 1$$

$$C_B = C_{B_\circ} - C_{A_\circ} x_A\ ,\ C_{A_\circ} = C_{B_\circ} = 1 \frac{mol}{lit} \Rightarrow C_B = C_{A_\circ} - C_{A_\circ} x_A \Rightarrow C_B = C_A$$

$$-r_A = k C_A^{\circ/5} C_B^{1/5} = k C_A^{\circ/5} C_A^{1/5} = k C_A^2 \Rightarrow n = 2\ (\text{درجه کلی واکنش})$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \left[\frac{1 - [\frac{1}{2}]^{(1-n)}}{(1-n)k}\right] C_{A_\circ}^{(1-n)} = \left[\frac{1 - [\frac{1}{2}]^{(1-2)}}{(1-2)2}\right] \times 1^{(1-2)} \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \circ/5\ \text{min}$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۹ـ گزینه «۴» از رابطه کلی زمان پر شدن در راکتورهای همزن‌دار پیوسته (τ_m) استفاده می‌شود. توجه شود که از روی واحد ثابت سرعت واکنش (k)، درجه واکنش مشخص می‌شود:

$$\tau_m = \frac{C_{A_\circ} x_A}{-r_A} \quad , \quad 2A \xrightarrow{k} B$$

$$k = \circ/\lambda \frac{lit}{mol.min}$$

$$k_{\text{واحد}} = [\text{غلظت}]^{(1-n)} \times \text{زمان}^{-1} = \frac{lit}{mol.min} \Rightarrow n = 2 \Rightarrow -r_A = kC_A^2$$

از آنجا که واکنش در فاز گاز است و اینکه $\sum \nu_i \neq \circ$ است، لذا واکنش حجم متغیر می باشد. به این ترتیب رابطه غلظت ماده A به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$C_A = \frac{C_{A_\circ}[1-x_A]}{1+\varepsilon_A x_A} \quad , \quad \varepsilon_A = [\frac{\Delta n}{a}] y_{A_\circ} = [\frac{b-a}{a}] y_{A_\circ} = [\frac{1-2}{2}] \times \circ/\lambda = -\circ/4 \Rightarrow C_A = \frac{C_{A_\circ}[1-x_A]}{1-\circ/4 x_A}$$

$$-r_A = kC_A^2 = k\left[\frac{C_{A_\circ}[1-x_A]}{1-\circ/4x_A}\right]^2 \quad , \quad \tau_m = \frac{C_{A_\circ}x_A}{-r_A} = \frac{C_{A_\circ}x_A}{k\left[\frac{C_{A_\circ}[1-x_A]}{1-\circ/4x_A}\right]^2} \quad , \quad C_{A_\circ} = 1\frac{mol}{lit} \quad , \quad x_A = \circ/5$$

$$k = \circ/\lambda \frac{lit}{mol.min} \Rightarrow \tau_m = \frac{1 \times \circ/5}{\circ/\lambda\left[\frac{1\times[1-\circ/5]}{1-\circ/4\times\circ/5}\right]^2} = 1/6 \min$$

در پایان زمان اقامت متوسط در راکتور به‌صورت مقابل محاسبه می‌شود:

$$\bar{t} = \frac{\tau_m}{1+\varepsilon_A x_A} = \frac{1/6}{1-\circ/4\times\circ/5} = 2\min$$

۱۰ـ گزینه «۲» از قانون دوم ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار یا سیستم‌های باز (حجم کنترل) استفاده می‌شود. از طرفی به‌دلیل اختلاط کاملاً یکنواخت (پایدار) جریان‌های مایع، تغییر آنتروپی سیستم صفر می‌باشد.

$$\Delta S_{sys} = m_2 s_2 - m_1 s_1 = \circ$$

$$S_{gen} = \Delta S_{net} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{surr.} = \circ + \sum_e \dot{m}_e s_e - \sum_i \dot{m}_i s_i + \frac{\pm Q}{T_\circ} \geq \circ \quad , \quad \dot{m}_e = \sum_i \dot{m}_i = 5+3 = 8 \ [\frac{\text{جرم}}{\text{زمان}}] \quad , \quad Q_{surr} = \circ \ \text{(مخزن عایق)}$$

$$\Delta S_{net} = 8\times 10 - [5\times 2 + 3\times 6] + \frac{\circ}{T_\circ} = 52$$

۱۱ـ گزینه «۳» از قانون اول ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار در حالت آیزنتروپیک یا آنتروپی ثابت با فرض یکسان بودن دمای آب در ابتدا و انتهای مسیر استفاده می‌شود:

$$\dot{Q}_{is} + \dot{m}_i[h_i + \frac{V_i^2}{2} + gz_i] = \dot{W}_{is} + \dot{m}_e[h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e] \quad , \quad g = 10\frac{m}{s^2}$$

$$\dot{Q}_{is} = \circ \ \text{(فرایند بی‌دررو و برگشت‌پذیر)} \quad , \quad V_i = \circ \ \text{(بزرگ بودن سطح گودال)} \quad , \quad z_i = \circ \ \text{(سطح گودال مبنای ارتفاع)}$$

$$\dot{v} = \circ/1 \frac{m^3}{s} \quad , \quad \rho = 1\frac{gr}{cm^3} = 1000\frac{kg}{m^3} \quad , \quad \dot{m}_i = \dot{m}_e = \rho\dot{v} = 1000\times\circ/1 = 100\frac{kg}{m^3}$$

حال مقادیر در رابطه قانون اول جایگذاری می‌شوند:

$$h = cT \quad , \quad T_i = T_e \text{(فرض)} \Rightarrow h_i = h_e$$

$$g = 10\frac{m}{s^2} \quad , \quad V_e = 10\frac{m}{s} \quad , \quad z_e = 20\,m$$

$$\circ + 100[\cancel{cT_i} + \frac{\circ^2}{2} + 10\times\circ] = \dot{W}_{is} + 100[\cancel{cT_e} + \frac{10^2}{2} + 10\times 20]$$

$$\dot{W}_{is} = -100[+50+200] = -25000\,W = -25kW \quad , \quad \eta_{is} = \circ/75 \Rightarrow \dot{W}_{pump} = \frac{\dot{W}_{is}}{\eta_{is}} = \frac{25}{\circ/75} = 33/33kW$$

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۲ـ گزینه «۱» جهت تشخیص وجود یا عدم وجود آزئوتروپ در محلول دوجزئی، از مقادیر حدی ضریب فراریت استفاده می‌شود:

$$\alpha'_{12}=\lim_{x_1\to 0}\alpha_{12}=\frac{\gamma_1^{\infty}P_1^{sat}}{1\times P_2^{sat}}\ ,\ \alpha''_{12}=\lim_{x_2\to 0}\alpha_{12}=\frac{1\times P_1^{sat}}{\gamma_2^{\infty}P_2^{sat}}$$

$$\gamma_1^{\infty}=6\ ,\ \gamma_2^{\infty}=3/5\ ,\ P_1^{sat}=2/5\,atm\ ,\ P_2^{sat}=1/4\,atm$$

$$\alpha'_{12}=\frac{6\times 2/5}{1\times 1/4}=\frac{15}{1/4}>1\ ,\ \alpha''_{12}=\frac{1\times 2/5}{3/5\times 1/4}=\frac{5}{9/8}<1$$

از آنجایی‌که α'_{12} بزرگ‌تر از یک و α''_{12} کوچک‌تر از یک شده محلول دارای آزئوتروپ می‌باشد. از طرف دیگر به دلیل آنکه مقادیر γ_1^{∞} و γ_2^{∞} هر دو بزرگ‌تر از یک می‌باشند، آزئوتروپ از نوع فشار ماکزیمم است و انحراف آن نیز مثبت می‌باشد. به این ترتیب گزینه (۱) صحیح است.

۱۳ـ گزینه «۳» از قانون دوم ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

$$S_{gen}=\Delta S_{net}=\Delta S_{sys}+\Delta S_{surr.}=[m_2s_2-m_1s_1]+[\sum m_es_e-\sum m_is_i+\frac{\pm Q}{T_0}]$$

$$m_i-m_e=m_2-m_1\ ,\ m_1=0\ (\text{مخزن خالی})\ ,\ m_e=0\ (\text{عدم جریان خروجی})\Rightarrow m_i=m_2=0/02\,kg\ ,\ Q=0\ (\text{مخزن عایق})$$

$$\Delta S_{net}=m_2s_2-m_is_i$$

حال از رابطه تغییر آنتروپی در گازهای ایده‌ال استفاده می‌شود:

$$\Delta S_{net}=m_2[c_pLn\frac{T_2}{T_i}-RLn\frac{P_2}{P_i}]$$

$$c_p=1\frac{kJ}{kgK}\ ,\ T_i=300K\ ,\ c_p=\frac{\gamma R}{\gamma-1}\ ,\ \gamma=1/4\Rightarrow R=\frac{0/4}{1/4}\frac{kJ}{kgK}\ ,\ P_2=P_i=1\,bar$$

با استفاده از قانون اول ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار با صرف‌نظر از تغییرات انرژی‌های جنبشی و پتانسیل، دمای نهایی هوای درون مخزن محاسبه می‌شود:

$$Q+m_ih_i=W+m_eh_e+m_2u_2-m_1u_1\ ,\ Q=0\ (\text{مخزن عایق}),W=0\ (\text{عدم کار محوری})$$

$$m_e=m_1=0\ ,\ m_i=m_2\ ,\ h=c_pT\ [\text{آنتالپی گاز کامل}]\ ,\ u=c_vT\ (\text{انرژی داخلی گاز کامل})$$

$$0+m_ic_pT_i=0+0\times c_pT_e+m_2c_vT_2-0\times c_vT_1\Rightarrow \cancel{m_i}c_pT_i=\cancel{m_2}c_vT_2$$

حال مقادیر عددی در رابطه ΔS_{net} جایگذاری می‌شوند.

$$T_2=\frac{c_p}{c_v}T_i=\gamma T_i=1/4T_i$$

$$\Delta S_{net}=0/02[1\times Ln\frac{1/4T_i}{T_i}-\frac{0/4}{1/4}Ln\frac{1}{1}]=0/02\times Ln1/4=0/02\times Ln\frac{7}{5}$$

$$\Delta S_{net}=0/02\times[Ln7-Ln5]=0/02\times[1/9-1/6]=0/006\frac{kJ}{K}$$

۱۴ـ گزینه «۲» از قانون اول ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار در حالت آیزنتروپیک و با صرف‌نظر از تغییرات انرژی‌های جنبشی و پتانسیل استفاده می‌شود:

$$\dot Q_{is}+\dot m_ih_i=\dot W_{is}+\dot m_eh_{e,is}\ ,\ \dot Q_{is}=0\ (\text{فرایند آدیاباتیک و برگشت‌پذیر})\ ,\ \dot m_i=\dot m_e$$

$$h=c_pT\ (\text{آنتالپی گاز کامل})\Rightarrow\frac{\dot W_{is}}{\dot m_i}=c_p[T_i-T_{e,is}]$$

$$c_p=\frac{\gamma R}{\gamma-1}\ ,\ \gamma=\frac{C_P}{C_V}=1/5\ ,\ R=0/4\frac{kJ}{kgK}\Rightarrow C_P=\frac{1/5\times 0/4}{1/5-1}=1/2\frac{kJ}{kgK}\ ,\ T_i=840K$$

برای محاسبه دمای خروجی توربین از رابطه $T-P$ در فرایند آیزنتروپیک گاز کامل استفاده می‌شود:

$$\frac{T_{e,is}}{T_i}=[\frac{P_e}{P_i}]^{[\frac{\gamma-1}{\gamma}]}\Rightarrow\frac{T_{e,is}}{840}=[\frac{0/2}{2}]^{[\frac{1/5-1}{1/5}]}=\frac{1^{\frac{1}{3}}}{10^{\frac{1}{3}}}=\frac{1}{\sqrt[3]{2}\times\sqrt[3]{5}}=\frac{1}{1/2\times 1/75}\Rightarrow T_{e,is}=400K$$

$$\frac{\dot W_{is}}{\dot m_i}=1/2\,[840-400]=528\frac{kJ}{kg}$$

www.modaresanesharif.ac.ir