



سؤالات آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۷

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

■ راهنمایی: در این بخش، دو متن به طور مجزا آمده است. هریک از متن‌ها را به دقت 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)

عملکرد موتورهای اشتعال تراکمی همگن (HCCI)، ترکیبی از عملکرد موتورهای اشتعال جرقه‌ای SI و اشتعال تراکمی CI است. مشابه با موتورهای SI، مخلوط سوخت و هوا وارد محفظه احتراق شده و در مرحله تراکم، مشابه با موتورهای CI، بدون استفاده از هرگونه سیستم جرقه‌زنی و به صورت خودبه‌خودی مشتعل می‌شود. مزیت این موتورها، نسبت به موتورهای دیزل مرسوم، احتراق همگن در داخل محفظه احتراق است. در موتورهای دیزل مرسوم، به واسطه اشتعال نقطه‌ای، بیشینه دمای احتراق بسیار بالاست که سبب تولید مقادیر بالایی از آلاینده‌های NO_x و دوده می‌شود. از سوی دیگر، بیشینه دمای پایین‌تر موتورهای HCCI، خود نیز می‌تواند مشکلاتی نظیر کارکرد ضعیف موتور در بار کم، راه‌اندازی موتور در حالت سرد و افزایش آلاینده‌هایی نظیر مونوکسیدکربن و هیدروکربن‌های نسوخته را در پی داشته باشد. نبود سیستم جرقه‌زنی در این موتورها سبب شده است که فرایند احتراق، وابستگی فراوانی به خواص ترمودینامیکی و شیمیایی مخلوط سوخت و هوا داشته باشد. از این رو، پارامترهای بسیاری نظیر سوخت، ترکیب شیمیایی سوخت، دما و فشار ورودی، توزیع اولیه دما و نسبت هم‌ارزی در نواحی مختلف سیلندر، مشخصات هندسی موتور و استفاده از گازهای بازخوران و گازهای سنتزی می‌توانند زمان آغاز احتراق را کنترل کنند. در نتیجه، آزمایش‌های تجربی بسیاری برای دستیابی به راندمان بهینه در مقایسه با تولید آلاینده‌ها و معایب کارکردی این موتورها انجام شده و هنوز هم در حال اجراست.

احتراق HCCI، در ابتدا به عنوان روشی جایگزین برای موتورهای دوزمانه مطرح شد. اولین مطالعات بر روی این نوع از احتراق، توسط اونیشی و همکاران در سال ۱۹۷۹ انجام شد. این نوع جدید از احتراق، که کاملاً برای موتورهای پیستونی مورد قبول واقع شد، احتراق ترمواتمسفیری فعال نامگذاری شد که به جایگزینی مناسب برای موتورهای دیزل و جرقه‌ای تبدیل شد. از معایب موتورهای دوزمانه می‌توان به مقادیر بالای آلاینده‌گی آن در بارهای پایین و نسبتاً اندک و اثرات کوبش آن در سرعت‌های پایین اشاره کرد. بنابراین، اونیشی و همکاران با به کار گرفتن حالتی از احتراق، با استناد به میزان بالای یکنواختی و افزایش دمای اولیه مخلوط، این نقایص را تبدیل به نقطه قوت کردند. با ایجاد این شرایط، که منجر به اشتعال خودبه‌خودی مخلوط می‌شود، آنان توانستند به کاهش چشمگیری در مقادیر آلودگی و بهبود مؤثری در ارزش اقتصادی سوخت دست یابند. اندکی پس از ارائه اونیشی، این روند احتراق توسط شرکت تویوتا نشان داده شد. نتایج نشان داد که عملکرد موتور HCCI برای موتور دوزمانه در بار جزئی بسیار مناسب است. فرایند احتراق بسیار هموار و میزان مصرف سوخت و تولید آلودگی بسیار پایین است.

کجه ۱- براساس متن، نتیجه مطالعه اونیشی و همکاران (۱۹۷۹)، از کدام مورد، بیشتر از بقیه، حمایت می‌کند؟

- (۱) موتورهای دیزل و جرقه‌ای، قابلیت ارتقا به موتورهای HCCI را دارا هستند.
- (۲) افزایش دمای اولیه مخلوط در فرایندهای احتراقی، افزایش آلودگی را به دنبال دارد.
- (۳) با افزایش دمای اولیه سوخت و هوا در محفظه احتراق، می‌توان فرایند احتراق را هموارتر و مؤثرتر کرد.
- (۴) احتراق HCCI در موتورهای دوزمانه، یک نقص محسوب می‌شود و نه یک مزیت.

کجه ۲- کدام مورد در خصوص موتورهای اشتعال تراکمی همگن، در متن بحث نشده است؟

- (۱) عوامل مؤثر بر زمان شروع احتراق در آنها
- (۲) شبیه‌سازی فرایند احتراق در آنها
- (۳) مزایا و معایب
- (۴) شیوه کار

کجه ۳- براساس متن، کدام مورد در خصوص موتورهای اشتعال تراکمی همگن، صحیح است؟

- (I) احتراق در این موتورها، در نقطه‌ای خاص از محفظه احتراق شروع می‌شود.
- (II) مخلوط سوخت و هوا در آنها می‌تواند به حد خوداشتعالی برسد.
- (III) به علت دمای نسبتاً پایین در این موتورها، میزان تولید برخی آلاینده‌ها در آنها بالا می‌رود.

(۴) فقط II

(۳) I و II

(۲) II و III

(۱) I، II و III

کدام مورد، رابطه بین پاراگراف دوم و سوم متن را به‌خوبی توصیف می‌کند؟

- (۱) پاراگراف دوم، عوامل مؤثر بر موتورهای HCCI در زمینه‌ای خاص را معرفی می‌کند و پاراگراف سوم، به نتایج پژوهش‌های انجام‌شده بر روی تأثیرات هریک از این عوامل اشاره می‌کند.
- (۲) پاراگراف دوم، یک ویژگی اصلی موتورهای HCCI را معرفی می‌کند و پاراگراف سوم، آن را با ویژگی مشابه در انواع دیگر موتورها مقایسه می‌کند.
- (۳) پاراگراف دوم، موضوع راندمان موتورهای HCCI را مطرح می‌کند و پاراگراف سوم، درباره اهمیت آن از نظر برخی پژوهشگران، توضیحاتی ارائه می‌دهد.
- (۴) پاراگراف دوم، نکته‌ای را درخصوص کارکرد موتورهای HCCI مطرح می‌کند و پاراگراف سوم، با ارائه توضیحات کامل‌تر، از آن حمایت می‌کند.

متن (۲)

با حرکت خودرو روی یک جاده، ارتعاشاتی به قسمت‌های مختلف خودرو اعمال می‌شود که شدت این ارتعاشات، وابسته به میزان ناهمواری‌های سطح جاده و مشخصات خودرو است. ارتعاشات شدید، باعث خرابی سازه خودرو و آسیب جدی به تجهیزات مختلف آن می‌شود و راهکاری که به‌منظور محافظت خودرو و تجهیزات آن در مقابل ارتعاشات ارائه می‌شود، جداسازی ارتعاشات است. جداسازی یک سامانه در برابر ارتعاشات مکانیکی، با به‌کار بردن یک‌سری اتصالات نرم مکانیکی به نام جداساز بین سامانه و منبع ارتعاش در یک طیف فرکانسی نسبتاً وسیع امکان‌پذیر است. معروف‌ترین جداسازهای موجود در خودرو، چرخ‌ها و سامانه تعلیق برای کاهش ارتعاشات منتقل‌شده از جاده به بدنه و دسته‌موتورها برای کاهش ارتعاشات منتقل‌شده از موتور به سازه خودرو هستند. البته در قسمت‌های دیگر خودرو، همانند تجهیزات حساس الکترونیکی و حتی صندلی‌ها نیز از جداساز ارتعاش برای کاهش میزان ارتعاشات منتقل‌شده از سازه خودرو به آنها استفاده می‌شود.

در یک دسته‌بندی کلی می‌توان جداسازهای ارتعاشات را به دو دسته فعال و غیرفعال دسته‌بندی کرد. در حالت فعال، با توجه به مشخصات ارتعاشی سامانه و منبع ارتعاش، مشخصات جداکننده طوری کنترل و تغییر داده می‌شود که کمترین ارتعاشات به سامانه منتقل شود. اما در حالت غیرفعال، با توجه به غیرقابل کنترل و ثابت بودن مشخصات جداکننده، طراحی و انتخاب جداکننده طوری انجام می‌گیرد که میزان ارتعاشات منتقل‌شده به سامانه، در کل طیف فرکانسی تحریک، کمینه گردد.

انتخاب جداساز بر مبنای سامانه در حوزه زمان یا حوزه فرکانس امکان‌پذیر است. با توجه به این‌که انتخاب بهینه جداساز بر مبنای بررسی سامانه در حوزه فرکانس، منجر به بروز رفتار مناسب سامانه نسبت به ارتعاشات ورودی در یک طیف فرکانسی نسبتاً وسیع می‌شود، لذا به‌منظور انتخاب بهینه یک جداساز غیرفعال، بهتر است بررسی سامانه در حوزه فرکانس صورت گیرد. ساده‌ترین روش انتخاب جداساز، بر مبنای مدل‌سازی سامانه به‌عنوان یک جرم متمرکز و جداسازها به‌عنوان یک فنر است که در آن، نسبت فرکانس طبیعی جرم و فنر یک درجه آزادی به فرکانس تحریک، بسته به میزان انتقال‌پذیری موردنظر، بایستی کمتر از مقدار مشخصی باشد. چنانچه از این روش برای طراحی جداساز یک محیط ارتعاشی که طیف تحریک آن در فرکانس‌های کوچک مقدار قابل توجهی دارد، استفاده شود، منجر به انتخاب یک جداساز نرم و انعطاف‌پذیر می‌شود و استفاده از جداساز خیلی انعطاف‌پذیر در چنین محیط ارتعاشی، باعث تغییر شکل شدید جداساز و آسیب جدی به سامانه می‌شود.

می‌توان از متن نتیجه گرفت که جداسازهای خودرو

- (۱) به دو منبع عمده ارتعاشات نامطلوب، یعنی موتور و ناهمواری جاده، حساس هستند.
- (۲) که در بدنه خودرو تعبیه شده‌اند، مقاوم‌تر از انواع به‌کار گرفته‌شده در درون سازه خودرو می‌باشند.
- (۳) خود درموردی، ازجمله منابع تولید نوسانات حرکتی و ارتعاشات در خودرو هستند.
- (۴) بایستی طوری طراحی شوند که به ارتعاشاتی که مستقیماً به بدنه خودرو وارد می‌شوند، زودتر واکنش نشان دهند، تا آنهایی که غیرمستقیم وارد می‌شوند.

در متن، به کدام مورد، به‌عنوان وجه تمایز میان جداسازهای فعال و غیرفعال اشاره شده است؟

- (۱) شیوه طراحی و مورد استفاده آنها در سامانه‌های با مشخصات ارتعاشی متفاوت
- (۲) تأثیر طیف فرکانسی تحریک بر کارکرد آنها
- (۳) ثابت یا متغیر بودن مشخصات جداساز
- (۴) شیوه عملکرد آنها در کاهش ارتعاش

براساس متن، در انتخاب یک جداساز غیرفعال، کدام مورد صحیح است؟

- (۱) بررسی سامانه بایستی ابتدا در حوزه فرکانس و پس از آن در حوزه زمان صورت گیرد.
- (۲) انتخاب بهینه آن، رابطه متقابلی با بررسی سامانه مربوطه در حوزه فرکانس دارد.
- (۳) کنترل میزان انعطاف‌پذیری جداساز در طیف فرکانسی وسیع، از اولویت‌هاست.
- (۴) فرکانس طبیعی جرم و فنر، بایستی ثابت نگه‌داشته شود.

در کدام جمله از متن، دلیلی ارائه می‌شود که براساس آن، نتیجه‌گیری نیز انجام می‌شود؟

- (۱) جمله آخر پاراگراف سوم (چنانچه از این روش ... به سامانه می‌شود).
- (۲) جمله سوم پاراگراف دوم (اما در حالت غیرفعال ... کمینه گردد).
- (۳) جمله دوم پاراگراف اول (ارتعاشات شدید ... جداسازی ارتعاشات است).
- (۴) جمله دوم پاراگراف سوم (با توجه به این‌که ... صورت گیرد).

پاسخنامه آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۷

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

پاسخ سؤالات متن (۱)

۱- گزینه «۳» با توجه به متن، «اونیشی و همکاران، با به کارگرفتن حالتی از احتراق، با استناد به میزان بالای یکنواختی و افزایش دمای اولیه مخلوط، این نقایص را تبدیل به نقطه قوت کردند.» و با توجه به «اندکی پس از ارائه اونیشی، این روند احتراق توسط شرکت تویوتا نشان داده شد. نتایج نشان داد که عملکرد موتور HCCI برای موتور دوزمانه در بار جزئی بسیار مناسب است. فرآیند احتراق بسیار هموار و میزان مصرف سوخت و تولید آلودگی بسیار پایین است.» می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش دمای اولیه سوخت و هوا در محفظه احتراق، می‌توان فرآیند احتراق را هموارتر و موثرتر کرد.

بررسی گزینه (۱): در متن به این موضوع اشاره نشده است که آیا موتورهای دیزل و جرقه‌ای قابلیت ارتقاء به موتورهای HCCI را دارند یا خیر.

بررسی گزینه (۲): مطالعه اونیشی و همکاران نشان داد که افزایش دمای اولیه مخلوط و اشتعال خودبه‌خودی، بهبود چشمگیری در مقادیر آلودگی را به همراه داشت.

بررسی گزینه (۴): با توجه به متن، عکس این موضوع صادق است.

۲- گزینه «۲» در مورد عوامل موثر بر زمان آغاز احتراق در متن بحث شده است: «از این‌رو، پارامترهای بسیاری نظیر سوخت، ترکیب شیمیایی سوخت، دما و فشار ورودی، توزیع اولیه‌ها و نسبت هم‌ارزی در نواحی مختلف سیلندر، مشخصات هندسی موتور و استفاده از گازهای بازخوران و گازهای سنتزی می‌تواند زمان آغاز احتراق را کنترل کند.»

بررسی گزینه (۳): با توجه به متن داریم: «مزیت این موتورها، نسبت به موتورهای دیزلی مرسوم، احتراق همگن در داخل محفظه احتراق است.» و همچنین «از سوی دیگر، پیشینه‌های پایین‌تر موتورهای HCCI، خود نیز می‌تواند مشکلاتی نظیر کارکرد ضعیف موتور در بار کم و... را در پی داشته باشد.» می‌توان دید که در مورد مزایا و معایب این موتورها بحث شده است.

بررسی گزینه (۴): پاراگراف اول متن در مورد شیوه کار این موتورها توضیح می‌دهد.

۳- گزینه «۲» با توجه به این بخش از متن: «با ایجاد این شرایط که منجر به اشتعال خودبه‌خودی مخلوط می‌شود، آنان توانستند به کاهش چشمگیری در مقادیر آلودگی و بهبود انرژی در ارزش اقتصادی سوخت دست یابند.» صحت گزاره (II) ثابت می‌شود؛ و با توجه به اینکه «پیشینه‌های پایین‌تر موتورهای HCCI، خود نیز می‌تواند مشکلاتی نظیر کارکرد ضعیف موتور در بار کم، راه‌اندازی موتور در حالت سرد و افزایش آلاینده‌هایی نظیر Co و هیدروکربن‌های نسوخته را در پی داشته باشد» صحت گزاره (III) ثابت می‌شود. اما در مورد اینکه احتراق در نقطه خاصی از موتور شروع شود، صحبتی نشده است.

۴- گزینه «۴» پاراگراف دوم به این ویژگی در مورد کارکرد موتورهای HCCI اشاره می‌کند که سیستم جرقه‌زنی در این موتورها وجود ندارد و لذا فرآیند احتراق به خواص ترمودینامیکی و شیمیایی مخلوط سوخت و هوا بستگی دارد که این خواص و پارامترهای مربوط به آن‌ها بر مسائلی مانند زمان آغاز احتراق، میزان تولید آلاینده‌ها و ... تأثیرگذار است. در پاراگراف سوم با بیان این جمله که «اونیشی و همکاران با به کار گرفتن حالتی از احتراق، با استناد به میزان بالای یکنواختی و افزایش دمای اولیه مخلوط ... توانستند کاهش چشمگیری در مقادیر آلودگی و بهبود مؤثری در ارزش اقتصادی سوخت دست یابند» از این موضوع حمایت شده است و آن را تکمیل کرده است.



پاسخ سؤالات متن (۲)

۵- گزینه «۱» با توجه به متن، «با حرکت خودرو روی یک جاده، ارتعاشاتی به قسمت‌های مختلف خودرو اعمال می‌شود که شدت این ارتعاشات، وابسته به میزان ناهمواری‌های سطح جاده و مشخصات خودرو است.» و همچنین با توجه به این جمله از متن که «معروف‌ترین جداسازهای موجود در خودرو، چرخ‌ها و سامانه تعلیق برای کاهش ارتعاشات منتقل‌شده از جاده به بدنه و دسته موتورها برای کاهش ارتعاشات منتقل شده از موتور به سازه خودرو هستند» می‌توان نتیجه گرفت که دو منبع ارتعاشات نامطلوب یعنی موتور و ناهمواری‌های جاده هستند که جداسازهای خودرو به آن‌ها حساس هستند.

بررسی گزینه (۲): در مورد این موضوع در متن بحث نشده است.

بررسی گزینه (۳): در انتهای پاراگراف سوم اشاره شده است که ممکن است در مواردی موجب بروز آسیب جدی به سامانه شوند؛ اما اینکه لزوماً از جمله منابع تولید نوسانات حرکتی و ارتعاشات باشند، به آن اشاره‌ای نشده است.

بررسی گزینه (۴): در متن بیان شده است که: «معروف‌ترین جداسازهای موجود در خودرو، چرخ‌ها و سامانه تعلیق برای کاهش ارتعاشات منتقل شده از جاده به بدنه و دسته موتورها برای کاهش ارتعاشات منتقل شده از موتور به سازه خودرو هستند.» اما این موضوع لزوماً بیان نمی‌کند که جداسازها باید طوری طراحی شوند که به ارتعاشاتی که مستقیماً به بدنه خودرو وارد می‌شوند، زودتر واکنش نشان دهند، تا آنهایی که غیرمستقیم وارد می‌شوند.

۶- گزینه «۳» با توجه به پاراگراف دوم «اما در حالت غیرفعال، با توجه به غیرقابل کنترل و ثابت بودن مشخصات جداکننده، طراحی و انتخاب جداکننده طوری انجام می‌گیرد که میزان ارتعاشات منتقل شده به سامانه، در کل طیف فرکانسی تحریک، کمینه گردد.» اگرچه پاراگراف در مورد طراحی جداسازها و کارکردشان صحبت می‌کند، اما وجه تمایز این دو جداساز، ثابت یا متغیر بودن مشخصات آن‌ها است، که در نهایت بر شیوه طراحی آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

بررسی گزینه‌های (۲) و (۴): اگرچه اشاره‌ای به طیف فرکانسی تحریک و عملکرد جداسازها بر کاهش ارتعاش شده است، اما موضوع اصلی وجه تمایز جداسازها نبوده و ریشه تمایز جداسازها مشخصات آن‌ها می‌باشد.

۷- گزینه «۲» با توجه به این جمله متن: «با توجه به اینکه انتخاب بهینه جداساز بر مبنای بررسی سامانه در حوزه فرکانس، منجر به بروز رفتار مناسب سامانه نسبت به ارتعاشات ورودی در یک طیف فرکانسی نسبتاً وسیع می‌شود، لذا به‌منظور انتخاب بهینه یک جداساز غیرفعال، بهتر است بررسی سامانه در حوزه فرکانس صورت گیرد.» می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب بهینه یک جداساز غیرفعال، رابطه متقابلی با بررسی سامانه مربوطه در حوزه فرکانس دارد.

بررسی گزینه (۱): در متن بیان شده است که انتخاب این نوع جداساز در حوزه زمان یا فرکانس امکان‌پذیر است. همین! در مورد ترتیب بررسی آن صحبت نشده است.

بررسی گزینه (۳): در مورد این موضوع در متن بحث نشده است.

بررسی گزینه (۴): در متن بیان شده است که «نسبت فرکانس طبیعی جرم و فنر یک درجه آزادی به فرکانس تحریک، بسته به میزان انتقال‌پذیری مورد نظر، باید کمتر از مقدار مشخصی باشد». این نکته لزوماً بیان نمی‌کند که فرکانس طبیعی باید ثابت نگه داشته شود؛ بلکه طبق گفته متن صرفاً باید کمتر از مقدار مشخصی باشد.

۸- گزینه «۴» دلیل: «انتخاب بهینه جداساز بر مبنای بررسی سامانه در حوزه فرکانس، منجر به بروز رفتار مناسب سامانه نسبت به ارتعاشات ورودی در یک طیف فرکانسی نسبتاً وسیع می‌شود».

نتیجه‌گیری: «لذا، به‌منظور انتخاب بهینه یک جداساز غیرفعال بهتر است بررسی سامانه در حوزه فرکانس صورت گیرد».

بررسی گزینه (۱): این جمله کاملاً توصیفی است و هیچ نتیجه‌گیری‌ای بر مبنای آن انجام نگرفته است.

بررسی گزینه (۲): این جمله بررسی می‌کند که چرا طراحی و انتخاب جداکننده طوری انجام می‌گیرد که میزان ارتعاشات منتقل شده به سامانه، در کل طیف فرکانسی تحریک، کمینه گردد. این جمله نتیجه‌گیری‌ای ندارد، بلکه دلیل یک پدیده را شرح می‌دهد.

بررسی گزینه (۳): این جمله بیان می‌کند که ارتعاشات شدید موجب خرابی سازه خودرو و آسیب جدی به تجهیزات مختلف آن می‌شود و به دنبال آن بیان می‌کند که برای حفاظت از خودرو جداسازی ارتعاشات راهکار مناسبی است. این موضوع پدیده‌ای است که به‌دنبال جمله قبل از آن می‌آید و لزوماً نتیجه‌گیری از یک موضوع نمی‌باشد. اما همانطور که می‌بینیم جمله دوم پاراگراف سوم به وضوح دلایل را برشمرده و به وضوح از آن نتیجه‌گیری کرده است.

PART A: Grammar

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

31- Thunder is caused by lightning, essentially a stream of electrons flowing between or within clouds or between a cloud and the ground.

- 1) which is 2) that is 3) to be 4) it is

32- In ancient Egypt and India, people produced large blocks of ice with the help of evaporative cooling (the principle draw heat from their surroundings).

- 1) water molecules that vaporizes 2) that vaporizing water molecules
3) to vaporize water molecules 4) water molecules are vaporized

33- By the end of the 1800s, naturally occurring reserves of nitrogen-based compounds had been so badly depleted by their use as fertilizers some feared a worldwide famine when supplies ran out.

- 1) that 2) then 3) which 4) when

34- Work is currently under way on planes that could potentially fly the speed of sound.

- 1) faster than 20 times of 2) more than 20 times as much as that of
3) at 20 times 4) 20 times faster than that of

35- In 1894, by the theories of physicist James Clerk Maxwell, Italian physicist Guglielmo Marconi began work on a technique to transmit electromagnetic signals through the air over long distances.

- 1) when was inspired 2) having inspired 3) to be inspired 4) inspired

36- Because concrete generates considerable heat as it sets, large volumes can become exceedingly hot,

- 1) so the material's structural strength damaged 2) that damages the material's structural strength
3) and the material's structural strength damages 4) damaging the material's structural strength

37- Back in the 1966 movie *Fantastic Voyage*, a band of intrepid travelers were scrunched down to the size of blood cells they could swim through the veins of a big-shot diplomat and destroy a life-threatening blood clot.

- 1) so that 2) since 3) as though 4) in which

38- The space telescope, after all, has broken all kinds of records, including probably

- 1) any single astronomical project produces the most newspaper headlines
2) the most newspaper headlines produced by any single astronomical project
3) producing the most newspaper headlines by any single astronomical project
4) the most newspaper headlines of any single astronomical project is ever produced

بخش اول: دستور زبان

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

۳۱- گزینه «۱» تندر در اثر رعد و برق ایجاد می‌شود که اساساً جریانی از الکترون‌ها است که بین ابرها یا بین ابر و زمین در جریان هستند. توضیح گرامری: اگر جمله را ترجمه کنیم، می‌بینیم به یک گزاره وصفی برای جای خالی نیاز داریم. پس گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند چون ضمیر موصولی ندارند. ضمناً گفتیم بعد از *kama* کاربرد ندارد؛ پس گزینه ۲ هم نادرست است. حالا فقط گزینه (۱) می‌ماند که در اینجا *lightening* مرجع و از جای خالی به بعد هم گزاره وصفی است. البته چون گزاره وصفی ما بعد از *kama* به کار رفته، از نوع غیرضروری است.

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

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

۳۳- گزینه «۱» تا پایان دهه ۱۸۰۰، منابع و مخازن طبیعی ترکیبات نیتروژنی به‌خاطر کاربردهای به‌عنوان کود شیمیایی چنان به پایان رسیدند که برخی می‌ترسیدند هنگام اتمام این مخازن، قحطی سرتاسر جهان را در برگیرد. توضیح گرامری: تست خیلی راحتی است. نویسنده از الگوی زیر استفاده کرده است:

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

۳۴- گزینه «۳» محققان در حال حاضر روی هواپیماهایی کار می‌کنند که می‌توانند ۲۰ برابر سرعت صوت پرواز کنند. توضیح گرامری: در گزینه‌های (۲) و (۴) اساساً معلوم نیست *that* به چه چیزی برمی‌گردد؛ پس هر دو نادرست هستند. گزینه (۱) هم به این دلیل نادرست است که قاعدتاً می‌گوییم *20 times faster than* نه *faster than 20 times*.

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

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

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

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

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

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

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

۳۶- گزینه «۴» بتن زمانی که سخت می‌شود، گرمای زیادی ایجاد می‌کند و در نتیجه در حجم زیاد، باعث تولید گرمای زیادی می‌شود که این امر به نوبه خود می‌تواند بر توان و مقاومت سازه‌های مصالح آسیب بزند.

توضیح گرامری: اول از همه اینکه *that* بعد از *kama* استفاده نمی‌شود. پس گزینه (۲) نادرست است. گزینه (۱) هم نادرست است چون بعد از *so* که یک حرف ربط همپایه‌ساز است، باید جمله بیاوریم، اما اینجا جمله نداریم. گزینه (۳) هم نادرست است چون فعل *damage* متعدی است، یعنی بعد از آن باید مفعول بیاید؛ در حالی که مفعول نداریم. پس فقط گزینه (۴) صحیح است. اما چرا؟

یادتان هست در مبحث گزاره وصفی گفتیم استثنائاً مرجع ضمیر موصولی *which* می‌تواند جمله هم باشد. اینجا همین مسئله مطرح است، یعنی اول داشتیم:

.....large volumes can become exceedingly hot, which damages the material's structural strength

در اینجا قسمتی که زیر آن را خط کشیده‌ایم، مرجع جمله ما است. حالا می‌توانیم ضمیر موصولی را حذف کنیم و به فعل *ing* بدهیم. یعنی:

.....large volumes can become exceedingly hot, damaging the material's structural strength



۳۷- گزینه «۱» در فیلم سفر معجزه‌آسا، چند فرد ماجراجوی شجاع، به اندازه سلول‌های خونی کوچک شدند تا بتوانند داخل رگ‌های دیپلمات کله‌گنده شنا کنند و لخته خونی خطرناک او را نابود سازند.

توضیح گرامری: چون در گزینه‌ها حرف ربط وابسته‌ساز داریم، تست ما بیشتر جنبه مفهومی دارد تا گرامری. با این حساب مجبوریم صورت سؤال را ترجمه کنیم تا به جواب صحیح برسیم. چون جای خالی را به صورت «تا» ترجمه کردیم پس so that را انتخاب می‌کنیم که اینجا هدف را نشان می‌دهد.

(۱) تا (۲) چون که (۳) گویی (۴) که در آن

۳۸- گزینه «۲» تلسکوپ فضایی، همه رکوردها از قبیل تیت‌های ایجادشده در اثر هر پروژه نجومی دیگر را شکسته است.

توضیح گرامری: فعل include به معنی شامل‌شدن متعدی است؛ یعنی بعد از آن به مفعول نیاز داریم. مفعول که نباید فعل اصلی داشته باشد؛ پس گزینه (۱) به‌خاطر فعل produce و گزینه (۴) به‌خاطر فعل is produced هر دو حذف می‌شوند. گزینه (۳) هم که کلاً بی‌معنی است. فقط گزینه (۲) صحیح است که اصل آن این‌طور بوده است:

..... the most newspaper headlines **which are** produced by any single

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.

۳۹- گزینه «۴» ده سال قبل چنین تلسکوپ‌های بزرگی غیرممکن بودند اما از آن به بعد، مهندسان، راه‌های مختلفی برای ساخت و حمایت از آینه‌های بزرگ و سنگین‌شان پیدا کرده‌اند.

(۱) بازتاب کردن (۲) تکرار کردن (۳) تشخیص دادن (۴) ساختن

۴۰- گزینه «۳» یک سری نیروی طبیعی و انسانی پل‌ها را تهدید می‌کنند که شامل تجزیه در اثر آب‌نمک، خاک‌های خورنده، ترافیک سنگین و تخریب عظیم ناگهانی در اثر زمین‌لرزه می‌شوند.

(۱) غیرقابل انعطاف (۲) کند، آهسته (۳) بزرگ، عظیم (۴) طعنه‌آمیز

۴۱- گزینه «۱» برای این که یک ساختمان را آزمایش کنیم باید توانایی آن را برای تحمل تندباد و زمین‌لرزه بسنجیم.

(۱) تحمل کردن (۲) بازداري کردن (۳) مستحکم کردن (۴) انکار کردن

۴۲- گزینه «۳» مطالعه آب و هوای کنونی شامل داده‌های هواشناسی جمع‌آوری‌شده در طول چند سال می‌باشد از قبیل داده‌های بارش، دما و آرایش جوی.

(۱) پیچیده کردن (۲) اطمینان دادن (۳) انباشته کردن (۴) تخمین زدن

۴۳- گزینه «۴» استفاده از حیوانات در آزمایش‌ها اغلب ناکارآمد است چون حیوانات، بسیاری از بیماری‌هایی که انسان به آن مبتلا می‌شود را نمی‌گیرند.

(۱) عملی، واقع‌گرایانه (۲) اجتناب‌ناپذیر (۳) معتبر، موثق (۴) ناکارآمد

۴۴- گزینه «۴» اثر «حفظ حیات» که اثری جامع و جذاب است و توسط اریک چیوین و آرون برنشتین ویراستاری شده است، بیان می‌کند که حفظ تنوع زیستی و سلامتی بشر درهم‌تنیده هستند و نمی‌توان یکی از آنها را به قیمت دیگری داشت.

(۱) معکوس کردن (۲) وساطت کردن (۳) قدغن کردن (۴) به‌هم پیچیدن

۴۵- گزینه «۲» ژاپن که در سال ۱۹۸۲ مایل نبود در مقابل جریان‌های بی‌پایان آب و هوا و زمان تسلیم شود، دیواری ایجاد کرد تا از فرسایش مخروط کوه مقدس فوجی جلوگیری کند.

(۱) ضعیف، نازک (۲) سنگدل، تغییرناپذیر (۳) ذاتی (۴) خفته، خاموش

۴۶- گزینه «۳» پژوهش اخیر نشان می‌دهد که رواج و گاهی اوقات استفاده نادرست از تلفن همراه و کامپیوتر باعث تردید در برخی از افراد در مورد مزایای فناوری شده است.

(۱) برداشت، احساس (۲) تکانه، ضربه (۳) تردید، دوسوگرایی (۴) نادانی، بی‌خردی

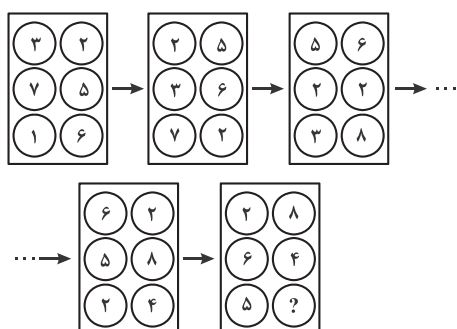
بخش دوم: حل مسئله

■ راهنمایی: این بخش از آزمون استعداد، از انواع مختلف سؤال‌های کمی، شامل مقایسه‌های کمی، 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: هر کدام از سؤال‌های ۹ تا ۱۳ را به‌دقت بخوانید و جواب هر سؤال را در پاسخنامه علامت بزنید.

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



(۱) ۳

(۲) ۴

(۳) ۵

(۴) ۶

۱۰- 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، $\frac{1}{5}$ برابر می‌شد. در این حالت، وی چند درصد از این مسیر را باید می‌دوید؟

(۴) ۲۵

(۳) ۲۰

(۲) ۱۵

(۱) $\frac{13}{3}$

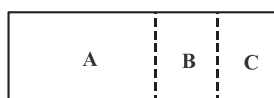
۱۱- مقوایی مستطیل‌شکل که مربع نیست، در اختیار داریم. مطابق شکل زیر، با دو برش از روی نقطه‌چین‌ها، دو مستطیل یکسان جدا می‌کنیم، به‌طوری‌که از کنار هم قرار گرفتن سه قطعه A، B و C، یک مربع حاصل شود. مساحت مستطیل A، چند برابر مساحت مستطیل B است؟

(۱) $\frac{1}{5}$

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴



۱۲- 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 دانش‌آموز 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؟

(۴) ۹۳

(۳) ۵۱

(۲) ۳۷

(۱) ۲۳

۱۳- هر کدام 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؟

(۱) $\frac{3}{5}$

(۲) ۴

(۳) $\frac{4}{5}$

(۴) ۵

$$A + B = 7$$

$$B \times D = A + F$$

$$C - F = E + F$$



راهنمایی: هر کدام 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 بین مقادیر دو ستون «الف» و «ب» تعیین نمود، در پاسخنامه گزینه ۴ را علامت بزنید.

۱۴- 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
مدت زمانی که باید از شروع پروژه‌ها بگذرد تا مسافت آسفالت‌نشده جاده B، نصف مسافت آسفالت‌نشده جاده A باشد.	چهار برابر مدت زمانی که باید از شروع پروژه‌ها بگذرد تا کار آسفالت کردن جاده C تمام شود.

۱۵- رضا از هر کدام از اسکناس‌های ۲، ۵ و ۱۰ هزار تومانی، 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 هزار تومانی 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، به ترتیب، 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 زمانی که نوبتشان برسد، در سالن انتظار مطب می‌نشینند. اطلاعات زیر موجود است:

- دومین نوبت رزرو شده، 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 وارد شده به مطب نیست.

۱۶- 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.

۱۷- اگر سومین نفر وارد شده به مطب، آخرین نوبت را داشته باشد، کدام مورد زیر، صحیح است؟

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

۱۸- اگر اولین نفر وارد شده، آخرین نوبت را داشته باشد، دومین نفر وارد شده به مطب، چه کسی است؟

- (۱) D (۲) C (۳) B (۴) A

۱۹- کدام فرد، به‌طور قطع، مشخص است که چندمین نفر وارد شده به مطب است؟

- (۱) C (۲) A (۳) B (۴) D



پاسخنامه آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۹

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

پاسخ سؤالات متن (۱)

۱- گزینه «۴» در پاراگراف اول، نویسنده ابتدا به عبرت عددی اشاره می‌کند و سپس آن را تعریف می‌کند. در ادامه برای اینکه مفهوم عبرت عددی را آشکارتر کند، مثال عابران پیاده را می‌آورد.

۲- گزینه «۲» در پاراگراف اول، نویسنده ابتدا یادگیری ماشین را به دو دسته بدون نظارت و نظارت‌شده تقسیم می‌کند. سپس یادگیری نظارت‌شده را به دو دسته طبقه‌بندی و عبرت عددی تقسیم می‌کند.

۳- گزینه «۱» در پاراگراف دوم اشاره می‌شود که در روش تقویت یادگیری با دادن امتیاز منفی و مثبت، به دنبال بهبود یادگیری ماشین هستیم.

۴- گزینه «۳» نویسنده ابتدا حرف‌های ری کرزویل را تأیید می‌کند و به پیامدهای مثبت هوش مصنوعی اشاره می‌کند و در ادامه پس از آوردن «ولی» برخی پیش‌بینی‌های او را زیر سؤال می‌برد.

پاسخ سؤالات متن (۲)

۵- گزینه «۲» طبق متن اگر بازیکنان اطلاعاتی داشته باشند که به آن‌ها در رسیدن به توافق کمک کند، توافق آن‌ها حاصل چانه‌زنی نیست و از محدوده نظر چانه‌زنی خارج می‌شود. پس گزینه (۲) صادق نیست.

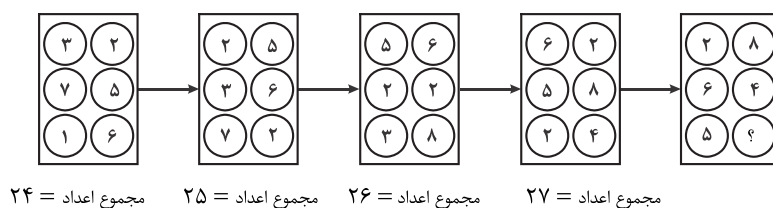
۶- گزینه «۴» طبق متن، راهبرد دترمینان صفر برای بازی‌های تکراری مطرح می‌شود و بازیکن می‌تواند با استفاده از دریافتن رابطه‌ی میان پیامدهای خود و پیامدهای حریف، راهبرد مطلوب را برای کسب سود بیشتر بازیکن انتخاب کند.

۷- گزینه «۳» طبق متن، بازیکنان متقابلاً از توافق روی یکی از نتایج ممکن معامله، نسبت به عدم توافق سود می‌برند. پس علی‌رغم ترجیحات متضاد همکاری شکل می‌گیرد.

۸- گزینه «۱» پیش از محل قرارگیری ۱، درباره‌ی بازی‌های تکراری و پس از آن درباره‌ی تأثیر حافظه‌ی بلندمدت صحبت می‌شود. پس ۱ بهترین مکان است.

بخش دوم: حل مسئله

۹- گزینه «۱» این سؤال از نوع تست هوش می‌باشد که هدف آن یافتن روند خاصی بین مجموعه اعداد داده‌شده می‌باشد. با توجه به اعداد داده‌شده می‌توان گفت مجموع اعداد داخل هر شکل در هر مرحله یک واحد افزایش می‌یابد.



$$۲ + ۸ + ۶ + ۴ + ۵ + ؟ = ۲۸ \Rightarrow ؟ = ۳$$

بنابراین مجموع اعداد داخل شکل آخر باید برابر ۲۸ باشد در نتیجه داریم:

۱۰- 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:

$$\begin{array}{lcl} ۱۶ \text{ دویدن} & X & \Rightarrow \frac{۲۶}{۱۶} X \\ ۲۶ \text{ پیاده‌روی} & ? & \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l} \text{قدم دویدن} \quad ۴۰ - X \\ \text{قدم پیاده‌روی} \quad X \end{array} \Rightarrow \frac{۲۶}{۱۶} X = \text{قدم پیاده‌روی به جای دویدن}$$

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

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

$$\frac{۲۶}{۱۶} X = ۵۲ \quad \text{و} \quad ۴۰ - X = ۸ \quad \text{قدم دویدن} \quad \text{و} \quad \frac{۲۶}{۱۶} X = ۵۲ \quad \text{قدم پیاده‌روی طی می‌کند} \quad (۸ + ۵۲ = ۶۰).$$

$$\frac{۸}{۴۰} \times ۱۰۰ = ۲۰\%$$

بنابراین مقدار درصد دویدن در حالت دوم برابر است با:

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

$$x \left\{ \begin{array}{|c|c|c|} \hline A & B & C \\ \hline \end{array} \right\} x$$

$y \quad z \quad z$

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

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline A & B & C \\ \hline \end{array}$$

$y \quad z \quad z$

$$y = 2z \Rightarrow \frac{S_A}{S_B} = \frac{xy}{xz} = \frac{y}{z} = 2$$

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

$$\begin{array}{c} \text{۲t} \\ \text{۵t} \end{array}$$

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.

$$\begin{array}{c} \text{۲t} \\ \text{۵}(\Delta t - ۱) \\ \text{۳}(\Delta t - ۱) \end{array}$$

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

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

$$۸ \mid ۵t - ۱ = ۸, ۱۶, ۲۴, ۳۲, \dots$$

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

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

بر این اساس می‌توان گفت:

همچنین $۵t - ۱$ باید مضرب ۸ باشد

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.

در نتیجه داریم:

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

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

$$C - F = E + F \Rightarrow C = E + 2F \xrightarrow{\text{C از ۶ نمی‌تواند بیشتر باشد}} F = ۱ \text{ یا } ۲$$

اکنون به‌ازای $F = ۱$ داریم:

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

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

در نتیجه داریم:

۱۴- 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:

$$t_B = L_B$$

$$t = ? \Rightarrow ? = L_B \frac{t}{t_B} \Rightarrow \text{طول جاده آسفالت نشده B} = L_B \left(1 - \frac{t}{t_B}\right)$$

$$\Rightarrow \text{به طور مشابه} \quad \text{طول جاده آسفالت نشده A} = L_A \left(1 - \frac{t}{t_A}\right)$$

$$L_B \left(1 - \frac{t}{t_B}\right) = \frac{1}{2} L_A \left(1 - \frac{t}{t_A}\right)$$

$$t = \frac{|(L_A - 2L_B) t_B t_A|}{|2L_B t_A - L_A|} \xrightarrow{\text{تقسیم صورت و مخرج بر } t_B} t = \frac{|(L_A - 2L_B)|}{|2L_B \frac{t_A}{t_B} - L_A|} \times t_A \Rightarrow t = \frac{|(2L_B - L_A)|}{|2L_B \frac{t_A}{t_B} - L_A|} \times t_A$$

$$\frac{t_A > t_B}{\frac{t_A}{t_B} > 1} \rightarrow t = k \times t_A \quad k < 1 \Rightarrow t < t_A$$

$$\left(\frac{t_A}{t_B} > 1 \rightarrow |2L_B \frac{t_A}{t_B} - L_A| > |2L_B - L_A| \Rightarrow k < 1\right)$$

ب) این مدت زمان برابر t_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.

۱۵- گزینه «۱»

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

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

حداقل مبلغ = ۲۷ تومان

۲	۵	۱۰	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!
۲	۵		همان‌طور که دیدیم مقدار ستون الف بیشتر از ب است. در نتیجه گزینه (۱) درست است.

$$۶ + ۱۰ + ۱۰ = ۲۶$$

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 رزرو شده مربوط به B نیست.

(۲) کسی که 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 وارد شده به مطب نیست.

نتیجه‌گیری: آخرین نفر وارد شده 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 هر کدام از لیوان‌های خالی، یک حرکت محسوب شود، با حداقل چند حرکت می‌توان کاری کرد که لیوان‌ها، یک‌درمیان، خالی و پر باشند؟

۲۴



۴ (۴)

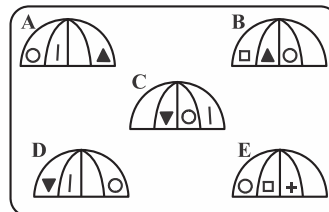
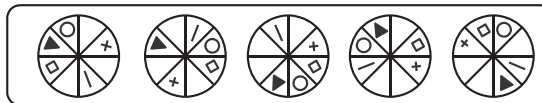
۳ (۳)

۵ (۲)

۶ (۱)

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

۲۵



E و D ، B (۴)

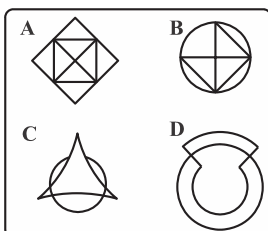
D و C ، A (۳)

E و B ، A (۲)

E و C ، A (۱)

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

۲۶



A (۱)

B (۲)

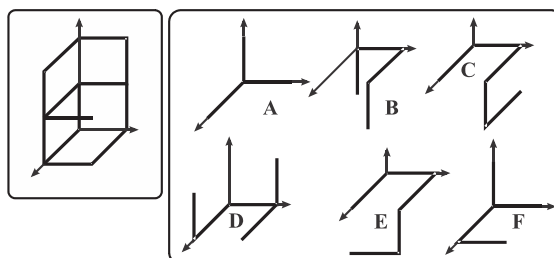
C (۳)

D (۴)



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

کج ۲۷ -



(۴) E و D، B

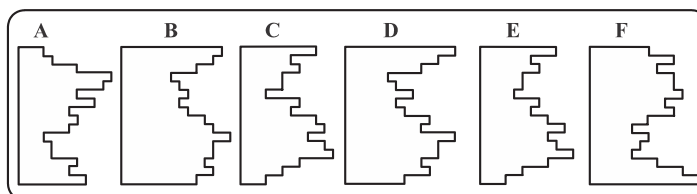
(۳) F و B، A

(۲) F و E، B

(۱) D و C، A

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

کج ۲۸ -



(۴) D و C

(۳) F و A

(۲) F و C

(۱) E و B

کج ۲۹ - در یک مکعب مستطیل به ابعاد ۶ در ۵ در ۴ سانتی‌متر، حداکثر چند مکعب مربع ۱ در ۱ در ۱ سانتی‌متر جا می‌شود، به شرطی که مکعب‌های کوچک، هیچ تماسی با هم نداشته باشند، مگر از رئوس؟

(۴) ۳۶

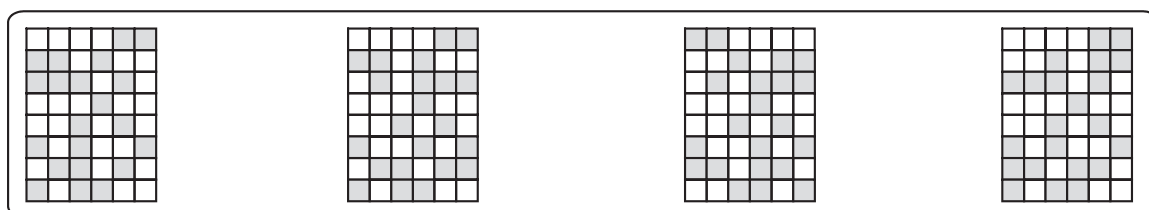
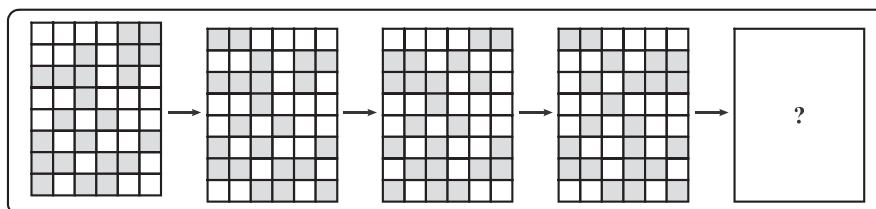
(۳) ۳۰

(۲) ۲۴

(۱) ۲۰

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

کج ۳۰ -



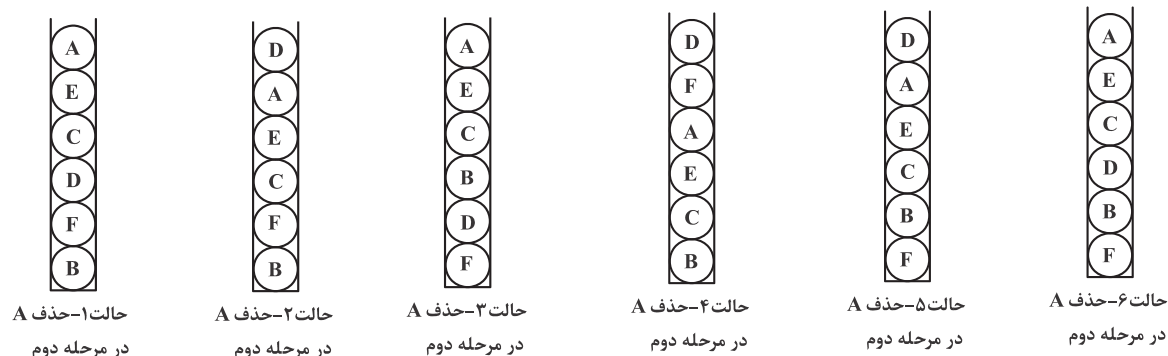
(۴)

(۳)

(۲)

(۱)

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

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

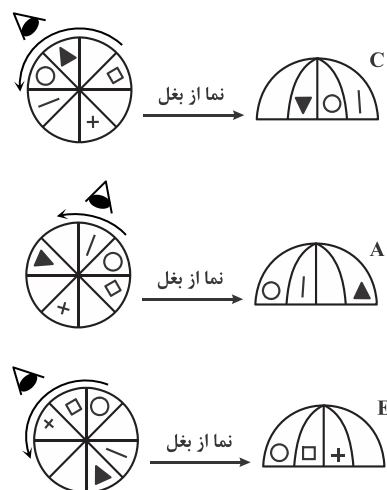


قرار است با انتقال آب بین لیوان‌ها، لیوان‌های پر و خالی یکی در میان کنار هم قرار گیرند. بنابراین یا لیوان‌های زوج پر هستند و لیوان‌های فرد خالی یا لیوان‌های زوج خالی‌اند و لیوان‌های فرد پر.

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

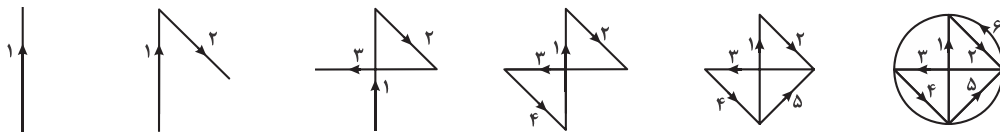
لیوان‌های با شماره فرد و پر: ۱، ۳، ۱۳، ۱۵

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.

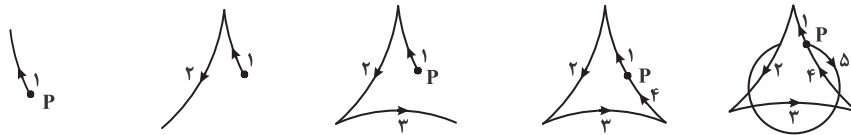


۲۵- گزینه «۱» با کمی دقت به سؤال می‌توان دریافت که درواقع اگر نمای از کنار (که در شکل مقابل نمونه‌هایی از آن آمده) را از چپ به راست ببینیم، معادل آن است که نمای از بالا را به صورت پادساعتگرد ببینیم. با توجه به این موضوع اشکال A، C و E قابل مشاهده هستند و پاسخ گزینه (۱) می‌باشد.

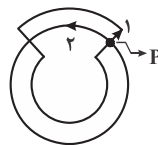
۲۶- گزینه «۱» شکل B را ۶ مرحله می‌توان کشید.



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.

$$\text{تعداد کمترین دفعاتی که کاغذ باید از قلم جدا شود} = \left[\frac{\text{تعداد گوی‌های درجه فرد} - 1}{2} \right]$$

$$\text{شکل A: تعداد رئوس درجه فرد} = 4 \Rightarrow \left[\frac{4-1}{2} \right] = 1$$

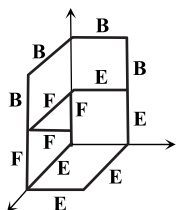
$$\text{شکل B: تعداد رئوس درجه فرد} = 2 \Rightarrow \left[\frac{2-1}{2} \right] = 0$$

$$\text{شکل C: تعداد رئوس درجه فرد} = 0$$

$$\text{شکل D: تعداد رئوس درجه فرد} = 0$$

پس جواب گزینه (۱) است.

این تست مشابه تست ۳۲ سراسری ۹۵ رشته MBA است.

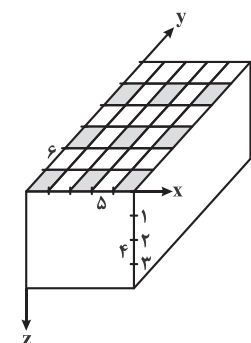


۲۷- گزینه «۲» شکل نهایی از ۱۳ میله ساخته شده است که با توجه به این مطلب گزینه (۳) با داشتن ۱۱ میله و گزینه (۴) با داشتن ۱۴ میله حذف می‌شود. تنها گزینه (۱) و (۲) دارای ۱۳ میله هستند. در گزینه (۱)، A و D بخشی از شکل را می‌سازند؛ اما C با شکل مطلوب مطابقت ندارد و حالت خواسته شده را نمی‌سازد. این شکل را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

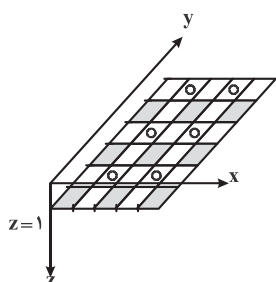
۲۸- گزینه «۴» اگر شکل D را 90° در جهت پادساعتگرد بچرخانیم برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های شکل D و C درهم قرار می‌گیرند. اگر فرض کنیم تنها با چرخش قطعات باید یک مربع ساخته شود، پس در واقع کم یا زیاد شدن طول یک قطعه از بالا باید کاملاً در تناسب با زیاد یا کم شدن طول قطعه‌ی دیگر از پایین باشد تا یک مربع ساخته شود. بنابراین گزینه (۴) صحیح می‌باشد.



۲۹- گزینه «۳» وجه بالایی مکعب مستطیل را به مربع‌های 1×1 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.



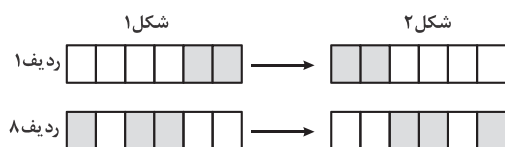
حال مکعب‌هایی را در نظر بگیرید که وجه بالایی آن‌ها روی $z=1$ و وجه پایینی آن‌ها روی $z=2$ قرار دارد و با مکعب‌های بالایی تنها در رؤس مشترک است، بنابراین وجه بالایی آنها در $z=1$ باید به صورت زیر باشد، یعنی جمعاً ۶ مکعب (وجه پایینی مکعب‌های مرحله پیش با هاشور و وجه بالایی مکعب‌های این مرحله با دایره مشخص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



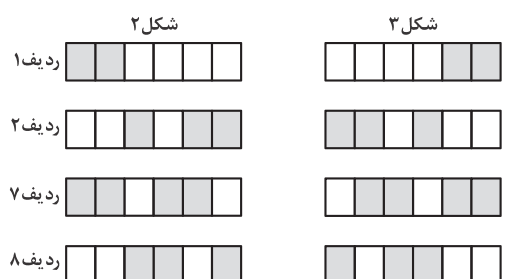
برای مکعب‌هایی که وجه بالایی آن‌ها روی $Z=2$ و وجه پایینی آن‌ها روی $Z=3$ قرار دارد، وضعیت مشابه مکعب‌هایی است که وجه بالایی آن‌ها روی $Z=0$ قرار دارد یعنی جمعاً ۹ مکعب و در نهایت برای مکعب‌هایی که وجه بالایی آن‌ها روی $Z=3$ و وجه پایینی آن‌ها روی $Z=4$ قرار دارد وضعیت مشابه مکعب‌هایی است بین $Z=1$ و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

$$K = 9 + 6 + 9 + 6 = 30 \text{ مکعب ها}$$

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



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. سؤالات را با دقت بخوانید و پاسخ صحیح را در پاسخنامه علامت بزنید. راهنمایی: با توجه به اطلاعات زیر، به سؤالات 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.

ک ۱۶- 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

ک ۱۷- اگر در فصل بهار، دو آزمون که زبان فرانسه جزو آنها نیست، برگزار شود، در فصل پاییز، آزمون کدام یک از زبان‌ها برگزار می‌شود؟

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

ک ۱۸- اگر آزمون زبان ایتالیایی، برای اولین بار 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.

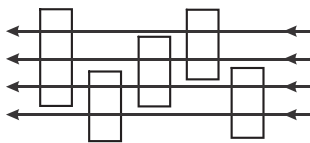
- (۳) در پاییز، آزمون زبان فرانسه برگزار می‌شود. (۴) در تابستان، آزمون زبان آلمانی برگزار می‌شود.

ک ۱۹- 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 سؤالات 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 در خصوص تسمه‌نقاله‌ها و تونل‌ها موجود است.



– تسمه‌نقاله X، از تونل E رد نمی‌شود.

– از تونل B، دو تسمه‌نقاله که Z جزو شان نیست، رد می‌شود.

– تسمه‌نقاله Y، دقیقاً بعد از تونل A، وارد تونل D می‌شود.

– تسمه‌نقاله T، از بیش از ۲ تونل رد می‌شود.

– هیچ تسمه‌نقاله‌ای، هم از تونل A و هم تونل E عبور نمی‌کند.

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

- (۱) A (۲) C (۳) D (۴) E

ک ۲۱- اگر از تونل‌های A و C هیچ تسمه‌نقاله یکسانی عبور نکند، به‌طور قطع، تسمه‌نقاله Y برای اولین بار، وارد کدام تونل می‌شود؟

- (۱) A (۲) B (۳) C (۴) E

ک ۲۲- اگر تسمه‌نقاله X برای اولین بار 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

ک ۲۳- 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 اولین بار 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 هر کدام 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 هر کدام 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.

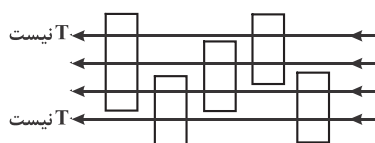
۱۶- گزینه «۱» چون آلمانی در پاییز برگزار شده است، پس نه در زمستان و نه در تابستان آزمون زبان آلمانی نمی‌تواند برگزار شود. خُب حالا با توجه به اطلاع سوم، قطعاً انگلیسی بوده که در تابستان برگزار شده است.

۱۷- 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.

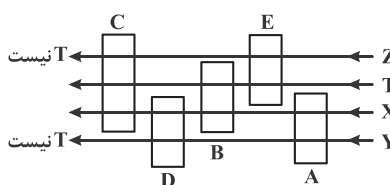
از طرفی در تابستان هم این دو زبان با هم نمی‌توانند برگزار شده باشند، چون با توجه به اطلاع سوم در تابستان فقط یک زبان برگزار می‌شود (که تا اینجا فهمیدیم زبان انگلیسی است). پس در پاییز یا زمستان این دو زبان با هم برگزار شده‌اند. فرض کنیم این دو زبان در فصل پاییز برگزار شده باشند، پس در آن صورت در تابستان فقط انگلیسی بوده است. از طرفی در فصل بهار چون دو زبان برگزار شده است، پس ایتالیایی یا 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)

۱۸- 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.

۱۹- 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.

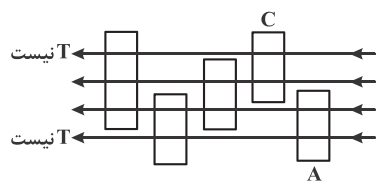


■ با توجه به اطلاعات اولیه می‌دانیم تسمه‌های بالایی و پایینی T نیستند (با توجه به اطلاع چهارم). اطلاعات دیگر را نیز می‌توان کمی روی شکل اعمال کرد ولی بهتر است سراغ سؤالات برویم و با توجه به فرض هر سؤال، این اطلاعات را هم اعمال کنیم.

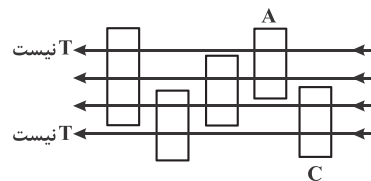


۲۰- گزینه «۲» با توجه به این که تسمه نقاله X از چهار تونل رد شده است، پس X تسمه سوم از بالا می‌باشد. با این حساب T تونل دوم از بالا خواهد بود (با توجه به اطلاع چهارم). با توجه به اطلاع اول که تسمه نقاله X از تونل E رد نمی‌شود، پس تونل دوم، تونل E است و با توجه به اطلاع سوم، تسمه نقاله Y باید تسمه چهارم 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.

۲۱- 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 قطعاً اول وارد A شده است.

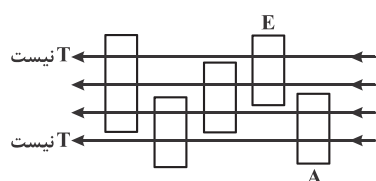


شکل (۱)

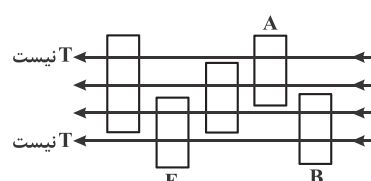


شکل (۲)

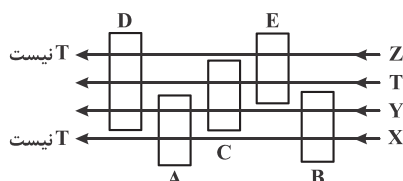
۲۲- گزینه «۳» اولاً دقت کنید که با توجه به اطلاع پنجم و سوم و A و E به شکل‌های مختلف زیر قابل تصور است:



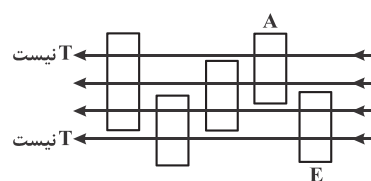
شکل (۲)



شکل (۱)



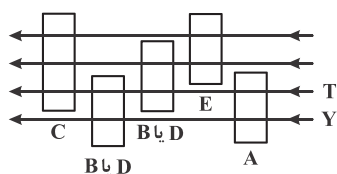
شکل (۴)



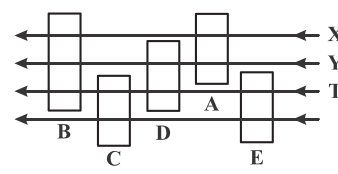
شکل (۳)

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.

۲۳- 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 (۲)



شکل (۱)

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.

**PART C: Reading Comprehension**

Directions: Read the following two passages and select the choice (1), (2), (3), or (4) that best answers each question. Then mark the correct choice on your answer sheet.

Passage 1:

Good work-life balance has been found beneficial for businesses because it can reduce absenteeism, increase job satisfaction, promote better job autonomy, attract talents, improve employee retention, improve employee attitudes and behaviors, and improve productivity. Despite these benefits, the construction industry is still known for its poor work-life balance. For example, the average number of hours worked in the construction industry was 62.5 among site-based project staff, 56.1 among office-based project staff, and 49.0 among head or regional office staff, far longer than the typical 38-hour working week in Australia.

The male-dominated nature of the construction industry makes the culture of 'work hard and play hard' the norm of the industry. The industry is also highly competitive, forcing construction organizations to reduce their labor cost, operate with low profit margin, and work with unreasonable time constraints. This culture in the Australian construction industry drives employees to work longer hours than contractually obligated. The work-life balance of employees in the construction industry has been sacrificed for a large salary award, which has led to serious relationship strains and mental health issues, such as suicide and burnout. Despite the efforts to implement work-life balance strategies and initiatives, the work-life balance in the industry remains poor because of a lack of enforcement and the industry culture.

Previous research has identified factors that can affect work-life balance. Technology development has given individuals a greater sense of mobility in their daily lives. This increased mobility and interconnectedness has enabled the workforce to become more itinerant, thus allowing individuals to work from home, communicate while in transit, and be available 24 hours a day, seven days a week. Technology has the potential to improve work-life balance. For example, parents can complete work from home, thus allowing individuals to start a family, while undertaking the majority of work roles and responsibilities on one mobile device. This offers greater flexibility to individuals than traditional office-based personnel and helps individuals manage both work and life commitments with greater ease.

51- The statistics presented in the last sentence of paragraph 1 are intended to which of the following?

- 1) To suggest that there is a deficiency blocking progress in the construction industry
- 2) To justify a problem mentioned earlier in the same paragraph
- 3) To underscore a tendency to disregard a common challenge
- 4) To support an earlier assertion

52- Which of the following best describes the main purpose of paragraph 2?

- 1) To help resolve a paradox
- 2) To explore the causes of a phenomenon
- 3) To compare one domain of work with some others
- 4) To point out the shortcomings in a specific area of industry

53- Which of the following is NOT stated in the passage about the issue of the poor work-life balance in the construction industry?

- 1) The job contracts may sometimes not reflect the true severity of the issue.
- 2) The issue has the potential to lead to a state of mental exhaustion.
- 3) The competitiveness of this industry makes the issue insoluble.
- 4) The issue, as it is, has certain health-related consequences.

54- Which of the following best describes the author's attitude towards the effect technology can have on the work-life balance in the construction industry?

- 1) Favorable
- 2) Skeptical
- 3) Mild irritation
- 4) Resigned acceptance

 **55- Which of the following is more likely to be the topic of the paragraph that comes after this passage?**

- 1) Need for further research to illuminate the impact of technology on work-life balance
- 2) Reasons why work-life balance has gained prominence in recent times
- 3) Problems associated with traditional office-based jobs
- 4) Another factor that can affect work-life balance

Passage 2:

Positivism is a current of thought whose beginning is usually attributed to the approaches of Auguste Comte, who only considered the knowledge from the empirical sciences valid. This paradigm, also known as Quantitative or Rationalist, establishes the existence of a certain uniformity and order in nature, which means that the natural world has its own existence, independent of who investigates it. Based on this, it is governed by laws that allow explaining, predicting and controlling phenomena. This paradigm is particularly predominant in engineering education, where students are passive throughout the learning process, and depend on the educator as a source of information and not on themselves as constructors of knowledge.

From an epistemological point of view, Positivism has an objective position, a distant and non-interactive attitude between the subject and the peers, assuming that reality is given and can be absolutely known by the subject (e.g., an engineering student), and therefore requires finding the right and valid method to discover that reality. Consequently, positivist science is based on the assumption that the subject has an absolute possibility of knowing reality through a specific method. This is the type of problems that engineering students often encounter in classrooms, by using this traditional approach, which do not necessarily prepare them for the real problems that they will find as future engineers.

Hence, Positivism emphasizes verification, based on observation and opposing any science that is constructed without any empirical correlates. The most important characteristic of positivist theory is the search for a systematic, verifiable and measurable knowledge, focusing on the cause of phenomena that occur, from observation, measurement and statistical procedure. In this way, this paradigm leads the students to answer tests in the most accurate way possible in terms of either what educator has taught or study books, getting much better academic grades but not necessarily a better understanding.

 **56- The type of class run based on positivism, as it is described in the passage, is one which**

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1) stresses group work | 2) presents highly subjective topics |
| 3) is teacher-fronted | 4) is project-oriented |

 **57- What does the underlined “it” in paragraph 1 refer to?**

- | | | | |
|---------------|---------------|--------------|----------|
| 1) uniformity | 2) positivism | 3) existence | 4) world |
|---------------|---------------|--------------|----------|

 **58- The passage provides sufficient information to answer which of the following questions?**

- 1) What attribute of positivism is said to be the most consequential?
- 2) How has positivism come to underlie the teaching methodology in engineering classes?
- 3) Is the assumption that “reality is given” a widely accepted one in the scientific community?
- 4) When are two positivist researchers likely to arrive at two different readings of the same outside reality?

 **59- Which of the following could best be inferred from the passage?**

- 1) To investigate each type of reality, a positivist is required to use a discrete scientific method.
- 2) The laws established by Auguste Comte as those governing nature are accepted as such by other positivists.
- 3) Engineering students trained based on the tenets of positivism cannot efficiently handle their job demands once they start work.
- 4) The contribution of positivism to the discovery of the real world is undisputed, though there are some philosophers who argue otherwise.

 **60- The underlined “subject” in paragraph 2 can best be replaced by which of the following?**

- | | | | |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 1) problem | 2) researcher | 3) assumption | 4) scientific theme |
|------------|---------------|---------------|---------------------|



۴۸- گزینه «۳» چنانچه به داخل بیشتر کلاس‌ها نگاهی بیاندازید، تخته‌سیاهی مشاهده نخواهید کرد چراکه آن‌ها امروزه در آموزش تقریباً منسوخ شده‌اند.

۱	neutral	بی‌طرف	۲	transient	زودگذر، ناپایدار
۳	obsolete	منسوخ، غیرمتداول	۴	invaluable	بازرزش، گرانبها

۴۹- گزینه «۱» اگرچه کامپیوترها می‌توانند توانایی ارتباطی افراد را بهتر کنند، اما بازی‌های کامپیوتری یکی از علل مهارت‌های ارتباطی کم‌رشد یافته در کودکان هستند.

۱	enhance	بهرتر کردن	۲	duplicate	تکرار کردن
۳	disclose	آشکار کردن، پرده برداشتن از	۴	anticipate	پیش‌بینی کردن، انتظار داشتن

۵۰- گزینه «۴» بعد از اینکه رئیسش او را بابت کار و تلاش در آن پروژه بزرگ تحسین کرد، «سم» احساس کرد زمان خوش‌یمن و خوبی است که درخواست ترفیع کند.

۱	arbitrary	قراردادی، دلیخواهی	۲	apparent	واضح، آشکار
۳	ambitious	بلندپرواز، جاه‌طلب	۴	auspicious	خوش‌یمن، خجسته

Auspicious: showing that something is likely to be successful

auspicious start/beginning {شروع و آغاز خوش‌یمنی}

بخش سوم: درک مطلب

دو متن زیر را بخوانید و از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) گزینه‌ای را انتخاب کنید که برای هر سؤال بهترین پاسخ باشد. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

متن ۱:

تعالد کار - زندگی خوب برای کسب‌وکارها مفید و مؤثر است چون می‌تواند غیبت از کار را کاهش دهد، رضایت شغلی را افزایش دهد، استقلال کاری بهتر را ارتقا دهد، افراد بااستعداد را جذب کند، حفظ و سرکار ماندن کارمندان را بالا ببرد، نگرش و رفتار کارکنان را بهتر کند، و بهره‌وری را بهبود ببخشد. به رغم این مزایا، صنایع عمرانی همچنان به خاطر تعادل کار - زندگی ضعیف‌شان معروف هستند. مثلاً، تعداد متوسط ساعت‌های کاری در صنایع عمرانی بین کارکنان پروژه‌ای مبتنی بر محل ۵/۶۲ ساعت بود، بین کارکنان پروژه‌ای مبتنی بر دفتر ۱/۵۶ ساعت بود، و بین کارکنان دفتری هیئت مدیره یا منطقه‌ای ۴۹ ساعت بود، که {تمام این ارقام} بسیار بیشتر از ۳۸ ساعت کار معمول در هفته در استرالیا است.

تسلط مردان بر صنایع عمرانی باعث می‌شود فرهنگ «سخت کار کن، سخت بازی کن» به یک هنجار در این صنعت تبدیل شود. همچنین رقابت در این صنعت بسیار بالاست که این موضوع شرکت‌های عمرانی را وادار می‌کند هزینه کار را کاهش دهند، با حاشیه سود پایین فعالیت کنند، و با محدودیت‌های زمانی غیرمعقولی کارکنند. این فرهنگ در صنایع عمرانی استرالیا کارکنان را وادار می‌کند که ساعت‌های طولانی‌تری از آنچه در قرارداد تعهد داده‌اند کار کنند. تعادل کار - زندگی کارکنان صنایع عمرانی، فدای حقوق بیشتر شده که این موضوع به روابط پُرتنش و بیماری‌ها و مسائل ذهنی از قبیل خودکشی و فرسودگی شغلی منجر شده است. به رغم تلاش‌های صورت گرفته جهت پیاده‌سازی استراتژی‌ها و راهکارهای تعادل کار-زندگی، تعادل کار-زندگی در صنایع عمرانی به خاطر نبود قوانین و فرهنگ صنعتی، ضعیف باقی مانده است.

پژوهش‌های پیشین، عوامل تأثیرگذار بر تعادل کار - زندگی را شناسایی کرده است. توسعه فناوری به افراد حس پویایی بیشتری در زندگی روزانه‌شان داده است. این افزایش پویایی و پیوند و همبستگی، نیروی کار را قادر ساخته که دوره‌گردتر شوند و در نتیجه به افراد اجازه می‌دهد که از خانه کار کنند، حین رفت‌وآمد با هم ارتباط برقرار کنند، هر روز هفته ۲۴ ساعته در دسترس باشند. فناوری این توانایی را دارد که تعادل کار - زندگی را بهتر کند. مثلاً، والدین می‌توانند از خانه کارهایشان را انجام دهند که این موضوع به افراد اجازه می‌دهد تشکیل خانواده بدهند، و اکثریت نقش‌ها و مسئولیت‌های کاری را بر روی یک موبایل انجام دهند. این، انعطاف‌پذیری بیشتری به افراد می‌دهد تا به پرسنل مبتنی بر دفتر سنتی و به افراد کمک می‌کند کار و تعهدات زندگی‌شان را با سهولت بیشتری مدیریت کنند.



۵۱- گزینه «۴» هدف از آمار و ارقام ارائه شده در جمله آخر پاراگراف ۱ چیست؟

گزینه (۴): پشتیبانی از ادعایی که قبل تر (در خط قبلی) مطرح شده است.

توضیح: به عنوان یک قانون سرانگشتی می‌توانیم بگوییم که اصلی‌ترین هدف ارائه مثال (exemplification) پشتیبانی از ایده‌های قبلی است. یعنی چون آمار و ارقام مذکور در قالب مثال آمده، می‌توان گفت آخرین جمله پاراگراف اول از جمله پُررنگ زیر حمایت و پشتیبانی می‌کند:

Despite these benefits, **the construction industry is still known for its poor work-life balance. For example, the average number of hours worked in the construction industry was 62.5 among site-based project staff, 56.1 among office-based project staff, and 49.0 among head or regional office staff, far longer than the typical 38-hour working week in Australia.**

۵۲- گزینه «۲» کدام یک از موارد زیر هدف اصلی پاراگراف ۲ را به بهترین نحو توصیف می‌کند؟

گزینه (۲): بیان علت و دلایل یک پدیده

توضیح: پاراگراف دوم در مورد causes (دلایل) این پدیده بحث می‌کند:

The construction industry is still known for its poor work-life balance.

۵۳- گزینه «۳» کدام یک از موارد زیر درباره مسئله تعادل کار - زندگی ضعیف در صنایع عمرانی در متن ذکر نشده است؟

گزینه (۳): رقابت {زیاد} در این صنایع باعث می‌شود این مسئله غیرقابل حل (insoluble) شود.

توضیح: متن اصلاً چیزی در مورد «غیرقابل حل بودن، حل‌نشده بودن» این مسئله نگفته اما باقی گزینه‌ها به وضوح در متن گفته شده‌اند: گزینه (۱):

This culture in the Australian construction industry drives employees to work longer hours than *contractually obligated*.

گزینه‌های (۲) و (۴):

The work-life balance of employees in the construction industry has been sacrificed for a large salary award, which has led to serious relationship strains and *mental health issues* (choice 4), such as suicide and *burnout* (choice 2)

۵۴- گزینه «۱» کدام یک از موارد زیر به بهترین نحو نگرش نویسنده متن را به تأثیر فناوری بر تعادل کار - زندگی در صنایع عمرانی توصیف می‌کند؟

گزینه (۱): {نگرش} مثبت و مطلوب

توضیح: با مطالعه پاراگراف آخر متن به سادگی در می‌یابیم که نویسنده نگرش مثبتی به این موضوع دارد.

۵۵- گزینه «۴» کدام یک از موارد زیر احتمالاً عنوان پاراگرافی خواهد بود که به دنبال این متن می‌آید؟

گزینه (۴): عامل دیگری که می‌تواند بر تعادل کار - زندگی اثر بگذارد.

توضیح: برای پاسخگویی به سؤالاتی که عنوان پاراگراف بعد از متن را می‌خواهند باید آخرین جمله (و گاهی اولین جمله آخرین پاراگراف) متن را بخوانیم. در این مورد، اولین جمله آخرین پاراگراف متن این است:

Previous research has identified **factors** that can affect work-life balance.

یکی از این عوامل، «فناوری» است که در پاراگراف آخر بهش پرداخته شده. بنابراین پاراگراف بعدی احتمالاً در مورد یک عامل دیگر خواهد بود.

متن ۲:

پوزیتیویسم یکی از مکاتب فکری است که آغازش معمولاً به رویکردهای آگوست کومته نسبت داده می‌شود. کومته صرفاً دانش به دست آمده از علوم تجربی را معتبر می‌دانست. این پارادایم که «کمی» یا «عقل‌گرایی» هم نامیده می‌شود، معتقد است در طبیعت نوعی همسانی و نظم مشخص وجود دارد که این یعنی جهان طبیعی وجودیت مختصی دارد که مستقل از کسانی است که آن {جهان طبیعی} را بررسی می‌کنند. براساس این نگرش، قوانینی بر جهان طبیعی حاکم هستند که توضیح، پیش‌بینی و کنترل پدیده‌ها را میسر می‌کنند. این پارادایم خصوصاً در آموزش مهندسی غالب است که در آن دانشجویان در طول فرایند یادگیری غیرفعال‌اند و به آموزش‌دهنده به عنوان منبع اطلاعات متکی‌اند و نه به خودشان به عنوان خلق‌کننده دانش.

از منظر معرفت‌شناختی، پوزیتیویسم یک موضع بی‌طرف دارد؛ یک نگرش از راه دور و غیرتعاملی بین سوژه و هم‌سن‌وسالانش، با این فرض که واقعیت مشخص است و سوژه (مثلاً یک دانشجوی مهندسی) می‌تواند آن را به طور کامل بداند؛ و بنابراین نیاز است روش مناسب و معتبر برای کشف آن واقعیت را پیدا کرد. در نتیجه، علم پوزیتیویست براساس این فرضیه است که سوژه از این شانس مطلق برخوردار است که واقعیت را از طریق یک روش خاص بداند. این از جمله مشکلاتی است که دانشجویان مهندسی اغلب در کلاس درس با آنها مواجه هستند، با استفاده از این رویکرد سنتی، که لزوماً آنها را برای مشکلات حقیقی که آنها ممکن است به عنوان مهندسان آینده با آنها روبه‌رو شوند، آماده نمی‌کند.

بنابراین، پوزیتیویسم بر تأیید (verification) تأکید دارد، آن هم براساس مشاهده و با هر گونه علمی که بدون استفاده از همبستگی‌های تجربی ایجاد شود، مخالف است. مهم‌ترین ویژگی نظریه پوزیتیویسم، جستجو برای دانش سیستماتیک، قابل‌تأیید و قابل‌اندازه‌گیری از طریق مشاهده، اندازه‌گیری و رویه‌های آماری است. به این ترتیب، این پارادایم دانشجویان را هدایت می‌کند که آزمون‌ها را به دقیق‌ترین روش ممکن پاسخ دهند، یا براساس آنچه معلم تدریس کرده یا براساس مطالعه کتاب و کسب نمرات بسیار بهتر اما نه لزوماً درک و شناخت بهتر.

۵۶- گزینه «۳» آن‌طور که در متن گفته شده، کلاسی که براساس پوزیتیویسم اداره شود، کلاسی است که

(۱) بر کار گروهی تأکید دارد

(۲) موضوعاتی بسیار ذهنی و سلیقه‌ای ارائه می‌دهد

(۳) معلم‌محور است

(۴) مبتنی بر پروژه است

توضیح: در پاراگراف اول چنین گفته شده:

This paradigm [positivism] is particularly predominant in engineering education, where students are **passive** throughout the learning process, and depend on the *educator as a source of information* and not on themselves as constructors of knowledge.

از این جمله می‌توان برداشت کرد کلاسی که براساس پوزیتیویسم باشد، کلاسی است که دانشجویان نقش غیرفعالی در آن دارند و معلم به عنوان منبع اطلاعات نقش پررنگ‌تری دارد.

۵۷- گزینه «۴» ضمیر it به natural world برمی‌گردد.

۵۸- گزینه «۱» براساس اطلاعات متن به کدام یک از سؤالات زیر می‌توان پاسخ داد؟

گزینه (۱): مهم‌ترین ویژگی و مشخصه پوزیتیویسم چیست؟

توضیح: پاسخ سؤال مطرح شده در گزینه (۱) در این خطوط یافت می‌شود:

*The most important characteristic of positivist theory is the **search for a systematic, verifiable and measurable knowledge**, focusing on the cause of phenomena that occur, from observation, measurement and statistical procedure.*

گزینه‌های (۳) و (۴) به وضوح رد می‌شوند. گزینه (۲) هم کنار می‌رود چون معنی‌اش می‌شود: «پوزیتیویسم چگونه به اصل زیربنایی روش تدریس مرسوم در کلاس‌های مهندسی تبدیل شد؟» که در متن چیزی در این مورد گفته نشده.

۵۹- گزینه «۳» کدام یک از موارد زیر به درستی از متن استنباط می‌شود؟

گزینه (۳): دانشجویان مهندسی‌ای که براساس اصول پوزیتیویسم آموزش می‌بینند نمی‌توانند به محض شروع کار، به طرز مؤثری مسائل و مشکلات کاری‌شان را مدیریت کنند.

توضیح: پاسخ از خطوط آخر پاراگراف دوم استنباط می‌شود:

This is the type of problems that engineering students often encounter in classrooms, by using **this traditional approach [positivism]**, which *do not necessarily prepare them for the real problems that they will find as future engineers.*

۶۰- گزینه «۲» لغت subject در پاراگراف دوم را می‌توان با کدام یک از موارد زیر جایگزین کرد؟

گزینه (۲): محقق

توضیح: subject (که در متون پژوهشی به صورت «سوژه» ترجمه می‌شود) در اینجا به engineering student برمی‌گردد؛ یا به کسی که طبق متن in search of knowledge باشد. پس می‌توان آن را با researcher جایگزین کرد.



سوالات مهندسی شیمی

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

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



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

- (۱) ۰/۶ (۲) ۰/۸ (۳) ۱/۰ (۴) ۱/۲

کله ۲- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = kC_A^{\frac{1}{2}}$ در یک راکتور ناپیوسته (Batch) با حجم ثابت صورت می‌گیرد. خوراک A خالص با غلظت اولیه

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

- (۱) ۰ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۲

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

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۶۰

کله ۴- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = k$ خوراک A خالص از یک راکتور برگشتی با نسبت برگشتی $R = 1$ صورت می‌گیرد و درصد تبدیل A، ۵۰ است. برای $R = 5$ درصد تبدیل چقدر است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۷۵

کله ۵- واکنش گازی $A + 2B \rightarrow 2R$ در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (PFT) به صورت ایزوترمال در فشار ثابت ۵ اتمسفر صورت می‌گیرد. خوراک به راکتور حاوی ۲۰٪ A، ۵۰٪ B و الباقی گاز خنثی است، غلظت B به صورت تابعی از درصد تبدیل A در هر لحظه کدام است؟

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

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

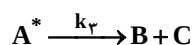
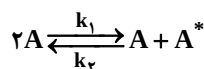
کله ۶- واکنش فاز گاز با استوکیومتری $A \rightarrow 2R$ در یک راکتور مخلوط شونده همزن دار (mixed) به حجم 600 cm^3 انجام می‌شود. شدت جریان خوراک ورودی $100 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$ است که متشکل از ۵۰٪ گاز خنثی است. اگر زمان ماند این راکتور ۵ دقیقه باشد، میزان درصد تبدیل چقدر است؟

- (۱) ۷۰ (۲) ۶۰ (۳) ۵۰ (۴) ۴۰

کله ۷- واکنش $2A + B \rightarrow \frac{1}{2}R + 3S$ با غلظت‌های خوراک برابر با ۳، ۲، ۱ و ۵ مولار برای به ترتیب S، B، A و در یک راکتور ناپیوسته با حجم ثابت محتوی واکنش صورت می‌پذیرد. رابطه بین غلظت‌های A و R در هر زمان کدام است؟

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

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



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

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

پاسخنامه مهندسی شیمی

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

۱- گزینه «۲» واکنش مطرح شده از نوع سری بوده و همان‌گونه که می‌دانیم واکنش‌های سری به واکنش‌هایی گفته می‌شود که در آن R محصول یک مرحله به عنوان ماده اولیه برای مرحله بعدی واکنش عمل کرده و به ماده دیگری تبدیل می‌شود. حال در شرایط مطرح شده در صورت سؤال می‌دانیم که غلظت ماده A از $\frac{5 \text{ mol}}{\text{Lit}}$ به $\frac{1 \text{ mol}}{\text{Lit}}$ رسیده است، به عبارتی $\frac{4 \text{ mol}}{\text{Lit}}$ از ماده A به ماده واسطه B تبدیل شده است، در صورتی که همین روند (میزان تبدیل) برای ماده واسطه B حاکم باشد، بدیهی است که به تناسب، غلظت خروجی B نیز برحسب $\frac{\text{mol}}{\text{Lit}}$ $\frac{8}{\circ}$ خواهد بود.

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

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

$$t_f = \frac{4^{\left(1-\frac{1}{2}\right)}}{\left(1-\frac{1}{2}\right)^{\circ/25}} = 16 \text{ (min)}$$

با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه فوق خواهیم داشت:

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

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

$$t = t_{\frac{1}{2}} \rightarrow C_A = \frac{C_{A_0}}{2}$$

برای (واکنش محصولات $A \rightarrow$) داریم:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{(\circ/5)^{1-n} - 1}{k(n-1)} C_{A_0}^{1-n}$$

از طرفی با استفاده از تعریف فوق برای واکنش‌های از درجه $n \neq 1$ می‌توان نوشت:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\text{Ln} 2}{k} = \frac{\circ/69}{k}$$

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

$$\tau_0 = \frac{\text{Ln} 2}{k} \Rightarrow k = \frac{\text{Ln} 2}{\tau_0} = 35 \times 10^{-2}$$

و حال با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه فوق داریم:

$$\text{Ln}(1-x_A) = -kt \Rightarrow t = \frac{\text{Ln}(1-x_A)}{-k} @ x_A = \circ/75$$

از طرفی برای واکنش‌های از درجه اول داریم:

$$\Rightarrow t \approx 40 \text{ min}$$

حال با جایگذاری داده‌های سؤال در رابطه فوق نتیجه می‌شود:

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

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

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

$$\frac{C_{B_e}}{C_{A_e}} = \frac{\circ/5}{\circ/2} \quad N_{B_0} = \frac{5}{2} N_{A_0} \quad (II)$$

از طرفی با توجه به داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$(I, II) \Rightarrow N_B = \frac{5}{2} N_{A_0} - 2N_{A_0} X_A, \quad \varepsilon_A = \frac{\Delta n}{|a|} y_{A_0} = \frac{2-3}{|-1|} \times \frac{2}{10} = -\circ/2$$

$$C_B = \frac{N_B}{V} = \frac{N_{A_0} \left(\frac{5}{2} - 2X_A \right)}{v_0(1 + \varepsilon_A X_A)} \Rightarrow \frac{C_B}{C_{A_0}} = \frac{\frac{5}{2} - 2/11 X_A}{1 - \circ/22 X_A}$$



۶- گزینه «۴» یادآوری: رابطه مرتبط با میانگین زمان اقامت ($\bar{t}$) در راکتور به قرار زیر است:

$$\bar{t} = \frac{V}{v_f} = \frac{V}{v_o(1 + \varepsilon_A X_A)} \quad (I)$$

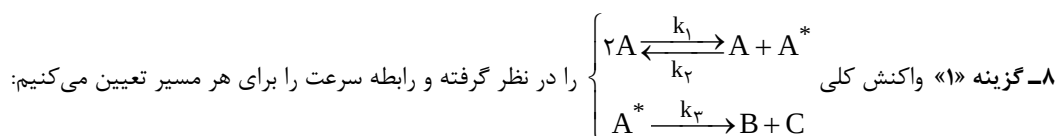
$$\varepsilon_A = \frac{\Delta n}{|a|} y_{A_o} = \frac{2-1}{|-1|} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \xrightarrow{(I)} \delta = \frac{600}{100(1 + \frac{1}{2} X_A)} \Rightarrow X_A = 0.4 \Rightarrow X_A = \%40$$

۷- گزینه «۲» یادآوری: رابطه زیر میان غلظت اجزاء حاضر در واکنش درون راکتور ناپیوسته با حجم ثابت به قرار زیر است:

$$aA + bB \Rightarrow rR + sS \Rightarrow \frac{C_{A_o} - C_A}{a} = \frac{C_{B_o} - C_B}{b} = \frac{C_R - C_{R_o}}{r} = \frac{C_S - C_{S_o}}{s}$$

$$\frac{\delta - C_A}{2} = \frac{C_R - 2}{\frac{1}{2}} \Rightarrow C_A = 12 - 4C_R$$

که با جایگذاری داده‌های مسئله در رابطه فوق داریم:



$$(I) : -r_A = k_1[A]^2 - k_2[A][A^*]$$

$$(II) : -r_{A^*} = -k_2[A][A^*] + k_1[A]^2 - k_3[A^*]$$

نکته: غلظت ماده حد واسطه A^* ناچیز بوده و می‌توان سرعت تغییرات آن را برابر صفر در نظر گرفت:

$$-r_{A^*} = 0 \xrightarrow{(II)} -k_2[A][A^*] + k_1[A]^2 - k_3[A^*] = 0 \Rightarrow [A^*] = \frac{k_1[A]^2}{k_3 + k_2[A]}$$

$$-r_A = k_1[A]^2 - k_2[A]\left(\frac{k_1[A]^2}{k_3 + k_2[A]}\right) \Rightarrow -r_A = \frac{k_1 k_3 [A]^2}{k_3 + k_2[A]} \quad \text{از طرفی با جایگذاری رابطه فوق در رابطه (I) داریم:}$$

۹- گزینه «۳» در خصوص واکنش‌های سری - موازی، واکنش‌های سری - موازی برگشت‌ناپذیر دو مولکولی مطرح‌تر می‌باشند:



که این واکنش نسبت به A، R و S سری و نسبت به B موازی است.

$$r_A = \frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A C_B$$

از طرفی معادلات سرعت هرکدام از اجزاء به این صورت است:

$$r_S = \frac{dC_S}{dt} = -k_1 C_A C_S - k_2 C_R C_S$$

$$r_B = \frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A C_S - k_2 C_B C_S$$

$$r_C = \frac{dC_C}{dt} = k_2 C_B C_S$$

$$C_{S_o} = C_{C_o} = 0$$

از طرفی می‌دانیم که B و C در ورودی وجود ندارد و از این رو داریم:

در شرایط فوق می‌توان با انجام یک‌سری عملیات ریاضی بر معادلات سرعت فوق، غلظت هرکدام از اجزاء را به تفکیک محاسبه نمود:

$$\frac{C_A}{C_{A_o}} = \frac{C_{S_o}}{(1 + k_1 \tau_m C_{S_o})}$$

$$\frac{C_B}{C_{A_o}} = \frac{k_1 \tau_m C_{S_o}}{(1 + k_1 \tau_m C_{S_o})(1 + k_2 \tau_m C_{S_o})}$$

$$\frac{C_S}{C_{A_o}} = \frac{k_1 \tau_m C_{S_o}^2}{(1 + k_1 \tau_m C_{S_o})(1 + k_2 \tau_m C_{S_o})}$$



۸- یک واکنش سری $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ در یک راکتور مخزنی همزن‌دار پیوسته (CSTR) انجام می‌شود. اگر k_1 و k_2 دارای واحد معکوس زمان باشند و τ زمان ماند داخل راکتور، آنگاه غلظت R (C_R) در خروجی از راکتور کدام است؟ ضمناً خوراک حاوی هر دو A و R است.

$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{C_{R_0}}{1 + k_2 \tau_m} \\ (2) \quad & \frac{k_1 C_{A_0}}{1 + k_2 \tau_m} \\ (3) \quad & \frac{k_1 k_2 C_{A_0}}{(1 + k_1 \tau_m)(1 + k_2 \tau_m)} \\ (4) \quad & \frac{k_1 \tau_m C_{A_0}}{(1 + k_2 \tau_m)(1 + k_1 \tau_m)} + \frac{C_{R_0}}{1 + k_2 \tau_m} \end{aligned}$$

۹- واکنش فاز مایع $A \rightarrow 2R$ در دو راکتور مخزنی همزن‌دار پیوسته (CSTR) که به‌صورت سری قرار گرفته‌اند انجام می‌شود. واکنش نسبت به A از درجه ۲ و غلظت A در خوراک ورودی به راکتور اول ۵ مولار است. همچنین غلظت A خروجی از راکتور اول ۲ مولار است. اگر حجم راکتور دوم ۴ برابر راکتور اول باشد، غلظت A از راکتور دوم چند مولار است؟

$$(1) \quad 0.67 \quad (2) \quad 0.77 \quad (3) \quad 0.87 \quad (4) \quad 0.97$$

۱۰- برای گاز دی‌اکسید کربن در فشارهای پایین داده تجربی مقابل موجود است:

مقدار Z_{CO_2} ، در شرایط $T = 100^\circ C$ ، $P = 2 \text{ bar}$ ، $T_{CO_2} = 0.98$ کدام است؟

$$(1) \quad 0.92 \quad (2) \quad 0.94 \quad (3) \quad 0.96 \quad (4) \quad 0.98$$

۱۱- در یک مخلوط تک‌فازی در دمای T و فشار P داریم: $\bar{V}_r = 2x_1^3 + 3$ و $\bar{V}_1 = 20$ در این صورت تابع $\bar{V}_1$ برحسب x_1 کدام است؟

$$(1) \quad 3x_1^3 + 17 \quad (2) \quad 3x_1^3 - 2x_1^2 + 19 \quad (3) \quad x_1^3 - 2x_1^2 + 21 \quad (4) \quad 2x_1^3 - 3x_1^2 + 21$$

۱۲- در یک مخلوط گازی با مول‌های جزئی مساوی داریم $\hat{\phi}_1 = 0.8$ و $\hat{\phi}_2 = 0.5$. فوگاسیته آن مخلوط گازی در فشار ۴۰ بار چند بار است؟ می‌دانیم که:

$$\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$$

$$\ln 0.6 = -0.51, \ln 0.3 = -1.1, \ln 0.2 = -1.6$$

$$(1) \quad 24 \quad (2) \quad 36 \quad (3) \quad 38 \quad (4) \quad 40$$

۱۳- یک موتور کارنو بین دو دمای T_1 و T_2 با بازده η_1 و موتور کارنوی دیگری بین دو دمای T_2 و T_3 با بازده η_2 کار می‌کند. بازده موتور کارنوی سوم (η_3) که بین دو دمای T_1 و T_3 کار می‌کند، برحسب η_1 و η_2 کدام است؟

$$(1) \quad \eta_1 + \eta_2 - \frac{1}{\eta_1 \eta_2} \quad (2) \quad \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2 \quad (3) \quad \eta_1 + \eta_2 + \frac{1}{\eta_1 \eta_2} \quad (4) \quad \eta_1 + \eta_2 + \eta_1 \eta_2$$

۱۴- گازی از معادله حالت $P(V-b) = RT$ پیروی می‌کند که در آن b یک عدد ثابت است. اگر این گاز در دمای ثابت T از فشار P_1 به فشار P_2 تغییر حالت بدهد، تغییر آنتروپی آن (ΔS) برابر کدام عبارت است؟

$$(1) \quad R \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (2) \quad R \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (3) \quad R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (4) \quad R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

۱۵- ضریب ویبرال مرتبه دوم (B) یک گاز از رابطه $B = b - \frac{a}{T^2}$ که در آن a و b ثابت هستند به‌دست می‌آید. تغییر انتالپی مخصوص این گاز

در دمای ثابت T وقتی که فشار از یک فشار خیلی کم ($P^* \rightarrow 0$) تا فشار نهایی P تغییر کند کدام است؟

$$(1) \quad \frac{-3aP}{T^2} \quad (2) \quad bP - \frac{2aP}{T^2} \quad (3) \quad bP - \frac{3aP}{T^2} \quad (4) \quad 2bP + \frac{3aP}{T^2}$$

۱۶- اگر گازی از معادله حالت $P(V-b) = RT$ که در آن b یک پارامتر ثابت مثبت تابع جنس می‌باشد پیروی کند، تابع آنتالپی باقیمانده ($\Delta H'$)

$$\Delta H' = H' - H = H^{ig} - H = -H^R \quad \text{می‌دانیم که}$$

$$(1) \quad bp \quad (2) \quad -bp \quad (3) \quad RT - bp \quad (4) \quad \text{صفر است.}$$

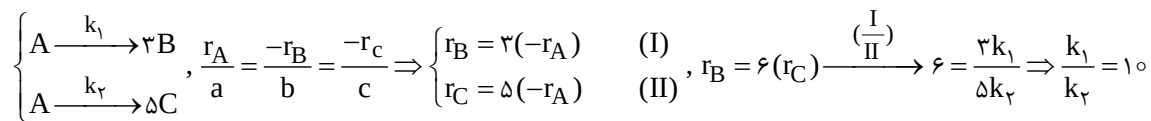
۱۷- رابطه زیر برای انرژی درونی (داخلی) یک ماده داده شده است:

که در آن a، b و c پارامترهای ثابتی هستند، C_v این ماده کدام است؟ (برحسب S و V محاسبه کنید)

$$(1) \quad \frac{a}{2b} V + S \quad (2) \quad aV + S \quad (3) \quad \frac{a}{b} V + S \quad (4) \quad \frac{2a}{b} V + S$$



۷- گزینه «۳» به طور کلی برای واکنش‌های برگشتناپذیر (فاز مایع) مطرح شده در صورت سؤال می‌توان روابط سینتیکی و معادلات واکنش شیمیایی را به صورت ذیل نوشت:



۸- گزینه «۴» برای واکنش سری به فرم $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ در راکتور مخلوط‌شونده کامل با فرض $C_{R0} = C_{S0} = 0$ پس از انجام یک سری

عملیات ریاضی می‌توان رابطه عملکردی مقابل را مطرح نمود:

$$\frac{C_R}{C_{A0}} = \frac{k_1 \tau_m}{(1 + k_1 \tau_m)(1 + k_2 \tau_m)}$$

حال با توجه به اینکه در صورت سؤال اشاره شده که خوراک ورودی به راکتور حاوی هر دو ماده R و A است، دیگر نمی‌توان $C_{R0} = 0$ فرض نمود بلکه رابطه فوق به صورت ذیل با لحاظ نمودن غلظت اولیه C_{R0} بازآرایی خواهد شد:

$$C_R = \frac{k_1 \tau_m C_{A0}}{(1 + k_2 \tau_m)(1 + k_1 \tau_m)} + \left(\frac{C_{R0}}{1 + k_2 \tau_m} \right) \rightarrow \text{جمله برگرفته از وجود ماده R در خوراک اولیه}$$

۹- گزینه «۱» به منظور حل سؤال، زمان اقامت در راکتور mixed را به دست آورده و سپس به تعیین غلظت خروجی از راکتور دوم می‌پردازیم:

$$k\tau_1 = \frac{(C_{A0} - C_{A1})}{C_{A1}^2} \Rightarrow k\tau_1 = \frac{\Delta - 2}{4} = \frac{3}{4}$$

$$k\tau_2 = \frac{(C_{A1} - C_{A2})}{C_{A2}^2} \Rightarrow \frac{3}{4} \times 4 = \frac{2 - C_{A2}}{C_{A2}^2} \Rightarrow C_{A2} = 0.67 \left(\frac{\text{mol}}{\text{lit}} \right)$$

۱۰- گزینه «۳» با توجه به اینکه مقدار ضریب تراکم‌پذیری گاز دی‌اکسید کربن $[Z_{CO_2}]$ نزدیک به عدد یک است، لذا رفتار این گاز به رفتار گاز ایده‌ال نزدیک بوده و با تقریب مناسبی می‌توان از معادله حالت ویرال تا ترم دوم استفاده کرد:

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT}, T_1 = 100^\circ\text{C} = 373/15\text{K}, P_1 = 10\text{bar}, [Z_{CO_2}]_1 = 0.98$$

$$0.98 = 1 + \frac{B \times 10}{R \times 373/15} \Rightarrow \frac{B}{R \times 373/15} = -0.002, T_2 = 100^\circ\text{C} = 373/15\text{K}, P_2 = 20\text{bar}$$

$$[Z_{CO_2}]_2 = 1 + \frac{B \times 20}{R \times 373/15} = 1 + [-0.002] \times 20 \Rightarrow [Z_{CO_2}]_2 = 0.96$$

۱۱- گزینه «۴» از رابطه گیبس - دوهم در حالت دما و فشار ثابت به صورت زیر استفاده می‌گردد:

$$\sum_{i=1}^n x_i d\bar{m}_i = 0 \quad [T, P = \text{cte}] \Rightarrow \sum_{i=1}^2 x_i d\bar{v}_i = x_1 d\bar{v}_1 + x_2 d\bar{v}_2 = 0$$

$$\bar{v}_2 = 2x_1^3 + 30 \Rightarrow d\bar{v}_2 = 6x_1^2 dx_1 \Rightarrow x_1 d\bar{v}_1 + x_2 [6x_1^2 dx_1] = 0$$

$$d\bar{v}_1 = -6x_1 x_2 dx_1, x_2 = 1 - x_1 \Rightarrow \int d\bar{v}_1 = \int [6x_1^3 - 6x_1] dx_1$$

$$\bar{v}_1 = 2x_1^3 - 3x_1^2 + c, v_1 = 20, v_1 = \lim_{x_1 \rightarrow 1} \bar{v}_1 = 2 \times 1^3 - 3 \times 1^2 + c = 20 \Rightarrow c = 21 \Rightarrow \bar{v}_1 = 2x_1^3 - 3x_1^2 + 21$$

۱۲- گزینه «۱» جهت محاسبه فوگاسیته مخلوط دوجزئی ابتدا باید ضریب فوگاسیته آن استخراج شود. تابع $\ln \phi$ یک خاصیت مجازی ترمودینامیکی محسوب می‌گردد. لذا رابطه اولر در مورد آن به صورت زیر نوشته می‌شود:

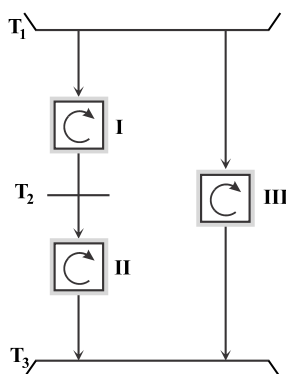
$$\ln \phi = \sum_{i=1}^n x_i \ln \hat{\phi}_i = x_1 \ln \hat{\phi}_1 + x_2 \ln \hat{\phi}_2 \quad \text{و} \quad x_1 = x_2 = 0.5$$

$$\hat{\phi}_1 = 0.8, \hat{\phi}_2 = 0.5 \Rightarrow \ln \phi = 0.5 \times \ln 0.8 + 0.5 \times \ln 0.5 = 0.5 \times [\ln(2 \times 0.4) + \ln(\frac{1}{2})]$$

$$\ln \phi = 0.5 \times [2 \times \ln 2 + \ln 0.4 - \ln 2] = 0.5 \times [2 \times 0.693 - 1.103] \Rightarrow \ln \phi = -0.405 \quad \text{[I]}$$

$$\ln 0.6 = -0.51 \quad \text{[II]} \xrightarrow{\text{مقایسه روابط I, II}} \phi = 0.6, P = 40\text{bar} \Rightarrow f = \phi \times P = 0.6 \times 40 = 24\text{bar}$$

۱۳- گزینه «۲» ابتدا رابطه بازده موتور حرارتی کارنو برای موتورهای ۱ و ۲ و ۳ نوشته شده و سپس روابط حاصله با هم ترکیب می‌شوند:



$$\eta_{\text{carnot}} = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$$\eta_I = 1 - \frac{T_{LI}}{T_{HI}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta_I$$

$$\eta_{II} = 1 - \frac{T_{LII}}{T_{HII}} = 1 - \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow \frac{T_3}{T_2} = 1 - \eta_{II}$$

$$\eta_{III} = 1 - \frac{T_{LIII}}{T_{HIII}} = 1 - \frac{T_3}{T_1} = 1 - \left[\frac{T_2}{T_1} \times \frac{T_3}{T_2} \right] \Rightarrow \eta_{III} = 1 - [1 - \eta_I][1 - \eta_{II}]$$

$$\eta_{III} = \eta_I + \eta_{II} - \eta_I \eta_{II}$$

۱۴- گزینه «۱» از رابطه دیفرانسیلی آنتروپی برحسب دما و فشار استفاده می‌گردد:

$$ds = \frac{C_p}{T} dT - \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P dP, \quad P(v-b) = RT \Rightarrow v = \frac{RT}{P} + b \Rightarrow \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P = \frac{R}{P}$$

$$T = \text{cte (فرایند دما ثابت)} \Rightarrow \int_{s_1}^{s_2} ds = \int_{P_1}^{P_2} - \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P dP = \int_{P_1}^{P_2} - \frac{R}{P} dP \Rightarrow s_2 - s_1 = -R \ln \left[\frac{P_2}{P_1} \right] = +R \ln \left[\frac{P_1}{P_2} \right]$$

۱۵- گزینه «۳» از رابطه دیفرانسیلی آنتالپی به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

$$dh = C_p dT + [V - T \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P] dP, \quad z = 1 + \frac{BP}{RT}, \quad B = b - \frac{a}{T^2} \quad (\text{معادله حالت گاز})$$

$$\frac{PV}{RT} = 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + B = \frac{RT}{P} + b - \frac{a}{T^2} \Rightarrow \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P = \frac{R}{P} + \frac{2a}{T^3}, \quad T = \text{cte (فرایند دما ثابت)}$$

$$\int_{h_1}^{h_2} dh = \int_0^P \left[\frac{RT}{P} + b - \frac{a}{T^2} - T \left(\frac{R}{P} + \frac{2a}{T^3} \right) \right] dP \Rightarrow h_2 - h_1 = bP - \frac{2aP}{T^2}$$

۱۶- گزینه «۲» از رابطه دیفرانسیلی آنتالپی به‌صورت زیر استفاده می‌گردد:

$$dh = C_p dT + [V - T \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P] dP, \quad PV = RT \quad (\text{معادله حالت گاز ایده‌ال}) \Rightarrow V = \frac{RT}{P}, \quad \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P = \frac{R}{P}$$

$$dh^{ig} = C_p dT + \left[\frac{RT}{P} - T \frac{R}{P} \right] dP \Rightarrow \int dh^{ig} = \int C_p dT \Rightarrow h^{ig} = C_p T \quad [I]$$

$$P(V-b) = RT \quad (\text{معادله حالت گاز حقیقی}) \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + b \Rightarrow \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P = \frac{R}{P}$$

$$dh = C_p dT + \left[\frac{RT}{P} + b - T \frac{R}{P} \right] dP \Rightarrow \int dh = \int C_p dT + \int b dP \Rightarrow h = C_p T + bP \quad [II]$$

$$\Delta h' = h' - h = h^{ig} - h = C_p T - [C_p T + bP] \Rightarrow \Delta h' = -bP$$

۱۷- گزینه «۱» از رابطه ظرفیت گرمایی در حالت حجم ثابت $[C_v]$ به همراه رابطه دیفرانسیلی آنتروپی استفاده می‌شود:

$$C_v = \left[\frac{\partial u}{\partial T} \right]_V, \quad u = aSV + bS^2 + cV^2 \Rightarrow \left[\frac{\partial u}{\partial T} \right]_V = aV \left[\frac{\partial S}{\partial T} \right]_V + 2bS \left[\frac{\partial S}{\partial T} \right]_V$$

$$C_v = aV \left[\frac{\partial S}{\partial T} \right]_V + 2bS \left[\frac{\partial S}{\partial T} \right]_V \quad [I], \quad dS = \frac{C_v}{T} dT + \left[\frac{\partial P}{\partial T} \right]_V dV \Rightarrow \left[\frac{\partial S}{\partial T} \right]_V = \frac{C_v}{T} \quad [II]$$

$$C_v = aV \times \frac{C_v}{T} + 2bS \times \frac{C_v}{T} \Rightarrow S = \frac{T}{2b} - \frac{aV}{2b} \Rightarrow \left[\frac{\partial S}{\partial T} \right]_V = \frac{1}{2b} \quad [III]$$

حال روابط I و II با هم ادغام می‌شوند:

$$C_v = aV \times \frac{1}{2b} + 2bS \times \frac{1}{2b} = \frac{aV}{2b} + S$$

در ادامه رابطه III در رابطه I جایگذاری می‌گردد:

۱۸- برای یک سیستم دو جزئی تعادلی مایع بخار (VLE) در فشار نه چندان زیاد مقدار $P_1^{sat} = 0.5 \text{ atm}$ ، $P_2^{sat} = 1 \text{ atm}$ و $\frac{G^E}{RT} = 0.1x_1x_2$ است. فشار سیستم به طور تقریبی در $x_1 = 0.6$ چند اتمسفر است؟

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

(۴) ۰/۸۸

(۳) ۰/۸۴

(۲) ۰/۷۲

(۱) ۰/۶۶

۱۹- برای محلول دو جزئی در دمای T و فشار P معادله، $\bar{S}_1 = 2x_1^3 - 3x_2^2 + 6x_2 + 18$ برقرار است، در صورتی که $S_2 = 3$ باشد، مقدار $\bar{S}_2^\infty$ کدام است؟ (واحدها اختیاری است.)

(۴) ۲۱

(۳) ۳۱

(۲) ۳۲

(۱) ۳۴

۲۰- در یک مخلوط دو جزئی گازی اطلاعات زیر موجود است. برای این سیستم مقدار B_{12} به طور تقریبی چند $\frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$ است؟

$$\left(\ln(\hat{\phi}_1^\infty) = 0.1, B_{11} = -16 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}, B_{22} = -100 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}, \frac{P}{RT} = 0.005 \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \right)$$

(۴) -۲۰

(۳) -۴۰

(۲) -۵۰

(۱) -۶۰

۲۱- مخلوط گازی دو جزئی از معادله $Z = 1 + \frac{aP}{\sqrt{T}}$ پیروی می کند و $a = a_1y_1 + a_2y_2$ است. مقدار فوگاسیته کل مخلوط کدام است؟ (مقادیر a_1 و a_2 ثابت است و تابع دما و فشار نیستند.)

$$P \exp\left(\frac{y_1a_1 + y_2a_2}{\sqrt{T}}\right) \quad (۲)$$

$$P \exp\left(\frac{P}{\sqrt{T}}(y_1a_1 + y_2a_2)\right) \quad (۱)$$

$$y_1P \exp\left(\frac{Pa_1}{\sqrt{T}}\right) + y_2P \exp\left(\frac{Pa_2}{\sqrt{T}}\right) \quad (۴)$$

$$P \exp\left(\frac{P}{\sqrt{T}}(y_1a_1)\right) + P \exp\left(\frac{P}{\sqrt{T}}(y_2a_2)\right) \quad (۳)$$

۲۲- کمپرسوری فرضی به طور ایزوترمال رورسیبل و کاملاً یکنواخت (پایدار) گازی را از فشار 10 تا 54 بار در دمای ثابت 400 K کمپرس می کند. در شرایط ورودی ضریب تراکم پذیری برابر 0.9 و در شرایط خروجی ضریب تراکم پذیری برابر 0.8 است. مقدار کار مصرفی کمپرسور به طور تقریبی بر حسب ژول بر گرم مول کدام است؟

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

$$\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$$

(۴) ۲۵۶۰

(۳) ۳۲۱۰

(۲) ۵۱۲۰

(۱) ۶۷۴۰

۲۳- برای یک سیستم دو جزئی مایع بخار تعادلی (VLE) یک تابع انحراف π به صورت زیر تعریف شده است که در آن P فشار واقعی سیستم است، در صورتی که P زیاد نباشد و برای فاز مایع داشته باشیم $\frac{G^E}{RT} = Ax_1x_2$ مقدار این تابع انحراف کدام است؟ (A یک عدد ثابت مثبت بسیار کوچک است.)

$$\pi = \frac{P - (x_1P_1^{sat} + x_2P_2^{sat})}{x_1x_2[P_1^{sat} + x_1(P_2^{sat} - P_1^{sat})]}$$

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

$$\frac{A}{3} \quad (۴)$$

$$A\left(1 + \frac{P_1^{sat}}{P_2^{sat}}\right) \quad (۳)$$

$$A\left(1 - \frac{P_1^{sat}}{P_2^{sat}}\right) \quad (۲)$$

$$A \quad (۱)$$

۲۴- اگر در یک سیستم انتقال جرم فاز گازی رابطه $Sh = 0.1(\text{ReSc})^{\frac{1}{3}}$ برقرار باشد و سرعت و خواص سیال ثابت فرض شود، ضریب عمومی انتقال جرم F فاز گاز متناسب با کدام است؟

$$\frac{2}{T^3} \quad (۴)$$

$$\frac{3}{T^2} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{T^3} \quad (۲)$$

$$T \quad (۱)$$



۱۷- گزینه «۳» از رابطه دیفرانسیلی آنتالپی استفاده می‌شود:

$$z = 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow \frac{Pv}{RT} = 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow v = \frac{RT}{P} + B, B = b - \frac{a}{T^2} \Rightarrow v = \frac{RT}{P} + b - \frac{a}{T^2} \Rightarrow \left[\frac{\partial v}{\partial T} \right]_P = \frac{R}{P} + \frac{2a}{T^3}$$

$$dh = c_p dT + \left[v - T \left[\frac{\partial v}{\partial T} \right]_P \right] dP, T = \text{cte} \Rightarrow dT = 0$$

$$\int dh = \int_{P^*}^P \left[\frac{RT}{P} + b - \frac{a}{T^2} - T \left[\frac{R}{P} + \frac{2a}{T^3} \right] \right] dP = \int_{P^*}^P \left[b - \frac{2a}{T^2} \right] dP \Rightarrow \Delta h = \left[b - \frac{2a}{T^2} \right] [P - P^*]$$

$$P^* \approx 0 \Rightarrow \Delta h = \left[b - \frac{2a}{T^2} \right] P$$

۱۸- گزینه «۲» با توجه به اینکه رابطه مارگولس یک پارامتری برای سیستم دو جزئی تعادلی بخار - مایع داده شده لذا از قانون رانولت اصلاح شده برای این سیستم استفاده می‌گردد:

$$\frac{g^E}{RT} = A x_1 x_2 \Rightarrow \gamma_1 = e^{A x_2^2}, \gamma_2 = e^{A x_1^2}$$

$$\frac{g^E}{RT} = 0.1 x_1 x_2 \Rightarrow \gamma_1 = e^{0.1 x_2^2}, \gamma_2 = e^{0.1 x_1^2}$$

$$y_i P_t = x_i \gamma_i P_i^{\text{sat}} \Rightarrow P_t = \sum_{i=1}^n x_i \gamma_i P_i^{\text{sat}}$$

$$P_t = x_1 \gamma_1 P_1^{\text{sat}} + x_2 \gamma_2 P_2^{\text{sat}} \Rightarrow P_t = x_1 \times e^{0.1 x_2^2} \times P_1^{\text{sat}} + x_2 \times e^{0.1 x_1^2} \times P_2^{\text{sat}}$$

$$x_1 = 0.6, x_2 = 1 - x_1 = 0.4, P_1^{\text{sat}} = 0.5 \text{ atm}, P_2^{\text{sat}} = 1 \text{ atm}$$

$$P_t = 0.6 \times e^{0.1 \times 0.4^2} \times 0.5 + 0.4 \times e^{0.1 \times 0.6^2} \times 1, e^{0.1 \times 0.4^2} = 1 + 0.1 \times 0.4^2 + \frac{0.1 \times 0.4^4}{2!} + \dots \approx 1.016$$

$$e^{0.1 \times 0.6^2} = 1 + 0.1 \times 0.6^2 + \frac{0.1 \times 0.6^4}{2!} + \dots \approx 1.036 \Rightarrow P_t = 0.6 \times 1.016 \times 0.5 + 0.4 \times 1.036 \times 1 = 0.7192 \text{ atm} \Rightarrow P_t \approx 0.72 \text{ atm}$$

۱۹- گزینه «۲» از رابطه گیبس - دوم در حالت دما و فشار ثابت برای مخلوط دو جزئی استفاده می‌شود:

$$\sum_{i=1}^n x_i d\bar{m}_i = 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^2 x_i d\bar{s}_i = 0 \Rightarrow x_1 d\bar{s}_1 + x_2 d\bar{s}_2 = 0, \bar{s}_1 = 2x_1^2 - 3x_2^2 + 6x_2 + 18$$

$$x_1 [6x_1^2 dx_1 - 6x_2^2 dx_2 + 6dx_2] + x_2 d\bar{s}_2 = 0 \Rightarrow 6x_1^3 dx_1 - 6x_1 x_2^2 dx_2 + 6x_1 dx_2 + x_2 d\bar{s}_2 = 0$$

$$d\bar{s}_2 = \frac{6(1-x_2)^2}{x_2} dx_2 + 6(1-x_2) dx_2 - \frac{6(1-x_2)}{x_2} dx_2$$

$$d\bar{s}_2 = \left[\frac{6(1-x_2)}{x_2} dx_2 \right] [(1-x_2)^2 - 1] + 6(1-x_2) dx_2 \Rightarrow \int d\bar{s}_2 = \int [-6x_2^2 + 12x_2 - 6] dx_2$$

$$\bar{s}_2 = -2x_2^3 + 6x_2^2 - 6x_2 + C, s_2 = \lim_{x_2 \rightarrow 1} \bar{s}_2 = 30 \Rightarrow -2 \times 1^3 + 6 \times 1^2 - 6 \times 1 + C = 30 \Rightarrow C = 32$$

$$\bar{s}_2 = -2x_2^3 + 6x_2^2 - 6x_2 + 32, \bar{s}_2^\infty = \lim_{x_2 \rightarrow 0} \bar{s}_2 = -2 \times 0^3 + 6 \times 0^2 - 6 \times 0 + 32 \Rightarrow \bar{s}_2^\infty = 32$$



۲۰- گزینه «۳» برای مخلوط دو جزئی گازی معادله حالت ویرال صادق می‌باشد. حال ضریب فوگاسیته مخلوط محاسبه می‌شود:

$$z = 1 + \frac{BP}{RT}, \quad \ln \Phi = \int_0^P \left[\frac{z-1}{P} \right] dP = \int_0^P \frac{B}{RT} dP \Rightarrow \ln \Phi = \frac{BP}{RT} \quad [I]$$

$$B = y_1^2 B_{11} + 2y_1 y_2 B_{12} + y_2^2 B_{22} \quad [II], \quad y_1 + y_2 = 1 \quad [III]$$

$$\ln \Phi = \frac{P}{RT} [(1-y_2)^2 B_{11} + 2(1-y_2)y_2 B_{12} + y_2^2 B_{22}]$$

در ادامه رابطه ضریب فوگاسیته جزء ۱ در مخلوط دو جزئی محاسبه می‌شود:

$$\ln \hat{\Phi}_1 = \ln \Phi - y_2 \left[\frac{\partial \ln \Phi}{\partial y_2} \right]_{T,P,y_1}$$

$$\ln \hat{\Phi}_1 = \frac{P}{RT} [(1-y_2)^2 B_{11} + 2(1-y_2)y_2 B_{12} + y_2^2 B_{22}] - y_2 \times \frac{P}{RT} [-2(1-y_2)B_{11} + 2(1-2y_2)B_{12} + 2y_2 B_{22}]$$

$$\ln \hat{\Phi}_1 = \frac{P}{RT} [(1-y_2)(1+y_2)B_{11} + 2y_2 B_{12} - y_2^2 B_{22}]$$

$$\ln \hat{\Phi}_1^\infty = \lim_{y_1 \rightarrow 0} \ln \hat{\Phi}_1 = \frac{P}{RT} [2B_{12} - B_{22}], \quad \frac{P}{RT} = 0.005 \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3}, \quad B_{22} = -100 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$\ln \hat{\Phi}_1^\infty = 0.1 \Rightarrow 0.1 = 0.005 [2B_{12} - (-100)] \Rightarrow B_{12} = -40 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

۲۱- گزینه «۱» از رابطه ضریب فوگاسیته برحسب ضریب تراکم‌پذیری مخلوط گازی استفاده می‌شود:

$$f = P \times \exp \left[\int_0^P \left(\frac{z-1}{P} \right) dP \right], \quad z = 1 + \frac{aP}{\sqrt{T}}, \quad a = a_1 y_1 + a_2 y_2$$

$$f = P \times \exp \left[\int_0^P \frac{a}{\sqrt{T}} dP \right] = P \times \exp \left[\frac{aP}{\sqrt{T}} \right] \Rightarrow f = P \times \exp \left[(a_1 y_1 + a_2 y_2) \frac{P}{\sqrt{T}} \right]$$

۲۲- گزینه «۲» از ترکیب قوانین اول و دوم ترمودینامیک برای فرایندهای جریان‌دار در حالت پایا و با صرف‌نظر از تغییرات انرژی‌های جنبشی و پتانسیل استفاده می‌گردد:

$$\dot{Q} + \dot{m}_i h_i = \dot{W} + \dot{m}_e h_e \quad [I], \quad T = \text{cte} \Rightarrow \dot{Q} = T \Delta S = T \dot{m} \Delta s \quad [II]$$

$$\dot{m} = \dot{m}_i = \dot{m}_e \quad [III] \xrightarrow{\text{ادغام روابط}} T \dot{m} \Delta s + \dot{m}_i h_i = \dot{W} + \dot{m}_e h_e \Rightarrow \frac{\dot{W}}{\dot{m}} = T \Delta s - \Delta h \quad [IV]$$

$$g = h - Ts, \quad \Delta g = \Delta h - T \Delta s, \quad T = \text{cte} \Rightarrow \Delta g = \Delta h - T \Delta s \quad [V]$$

$$\xrightarrow[\text{V, IV}]{\text{ادغام روابط}} \frac{\dot{W}}{\dot{m}} = -\Delta g = -[g_e - g_i], \quad dg = RT d \ln f \Rightarrow \Delta g = RT \ln \left[\frac{f_e}{f_i} \right]$$

$$\frac{\dot{W}}{\dot{m}} = -RT \ln \left[\frac{f_e}{f_i} \right] = -RT \ln \left[\frac{\Phi_e P_e}{\Phi_i P_i} \right], \quad R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{gmolK}}, \quad T = 400 \text{K}, \quad P_i = 10 \text{bar}, \quad P_e = 54 \text{bar}$$



با توجه به اینکه محدوده فشاری کمپرسور در حد متوسط به پایین قرار دارد لذا معادله حالت ویرال با دو ترم با تقریب مناسبی در مورد آن صدق می‌کند.

$$z = 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow \ln \Phi = \int_0^P \left[\frac{z-1}{P} \right] dP = \int_0^P \frac{B}{RT} dP \Rightarrow \ln \Phi = \frac{BP}{RT}$$

$$\Phi = e^{\left[\frac{BP}{RT} \right]}, \quad \Phi_i = e^{\left[\frac{BP}{RT} \right]_i}, \quad z_i = 1 + \left[\frac{BP}{RT} \right]_i = 0.9 \Rightarrow \left[\frac{BP}{RT} \right]_i = -0.1$$

$$\Phi_i = e^{-0.1}, \quad \Phi_e = e^{\left[\frac{BP}{RT} \right]_e}, \quad z_e = 1 + \left[\frac{BP}{RT} \right]_e = 0.8 \Rightarrow \left[\frac{BP}{RT} \right]_e = -0.2$$

$$\Phi_e = e^{-0.2} \Rightarrow \frac{\dot{W}}{\dot{m}} = -\frac{1}{314 \times 400} \ln \left[\frac{e^{-0.2} \times 54}{e^{-0.1} \times 10} \right] = -3325/6 \left[\ln \left[\frac{e^{-0.2}}{e^{-0.1}} \right] + \ln \left[\frac{3}{5} \right] \right]$$

$$\ln e^a = a, \quad \ln^3 \approx 1/1, \quad \ln 5 \approx 1/6 \Rightarrow \frac{\dot{W}}{\dot{m}} = -3325/6 [-0.1 + 3 \times 1/1 - 1/6] = -5320/96 \frac{\text{J}}{\text{gmol}}$$

با توجه به گزینه‌های داده شده و اینکه مقدار تقریبی کار مصرفی کمپرسور خواسته شده لذا تنها گزینه (۲) صحیح است.

۲۳- گزینه «۱» با توجه به اینکه برای فاز مایع معادله مارگولس یک پارامتری برقرار بوده لذا از قانون راولت اصلاح شده استفاده می‌شود:

$$y_i P_t = x_i \gamma_i P_i^{\text{sat}}, \quad P_t = \sum_{i=1}^n x_i \gamma_i P_i^{\text{sat}} \Rightarrow P_t = x_1 \gamma_1 P_1^{\text{sat}} + x_2 \gamma_2 P_2^{\text{sat}}$$

$$\frac{g^E}{RT} = A x_1 x_2 \quad [\text{معادله مارگولس یک پارامتری}] \Rightarrow \gamma_1 = e^{A x_2^2} = 1 + A x_2^2 + \frac{[A x_2^2]^2}{2 \times 1} + \dots \Rightarrow \gamma_1 \approx 1 + A x_2^2$$

$$\gamma_2 = e^{A x_1^2} = 1 + A x_1^2 + \frac{[A x_1^2]^2}{2 \times 1} + \dots \Rightarrow \gamma_2 \approx 1 + A x_1^2$$

حال مقادیر γ_1 و γ_2 در رابطه P_t جایگذاری می‌شوند:

$$P_t = x_1 [1 + A x_2^2] P_1^{\text{sat}} + x_2 [1 + A x_1^2] P_2^{\text{sat}}$$

در ادامه مقدار P_t در رابطه π جایگذاری می‌گردد:

$$\pi = \frac{P - (x_1 P_1^{\text{sat}} + x_2 P_2^{\text{sat}})}{x_1 x_2 [P_1^{\text{sat}} + x_1 (P_2^{\text{sat}} - P_1^{\text{sat}})]} = \frac{x_1 [1 + A x_2^2] P_1^{\text{sat}} + x_2 [1 + A x_1^2] P_2^{\text{sat}} - x_1 P_1^{\text{sat}} - x_2 P_2^{\text{sat}}}{x_1 x_2 [P_1^{\text{sat}} + x_1 (P_2^{\text{sat}} - P_1^{\text{sat}})]}$$

$$\pi = \frac{A x_1 x_2 [P_1^{\text{sat}} x_2 + P_2^{\text{sat}} x_1]}{x_1 x_2 [P_1^{\text{sat}} + x_1 (P_2^{\text{sat}} - P_1^{\text{sat}})]} = \frac{A [P_1^{\text{sat}} x_2 + P_2^{\text{sat}} x_1]}{P_1^{\text{sat}} (1 - x_1) + P_2^{\text{sat}} x_1}$$

$$x_1 + x_2 = 1 \Rightarrow \pi = \frac{A [P_1^{\text{sat}} x_2 + P_2^{\text{sat}} x_1]}{P_1^{\text{sat}} x_2 + P_2^{\text{sat}} x_1} = A$$

۲۴- گزینه «۱» رابطه بین ضریب عمومی انتقال جرم (F) و عدد بدون بعد شروود (Sh) به صورت زیر است:

$$\text{Sh} = \frac{FL}{CD_{AB}} \longrightarrow \text{Sh} \propto \frac{F}{D_{AB}}$$

عدد بدون بعد رینولدز (Re) به صورت $\text{Re} = \frac{\text{lup}}{\mu}$ تعریف می‌شود، که با فرض ثابت بودن سرعت و خواص سیال، وابستگی بین رینولدز و دما وجود ندارد.



عدد بدون بعد اشمیت به صورت $Sc = \frac{\mu}{\rho D_{AB}}$ تعریف می‌شود و با فرض ثابت بودن خواص سیال، ویسکوزیته (μ) و دانسیته (ρ) ثابت ولی D_{AB} به

دما وابسته است. در سیستم انتقال جرم فاز گازی ارتباط D_{AB} با دما به صورت $D_{AB} \propto T^{\frac{3}{2}}$ است، پس بر اساس رابطه بیان شده در صورت سوال برای

$$Sh = \frac{h}{\rho D_{AB}} (Re Sc)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow \begin{cases} Sh \propto Sc^{\frac{1}{3}} \\ Sc \propto D_{AB}^{-1} \Rightarrow Sh \propto T^{-\frac{1}{3}} \\ D_{AB} \propto T^{\frac{3}{2}} \end{cases}$$

عدد بدون بعد شروود داریم:

با توجه به رابطه ضریب عمومی انتقال جرم (F) و عدد بدون بعد شروود (Sh) یعنی $F \propto Sh.D_{AB}$ داریم:

$$\begin{cases} F \propto Sh.D_{AB} \\ D_{AB} \propto T^{\frac{3}{2}} \Rightarrow F \propto T^{\frac{3}{2}}.T^{-\frac{1}{3}} = T \\ Sh \propto T^{-\frac{1}{3}} \end{cases}$$

۲۵- گزینه «۴» در این تشابه عدد شروود با اعداد بدون بعد رینولدز (Re) و فاکتور ضریب اصطکاک متناسب است. یعنی $Sh \propto Re.C_f$

۲۶- گزینه «۳» نسبت ضخامت لایه‌های مرزی در پدیده‌های انتقال برحسب اعداد بدون بعد Sc و Pr بیان می‌شوند. در انتقال جرم داریم:

$$\frac{\text{ضخامت لایه مرزی ممنتوم}}{\text{ضخامت لایه مرزی غلظت}} = \frac{\delta}{\delta_c} = Sc^{\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{\delta}{\delta_c} = 1000^{\frac{1}{3}} \Rightarrow \delta_c = 0.3 \text{ mm}$$

۲۷- گزینه «۲» ضریب انتقال روی صفحه با ضخامت لایه مرزی (x) به صورت $K_c \propto \frac{1}{\sqrt{x}}$ رابطه دارد، بنابراین داریم:

$$\frac{\text{وسط صفحه}}{\text{انتهای صفحه}} = \frac{K_{c1}}{K_{c2}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{\sqrt{4}}} = \sqrt{2}$$

۲۸- گزینه «۳» به طور کلی دو مکانیزم نفوذ وجود دارد: ۱- نفوذ مولکولی ۲- نفوذ در اثر حرکت توده

در یک سیستم هر دو مکانیزم به صورت همزمان می‌تواند وجود داشته باشد و بر اساس جریان آرام یا متلاطم ممکن است یکی از این دو مکانیزم غالب باشد. برای جریان متلاطم، مکانیزم غالب انتقال جرم نفوذ ادی‌ها (Eddy) است ولی به دلیل آنکه بر اساس تئوری کولموگروف اندازه ادی‌ها در تماس با فاز دیگر حدود ۳ میلی‌متر است، پس نفوذ مولکولی درون ادی‌ها نیز عامل دیگری برای انتقال جرم است.

۲۹- گزینه «۴» در تئوری تجدید سطوح زمان توقف برای تمام قطعات سیال یکسان نیست و فصل مشترک پوشیده از المان‌هایی است که زمان توقف متفاوتی دارند و از صفر تا بی‌نهایت می‌تواند تغییر کند. شار انتقال جرم و ضریب انتقال جرم بر اساس این تئوری به صورت زیر است:

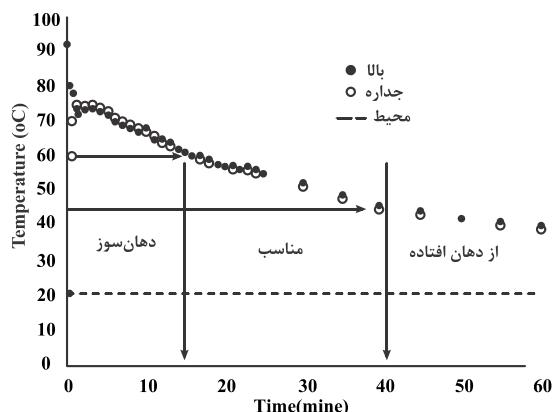
$$\overline{N_A} = \sqrt{D_{AB}S} (C_{A_i} - C_{A_o}) \quad , \quad \overline{K_L} = \sqrt{D_{AB}S}$$

که در این رابطه S سرعت نسبی تجدید سطوح اتفاقی است. بر اساس رابطه فوق، امکان تعیین ضریب انتقال جرم وجود دارد ولی تعیین سرعت نسبی تجدید سطوح اتفاقی به راحتی قابل انجام نیست.

۳۰- گزینه «۱» برای حل معادله بیان شده در صورت سؤال نیاز به دو شرط مرزی و یک شرط اولیه است. غلظت حل‌شونده در کلیه نقاط درون کره در لحظه شروع انتقال جرم، یکسان و مساوی C_{A_o} است، یعنی $C_A(r, 0) = C_{A_o}$ (شرط اولیه).

از مقاومت در فاز مداوم صرف‌نظر می‌شود. لذا غلظت جزء حل‌شونده در سطح کره (فصل مشترک دو فاز) ثابت و برابر با C_A^* (غلظت در حال تعادل با فاز مداوم) است، یعنی $C_A(r_s, t) = C_A^*$ (شرط مرزی اول). فرض بر آن است که نفوذ فقط در جهت r وجود دارد و تغییرات غلظت در جهات دیگر وجود ندارد. خصوصیات فیزیکی با توجه به مقدار انتقال جرم کم، تقریباً ثابت فرض می‌شود و غلظت در مرکز کره تا حد محدودی تغییر خواهد کرد یعنی محدود $\lim_{r \rightarrow 0} C_A(r, t) =$ (شرط مرزی دوم).

کله ۳۵- چای داغ ۹۵ درجه را در لیوانی هم دما با محیط ریخته‌ایم. منحنی سرد شدن چای و جداره لیوان در شکل زیر نشان داده شده است. با فرض این که دمای محیط ۲۰ درجه است، برای آن که چای «از دهان نیافتد»، کدام راه حل مؤثرتر است؟



(۱) چون تابش از جابه‌جایی مهم‌تر است، پس باید لیوان را عایق کنیم.

(۲) جنس لیوان را چینی انتخاب کنیم

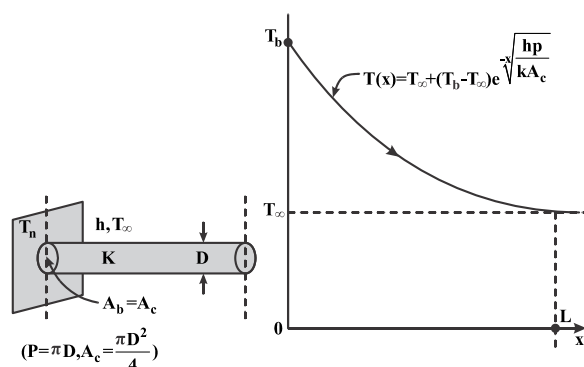
$$k = 1/5 \text{ W/mk}, \quad c_p = 1050 \text{ J/kgK}$$

(۳) جنس لیوان را شیشه‌ای انتخاب کنیم

$$k = 1/0 \text{ W/mk}, \quad c_p = 800 \text{ J/kgK}$$

(۴) نعلبکی را وارونه روی لیوان بگذاریم چون تبخیر بزرگ‌ترین تلفات را دارد.

کله ۳۶- دو فین استوانه‌ای بلند غیرهم جنس را عمود بر یک سطح داغ نصب کرده‌ایم. دمای ۱۰ سانتی‌متری دور از پایه‌فین اول برابر دمای ۲۰ سانتی‌متری دور از پایه‌فین دوم شده است. چه رابطه‌ای بین قطر d و ضریب هدایت حرارتی k این دو برقرار است؟



$$\sqrt{(k_1 d_1 / k_2 d_2)} = 2 \quad (1)$$

$$\sqrt{(k_1 d_1 / k_2 d_2)} = 2 \quad (2)$$

$$\sqrt{(k_2 d_2 / k_1 d_1)} = 2 \quad (3)$$

$$\sqrt{(k_1 d_2 / k_2 d_1)} = 2 \quad (4)$$

کله ۳۷- ضریب انتقال حرارت متوسط در میعان فیلمی بر روی یک صفحه عمودی، با افزایش ارتفاع صفحه چگونه تغییر می‌کند؟

(۲) کاهش می‌یابد.

(۱) زیاد می‌شود.

(۴) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.

(۳) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

کله ۳۸- در انتقال حرارت جابه‌جایی اجباری در روی یک صفحه تخت در جریان آرام برای صفحه‌ای که در تمام طولش دمای سطح ثابت است، کدام مورد درست است؟

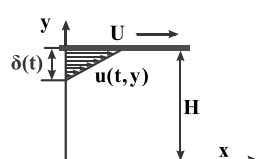
(۱) در صورتی که طول صفحه ۲ برابر شود، میزان انتقال حرارت ۲ برابر می‌شود.

(۲) در صورتی که سرعت سیال ۲ برابر شود، میزان انتقال حرارت ۲ برابر می‌شود.

(۳) در صورتی که طول صفحه ۲ برابر شود، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی موضعی و متوسط ۲ برابر می‌شود.

(۴) با فرض ثابت بودن خواص فیزیکی سیال، اگر اختلاف دمای سطح و سیال ۲ برابر شود، میزان انتقال حرارت ۲ برابر می‌شود.

کله ۳۹- سیال نیوتنی بین دو صفحه موازی بسیار بزرگی با فاصله H قرار دارد. صفحه بالایی به صورت ناگهانی با سرعت U مطابق شکل زیر کشیده می‌شود. اگر صفحه پایین ثابت باشد، رابطه عمق نفوذ مومنوم $\delta(t)$ کدام است؟



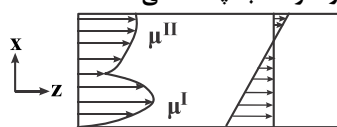
$$\sqrt{\frac{4t}{\nu}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{4\nu}{t}} \quad (2)$$

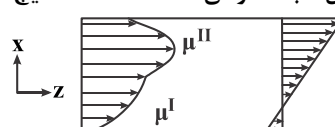
$$\sqrt{\frac{4}{\nu t}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{4\nu}{t}} \quad (4)$$

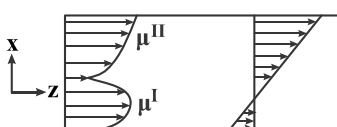
۴۰- دو مایع تراکم‌ناپذیر و امتزاج‌ناپذیر، در امتداد z در یک شکاف افقی نازک به طول L و عرض W تحت تأثیر گرادیان فشار افقی $\frac{P_0 - P_1}{L}$ جریان دارند. آهنگ جریان سیال طوری تنظیم می‌شود که نیمی از شکاف با سیال ۱ که فاز سنگین‌تر است و نیم دیگر آن با سیال ۲ که فاز سبک‌تر است، پر شود. جریان این سیال‌ها به اندازه‌ای آهسته است که هیچ ناپایداری رخ نخواهد داد. توزیع تنش و سرعت به چه شکلی است؟



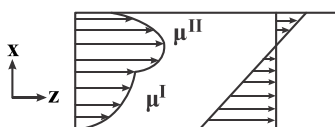
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۴۱- اگر توزیع سرعت جریان سیالی در داخل لایه مرزی به صورت رابطه $u(x, y) = e^{\sqrt{x}}(1 - e^{-y})$ داده شده باشد، ضخامت لایه مرزی در این جریان (δ) کدام است؟

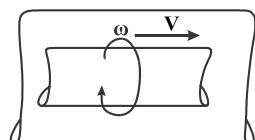
$$\ln(10) \quad (۴)$$

$$\ln(100) \quad (۳)$$

$$e^x \quad (۲)$$

$$e^{\sqrt{x}} \quad (۱)$$

۴۲- برای جریان در شرایط پایا و توسعه‌یافته بین دو سیلندر هم مرکز که سیلندر داخلی با سرعت ثابت V به صورت محوری و با سرعت زاویه‌ای ثابت ω می‌چرخد، کدام رابطه تنش و کرنش برای سیال نیوتنی غیرقابل تراکم درست است؟



$$\tau_{z\theta} = -\mu \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_\theta}{\partial r} \right) \quad (۱)$$

$$\tau_{z\theta} = -\mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right) \quad (۲)$$

$$\tau_{rz} = -\mu \frac{\partial v_z}{\partial r}, \quad \tau_{r\theta} = -\mu \frac{\partial v_\theta}{\partial r} \quad (۳)$$

$$\tau_{rz} = -\mu \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \right), \quad \tau_{\theta r} = -\mu \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} \right) \quad (۴)$$

۴۳- مخزنی به حجم $2m^3$ که در ابتدا خالی است، توسط لوله‌ای به قطر 10 سانتی‌متر از گاز پر می‌شود. سرعت متوسط جریان گاز ورودی $2 \frac{m}{s}$ است. فشار و دمای خط لوله به ترتیب به میزان $400 kPa$ و $330 K$ و دمای گاز داخل مخزن نیز به میزان $400 K$ ، ثابت نگه داشته می‌شود. زمان لازم برای آن که فشار مخزن به $300 kPa$ برسد، چند ثانیه است؟ (گاز را ایدئال فرض کنید و عدد π برابر ۳، ثابت گازها R برابر $8.314 \frac{kJ}{kg K}$ است).

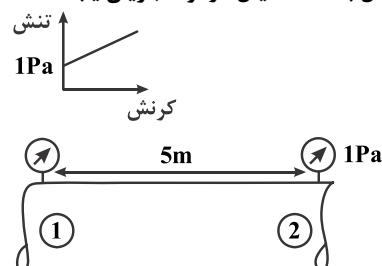
$$50 \quad (۴)$$

$$100 \quad (۳)$$

$$150 \quad (۲)$$

$$200 \quad (۱)$$

۴۴- سیالی با منحنی جریان به شکل زیر در لوله‌ای با قطر 5 سانتی‌متر جریان دارد. فشار نقطه چند پاسکال باشد تا سیال در لوله جریان یابد؟



$$500 \quad (۱)$$

$$400 \quad (۲)$$

$$300 \quad (۳)$$

$$200 \quad (۴)$$

۴۵- تغییرات فشار در یک نقطه از یک سیال تراکم‌ناپذیر در تمامی جهات یکسان نخواهد بود، اگر سیال

(۲) ویسکوز و در حرکت باشد.

(۱) ویسکوز و ساکن باشد.

(۴) غیرویسکوز ($\mu = 0$) و در حرکت پایایی یک بُعدی باشد.

(۳) غیر ویسکوز ($\mu = 0$) و ساکن باشد.

۳۵- گزینه «۴» در صورتی که اطراف لیوان عایق شود و با جنس لیوان تغییر کند، اتلاف حرارت هدایتی از اطراف لیوان تغییر می‌کند ولی تأثیری بر اتلاف حرارت از بالای لیوان ندارد. از طرف دیگر، عامل اصلی برای کاهش دما، تبخیر آب موجود در چایی بوده که باعث افت دمای چایی می‌شود. در صورتی که از تبخیر چایی جلوگیری شود، می‌توان از کاهش دمای آن جلوگیری کرد. یکی از راه‌های آن بستن سر لیوان توسط وسیله‌ای مانند قرار دادن نعلبکی بر روی آن است.

۳۶- گزینه «۳» با استفاده از رابطه داده شده در صورت سؤال، برای پایه فین اول در فاصله 10° سانتی‌متر داریم:

$$T_1(10^\circ \text{cm}) = T_\infty + (T_b - T_\infty) \exp\left(-10 \sqrt{\frac{4h\pi d_1}{k_1\pi d_1^3}}\right)$$

$$T_2(20^\circ \text{cm}) = T_\infty + (T_b - T_\infty) \exp\left(-20 \sqrt{\frac{4h\pi d_2}{k_2\pi d_2^3}}\right)$$

برای پایه فین دوم در فاصله 20° سانتی‌متر داریم:

حال با توجه به آنکه این دو در این فاصله برابر است داریم:

$$T_1(10^\circ \text{cm}) = T_2(20^\circ \text{cm}) \Rightarrow T_\infty + (T_b - T_\infty) \exp\left(-10 \sqrt{\frac{4hd_1}{k_1d_1^3}}\right) = T_\infty + (T_b - T_\infty) \exp\left(-20 \sqrt{\frac{4hd_2}{k_2d_2^3}}\right)$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{4hd_1}{k_1d_1^3}} = 2 \sqrt{\frac{4hd_2}{k_2d_2^3}} \Rightarrow \frac{1}{k_1d_1} = \frac{4}{k_2d_2} \Rightarrow \frac{k_2d_2}{k_1d_1} = 4 \Rightarrow \sqrt{\frac{k_2d_2}{k_1d_1}} = 2$$

۳۷- گزینه «۲» رابطه ضریب انتقال حرارت متوسط در میعان فیلمی به صورت زیر است.

$$\bar{h}_L = 0.943 \left[\frac{g\rho_L(\rho_L - \rho_V)k_L^3 h'_{fg}}{\mu_L(T_{\text{sat}} - T_s)L} \right]^{\frac{1}{4}}$$

با افزایش ارتفاع صفحه، مقدار L افزایش و در نتیجه بر اساس رابطه فوق، مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط کاهش می‌یابد ($\bar{h}_L \propto \frac{1}{L}$).

۳۸- گزینه «۴» رابطه ناسلت در جریان آرام در صفحه تخت به صورت $Nu_x = 0.332 Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$ است. بر اساس این رابطه، افزایش دو برابری طول صفحه باعث افزایش دو برابری رینولدز شده ولی مقدار عدد ناسلت و در نتیجه میزان انتقال حرارت و همچنین ضریب انتقال حرارت موضعی و متوسط دو برابر نمی‌شود. در مورد سرعت سیال نیز، افزایش دو برابری سرعت سیال باعث دو برابری عدد رینولدز شده ولی مقدار عدد ناسلت و در نتیجه میزان انتقال حرارت دو برابر نمی‌شود.

با توجه به رابطه $q = hA\Delta T$ ، افزایش دو برابری اختلاف دمای سطح و سیال (ΔT) باعث افزایش دو برابری انتقال حرارت خواهد شد.

۳۹- گزینه «۲» واحد عمق نفوذ مومنتوم برابر متر (m)، واحد ویسکوزیته سینماتیکی برابر متر مربع بر ثانیه ($\frac{m^2}{s}$) و واحد زمان ثانیه (s) است. با استفاده از آنالیز ابعادی، واحد هر یک از گزینه‌ها به شرح ذیل است:

$$\begin{array}{llll} \text{گزینه (۱): ثانیه بر متر} & \text{گزینه (۲): متر (m)} & \text{گزینه (۳): عکس متر (\frac{1}{m})} & \text{گزینه (۴): متر بر ثانیه (\frac{m}{s})} \end{array}$$

با توجه به آنکه عمق نفوذ مومنتوم مدنظر است، بنابراین واحد گزینه (۲) با واحد عمق نفوذ مومنتوم مطابقت دارد. همچنین در زمان صفر، عمق نفوذ مومنتوم برابر صفر است که این حالت در دو گزینه (۱) و (۲) صادق است. از طرف دیگر، ویسکوزیته سینماتیک سیال با سرعت عمق نفوذ مومنتوم رابطه مستقیم داشته و با در صورتی که ویسکوزیته سینماتیکی زیاد باشد، عمق نفوذ مومنتوم سریعاً گسترش پیدا می‌کند. بنابراین گزینه (۱) نیز نادرست است. به طور کلی رابطه زمان با عمق نفوذ مومنتوم را به صورت زیر می‌توان بیان کرد.

$$t = \frac{\rho}{\mu} \frac{\delta^2(t)}{4} = \frac{1}{\nu} \frac{\delta^2(t)}{4}$$



۴۰- گزینه «۳» با توجه به رابطه تنش به صورت $\tau = \mu \frac{dV}{dx}$ ، افزایش ویسکوزیته باعث افزایش تنش خواهد شد، بنابراین تنش در سیال ۱ به دلیل سنگین‌تر بودن بیشتر است (گزینه (۱) و (۴) نادرست است).

رابطه سرعت متوسط در شرایط مسئله به صورت $\bar{u} = -\frac{w^2}{4\mu} \left(\frac{\partial P}{\partial x} \right)$ است. بنابراین افزایش ویسکوزیته باعث کاهش سرعت شده و به همین دلیل سرعت متوسط در سیال ۱، به دلیل سبک‌تر بودن، بیشتر از سیال ۲ است (گزینه ۲ نادرست است).

۴۱- گزینه «۳» در فاصله‌ای از دیوار (y) که سرعت به موازات صفحه ۹۹ درصد سرعت جریان آزاد باشد، یعنی $u = 0.99u_\infty$ ، ضخامت لایه مرزی (δ) گفته می‌شود. مقدار u_∞ بر اساس معادله سرعت داده شده در صورت سوال برابر است با:

$$u_\infty = \lim_{y \rightarrow \infty} u(x, y) = \lim_{y \rightarrow \infty} e^{\sqrt{x}} (1 - e^{-y}) = e^{\sqrt{x}}$$

حال با جایگذاری مقادیر سرعت در رابطه ابتدایی داریم:

$$u = 0.99u_\infty \Rightarrow e^{\sqrt{x}} (1 - e^{-y}) = 0.99e^{\sqrt{x}} \Rightarrow 1 - e^{-y} = 0.99 \Rightarrow e^{-y} = 0.01 \Rightarrow e^y = 100 \Rightarrow \delta = y = \ln(100)$$

۴۲- گزینه «۳» با توجه به آنکه به طور همزمان هم سیال با سرعت V در جهت Z در حال حرکت است و هم سیلندر داخلی با سرعت ω و در جهت θ در حال چرخش است، پس تغییر سرعت در جهت Z نسبت به شعاع (r) و همچنین تغییر سرعت در جهت θ نسبت به شعاع (r) وجود داشته و بر همین اساس تغییرات تنش $\tau_{r\theta}$ و τ_{rz} برقرار است (گزینه ۱ و ۲ نادرست است). تغییرات سرعت در جهت شعاعی (r) وجود نداشته بنابراین $\frac{\partial V_r}{\partial \theta} = \frac{\partial V_r}{\partial z} = 0$ و گزینه (۴) نیز نادرست است.

۴۳- گزینه «۳» بر اساس رابطه گازهای ایده‌آل، مقدار جرم گاز مورد نیاز برای رسیدن به فشار مدنظر تعیین می‌شود.

$$PV = nRT \Rightarrow 300 \text{ kPa} \times 2 \text{ m}^3 = n(\text{kg}) \times 0.25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \times 400 \text{ K} \Rightarrow n = 6 \text{ kg}$$

حال مقدار حجم ورودی بر حسب فشار و دمای جریان گاز ورودی تعیین می‌شود.

$$PV = nRT \Rightarrow 400 \text{ kPa} \times V = 6 \text{ kg} \times 0.25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \times 330 \text{ K} \Rightarrow V = 1/2375 \text{ m}^3$$

$$t = \frac{V}{A \times \bar{u}} = \frac{1/2375}{0.05^3 \times 3 \times 2} = 82/55 \approx 100 \text{ s}$$

با تقسیم حجم بر سطح مقطع و سرعت متوسط، زمان لازم تعیین خواهد شد.

۴۴- گزینه «۲» برای شرایط کاملاً توسعه یافته، رابطه مقابل صادق است.

که در این رابطه، τ_w تنش روی دیواره بوده که با توجه به منحنی جریان، در زمانی که کرنش برابر صفر است، تنش روی دیواره تعیین می‌شود که برابر یک پاسکال است. با جایگذاری مقادیر فشار نقطه یک که مدنظر صورت سوال است تعیین خواهد شد.

$$1 = \frac{0.05}{2} \frac{\Delta P}{5} \Rightarrow \Delta P = 400 \text{ Pa} \Rightarrow P_1 - P_2 = 400 \text{ Pa} \Rightarrow P_1 = 401 \text{ Pa} \approx 400 \text{ Pa}$$

۴۵- گزینه «۲» در سیال تراکم‌ناپذیر، رابطه تغییرات فشار به صورت مقابل است:

بر اساس این رابطه، تغییرات فشار ارتباط مستقیم با جابجایی دارد، بنابراین در صورتی که سیال در حال حرکت باشد، تغییرات فشار در یک نقطه در تمامی جهات یکسان نیست. همچنین رابطه تنش و ویسکوزیته به صورت $\tau = \mu \frac{dV}{dx}$ است. بر اساس این رابطه در صورتی که سیال غیریویسکوز و مقدار ویسکوزیته برابر صفر باشد ($\mu = 0$)، مقدار تنش وارده در تمامی جهت صفر خواهد بود، پس در شرایطی که سیال ویسکوز باشد، تغییرات فشار در یک نقطه در تمامی جهات وجود دارد.