



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

۴- 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.

۵- 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.

۶- 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

۷- 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.

۸- 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 کما that کاربرد ندارد؛ پس گزینه ۲ هم نادرست است. حالا فقط گزینه (۱) می‌ماند که در اینجا lightening مرجع و از جای خالی به بعد هم گزاره وصفی است. البته چون گزاره وصفی ما بعد از کما 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 کما 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 کما 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

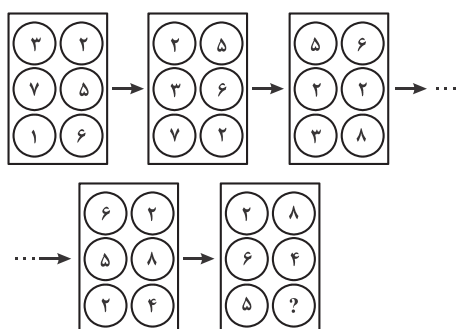
بخش دوم: حل مسئله

■ 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) $\frac{13}{3}$

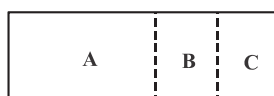
۱۱- مقوایی مستطیل‌شکل که مربع نیست، در اختیار داریم. مطابق شکل زیر، با دو برش از روی نقطه‌چین‌ها، دو مستطیل یکسان جدا می‌کنیم، به‌طوری‌که از کنار هم قرار گرفتن سه قطعه A، B و C، یک مربع حاصل شود. مساحت مستطیل A، چند برابر مساحت مستطیل B است؟

(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.

ک 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.

ک 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.

ک 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.

ک 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.

ک 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

ک 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.

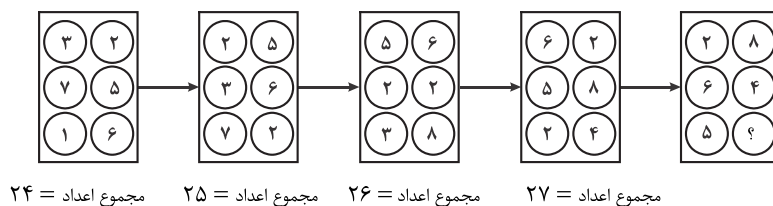
۶- گزینه «۴» طبق متن، راهبرد دترمینان صفر برای بازی‌های تکراری مطرح می‌شود و بازیکن می‌تواند با استفاده از دریافتن رابطه‌ی میان پیامدهای خود و پیامدهای حریف، راهبرد مطلوب را برای کسب سود بیشتر بازیکن انتخاب کند.

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.



$$2 + 8 + 6 + 4 + 5 + ? = 28 \Rightarrow ? = 3$$

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:

$$\frac{x}{16} = \frac{26}{16} \Rightarrow x = 26$$

۱۶ دویدن
۲۶ پیاده‌روی

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

$$\frac{26}{16}x = \frac{40-x}{16} \Rightarrow x = 32$$

قدم دویدن $40-x$
قدم پیاده‌روی x

$$(40-x) + \frac{26}{16}x = \frac{1}{5} \times 40 \Rightarrow x = 32$$

در نهایت تعداد قدم‌های طی‌شده که $1/5$ برابر حالت قبل می‌شود برابر است با:

$$\frac{26}{16}x = 52 \Rightarrow x = 52 \quad \text{و} \quad 40-x = 8 \Rightarrow x = 32$$

در نتیجه این مسیر را $8-x=40$ قدم دویدن و $52-x=26$ قدم پیاده‌روی طی می‌کند ($8+52=60$).

$$\frac{8}{40} \times 100 = 20\%$$

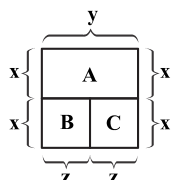
بنابراین مقدار درصد دویدن در حالت دوم برابر است با:

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

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

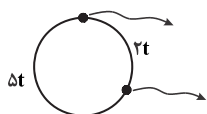
$y \quad z \quad z$

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



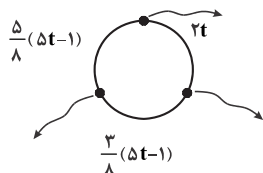
$$y = 2z \Rightarrow \frac{S_A}{S_B} = \frac{xy}{xz} = \frac{y}{z} = 2$$

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



دایره به دو قسمت که یک طرف تعداد افراد $2t$ است و در طرف دیگر $5t$ تقسیم می‌شود.

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



از $5t$ ابتدا یک نفر خارج می‌شود پس $5t-1$ نفر باقی می‌ماند و سپس $(5t-1)$ به نسبت ۳ و ۵ تقسیم می‌شوند.

$$2t + 5t + 2 = 7t + 2 = \text{تعداد کل دانش‌آموزان}$$

$$8 \mid 5t-1 = 8, 16, 24, 32, \dots$$

$$8 \mid 5t-1 = 24 \Rightarrow t = 5$$

$$7t + 2 = 37 \Rightarrow \text{تعداد کل دانش‌آموزان}$$

بر این اساس می‌توان گفت:

همچنین $5t-1$ 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:

$$A + B = 7 \Rightarrow \{A, B\} = \{1, 6\} \text{ یا } \{2, 5\} \text{ یا } \{3, 4\}$$

$$C - F = E + F \Rightarrow C = E + 2F \xrightarrow{C \text{ از ۶ نمی‌تواند بیشتر باشد}} F = 1 \text{ یا } 2$$

اکنون به‌ازای $F = 1$ داریم:

$$F = 1 \Rightarrow C = E + 2 \Rightarrow \begin{array}{c|c|c|c|c|c} F & E & C & A, B & D \\ \hline 1 & 2 & 4 & 3, 4 & - \\ 1 & 3 & 5 & 2, 5 & - \\ 1 & 4 & 6 & 1, 6 & - \end{array}$$

از رابطه دوم $\rightarrow B = 2, A = 5$

$$\frac{A+E}{2} = \frac{5+4}{2} = 4.5$$

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

حداقل مبلغ = ۲۷ تومان

ب) برای حداقل کردن مبلغ، سعی می‌کنیم تا آنجا که ممکن است تعداد اسکناس‌های ۱۰ تومانی را با همان یک عدد نگه داریم، ۵ اسکناس باقی‌مانده را باید به اسکناس‌های ۲ تومانی و ۵ تومانی اختصاص دهیم، در ۳ اسکناس اول منطقی است با اسکناس ۲ تومانی پر شود. برای اسکناس چهارم ۵ تومانی را در نظر می‌گیریم، برای اسکناس پنجم هم منطقی است که اسکناس ۵ تومانی را در نظر بگیریم تا ۱۰ تومانی را!!
 همان‌طور که دیدیم مقدار ستون الف بیشتر از ب است. در نتیجه گزینه (۱) درست است.

بخش سوم: سؤالات تحلیلی

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

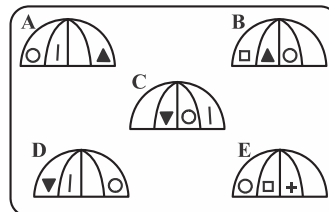
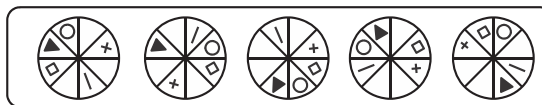
۳ (۳)

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)

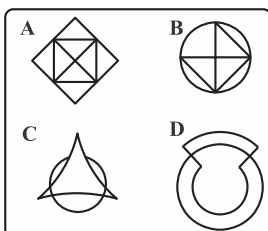
D و C ، A (۳)

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)

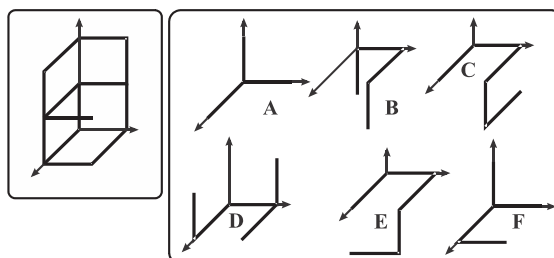
B (۲)

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؟

۲۷ ✍



(۴) E و D، B

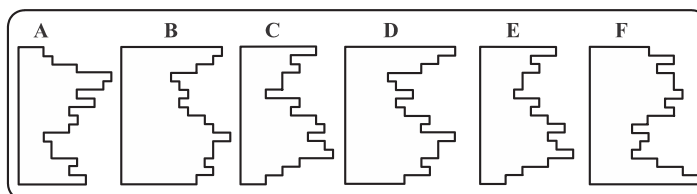
(۳) F و B، A

(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؟

۲۸ ✍



(۴) D و C

(۳) F و A

(۲) F و C

(۱) E و B

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

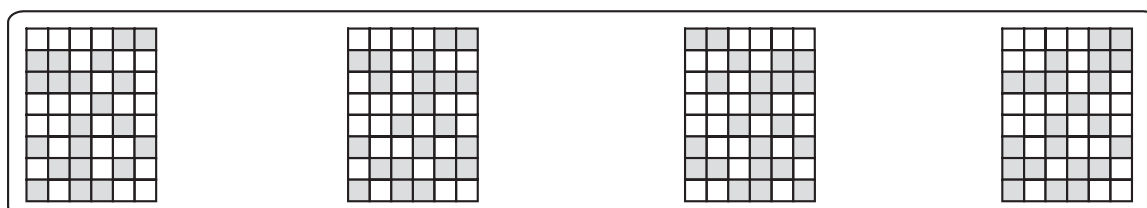
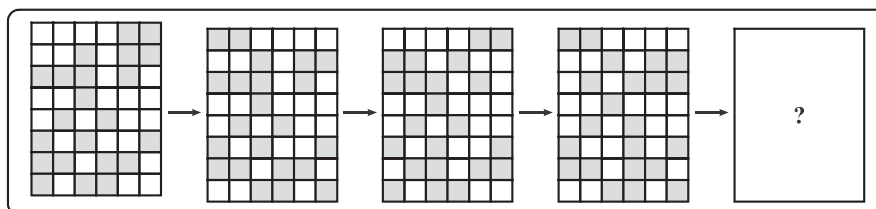
(۳) ۳۰

(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؟

۳۰ ✍



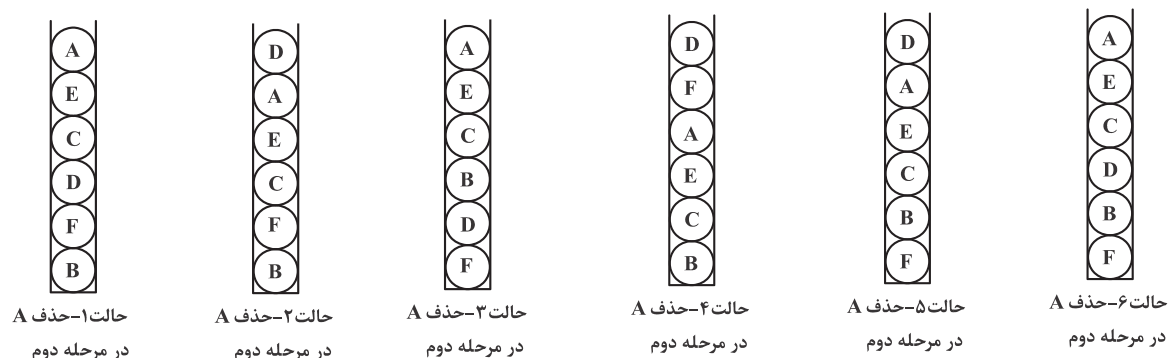
(۴)

(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:

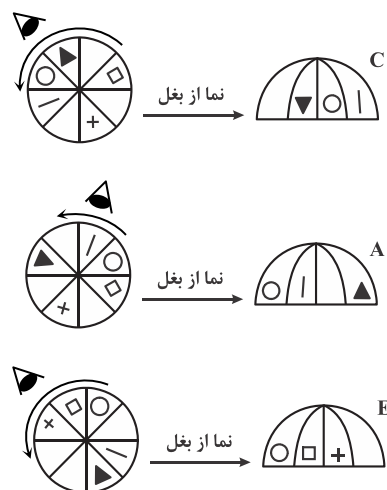


قرار است با انتقال آب بین لیوان‌ها، لیوان‌های پر و خالی یکی در میان کنار هم قرار گیرند. بنابراین یا لیوان‌های زوج پر هستند و لیوان‌های فرد خالی یا لیوان‌های زوج خالی‌اند و لیوان‌های فرد پر.

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

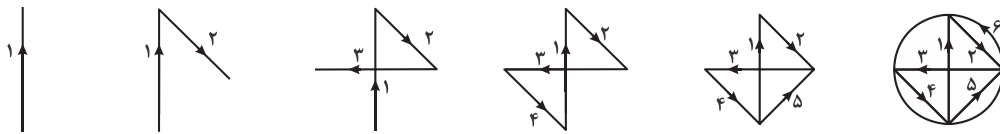
لیوان‌های با شماره فرد و پر: ۱، ۳، ۱۳، ۱۵

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.

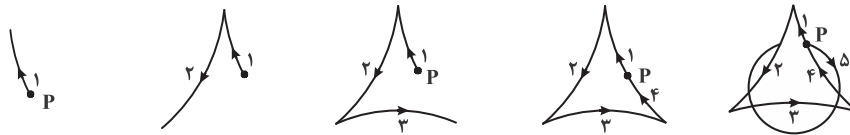


۲۵- گزینه «۱» با کمی دقت به سؤال می‌توان دریافت که درواقع اگر نمای از کنار (که در شکل مقابل نمونه‌هایی از آن آمده) را از چپ به راست ببینیم، معادل آن است که نمای از بالا را به صورت پادساعتگرد ببینیم. با توجه به این موضوع اشکال A، C و E قابل مشاهده هستند و پاسخ گزینه (۱) می‌باشد.

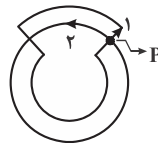
۲۶- گزینه «۱» شکل B را ۶ مرحله می‌توان کشید.



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.

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

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

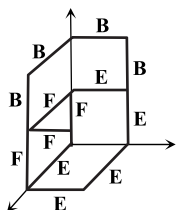
$$\text{شکل B: تعداد رئوس درجه فرد} = 2 \Rightarrow \left[\frac{2-1}{2} \right] = 0$$

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

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

پس جواب گزینه (۱) است.

این تست مشابه تست ۳۲ سراسری ۹۵ رشته MBA است.

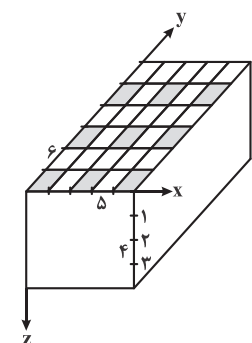


۲۷- گزینه «۲» شکل نهایی از ۱۳ میله ساخته شده است که با توجه به این مطلب گزینه (۳) با داشتن ۱۱ میله و گزینه (۴) با داشتن ۱۴ میله حذف می‌شود. تنها گزینه (۱) و (۲) دارای ۱۳ میله هستند. در گزینه (۱)، A و D بخشی از شکل را می‌سازند؛ اما C با شکل مطلوب مطابقت ندارد و حالت خواسته شده را نمی‌سازد. این شکل را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

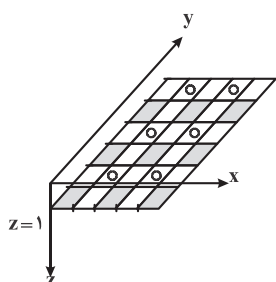
۲۸- گزینه «۴» اگر شکل D را 90° در جهت پادساعتگرد بچرخانیم برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های شکل D و C درهم قرار می‌گیرند. اگر فرض کنیم تنها با چرخش قطعات باید یک مربع ساخته شود، پس در واقع کم یا زیاد شدن طول یک قطعه از بالا باید کاملاً در تناسب با زیاد یا کم شدن طول قطعه‌ی دیگر از پایین باشد تا یک مربع ساخته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



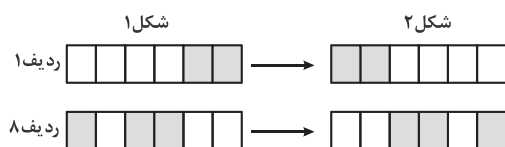
حال مکعب‌هایی را در نظر بگیرید که وجه بالایی آن‌ها روی $z=1$ و وجه پایینی آن‌ها روی $z=2$ قرار دارد و با مکعب‌های بالایی تنها در رئوس مشترک است، بنابراین وجه بالایی آن‌ها در $z=1$ باید به صورت زیر باشد، یعنی جمعاً ۶ مکعب (وجه پایینی مکعب‌های مرحله پیش با هاشور و وجه بالایی مکعب‌های این مرحله با دایره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



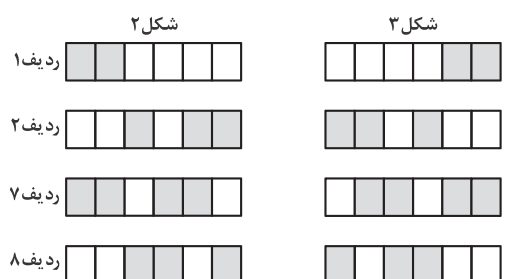
برای مکعب‌هایی که وجه بالایی آن‌ها روی $Z=2$ و وجه پایینی آنها روی $Z=3$ قرار دارد، وضعیت مشابه مکعب‌هایی است که وجه بالای آنها روی $Z=0$ قرار دارد یعنی جمعاً ۹ مکعب و در نهایت برای مکعب‌هایی که وجه بالایی آن‌ها روی $Z=3$ و وجه پایینی آن‌ها روی $Z=4$ قرار دارد وضعیت مشابه مکعب‌هایی است بین $Z=1$ و $Z=2$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

کل مکعبها $= 9 + 6 + 9 + 6 = 30$

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. سؤال‌ها را به‌دقت بخوانید و پاسخ صحیح را در پاسخنامه علامت بزنید. راهنمایی: با توجه به اطلاعات زیر، به سؤال‌های ۱۶ تا ۱۹ پاسخ دهید.

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

– آزمون زبان انگلیسی فقط یک مرتبه برگزار می‌شود.

– در یکی از فصل‌ها، دو آزمون به زبان آلمانی و فرانسوی برگزار می‌شود.

– در تابستان، فقط یک آزمون که یا انگلیسی است یا آلمانی، برگزار می‌شود.

– در بهار، آزمون زبان آلمانی برگزار نمی‌شود.

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.

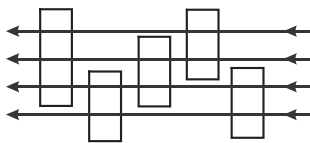
- (۳) در پاییز، آزمون زبان فرانسه برگزار می‌شود. (۴) در تابستان، آزمون زبان آلمانی برگزار می‌شود.

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 سؤال‌های ۲۰ تا ۲۳ پاسخ دهید.

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

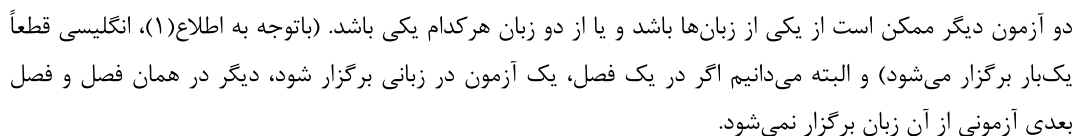
ک ۲۳- اگر تسمه‌نقاله T در مسیرش، بلافاصله بعد از تونل D وارد تونل C شود، کدام مورد صحیح است؟

- (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: سوالات 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.



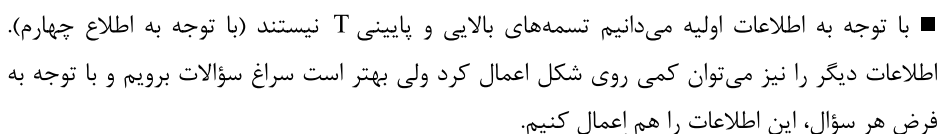
۱۶- گزینه «۱» چون آلمانی در پاییز برگزار شده است، پس نه در زمستان و نه در تابستان آزمون زبان آلمانی نمی‌تواند برگزار شود. حُب حالا با توجه به اطلاع سوم، قطعاً انگلیسی بوده که در تابستان برگزار شده است.

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.

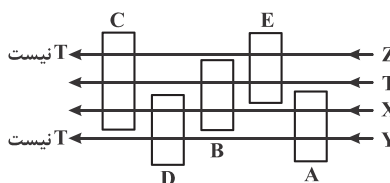
از طرفی در تابستان هم این دو زبان با هم نمی‌توانند برگزار شده باشند، چون با توجه به اطلاع سوم در تابستان فقط یک زبان برگزار می‌شود (که تا اینجا فهمیدیم زبان انگلیسی است). پس در پاییز یا زمستان این دو زبان با هم برگزار شده‌اند. فرض کنیم این دو زبان در فصل پاییز برگزار شده باشند، پس در آن صورت در تابستان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

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.

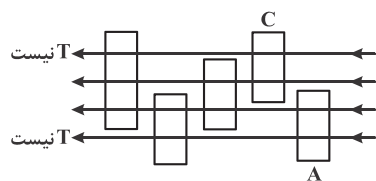
۱۹- گزینه ۴» فرض می‌کنیم، ایتالیایی بهار برگزار شده باشد؛ در این صورت با فرض این که تابستان آلمانی و پاییز ایتالیایی و زمستان آلمانی و فرانسه و در نهایت بهار انگلیسی پاسخ گزینه ۴) است. اگر فرض کنیم ایتالیایی برای اولین بار پاییز برگزار شود، در این صورت به اجبار زمستان فرانسه و آلمانی برگزار می‌شود و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



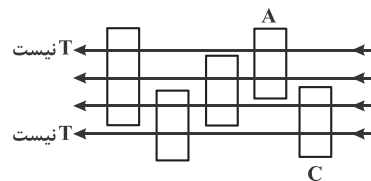
۲۰- گزینه «۲» با توجه به این که تسمة نقاله x از چهار تونل رد شده است، پس x تسمة سوم از بالا می‌باشد. با این حساب T تونل دوم از بالا خواهد بود (با توجه به اطلاع چهارم). با توجه به اطلاع اول که تسمة نقاله X از تونل E رد نمی‌شود، پس تونل دوم، تونل E است و با توجه به اطلاع سوم، تسمة نقاله Y باید تسمة چهارم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

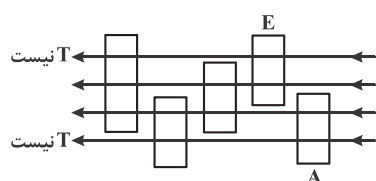


شکل (۱)

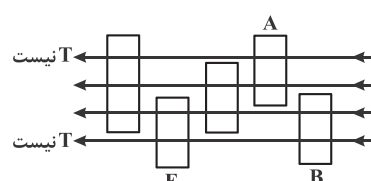


شکل (۲)

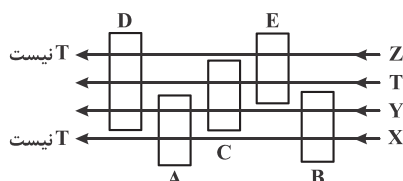
۲۲- گزینه «۳» اولاً دقت کنید که با توجه به اطلاع پنجم و سوم و A و E به شکل‌های مختلف زیر قابل تصور است:



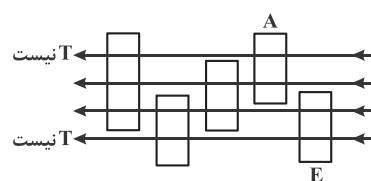
شکل (۲)



شکل (۱)



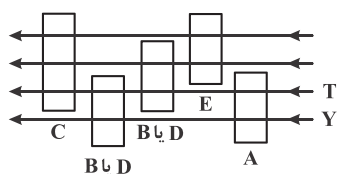
شکل (۴)



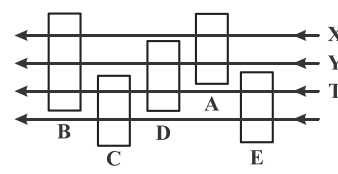
شکل (۳)

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 عمران - سازه

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه‌ها) - دینامیک سازه - تئوری الاستیسیته)

۱- چنانچه داخل لوله‌ای جدار نازک به شعاع R و به ضخامت $t = \frac{R}{16}$ و مدول ارتجاعی E ، با مصالحی به مدول ارتجاعی $\frac{E}{8}$ پر شود، در این صورت بار کمناش اویلر ستون لوله‌ای توپر چند برابر ستون مشابه لوله‌ای توخالی خواهد بود؟

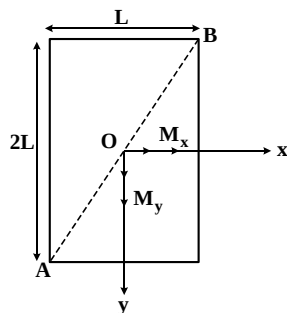
(۴) ۲/۲۵

(۳) ۲

(۲) ۱/۷۵

(۱) ۱/۵

۲- مقطع مستطیلی یک تیر مطابق شکل تحت اثر همزمان لنگرهای خمشی M_x و M_y قرار گرفته است. نسبت M_x به M_y چقدر باشد تا اینکه قطر AB محور خنثی شود؟



(۱) $+\frac{1}{2}$

(۲) $-\frac{1}{2}$

(۳) $+2$

(۴) -2

۳- در اثر اعمال لنگر پیچشی T در مقطعی لوله‌ای جدار نازک، تنش برشی τ ایجاد شده است. چنانچه علاوه بر T ، لنگر خمشی $M = T$ نیز به مقطع اعمال شود، تنش برشی حداکثر مقطع، چند برابر خواهد بود؟

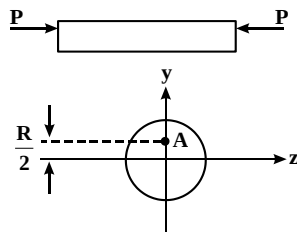
(۴) $\sqrt{3}$

(۳) $\sqrt{2}$

(۲) ۳

(۱) ۲

۴- نیروهای P به دو مقطع انتهایی میله کوتاه مطابق شکل (در جهت محور x) در نقطه A از مقاطع وارد می‌شوند. نسبت تنش حداکثر کششی به تنش حداکثر فشاری چقدر است؟



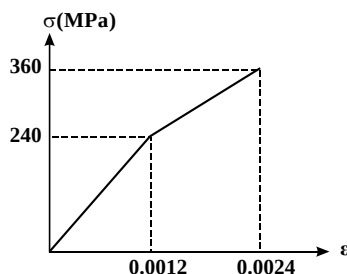
(۱) $\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) ۲

(۴) ۳

۵- میله‌ای با جنس مصالحی که رفتار آن از منحنی مطابق شکل تبعیت می‌کند، در آزمایش تحت بار محوری، تا کرنش 0.0024 به پیش می‌رود و در این کرنش، بار برداری می‌شود. مقدار انرژی تلف شده چند kJ بر آورد می‌شود؟



(۱) ۱۸۰

(۲) ۲۸۰

(۳) با توجه به داده‌ها، چنین مصالحی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

(۴) برای تعیین انرژی تلف شده، مدول ارتجاعی باید معلوم باشد.

۶- یک تیر دو سرگیردار در فاصله یک سوم طول دهانه از تکیه‌گاه سمت چپ، تحت اثر لنگر متمرکز پیچشی T و در فاصله یک سوم طول دهانه از تکیه‌گاه سمت راست نیز تحت اثر لنگر متمرکز پیچشی T ولی در جهت خلاف لنگر پیچشی قبلی قرار می‌گیرد. لنگرهای عکس‌العمل تکیه‌گاهی برابر کدام مقدار است؟

(۴) T

(۳) $\frac{T}{2}$

(۲) $\frac{T}{3}$

(۱) صفر

پاسخنامه مهندسی عمران - سازه

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه‌ها) - دینامیک سازه - تئوری الاستیسته)

۱- گزینه «۱» نسبت بار بحرانی ستون لوله‌ای توپر به ستون لوله‌ای توخالی برابر است با:

$$\frac{F_{Cr1}}{F_{Cr2}} = \frac{\frac{\pi^2 \sum E_i I_i}{L_e^2}}{\frac{\pi^2 EI}{L_e^2}} = \frac{\sum E_i I_i}{EI} = \frac{E_1 I_1 + E_2 I_2}{E_1 I_1}$$

و اما مقادیر ممان اینرسی و مدول ارتجاعی برای هریک از قسمت‌ها برابر است با:

$$\frac{F_{Cr1}}{F_{Cr2}} = \frac{E \times \frac{\pi}{4} (R^4 - (\frac{15}{16}R)^4) + \frac{E}{8} \times \frac{\pi}{4} \times (\frac{15}{16}R)^4}{E \times \frac{\pi}{4} (R^4 - (\frac{15}{16}R)^4)} \Rightarrow \frac{F_{Cr1}}{F_{Cr2}} = \frac{1 - (\frac{15}{16})^4 + \frac{1}{8} \times (\frac{15}{16})^4}{1 - (\frac{15}{16})^4} = 1/424$$

البته می‌توان ممان اینرسی لوله جدار نازک را توسط رابطه زیر نیز تعیین نمود:

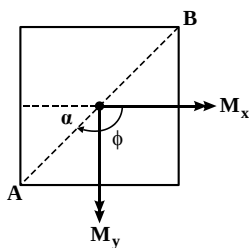
$$I = \pi R^3 t$$

که در این صورت پاسخ مسأله پس از ساده‌سازی برابر است با:

$$\frac{F_{Cr1}}{F_{Cr2}} = \frac{E_1 I_1 + E_2 I_2}{E_1 I_1} = \frac{E \times \pi R^3 t + \frac{E}{8} \times \frac{\pi}{4} (\frac{15}{16}R)^4}{E \times \pi R^3 t} \xrightarrow{t = \frac{R}{16}} \frac{F_{Cr1}}{F_{Cr2}} = \frac{\frac{1}{16} + \frac{1}{32} (\frac{15}{16})^4}{\frac{1}{16}} = 1/386$$

۲- گزینه «۲» در مقطعی که تحت لنگر خمشی مرکب (حول دو محور) قرار می‌گیرند زاویه تار خنثی ϕ حول محور قوی X برابر خواهد بود با:

$$\tan \phi = \frac{I_x}{I_y} \tan \theta \quad (1)$$



$$\tan \theta = \frac{M_y}{M_x}$$

که در آن θ زاویه بردار لنگر خمشی با محور قوی X بوده و برابر است با:

از طرفی $\tan \phi$ مطابق شکل به‌دست می‌آید:

$$\tan \phi = -\tan \alpha = -\frac{L}{\frac{L}{2}} = -2$$

با جایگذاری نتایج به‌دست آمده در رابطه (۱) نسبت $\frac{M_y}{M_x}$ به‌دست می‌آید:

$$-2 = \frac{\frac{L \times (2L)^3}{12}}{\frac{2L \times L^3}{12}} \times \frac{M_y}{M_x} \Rightarrow -2 = \frac{8}{2} \times \frac{M_y}{M_x} \Rightarrow \frac{M_y}{M_x} = -\frac{1}{2}$$

$$\tau = \frac{T}{2A_m t} = \frac{T}{2\pi R^3 t} \quad (1)$$

۳- گزینه «۳» در اثر اعمال لنگر پیچشی به مقطع جدار نازک مقدار تنش برشی برابر است با:

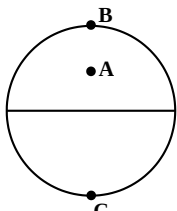
$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{T \times R}{\pi R^3 t} = \frac{T}{\pi R^3 t} \xrightarrow{(1)} \sigma = 2\tau$$

و اما در اثر لنگر خمشی، مقدار تنش قائم ایجاد شده برابر خواهد بود با:

(ممان اینرسی مقطع لوله‌ای جدار نازک حول قطرش برابر $\pi R^3 t$ می‌باشد.)

حداکثر مقدار تنش برشی در یک المان تنش صفحه‌ای برابر شعاع دایره موهر بوده و طبق رابطه زیر به‌دست می‌آید:

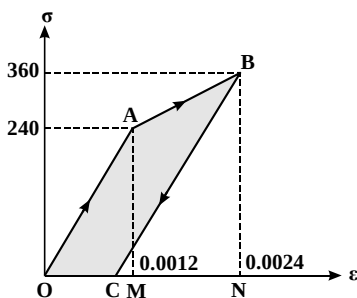
$$\tau_{max} = R = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = \sqrt{\left(\frac{2\tau}{2}\right)^2 + \tau^2} = \sqrt{2}\tau$$



۴- گزینه «۱» نیروی P خارج از مرکز بوده که با انتقال آن به مرکز مقطع، یک گشتاور خمشی به اندازه $M = P \frac{R}{2}$ ایجاد می‌شود. در این صورت حداکثر تنش کششی در نقطه C و حداکثر تنش فشاری در نقطه B ایجاد می‌شود:

$$\sigma_{\max T} = \frac{MC}{I} - \frac{P}{A} = \frac{(P \frac{R}{2}) \times R}{\frac{\pi}{4} R^4} - \frac{P}{\pi R^2} = \frac{P}{\pi R^2}, \quad \sigma_{\max C} = \frac{MC}{I} + \frac{P}{A} = \frac{(P \frac{R}{2}) \times R}{\frac{\pi}{4} R^4} + \frac{P}{\pi R^2} = \frac{3P}{\pi R^2}$$

$$\frac{\sigma_C}{\sigma_B} = \frac{\sigma_{\max T}}{\sigma_{\max C}} = \frac{\frac{P}{\pi R^2}}{\frac{3P}{\pi R^2}} = \frac{1}{3}$$



۵- گزینه «۱» بارگذاری وارد محدوده الاستیک پلاستیک شده بنابراین پس از باربرداری بخشی از انرژی کرنشی تلف می‌شود.

باید به این نکته توجه داشت که منحنی باربرداری همواره خطی و موازی منحنی بارگذاری در ناحیه ارتجاعی می‌باشد. سطح زیرنمودار تنش کرنش برابر انرژی کرنشی ذخیره شده در جسم می‌باشد. با تفاضل انرژی بارگذاری و انرژی باربرداری (قابل بازیافت) مقدار انرژی اتلافی به دست می‌آید:

$$\text{مقدار انرژی بارگذاری} = S_{OAM} + S_{ABNM} = S_1 \Rightarrow S_1 = \frac{0/0012 \times 240}{2} + \frac{(240 \times 360)}{2} \times (0/0024 - 0/0012) = 0/504 \text{ MJ}$$

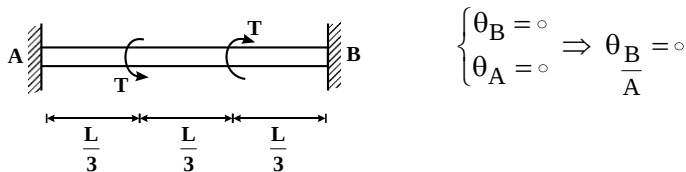
$$\text{مقدار انرژی باربرداری} = S_{BNC} = S_2 = \frac{\overline{CN} \times \overline{BN}}{2}$$

اما برای محاسبه $\overline{CN}$ (قاعده مثلث) می‌توان از قضیه تشابه مثلث‌ها استفاده کرد.

$$\triangle OAM \sim \triangle BNC \Rightarrow \frac{\overline{AM}}{\overline{OM}} = \frac{\overline{BN}}{\overline{CN}} \Rightarrow \frac{240}{0/0012} = \frac{360}{\overline{CN}} \Rightarrow \overline{CN} = 0/0018 \Rightarrow S_2 = \frac{0/0018 \times 360}{2} = 0/324 \text{ MJ}$$

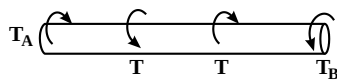
$$\text{انرژی اتلافی} = S_1 - S_2 = 0/504 - 0/324 = 0/18 \text{ MJ} = 18 \text{ KJ}$$

۶- گزینه «۲» زاویه پیچش در دو تکیه‌گاه گیردار برابر صفر می‌باشد، در نتیجه پیچش نسبی این دو مقطع نیز برابر صفر است.

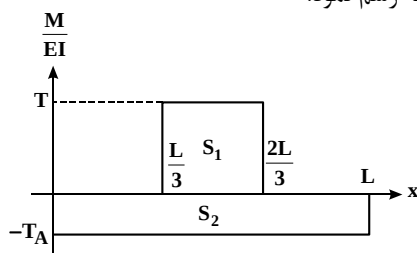


$$\begin{cases} \theta_B = 0 \\ \theta_A = 0 \end{cases} \Rightarrow \theta_B = \theta_A = 0$$

از طرفی طبق قضیه اول ممان مساحت می‌توان نتیجه گرفت که مجموع سطح زیر نمودار $\frac{M}{EI}$ باید برابر صفر باشد.

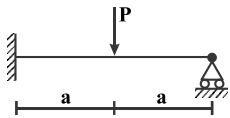


طبق اصل جمع آثار می‌توان منحنی $\frac{M}{EI}$ مربوط به بارگذاری خارجی و عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی را جداگانه رسم نمود.



$$T_A = T_B \text{ (طبق تعادل مسأله)} \Rightarrow S_1 + S_2 = 0 \Rightarrow T \times \frac{L}{3} - T_A \times L = 0 \Rightarrow T_A = \frac{T}{3}$$

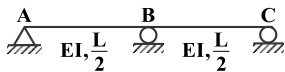
۱۲- برای تحلیل تیر نامعین زیر به روش نرمی، با فرض وجود یک اتصال مفصلی در نقطه محل اثر بار متمرکز، سازه اولیه مورد نیاز را می‌سازیم. ضریب نرمی مربوط به این سازه اولیه کدام است؟ (صلبیت خمشی تیر EI)



$$(1) \frac{a}{EI} \quad (2) \frac{a^3}{3EI}$$

$$(3) \frac{4a}{3EI} \quad (4) \frac{8a^3}{3EI}$$

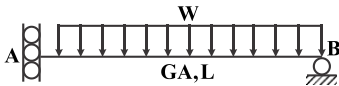
۱۳- در سازه نشان داده شده در صورتی که تکیه‌گاه C به اندازه Δ و تکیه‌گاه B به اندازه $\Delta/25$ نشست داشته باشند، عکس‌العمل تکیه‌گاهی B کدام است؟



$$(1) \frac{72EI\Delta}{L^3} \quad (2) \frac{36EI\Delta}{L^3}$$

$$(3) \frac{18EI\Delta}{L^3} \quad (4) \frac{9EI\Delta}{L^3}$$

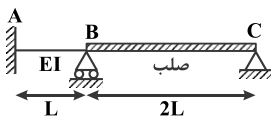
۱۴- در تیر شکل زیر که مقطع آن به صورت I شکل است، تغییر مکان قائم تکیه‌گاه A تحت اثر تغییر شکل‌های برشی کدام است؟ ($\alpha_s = 1$)



$$(1) \text{ صفر} \quad (2) \frac{wL^2}{GA}$$

$$(3) \frac{wL^2}{2GA} \quad (4) \frac{wL^2}{4GA}$$

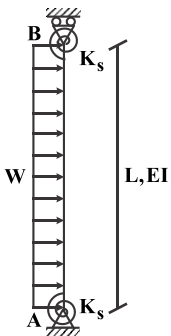
۱۵- لنگر تکیه‌گاه A در اثر نشست تکیه‌گاه B به اندازه δ چقدر است؟



$$(1) \frac{7EI\delta}{L^2} \quad (2) \frac{5EI\delta}{L^2}$$

$$(3) \frac{3EI\delta}{L^2} \quad (4) \frac{EI\delta}{L^2}$$

۱۶- تغییر مکان جانبی تکیه‌گاه B چقدر است؟ ($K_s = \frac{2EI}{L}$)



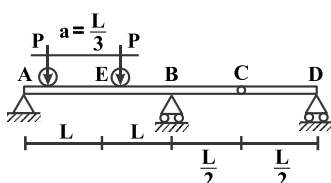
$$(1) \frac{wL^4}{6EI}$$

$$(2) \frac{wL^4}{8EI}$$

$$(3) \frac{wL^4}{12EI}$$

$$(4) \frac{wL^4}{16EI}$$

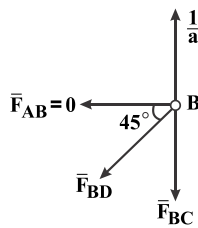
۱۷- تیر یکنواختی مطابق شکل زیر تحت تأثیر دو بار متحرک P که به فاصله a از یکدیگر در حرکت هستند قرار می‌گیرد. بیشینه مقدار لنگر خمشی در مقطع E کدام است؟



$$(1) \frac{PL}{2} \quad (2) \frac{4}{3}PL$$

$$(3) \frac{5}{3}PL \quad (4) \frac{5}{6}PL$$

مفصل B:



$$+\sum F_x = 0 \Rightarrow \bar{F}_{AB} + \bar{F}_{BD} \cos 45^\circ = 0 \Rightarrow 0 + \bar{F}_{BD} \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0 \Rightarrow \bar{F}_{BD} = 0$$

$$+\downarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow \bar{F}_{BC} - \frac{1}{a} = 0 \Rightarrow \bar{F}_{BC} = \frac{1}{a}$$

با توجه به اینکه نیروی عضو CD در بارگذاری اصلی صفر است، پس دیگر نیازی به محاسبه آن در بارگذاری واحد نداریم. ولی مشابه حالت بارگذاری اصلی، مقدار نیروی عضو CD در بارگذاری واحد برابر صفر است:

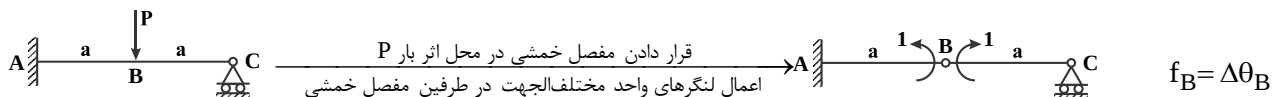
مرحله سوم) بنابراین با قرار دادن مقادیر به دست آمده از مراحل اول و دوم در رابطه کار مجازی به صورت زیر خواهیم داشت:

$$\theta_{AB} = \sum \left(\frac{\bar{F} \bar{L}}{AE} \right) \Rightarrow \theta_{AB} = \left(\frac{\bar{F} \bar{L}}{AE} \right)_{AB} + \left(\frac{\bar{F} \bar{L}}{AE} \right)_{BC} + \left(\frac{\bar{F} \bar{L}}{AE} \right)_{CD} + \left(\frac{\bar{F} \bar{L}}{AE} \right)_{AD} + \left(\frac{\bar{F} \bar{L}}{AE} \right)_{BD}$$

$$\Rightarrow \theta_{AB} = \left(\frac{P \times 0 \times a}{AE} \right) + \left(\frac{P \times \frac{1}{a} \times a}{AE} \right) + \left(\frac{0 \times 0 \times a}{AE} \right) + \left(\frac{(-2P) \times (-\frac{1}{a}) \times a}{AE} \right) + \left(\frac{(-P\sqrt{2}) \times 0 \times a\sqrt{2}}{AE} \right)$$

$$\Rightarrow \theta_{AB} = 0 + \frac{P}{AE} + 0 + \frac{2P}{AE} + 0 \Rightarrow \theta_{AB} = \frac{3P}{AE}$$

۱۲- هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. همان‌طور که در صورت سؤال اشاره شده است، ابتدا یک مفصل خمشی در محل اثر بار، یعنی نقطه B در نظر می‌گیریم. توجه داشته باشید برای محاسبه مقدار نرمی در یک مفصل خمشی، کافی است در طرفین آن، دو لنگر واحد مختلف‌الجهت وارد کرده و مقدار اختلاف دوران در طرفین مفصل خمشی را به دست آوریم. پس داریم:



حال برای محاسبه مقدار اختلاف شیب در طرفین مفصل خمشی B می‌توان با استفاده از روش تیر مزدوج و انجام مراحل زیر نوشت:

مرحله اول) نمودار لنگر خمشی در تیر را رسم می‌کنیم.

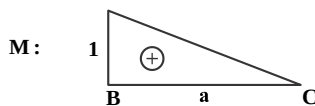
قسمت BC: ابتدا تیر را از نقطه B جدا کرده و قسمت BC را بررسی می‌کنیم:

$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow (R_C \times a) - 1 = 0 \Rightarrow R_C = \frac{1}{a}$$

$$+\downarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow V_B - R_C = 0 \Rightarrow V_B - \frac{1}{a} = 0 \Rightarrow V_B = \frac{1}{a}$$

$$M_B = 1$$

سپس نمودار لنگر خمشی این قسمت به صورت مقابل رسم می‌کنیم:

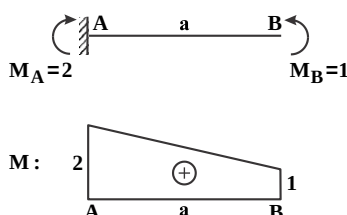


قسمت AB: ابتدا مقدار لنگر در نقطه A را به دست می‌آوریم:

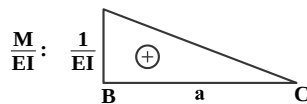
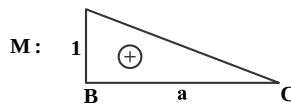
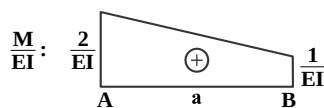
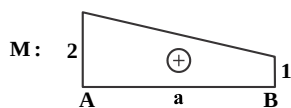
$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \Rightarrow M_A - (V_B \times a) - 1 = 0 \Rightarrow M_A - \left(\frac{1}{a} \times a\right) - 1 = 0$$

$$\Rightarrow M_A - 1 - 1 = 0 \Rightarrow M_A = 2$$

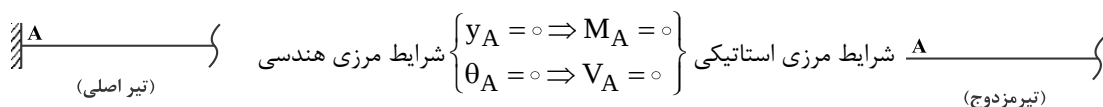
پس نمودار لنگر خمشی در این قسمت به صورت زیر رسم می‌شود:



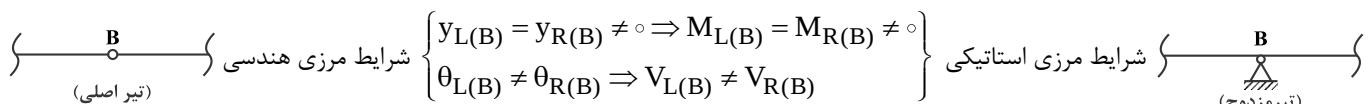
مرحله دوم) برای رسم نمودار $\frac{M}{EI}$ کافی است نمودار لنگر خمشی (M) برای هر قسمت را به مقدار صلبیت خمشی آن قسمت تقسیم کنیم:



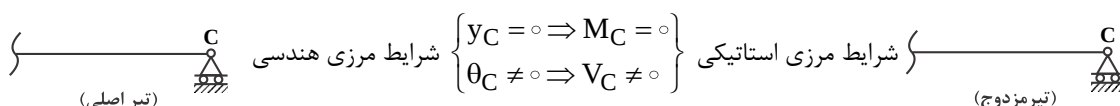
مرحله سوم) در این مرحله تیر مزدوج تیر اصلی را به صورت زیر رسم می‌کنیم:



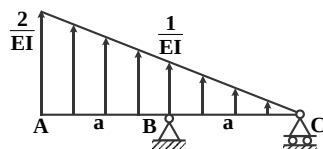
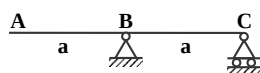
نقطه B:



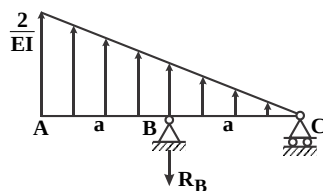
نقطه C:



بنابراین تیر مزدوج تیر نشان داده شده به صورت زیر رسم می‌گردد:



مرحله چهارم) با قرار دادن نمودار $\frac{M}{EI}$ در تیر اصلی روی تیر مزدوج داریم:



مرحله پنجم) بنابراین برای محاسبه مقدار اختلاف شیب طرفین مفصل خمشی B در تیر اصلی،

کافی است مقدار نیروی عکس‌العمل تکیه‌گاه B در تیر مرحله چهارم را به دست آوریم. پس داریم:

$$+\uparrow \sum M_C = 0 \Rightarrow \left[\frac{\left(\frac{2}{EI} \times a \right)}{2} \times \frac{2}{3} (2a) \right] - (R_B \times a) = 0 \Rightarrow R_B = \frac{4a}{3EI}$$

به احتمال زیاد طراح محترم به اشتباه در رابطه بالا مقدار $\frac{2}{3}$ را در a ضرب کرده و جواب را گزینه (۳) یعنی $R_B = \frac{4a}{3EI}$ به دست آورده است.

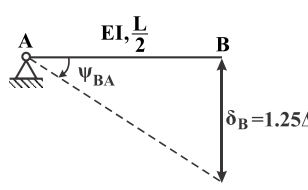
۱۳- گزینه «۲» تیر نامعین است: با توجه به اینکه این تیر دارای دو تکیه‌گاه غلتکی و یک تکیه‌گاه مفصلی است، می‌توان از حالت خاص اول در روش شیب

افت استفاده نمود. همانطور که مشاهده می‌شود تیر در نقطه B پیوسته است. پس با تعریف معادله تعادل لنگر در نقطه B به صورت زیر داریم:

$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow M_{BC} + M_{BA} = 0$$

حال برای محاسبه مقادیر M_{BA} و M_{BC} داریم:

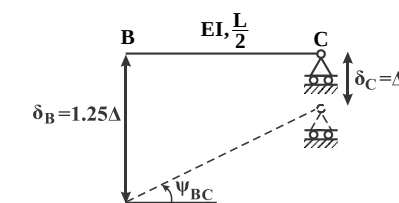
قسمت BA: در این قسمت، نقطه انتهایی A به صورت تکیه‌گاه مفصلی است، پس با توجه به حالت خاص اول در روش شیب افت می‌توان نوشت:



$$\left\{ \begin{array}{l} (FEM)'_{BA} = 0 \quad (\text{قسمت BA فاقد بارگذاری است}) \\ \psi_{BA} = \frac{\delta_B - \delta_A}{L_{BA}} \Rightarrow \psi_{BA} = \frac{1/25\Delta - 0}{\frac{L}{2}} = 2/5 \frac{\Delta}{L} \quad (\text{جهت چرخش محور ساعتگرد است}) \\ (EI)_{BA} = EI \text{ و } L_{BA} = \frac{L}{2} \end{array} \right.$$

$$M_{BA} = \frac{2(EI)_{BA}}{L_{BA}}(\theta_B - \psi_{BA}) + (FEM)'_{BA} \Rightarrow M_{BA} = \frac{2EI}{\frac{L}{2}}(\theta_B - 2/5 \frac{\Delta}{L}) + 0 \Rightarrow M_{BA} = \frac{4EI}{L}(\theta_B - 2/5 \frac{\Delta}{L})$$

قسمت BC: در این قسمت، نقطه انتهایی C به صورت تکیه‌گاه غلتکی است، پس با توجه به حالت خاص اول در روش شیب افت به صورت زیر داریم:



$$\left\{ \begin{array}{l} (FEM)'_{BC} = 0 \quad (\text{قسمت BC فاقد بارگذاری است}) \\ \psi_{BC} = \frac{\delta_B - \delta_C}{L_{BC}} \Rightarrow \psi_{BC} = \frac{1/25\Delta - \Delta}{\frac{L}{2}} = 0/5 \frac{\Delta}{L} \quad (\text{جهت چرخش محور پادساعتگرد است}) \\ (EI)_{BC} = EI \text{ و } L_{BC} = \frac{L}{2} \end{array} \right.$$

$$M_{BC} = \frac{2(EI)_{BC}}{L_{BC}}(\theta_B - \psi_{BC}) + (FEM)'_{BC} \Rightarrow M_{BC} = \frac{2EI}{\frac{L}{2}}(\theta_B - (-0/5 \frac{\Delta}{L})) + 0 \Rightarrow M_{BC} = \frac{4EI}{L}(\theta_B + 0/5 \frac{\Delta}{L})$$

بنابراین با حل معادله تعادل لنگر در نقطه B، مقدار θ_B برابر است با:

$$M_{BC} + M_{BA} = 0 \Rightarrow \frac{4EI}{L}(\theta_B + 0/5 \frac{\Delta}{L}) + \frac{4EI}{L}(\theta_B - 2/5 \frac{\Delta}{L}) = 0 \Rightarrow \frac{4EI}{L}(2\theta_B - 2/5 \frac{\Delta}{L}) = 0 \Rightarrow \theta_B = \frac{\Delta}{L}$$

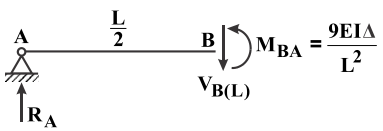
$$M_{BA} = \frac{4EI}{L}(\theta_B - 2/5 \frac{\Delta}{L}) \Rightarrow M_{BA} = \frac{4EI}{L}(\frac{\Delta}{L} - 2/5 \frac{\Delta}{L}) \Rightarrow M_{BA} = \frac{-4EI\Delta}{L^2}$$

حال مقدار لنگر M_{BA} را به دست می‌آوریم:

سپس مقدار لنگر M_{BC} برابر است با:

$$M_{BC} + M_{BA} = 0 \Rightarrow M_{BC} + (\frac{-4EI\Delta}{L^2}) = 0 \Rightarrow M_{BC} = \frac{4EI\Delta}{L^2}$$

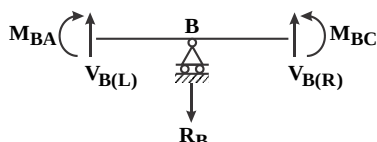
در ادامه به صورت زیر مقادیر $V_{B(L)}$ و $V_{B(R)}$ را به دست می‌آوریم. ابتدا قسمت AB را بررسی کرده و داریم:



$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 &\Rightarrow (R_A \times \frac{L}{2}) - M_{BA} = 0 \Rightarrow R_A \times \frac{L}{2} = \frac{4EI\Delta}{L^2} \Rightarrow R_A = \frac{8EI\Delta}{L^3} \\ \sum F_y = 0 &\Rightarrow R_A - V_{B(L)} = 0 \Rightarrow V_{B(L)} = R_A = \frac{8EI\Delta}{L^3} \end{aligned}$$

با توجه به تشابه دو قسمت AB و BC و برابر بودن مقادیر M_{BA} و M_{BC} ، مقدار R_C و $V_{B(R)}$ برابر با مقدار R_A و $V_{B(L)}$ است:

$$V_{B(R)} = R_C = \frac{8EI\Delta}{L^3}$$

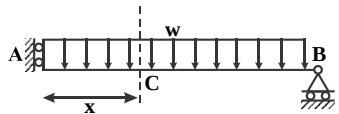


بنابراین مقدار عکس‌العمل تکیه‌گاه B به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow V_{B(R)} + V_{B(L)} - R_B = 0 \Rightarrow R_B = 2 \times \frac{8EI\Delta}{L^3} \Rightarrow R_B = \frac{16EI\Delta}{L^3}$$

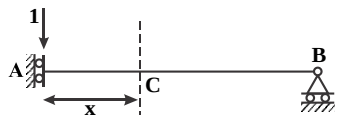
۱۴- گزینه «۳» با توجه به اینکه بارگذاری وارد بر تیر به صورت گسترده است، با استفاده از روش کار مجازی و انجام مراحل زیر می توان تغییر مکان قائم تکیه گاه A را تحت اثر تغییر شکل های برشی محاسبه نمود:

مرحله اول) برای تعیین معادله نیروی برشی تحت اثر بارگذاری اصلی بر حسب x، کافی است در فاصله x از مبدأ تیر (نقطه A) مقطع زد. در این صورت خواهیم داشت:



$$\Rightarrow \quad +\downarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow V + (w \times x) = 0 \Rightarrow V = -wx$$

مرحله دوم) به منظور محاسبه تغییر مکان قائم نقطه A کافی است نیروی قائم واحد در نقطه A اعمال شود و سپس معادله نیروی برشی تحت اثر بار واحد را در فاصله x از مبدأ تیر (نقطه A) به دست آوریم:



$$\Rightarrow \quad +\downarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow \bar{V} + 1 = 0 \Rightarrow \bar{V} = -1$$

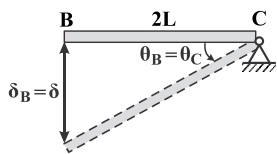
مرحله سوم) حال با قرار دادن معادلات V و $\bar{V}$ به دست آمده از مراحل اول و دوم در رابطه کار مجازی داریم:

$$\Delta_{Ay} = \int_0^L \frac{V\bar{V}dx}{GA_s} \quad \text{و} \quad A_s = \frac{A}{\alpha_s} \xrightarrow{\alpha_s=1} A_s = A$$

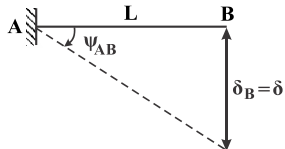
$$\Delta_{Ay} = \int_0^L \frac{(-wx)(-1)dx}{GA} \Rightarrow \Delta_{Ay} = \int_0^L \frac{wx dx}{GA} \Rightarrow \Delta_{Ay} = \frac{w}{GA} \int_0^L x dx \Rightarrow \Delta_{Ay} = \frac{w}{GA} \left(\frac{x^2}{2} \right) \Big|_0^L \Rightarrow \Delta_{Ay} = \frac{wL^2}{2GA}$$

۱۵- گزینه «۱» به منظور محاسبه مقدار لنگر در تکیه گاه A می توان از روش شیب افت به صورت زیر استفاده نمود:

با توجه به صلب بودن قسمت BC داریم:



$$\theta_B = \frac{\delta_B}{L_{BC}} \Rightarrow \theta_B = \frac{\delta}{2L} \quad (\text{پاد ساعتگرد}) \Rightarrow \theta_B = -\frac{\delta}{2L}$$



$$\begin{cases} \theta_A = 0 & (\text{تکیه گاه گیردار}) \\ \theta_B = -\frac{\delta}{2L} \\ \psi_{AB} = \frac{\delta_B}{L_{AB}} \Rightarrow \psi_{AB} = \frac{\delta}{L} & (\text{جهت دوران محور ساعتگرد است}) \\ (FEM)_{AB} = 0 & (\text{قسمت AB فاقد بارگذاری است}) \\ (EI)_{AB} = EI \quad \text{و} \quad L_{AB} = L \end{cases}$$

$$M_{AB} = \frac{2(EI)_{AB}}{L_{AB}} (2\theta_A + \theta_B - 3\psi_{AB}) + (FEM)_{AB} \Rightarrow M_{AB} = \frac{2EI}{L} (0 + (-\frac{\delta}{2L}) - 3(\frac{\delta}{L})) + 0 \Rightarrow M_{AB} = -\frac{7EI\delta}{L}$$

دقت داشته باشید که علامت منفی M_{AB} نشان دهنده پادساعتگرد بودن لنگر است.

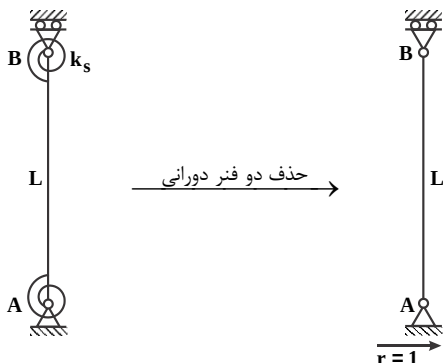
۱۶- گزینه «۱»

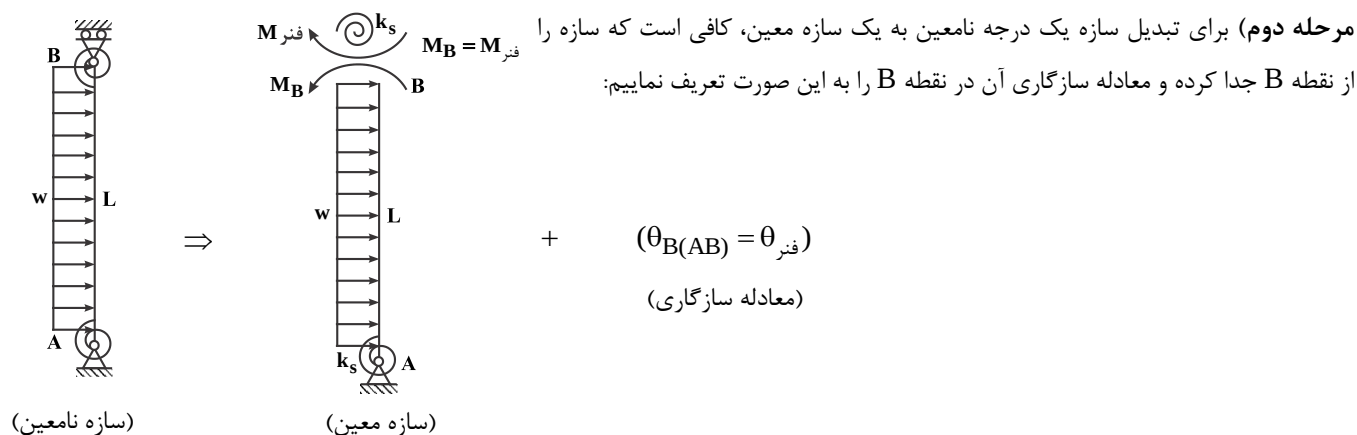
با کمی دقت در شکل صورت سؤال مشاهده می شود که سازه نامعین است. پس با استفاده از روش نیرو و انجام مراحل زیر داریم:

مرحله اول) سازه به صورت تیر قائم در نظر گرفته می شود. پس درجه نامعینی آن به صورت زیر به دست می آید:

$$\begin{cases} r = 1 \\ c = 0 \end{cases} \Rightarrow DI = [r - (c + 2)] + 2 \Rightarrow DI = [1 - (0 + 2)] + 2 \Rightarrow DI = 1$$

بنابراین سازه یک درجه نامعین است.

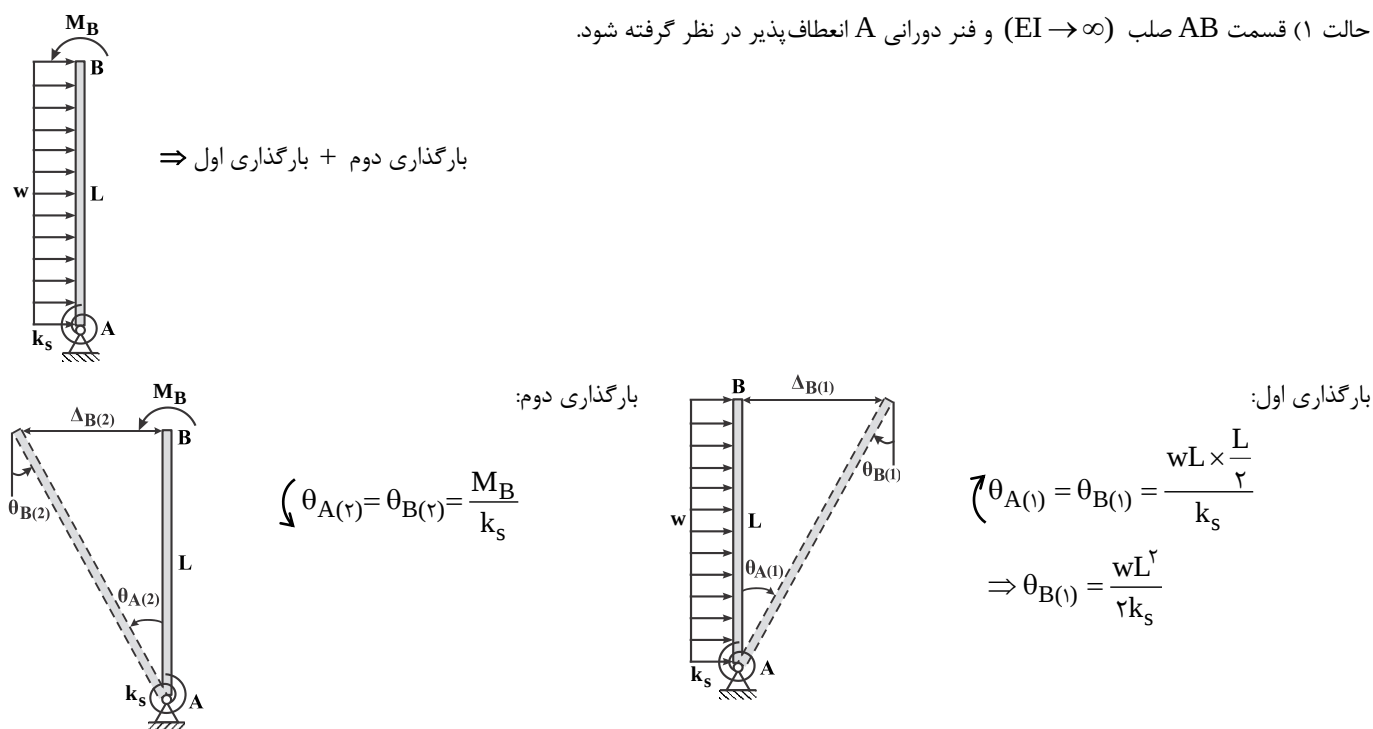




مرحله سوم) حال با حل معادله سازگاری $\theta_{B(AB)} = \theta_{\text{فتر}}$ مقدار لنگر M_B را به دست می‌آوریم. در این حالت با استفاده از اصل انعطاف‌پذیری برای قسمت AB و فتر دورانی A به صورت زیر داریم:

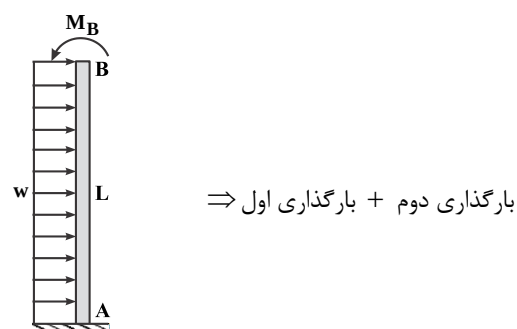
سازه AB:

حالت ۱) قسمت AB صلب ($EI \rightarrow \infty$) و فتر دورانی A انعطاف‌پذیر در نظر گرفته شود.

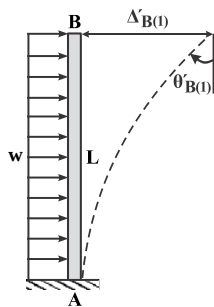


$$+\circlearrowleft \theta_B = +\circlearrowleft \theta_{B(1)} + \circlearrowleft \theta_{B(2)} \Rightarrow +\circlearrowleft \theta_B = \frac{wL^2}{2k_s} - \frac{M_B}{k_s} \Rightarrow +\circlearrowleft \theta_B = \frac{wL^2 - 2M_B}{2k_s}$$

حالت ۲) قسمت AB انعطاف‌پذیر و فتر دورانی A صلب ($k_s \rightarrow \infty$) در نظر گرفته شود.



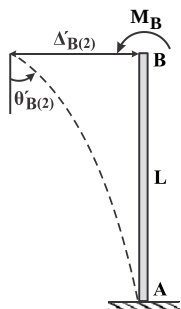
بارگذاری اول:



$$\int \theta'_{B(1)} = \frac{wL^3}{6EI}$$

روابط حفظی تیرهای یک‌سر گیردار تحت بارگذاری گسترده

بارگذاری دوم:



$$\int \theta'_{B(2)} = \frac{M_B L}{EI}$$

روابط حفظی تیرهای یک‌سر گیردار تحت بارگذاری لنگر متمرکز

$$\int \theta'_B = \int \theta'_{B(1)} + \int \theta'_{B(2)} \Rightarrow \int \theta'_B = \frac{wL^3}{6EI} - \frac{M_B L}{EI} \Rightarrow \int \theta'_B = \frac{wL^3 - 6M_B L}{6EI}$$

بنابراین مقدار θ_B در این حالت برابر است با:

$$\theta_{B(AB)} = \int \theta_B + \int \theta'_B \Rightarrow \int \theta_{B(AB)} = \frac{wL^3 - 6M_B L}{2k_s} + \frac{wL^3 - 6M_B L}{6EI}$$

در نتیجه مقدار θ_B در سازه AB برابر است با:

حال با حل معادله سازگاری، مقدار M_B به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\int \theta_{B(AB)} = \int \theta_{\text{فنر}} \Rightarrow \frac{wL^3 - 6M_B L}{2k_s} + \frac{wL^3 - 6M_B L}{6EI} = \frac{M_B}{k_s}$$

$$\xrightarrow{k_s = \frac{3EI}{L}} \frac{wL^3 - 6M_B L}{\frac{4EI}{L}} + \frac{wL^3 - 6M_B L}{6EI} = \frac{M_B}{\frac{4EI}{L}} \Rightarrow M_B = \frac{5wL^3}{24}$$

در ادامه برای محاسبه تغییر مکان افقی نقطه B کافی است مقدار تغییر مکان افقی را برای هر یک از حالت‌های (۱) و (۲) به‌دست آورده و با هم جمع نماییم. پس داریم:

حالت (۱) قسمت AB صلب ($EI \rightarrow \infty$) و فنر دورانی A انعطاف‌پذیر در نظر گرفته شود:

بارگذاری اول:

$$\rightarrow \Delta_{B(1)} = \theta_{B(1)} \times L \Rightarrow \rightarrow \Delta_{B(1)} = \frac{wL^3}{2k_s} \times L \Rightarrow \rightarrow \Delta_{B(1)} = \frac{wL^3}{2 \times \frac{3EI}{L}} \times L \Rightarrow \rightarrow \Delta_{B(1)} = \frac{wL^4}{6EI}$$

$$\leftarrow \Delta_{B(2)} = \theta_{B(2)} \times L \Rightarrow \leftarrow \Delta_{B(2)} = \frac{M_B}{k_s} \times L \Rightarrow \leftarrow \Delta_{B(2)} = \frac{24}{2EI} \times L \Rightarrow \leftarrow \Delta_{B(2)} = \frac{5wL^3}{48EI} \times L \Rightarrow \leftarrow \Delta_{B(2)} = \frac{5wL^4}{48EI}$$

بارگذاری دوم:

حالت (۲) قسمت AB انعطاف‌پذیر و فنر دورانی A صلب ($k_s \rightarrow \infty$) در نظر گرفته شود.

$$\rightarrow \Delta'_{B(1)} = \frac{wL^4}{8EI}$$

بارگذاری اول: روابط حفظی تیرهای یک‌سر گیردار تحت بارگذاری گسترده

بارگذاری دوم:

$$\leftarrow \Delta'_{B(2)} = \frac{M_B L^2}{2EI} \Rightarrow \leftarrow \Delta'_{B(2)} = \frac{24}{2EI} \times L^2 \Rightarrow \leftarrow \Delta'_{B(2)} = \frac{5wL^4}{48EI}$$

روابط حفظی تیرهای یک‌سر گیردار تحت لنگر متمرکز

بنابراین تغییر مکان افقی نقطه B در سازه AB برابر است با:

$$\Delta_B = \rightarrow \Delta_{B(l)} + \leftarrow \Delta_{B(r)} \Rightarrow \Delta_B = \frac{wL^4}{4EI} - \frac{\delta wL^4}{48EI} \quad \text{حالت (۱)}$$

$$\Delta'_B = \rightarrow \Delta'_{B(l)} + \leftarrow \Delta'_{B(r)} \Rightarrow \Delta'_B = \frac{wL^4}{8EI} - \frac{\delta wL^4}{48EI} \quad \text{حالت (۲)}$$

$$\Delta_{B(AB)} = \Delta_B + \Delta'_B \Rightarrow \Delta_{B(AB)} = \left(\frac{wL^4}{4EI} - \frac{\delta wL^4}{48EI} \right) + \left(\frac{wL^4}{8EI} - \frac{\delta wL^4}{48EI} \right) \Rightarrow \Delta_{B(AB)} = \frac{wL^4}{6EI}$$

پس داریم:

۱۷- گزینه «۴» برای محاسبه حداکثر مقدار لنگر خمشی در نقطه E گام‌های زیر را انجام می‌دهیم:

گام اول: رسم نمودار خط تأثیر لنگر در نقطه E

برای این منظور با استفاده از روش مولر برسلاو به صورت مقابل داریم:

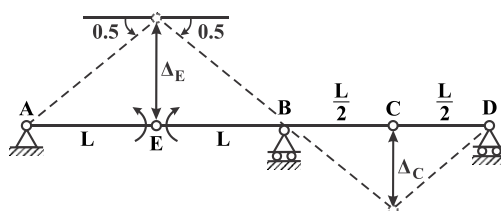
مرحله اول: قرار دادن مفصل خمشی در نقطه E



مرحله دوم: اعمال دوران در طرفین مفصل E به نحوی که مجموع دوران طرفین برابر واحد باشد. با توجه به اینکه قسمت‌های AE و EB دارای شرایط یکسان هستند، بنابراین دوران سمت چپ و راست مفصل E برابر $\frac{1}{5}$ می‌باشد. پس مقدار بالا آمدن مفصل E برابر است با $\Delta_E = \frac{1}{5} \times L = \frac{1}{5}L$. به علت پیوسته بودن قسمت EBC، شیب این قسمت ثابت است. بنابراین مقدار پایین آمدن مفصل C برابر است با:

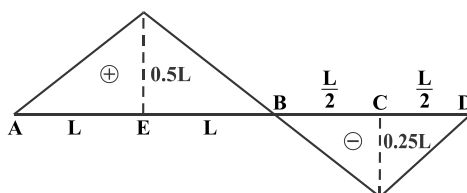
$$\frac{\Delta_E}{L_{BE}} = \frac{\Delta_C}{L_{BC}} \Rightarrow \frac{\frac{1}{5}L}{L} = \frac{\Delta_C}{\frac{1}{5}L} \Rightarrow \Delta_C = \frac{1}{25}L$$

بنابراین تغییر شکل تیر به صورت زیر رسم می‌گردد:



مرحله سوم: رسم تغییر شکل سازه به عنوان نمودار خط تأثیر لنگر در نقطه E.

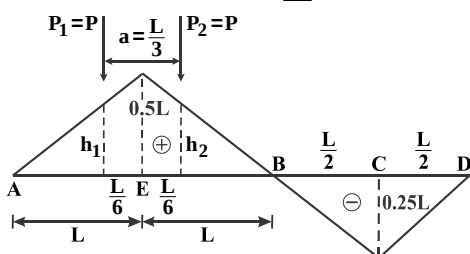
M_E :



گام دوم: تعیین محلی در نمودار خط تأثیر به عنوان حداکثر مقدار لنگر خمشی هنگامی که حاصل $\sum (P_i \times h_i)$ ماکزیمم باشد.

برای اینکه حاصل $\sum (P_i \times h_i) = P_1 h_1 + P_2 h_2$ در این تیر حداکثر مقدار را داشته باشد، کافی

است بارهای متمرکز در بیشترین ارتفاع مثبت به فاصله $a = \frac{L}{3}$ مطابق شکل مقابل اعمال گردد.



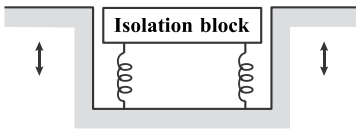
با توجه به تشابه مثلث‌های ایجادشده در ناحیه AE و EB، مقادیر h_1 و h_2 برابر هستند و به صورت زیر تعیین می‌شوند:

$$\frac{\frac{1}{5}L}{L} = \frac{h_1}{L - \frac{L}{6}} \Rightarrow h_1 = h_2 = \frac{\delta L}{12}$$

بنابراین حداکثر مقدار لنگر خمشی در نقطه E برابر است با:

$$M_{\max(E)} = \text{Max}[\sum (P_i \times h_i)] \Rightarrow M_{\max(E)} = \text{Max}[P_1 h_1 + P_2 h_2] \Rightarrow M_{\max(E)} = \left(P \times \frac{\delta L}{12} \right) + \left(P \times \frac{\delta L}{12} \right) \Rightarrow M_{\max(E)} = \frac{\delta PL}{6}$$

۳۱- یک بلوک مرتعش به عنوان جداساز لرزه‌ای در یک آزمایشگاه نصب شده است. اگر جرم بلوک 1100 kg باشد و کف و اطراف آن با سرعت 1500 سیکل در دقیقه مرتعش شود، سختی سیستم جداساز بر حسب $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ چقدر باشد تا حرکت بلوک جداساز 10 درصد حرکت ارتعاشی کف باشد؟ (سیستم بدون میرایی می‌باشد).



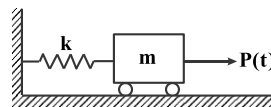
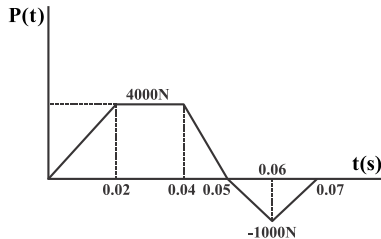
$$100\pi^2 \quad (2)$$

$$250\pi^2 \quad (4)$$

$$60\pi^2 \quad (1)$$

$$180\pi^2 \quad (3)$$

۳۲- بار $P(t)$ مطابق با نمودار زیر به سیستم نمایش داده شده اعمال شده است. حداکثر مقدار جابه‌جایی سیستم تحت این تحریک بر حسب سانتی‌متر حدوداً چقدر است؟ ($k = 80 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$, $m = 200 \text{ Kg}$)



$$2/32 \quad (1)$$

$$3/25 \quad (2)$$

$$5 \quad (3)$$

$$6/5 \quad (4)$$

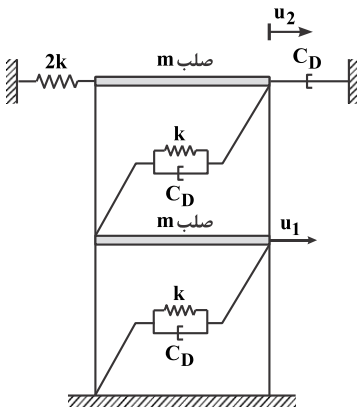
۳۳- ماتریس سختی و میرایی سازه زیر کدام است؟

$$\begin{bmatrix} 2C_D & -C_D \\ -C_D & 2C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 2k & -k \\ -k & 2k \end{bmatrix} \quad (1)$$

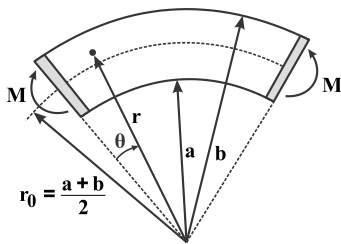
$$\begin{bmatrix} 2C_D & -2C_D \\ -2C_D & 2C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 2k & -2k \\ -2k & 2k \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} 2C_D & -C_D \\ -C_D & 3C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 2k & -k \\ -k & 3k \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} 2C_D & -2C_D \\ -2C_D & 2C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 2k & -2k \\ -2k & 2k \end{bmatrix} \quad (4)$$



۳۴- یک تیر خمیده با سطح مقطع مستطیل باریک، محوری به فرم یک کمان از دایره دارد و ممان خمشی M بر دو انتهای صلب آن وارد می‌شود.



کدام گزینه در مورد این تیر صحیح است؟

(۱) مقطع عرضی عضو، تخت باقی نمی‌ماند.

(۲) محور خنثی مقطع از مرکز سطح مقطع عبور می‌کند.

(۳) کرنش ϵ_θ به‌طور خطی در ارتفاع مقطع تغییر نمی‌کند.

(۴) همه موارد درست است.

۳۵- کدام عبارت صحیح است؟

(۱) در مصالح ارتوتروپیک راستاهای اصلی تنش و کرنش برهم منطبق هستند.

(۲) در مصالح ایزوتروپیک ویژگی‌های مکانیکی در تمام نقاط جسم یکسان است.

(۳) مصالح ارتوتروپیک دارای پنج ثابت الاستیک مستقل هستند.

(۴) مصالح مونوکلینیک دارای یک محور تقارن الاستیک هستند.

۳۶- در یک جسم جامد الاستیک دارای رفتار خطی، مؤلفه‌های تنش و کرنش به‌صورت $\sigma_{ij} = C_{ijkl}\epsilon_{kl}$ و $\epsilon_{ij} = D_{ijkl}\sigma_{kl}$ و برای یک ماده

همسانگرد تانسور $C_{ijkl} = \lambda\delta_{ij}\delta_{kl} + \mu(\delta_{ik}\delta_{jl} + \delta_{il}\delta_{jk})$ به‌صورت $C_{ijkl} = \lambda\delta_{ij}\delta_{kl} + \mu(\delta_{ik}\delta_{jl} + \delta_{il}\delta_{jk})$ به‌صورت $D_{ijkl} = A\delta_{ij}\delta_{kl} + B(\delta_{ik}\delta_{jl} + \delta_{il}\delta_{jk})$ تعریف کرده باشیم، ثوابت A و B به ترتیب کدام هستند؟

$$\frac{1}{\mu}, -\frac{1}{2(\lambda + \mu)} \quad (4)$$

$$\frac{1}{4\mu}, -\frac{\lambda}{2\mu(3\lambda + 2\mu)} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\mu}, \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

$$\frac{1}{4\mu}, -\frac{\lambda + \mu}{\mu(3\lambda + 2\mu)} \quad (1)$$



۳۰- گزینه «۲» در نوسان آزاد با میرایی لزج داریم:

$$\zeta \approx \frac{1}{2\pi j} \ln \frac{u_i}{u_{i+j}} \quad i=1 \quad j=2$$

$$u_1 = 0.4 \text{ m} \quad u_{1+2} = 0.1 \text{ m}$$

$$\zeta \approx \frac{1}{4\pi} \times \ln \frac{0.4}{0.1} = \frac{\ln 4}{4\pi} \Rightarrow \ln 4 = \ln \left(\frac{1}{\frac{1}{4}}\right)^{-1} = -\ln 0.25 \Rightarrow \zeta = -\frac{\ln 0.25}{4\pi}$$

$$u_{\max} = u_g \cdot TR$$

۳۱- گزینه «۴» معادله ضریب انتقال به صورت مقابل تعریف می‌شود:

$$TR = \frac{\sqrt{1 + (\zeta\beta)^2}}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (\zeta\beta)^2}} = 0.1$$

$$\zeta = 0$$

میرایی صفر است:

$$\Rightarrow TR = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2}} = \frac{1}{|1 - \beta^2|} = 0.1$$

$$\beta = \sqrt{1} \quad , \quad \beta = \frac{\Omega}{\omega}$$

$$\begin{cases} \Omega = 1500 \times \frac{2\pi}{60} = 500\pi \\ \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Omega}{\omega} = \frac{500\pi}{\sqrt{\frac{k}{1100}}} = \sqrt{1} \Rightarrow k = 250\pi^2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

۳۲- گزینه «۲» بار به صورت ضربه‌ای وارد می‌شود و باید بررسی کرد که آیا می‌توان از قضیه حل تقریبی استفاده کرد یا خیر:

$$t_d \leq \frac{T}{4}$$

شرط حل تقریبی:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{200}{80 \times 10^3}} \approx 0.3$$

$$t_d = 0.07 \quad , \quad 0.07 \leq \frac{0.3}{4}$$

شرط برقرار است:

$$u_{\max} = \frac{\int_0^{t_d} P(t) dt}{m\omega} \Rightarrow \int_0^{t_d} P(t) dt = \frac{(0.05 + 0.02) \times 4000}{2} - \frac{1000 \times 0.02}{2} = 130 \text{ N.s}$$

حل تقریبی:

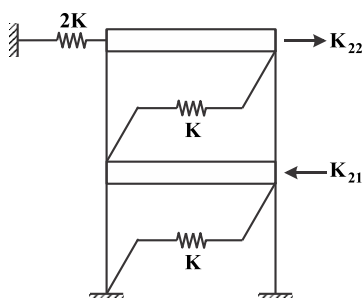
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{80 \times 10^3}{200}} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$u_{\max} = \frac{\int P(t) dt}{m\omega} = \frac{130}{200 \times 20} = 0.0325 \text{ m} = 3.25 \text{ cm}$$

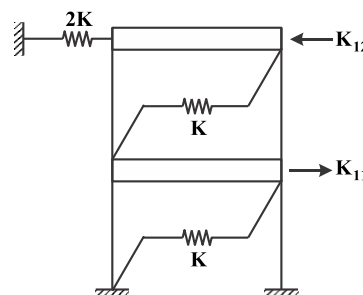
۳۳- گزینه «۱» محاسبه ماتریس سختی: برای به دست آوردن ماتریس سختی درجه آزادی موردنظر را یک واحد جابه‌جا می‌کنیم و بقیه درجات را ثابت نگه می‌داریم.

جابه‌جایی واحد در درجه ۲:

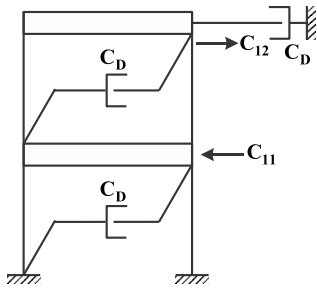
جابه‌جایی واحد در درجه ۱:



$$\begin{aligned} k_{22} &= 3k \\ k_{21} &= -k \\ k &= \begin{bmatrix} 2k & -k \\ -k & 3k \end{bmatrix} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} k_{11} &= 2k \\ k_{12} &= -k \end{aligned}$$



محاسبه ماتریس میرایی: برای محاسبه ماتریس میرایی درجه آزادی مورد نظر یک سرعت واحد داده و سرعت سایر درجات آزادی را صفر می‌کنیم. سرعت واحد در درجه آزادی ۱:

$$C_{11} = 2C_D$$

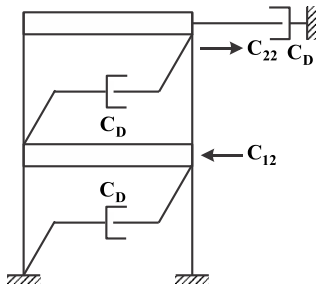
$$C_{12} = -C_D$$

سرعت واحد در درجه آزادی ۲:

$$C_{22} = 2C_D$$

$$C_{12} = -C_D$$

$$C = \begin{bmatrix} 2C_D & -C_D \\ -C_D & 2C_D \end{bmatrix}$$



۳۴- گزینه «۳» بررسی گزینه‌ها:

رد گزینه (۱): در تیرهای باریک مقطع، عرض تحت خمش همواره تخت باقی می‌ماند.

رد گزینه (۲): در تیرهای خمیده تحت خمش الزامی برای عبور تار خنثی از مرکز سطح وجود ندارد.

تأیید گزینه (۳): از آنجا که ε_θ از رابطه $\varepsilon_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_r}{r}$ محاسبه می‌شود، تغییرات آن در ارتفاع نمی‌تواند به صورت خطی باشد.

۳۵- گزینه «۱» بررسی گزینه‌ها:

تأیید گزینه (۱): از آنجا که در مصالح ارتوتروپیک هیچ رابطه‌ای بین تنش برشی و کرنش محوری وجود ندارد، راستای تنش‌های اصلی و کرنش‌های اصلی با یکدیگر یکی است.

رد گزینه (۲): در مصالح ایزوتروپ و همگن ویژگی‌های مکانیکی در تمام نقاط یکسان است.

رد گزینه (۳): مصالح ارتوتروپیک دارای ۹ ثابت الاستیک مستقل هستند.

رد گزینه (۴): مصالح مونوکلینیک دارای یک صفحه متقارن هستند، نه یک محور متقارن.

$$C_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl}$$

۳۶- گزینه «۳» بر اساس داده‌های مسئله داریم:

$$C_{ijkl} = \lambda \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk})$$

بنابراین داریم:

$$\sigma_{ij} = (\lambda \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk})) \varepsilon_{kl}$$

$$\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk} + \mu (\delta_{ik} \varepsilon_{jl} + \delta_{il} \varepsilon_{jk})$$

$$\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk} + \mu (\varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji})$$

از آنجا که ε_{ij} متقارن است، داریم: $\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji}$ بنابراین داریم: (رابطه تنش) $\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk} + 2\mu \varepsilon_{ij}$. i, j را به اندیس تکرار تبدیل می‌کنیم:

$$i = j = m$$

$$\sigma_{mm} = \lambda \delta_{mm} \varepsilon_{kk} + 2\mu \varepsilon_{mm}$$

به خاطر اندیس تکرار $\delta_{mm} = 3$ و $\varepsilon_{kk} = \varepsilon_{mm}$ است:

$$\sigma_{mm} = (3\lambda + 2\mu) \varepsilon_{mm} \Rightarrow \varepsilon_{kk} = \frac{1}{3\lambda + 2\mu} \sigma_{kk}$$



با جایگذاری رابطه فوق در رابطه تنش داریم:

$$\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \frac{1}{3\lambda + 2\mu} \sigma_{kk} + 2\mu \varepsilon_{ij}$$

$$2\mu \varepsilon_{ij} = \sigma_{ij} - \frac{\lambda}{3\lambda + 2\mu} \delta_{ij} \sigma_{kk}$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2\mu} \sigma_{ij} - \frac{\lambda}{(3\lambda + 2\mu)2\mu} \delta_{ij} \sigma_{kk}$$

از طریق تقارن در σ_{ij} داریم:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji} \Rightarrow \sigma_{ij} = \frac{1}{2} (\sigma_{ij} + \sigma_{ji})$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2\mu} (\sigma_{ij} + \sigma_{ji}) - \frac{\lambda}{2\mu(3\lambda + 2\mu)} \delta_{ij} \sigma_{kk} \Rightarrow \varepsilon_{ij} = \left(\frac{1}{2\mu} (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk}) - \frac{\lambda}{2\mu(3\lambda + 2\mu)} \delta_{ij} \delta_{kl} \right) \sigma_{kl}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = -\frac{\lambda}{2\mu(3\lambda + 2\mu)} \\ B = \frac{1}{2\mu} \end{cases}$$

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \gamma_{xy} \\ \gamma_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix}$$

۳۷- گزینه «۲» بر اساس روابط تبدیل کرنش در جهتهای مختلف داریم:

در راستای ۱ داریم:

$$n = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \gamma_{xy} \\ \gamma_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} = \varepsilon_{yy} = 2/5 \times 10^{-3} \quad (1)$$

در راستای ۲ داریم:

$$n = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \gamma_{xy} \\ \gamma_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{3}{4} \varepsilon_{xx} + \frac{\sqrt{3}}{2} \gamma_{xy} + \frac{\varepsilon_{yy}}{4} = 3 \times 10^{-3} \quad (2)$$

در راستای ۳ داریم:

$$n = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -\sqrt{3} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -\sqrt{3} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \gamma_{xy} \\ \gamma_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sqrt{3} \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{3}{4} \varepsilon_{xx} - \frac{\sqrt{3}}{2} \gamma_{xy} + \frac{\varepsilon_{yy}}{4} = -1/5 \times 10^{-3} \quad (3)$$

از معادله‌های (۱)، (۲) و (۳) داریم:

$$\varepsilon_{yy} = 2/5 \times 10^{-3}$$

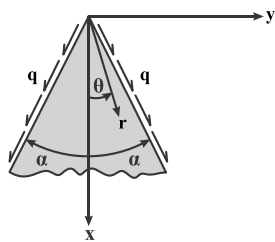
$$\frac{3}{4} \varepsilon_{xx} + \frac{\sqrt{3}}{2} \gamma_{xy} = \left(3 - \frac{2/5}{4} \right) \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$\frac{3}{4} \varepsilon_{xx} - \frac{\sqrt{3}}{2} \gamma_{xy} = \left(-1/5 - \frac{2/5}{4} \right) \times 10^{-3} \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(2)+(3)} \frac{3}{2} \varepsilon_{xx} = \left(1/5 - \frac{2/5}{2} \right) \times 10^{-3} = \varepsilon_{xx} = \frac{1}{6} \times 10^{-3}$$

۳۴- جسم دو بعدی نشان داده شده تحت تأثیر بار برشی یکنواخت به شدت q بر روی لبه‌های خود است. تابع تنش Airy مربوط به آن را به شرح زیر در نظر بگیرید. ثوابت A و B کدام است؟

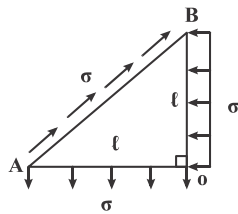
$$\phi = Ar^2(\cos(2\theta) - B)$$



$$A = \frac{q}{2\sin(2\alpha)}, B = -\cos(2\alpha) \quad (2) \quad A = \frac{q}{2\sin(2\alpha)}, B = \cos(2\alpha) \quad (1)$$

$$A = -\frac{q}{2\sin(2\alpha)}, B = -\cos(2\alpha) \quad (4) \quad A = -\frac{q}{2\sin(2\alpha)}, B = \cos(2\alpha) \quad (3)$$

۳۵- یک ورق به شکل مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین به ضخامت t در حالت بارگذاری درون صفحه تحت اثر تنش‌های لبه‌ای به شدت σ مطابق شکل زیر قرار گرفته است. با فرض محیط الاستیک همسانگرد با مدول الاستیسیته E و ضریب پواسون ν ، تغییر طول وتر AB برابر با کدام خواهد بود؟



$$2\sqrt{2}(1+\nu)\frac{\sigma l}{E} \quad (2) \quad \text{صفر} \quad (1)$$

$$2(1+\nu)\frac{\sigma l}{E} \quad (4) \quad \sqrt{2}(1+\nu)\frac{\sigma l}{E} \quad (3)$$

۳۶- با فرض تابع تنش ایری (Airy) برحسب مختصات قطبی به صورت مقابل: $\phi = \frac{\sigma_0 a^2}{r^2}(-2\ln r + \frac{a^2}{r^2}\cos 2\theta - 2\cos 2\theta + \frac{r^2}{a^2}\cos 2\theta + \frac{r^2}{a^2})$ ماکزیمم تابع تنش $\sigma_{\theta\theta}$ در نقاط واقع بر محیط دایره $r = a$ کدام است؟

$$3\sigma_0 \quad (4)$$

$$2\sigma_0 \quad (3)$$

$$\frac{3}{2}\sigma_0 \quad (2)$$

$$\sigma_0 \quad (1)$$

۳۷- برای یک تیر مستطیلی ساده در محدوده $-\ell \leq x \leq \ell$ و $-c \leq y \leq c$ و با فرض $\ell = 5c$ ، تابع تنش ایری به فرم $\phi = [A \cosh(\lambda y) + B \sinh(\lambda y)] \sin \lambda x$ برقرار است. با فرض مصالح الاستیک همسانگرد، برای ارضای شرایط مرزی قوی $\sigma_{xx}|_{x=\pm\ell} = 0$ کدام مورد زیر باید برقرار باشد؟

$$\lambda = \frac{(2n-1)\pi}{\ell}; n = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{2n\pi}{\ell}; n = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{n\pi}{2\ell}; n = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{n\pi}{\ell}; n = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

۳۸- نسبت $\frac{A}{B}$ کدام باشد تا از میدان کرنش زیر، یک میدان جابه‌جایی تک مقداره در یک ناحیه هم‌بند ساده حاصل شود؟

$$\epsilon_{xx} = Ay^2, \epsilon_{yy} = Ax^2, \epsilon_{xy} = B(x^2y + xy^2)$$

$$\frac{1}{3} \quad (4)$$

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

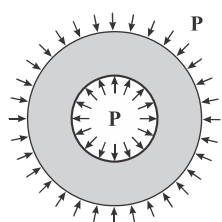
$$\frac{3}{2} \quad (2)$$

$$3 \quad (1)$$

۳۹- مخزنی استوانه‌ای شکل دارای مقطعی مطابق شکل زیر است. شعاع خارجی این مقطع دو برابر شعاع داخلی آن است. فشارهای وارده بر سطوح خارجی و داخلی هر دو برابر با $P = 0/01E$ هستند که در آن E مدول یانگ است. عبارات زیر برای مؤلفه‌های میدان تنش آن پیشنهاد شده است.

$$\sigma_{rr} = \frac{A}{r^2} + B, \sigma_{\theta\theta} = -\frac{A}{r^2} + B$$

که در آن A و B ضرایبی ثابت هستند. اگر بدانیم نسبت پواسون مصالح به کار رفته در جداره مخزن برابر با $\nu = 0/25$ است. درصد تغییر حجم مخزن در حالت کرنش مسطحه (Plane-strain) کدام است؟



$$\frac{5}{4} \quad (2)$$

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

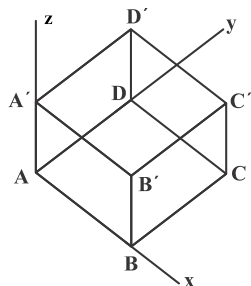
$$\frac{5}{8} \quad (4)$$

$$\frac{9}{8} \quad (3)$$

۴۰- ماتریس کرنش در مبدأ دستگاه مختصات xyz به شرح $[E] = 10^{-4} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ داده شده است. ماکزیمم تغییر زاویه در مبدأ دستگاه مختصات بین راستای z و جمیع راستاهای عمود بر آن کدام است؟

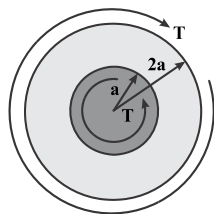
- (۱) $\sqrt{5} \times 10^{-4}$ (۲) $2\sqrt{2} \times 10^{-4}$ (۳) $4\sqrt{2} \times 10^{-4}$ (۴) $2\sqrt{5} \times 10^{-4}$

۴۱- مکعب نشان داده شده در شکل با ضلع 1m میدان جابه جایی $\begin{cases} u = 0.001(x+y+z) \\ v = -0.001(x-y^2z) \\ w = -0.001z \end{cases}$ را تجربه می کند. (تمام متغیرهای مکان و جابه جایی بر حسب متر هستند) در کدام یک از نقاط زیر کرنش حجمی بزرگ تری ایجاد می شود؟



- (۱) A'
(۲) D'
(۳) C
(۴) B

۴۲- حلقه ای دایروی را به ضخامت t و دارای یک هسته صلب مطابق شکل در نظر بگیرید. شعاع های داخلی و خارجی آن به ترتیب برابرند با a و $2a$ ، حلقه از ماده ای دارای رفتار الاستیک خطی با مدول برشی G ساخته شده است. بر سطح بیرونی حلقه، یک گشتاور پیچشی به بزرگی T اثر می کند. تابع تنش Airy این مسئله در مختصات قطبی بر حسب $\frac{T}{2\pi t}$ کدام است؟



- (۱) $(\frac{r}{a})^2 \theta$
(۲) $-\ln(r) \theta$
(۳) $-\theta$
(۴) $(\frac{r}{a}) \theta$

۴۳- در نقطه ای از سطح آزاد یک جسم، تانسور تنش در دستگاه مختصات دکارتی به شرح زیر است. مقدار T کدام است؟

- (۱) $-\frac{15}{2}$ (۲) -3 (۳) $-\frac{4}{3}$ (۴) صفر
- $$\begin{bmatrix} 0 & 2 & -3 \\ 2 & T & 1 \\ -3 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

۴۴- مقادیر تنش های اصلی در یک نقطه به صورت $\sigma_1 = 20\text{MPa}$ ، $\sigma_2 = 10\text{MPa}$ و $\sigma_3 = 5\text{MPa}$ داده شده اند. کدام یک از زوج مقادیر داده شده می تواند به عنوان تنش نرمال و برشی (بر حسب مگاپاسکال) روی یک صفحه گذرنده از این نقطه باشد؟

- (۱) $\tau_n = 6$ ، $\sigma_n = 8$ (۲) $\tau_n = 8$ ، $\sigma_n = 6$ (۳) $\tau_n = 2$ ، $\sigma_n = 7$ (۴) $\tau_n = 7$ ، $\sigma_n = 2$

۴۵- در جسمی، میدان جابه جایی با مؤلفه هایی به شرح زیر اعمال شده است. پاره خط بسیار کوچک گذرا از نقطه (a, a, a) که امتداد آن با سه محور مختصات زوایای برابر می سازد تحت تأثیر این میدان جابه جایی چند درصد افزایش طول خواهد یافت؟

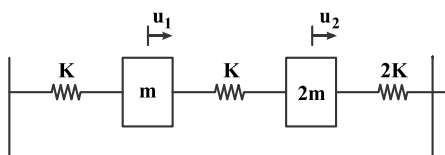
- (۱) $0/5$ (۲) $0/6$ (۳) $0/7$ (۴) $1/0$
- $$u_1 = \frac{a}{1000} \left(\left(\frac{x_1}{a} \right)^2 + 2 \left(\frac{x_2}{a} \right) + 3 \left(\frac{x_3}{a} \right) \right),$$
- $$u_2 = \frac{a}{1000} \left(- \left(\frac{x_1}{a} \right) + \left(\frac{x_2}{a} \right)^2 + 2 \left(\frac{x_3}{a} \right) \right),$$
- $$u_3 = \frac{a}{1000} \left(4 \left(\frac{x_1}{a} \right) - \left(\frac{x_2}{a} \right) + 4 \left(\frac{x_3}{a} \right)^2 \right),$$

۳۳- گزینه «۴» معادله حرکت به صورت مقابل است:

$$[m]\{\ddot{u}\} + [k]\{u\} = 0$$

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & 2m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} 2k & -k \\ -k & 2k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix} = 0$$

ماتریس سختی تنها برای سازه زیر جوابگوست.



۳۴- گزینه «۱» تابع تنش ابری به صورت مقابل است:

$$\phi = Ar^2(\cos(2\theta) - \beta)$$

$$\sigma_{r\theta} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \phi}{\partial r \partial \theta} = 2A \sin 2\theta$$

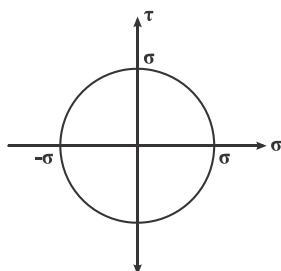
داریم:

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} = 2A \cos 2\theta - 2AB$$

$$\sigma_{\theta\theta}(\theta=\alpha) = 0, \quad \sigma_{r\theta}(\theta=\alpha) = q \Rightarrow \sigma_{r\theta} = 2A \sin 2\alpha = q, \quad A = \frac{q}{2 \sin 2\alpha}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\theta\theta} = 2A \cos 2\alpha - 2AB = 0 \Rightarrow \frac{2q}{2 \sin 2\alpha} \cos 2\alpha - \frac{2q}{2 \sin 2\alpha} B = 0 \Rightarrow B = \cos 2\alpha$$

۳۵- گزینه «۱» اگر دایره مور برای این مسئله رسم شود، مسئله از نوع برش خالص است که در آن افزایش قطر نداریم.



۳۶- گزینه «۴»

$$\phi = \frac{\sigma_0 a^2}{r^2} \left(-2 \ln r + \frac{a^2}{r^2} \cos 2\theta - 2 \cos 2\theta + \frac{r^2}{a^2} \cos 2\theta + \frac{r^2}{a^2} \right)$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} \Rightarrow \sigma_{\theta\theta}(r=a) = \frac{\sigma_0}{r} + \frac{3\sigma_0}{r} \cos 2\theta + \frac{\sigma_0}{r} \cos 2\theta + \frac{\sigma_0}{r}$$

داریم:

$$\Rightarrow \sigma_{\theta\theta} = \frac{2\sigma_0}{r} + 2\sigma_0 \cos 2\theta$$

 برای یافتن $\sigma_{\theta\theta}$ بیشینه داریم:

$$\frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} = 0 \Rightarrow \frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} = -2\sigma_0 \sin 2\theta = 0 \Rightarrow \theta = 0 \Rightarrow \sigma_{\theta\theta \max} = \sigma_0 + 2\sigma_0 \cos(2 \times 0) = \sigma_0 + 2\sigma_0 = 3\sigma_0$$

$$\phi = [A \cosh(\lambda y) + B \sinh(\lambda y)] \sin \lambda x$$

۳۷- گزینه «۳»

شرط مرزی قوی:

$$\sigma_{xx}(x=\pm L) = 0 \Rightarrow \sigma_{xx} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = [A \lambda^2 \cosh(\lambda y) + B \lambda^2 \sinh(\lambda y)] \sin \lambda x$$

$$\sigma_{xx}(x=\pm L) = [A \lambda^2 \cosh(\lambda y) + B \lambda^2 \sinh(\lambda y)] \sin \lambda L = 0 \Rightarrow \sin \lambda L = 0 \quad \lambda = \frac{n\pi}{L} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$



۳۸- گزینه «۴» با استفاده از شرط سازگاری داریم:

$$e_{xx} = Ay^3$$

$$e_{yy} = Ax^3$$

$$2e_{xy} = B(x^2y + xy^2)$$

$$e_{xx,yy} + e_{yy,xx} = 2e_{xy,xy} \Rightarrow 6Ay + 6Ax = B(2x + 2y)$$

$$6A(x + y) = 2B(x + y) \Rightarrow \frac{A}{B} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\sigma_{rr} = \frac{A}{r^3} + B, \quad \sigma_{\theta\theta} = \frac{-A}{r^3} + B$$

۳۹- گزینه «۲»

$$\sigma_{rr}(r=R) = \frac{A}{R^3} + B = -P, \quad \sigma_{rr}(r=2R) = \frac{A}{(2R)^3} + B = -P \Rightarrow A = 0, \quad B = -P \Rightarrow \sigma_{rr} = -P, \quad \sigma_{\theta\theta} = -P$$

$$\varepsilon_{zz} = \frac{1}{E}(\sigma_{zz} - \nu(\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta})) = 0 \Rightarrow \sigma_{zz} = \nu(\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}) \xrightarrow{\nu=0/25} \sigma_{zz} = -\frac{P}{2}$$

چون مسئله کرنش مسطح است داریم:

$$\varepsilon_v = \frac{1-2\nu}{E}(\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta} + \sigma_{zz}), \quad (P = 0/01E)$$

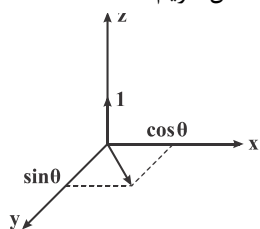
کرنش حجمی:

$$\varepsilon_v = \frac{1-2\nu \times 0/25}{E}(-0/01E - 0/01E - \frac{0/01}{2}E) = -\frac{5}{4} \times 0/01$$

$$\gamma = 2\varepsilon_{ij}n_i n_j$$

۴۰- گزینه «۳» رابطه تغییر زاویه در دو جهت برابر است با:

در رابطه فوق، n_i و n_j بردارهای هادی هستند. این مسئله زاویه بین محور Z و کلیه بردارهای عمود بر Z را می‌خواهد. مطابق شکل داریم:



$$n_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$n_j = \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\gamma = 2 \times \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \\ 0 \end{bmatrix} \times 10^{-4}$$

$$\gamma = 2 \times \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \\ 0 \end{bmatrix} = 4(\cos \theta + \sin \theta) \times 10^{-4}$$

$$\max(\cos \theta + \sin \theta) = \sqrt{2} \Rightarrow \gamma_{\max} = 4\sqrt{2} \times 10^{-4}$$

$$u = 0/001(x + y + z), \quad v = -0/001(x - y^2z), \quad w = -0/001z$$

۴۱- گزینه «۲» طبق داده‌های سؤال داریم:

$$e_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x} = 0/001 \\ e_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y} = 0/002yz \\ e_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z} = -0/001 \end{cases}$$

$$e_v = e_{xx} + e_{yy} + e_{zz} = 0/001 + 0/002yz - 0/001 = 0/002yz$$

کرنش حجمی برابر است با مجموع کرنش‌ها:

کرنش حجمی در نقطه‌ای بیشترین است که بزرگ‌ترین y و z را داشته باشد که این موضوع تنها در نقطه D' صادق است.



۴۲- گزینه «۳» از آنجا که مسئله پیوسته است، تابع تنش ایری آن نیز باید تغییر شکل پیوسته و سازگار ایجاد کند که این موضوع تنها در گزینه (۳) مشاهده می‌شود.

$$\sigma_{ij}.n_j = 0$$

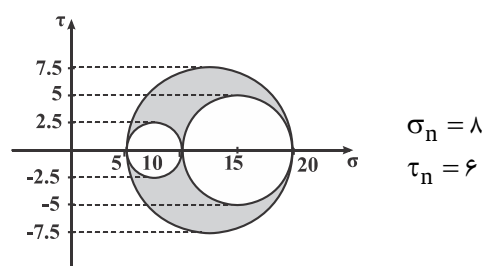
۴۳- گزینه «۳» تنش آزاد به صورت مقابل بیان می‌شود:

برای آنکه شرط مذکور برقرار باشد باید:

$$\det(\sigma_{ij}) = 0 \Rightarrow \det \begin{bmatrix} 0 & 2 & -3 \\ 2 & T & 1 \\ -3 & 1 & 0 \end{bmatrix} = 0 \Rightarrow 0 \times (T \times 0 - 1 \times 1) - 2 \times (2 \times 0 - 1 \times (-3)) - 3 \times (2 \times 1 - (-3)T) = 0$$

$$\Rightarrow -6 - 6 - 9T = 0 \Rightarrow T = -\frac{12}{9} = -\frac{4}{3}$$

۴۴- گزینه «۱» با داشتن تنش‌های اصلی می‌توان دایره مور سه‌بعدی را رسم کرد. محدوده هاشورخورده محدوده‌ای است که سایر تنش‌ها باید در آن باشند. در بین گزینه‌های موجود تنها گزینه (۱) در این محدوده است.



۴۵- گزینه «۳» باید میزان کرنش طولی در راستای (a, a, a) محاسبه گردد:

$$e_{ij} = \frac{1}{2}[u_{i,j} + u_{j,i}] \Rightarrow e_{11} = \frac{a}{1000} \times \frac{2x_1}{a^2} = \frac{2x_1}{1000a}, \quad e_{22} = \frac{1}{1000} \times \frac{2x_2}{a} = \frac{2x_2}{1000a}$$

$$e_{33} = \frac{1}{1000} \times \frac{x_3}{a}, \quad e_{12} = \frac{1}{2} \left[\frac{2}{1000} - \frac{1}{1000} \right] = \frac{1}{2000}$$

$$e_{13} = \frac{1}{2} \left[\frac{3}{1000} + \frac{4}{1000} \right] = \frac{7}{2000}$$

$$e_{23} = \frac{1}{2} \left[\frac{a}{1000} \times \frac{2}{a} - \frac{a}{1000a} \right] = \frac{1}{2000}$$

در (a, a, a) داریم:

$$e_{ij} = \frac{1}{2000} \begin{bmatrix} 4 & 1 & 7 \\ 1 & 4 & 1 \\ 7 & 1 & 16 \end{bmatrix}$$

$$e_{(a,a,a)} = n_a^T e_{ij} n_a \quad n_a = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow e_{(a,a,a)} = \frac{1}{6000} [1 \ 1 \ 1] \begin{bmatrix} 4 & 1 & 7 \\ 1 & 4 & 1 \\ 7 & 1 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 0.007 = 0.7\%$$