استعداد تحصیلی
و
زبان انگلیسی
۱۳۹۸

سؤالات آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۸

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

■ **راهنمایی:** در این بخش، دو متن به‌طور مجزا آمده است. هریک از متن‌ها را به‌دقت بخوانید و پاسخ سؤال‌هایی را که در زیر آن آمده است، با توجه به آنچه می‌توان از متن استنتاج یا استنباط کرد، پیدا کنید و در پاسخنامه علامت بزنید.

متن (۱)

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

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

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

۱ـ مقصود اصلی متن، کدام است؟

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

۲ـ کدام مورد، به‌درستی، نقش پاراگراف ۲ را در متن توصیف می‌کند؟

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

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

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

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

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

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

متن (۲)

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

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

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

پاسخنامه آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۸

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

پاسخ سؤالات متن (۱)

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

نادرستی سایر گزینه‌ها:

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

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

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

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

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

نادرستی سایر گزینه‌ها:

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

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

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

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

پاسخ سؤالات متن (۲)

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

نادرستی سایر گزینه‌ها:

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

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

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

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

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): عملکرد توربین‌ها تغییر نمی‌کند.

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

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

۷ـ گزینه «۱»

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

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

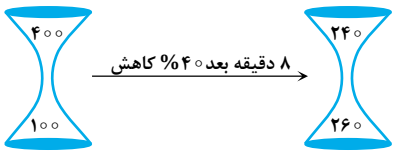
بررسی گزینه (۴): در پاراگراف دوم درباره‌ی شباهت‌ها و اختلافات توربین‌های بادی افقی و عمودی صحبت شده است.

۸ـ گزینه «۴» از آن جایی که جمله‌ی مطرح‌شده در سؤال مربوط به قسمت بعد از تبدیل انرژی جنبشی به الکتریکی در توربین است، پس جای درست آن [۴] می‌باشد. در قسمت‌های سایر گزینه‌ها هنوز صحبتی از تولید برق نشده است.

بخش دوم: حل مسئله

۹ـ گزینه «۴» سؤال نسبتاً راحتی است! در هر دسته، ضرب دو عدد باید برابر با مجموع دو عدد دیگر شود. مثلاً در دسته سمت چپ از بالا $۳\times۷=۱۰+۱۱$ و یا در دسته سمت راست از بالا $۵\times۴=۱۸+۲$ است. بنابراین به جای علامت سؤال باید عدد ۷ قرار گیرد تا تساوی $۷\times۲=۹+۵$ برقرار شود.

۱۰ـ گزینه «۲»



روش اول: با یک سؤال نسبت و تناسب ساده روبه‌رو هستیم. برای درک بهتر فرض می‌کنیم که داخل ساعت شنی ۵۰۰ عدد شن باشد! فراموش نکنیم که در ساعت شنی، به شرطی می‌توان به طور دقیق زمان را مشخص کرد که همه‌ی شن‌ها در یک قسمت آمده باشد. اگر فرض کنیم نسبت تعداد شن‌های بالا به پایین ۴ به ۱ است، مطابق شکل مقابل داریم:

پس از ۸ دقیقه، ۴۰٪ از شن‌های بالا به پایین می‌ریزد، یعنی ۱۶۰ شن. پس می‌توان گفت در هر ۸ دقیقه ۱۶۰ شن از بالا به پایین می‌ریزد.

شن	دقیقه
۱۶۰	۸
۵۰۰	t

$$\Rightarrow t=\frac{۵۰۰\times۸}{۱۶۰}=۲۵$$

پس کلاً ۲۵ دقیقه را می‌توان با این ساعت شنی مشخص کرد. از بین گزینه‌ها تنها می‌توان گزینه‌ای به طور قطع با این ساعت شنی مشخص کرد که مضرب ۲۵ باشد.

گزینه ۱) یک ساعت و نیم = ۹۰ دقیقه

گزینه ۲) یک ساعت و ربع = ۷۵ دقیقه ✓

گزینه ۳) ۵۵ دقیقه

گزینه ۴) ۴۰ دقیقه

روش دوم: اگر کل شن‌های موجود در ساعت را w فرض کنیم، ۸ دقیقه طول می‌کشد تا ۴۰٪ از $\frac{۴}{۵}w$ انجام شود (اگر کل کار را w در نظر بگیریم، ۴ واحد آن در قسمت بالا و یک واحد آن در قسمت پایین است. یعنی $\frac{۴}{۵}w$ در قسمت بالاست و $\frac{۱}{۵}w$ در قسمت پایین ساعت است). می‌توانیم تناسب زیر را در نظر بگیریم:

حجم کار	مدت زمان لازم (دقیقه)
$\frac{۴۰}{۱۰۰}\times\frac{۴}{۵}w$	۸
w	t

$$\Rightarrow t=\frac{۸\times w}{\frac{۴۰}{۱۰۰}\times\frac{۴}{۵}w}=\frac{۵۰۰\times۸}{۴\times۴۰}=۲۵$$

یعنی کل کار در ۲۵ دقیقه انجام می‌شود. ما همه‌ی شن‌های ساعت را w فرض کردیم. پس ۲۵ دقیقه را می‌توان با این ساعت شنی دقیق تعیین کرد. پس گزینه‌ای صحیح است که مضرب ۲۵ دقیقه باشد و گزینه (۲) صحیح است.

سؤالات مهندسی عمران ــ راه و ترابری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح، تحلیل سازه‌ها)، مهندسی ترافیک پیشرفته، تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته)

۱ــ در یک تیر بر روی بستر ارتجاعی به طول $6m$ و مقطع مستطیل به عمق (ارتفاع) برابر $12cm$ و عرض $4cm$ تحت اثر بار گسترده یکنواخت به‌شدت q، اگر عکس‌العمل بستر به‌صورت خطی از صفر در کناره‌ها تا حداکثر در وسط تیر، تغییر کند و حداکثر تنش خمشی مجاز برابر $120MPa$ باشد، حداکثر مقدار مجاز q چند $\frac{kN}{m}$ برآورد می‌شود؟

۱) ۲/۵۶ ۲) ۳/۸۴ ۳) ۵/۱۲ ۴) ۷/۶۸

۲ــ در یک مقطع جدار نازک حلقوی به شعاع متوسط R، ضخامت t تحت یک نیروی متمرکز قائم P اعمالی به موازات قطر عمودی در محل شعاع متوسط در تراز قطر افقی (سمت چپ یا راست)، تنش برشی حداکثر برحسب ضریب $\frac{P}{\pi Rt}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

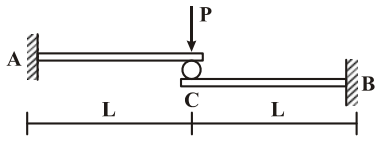
۳ــ ورقی به شکل مربع از چهار طرف توسط چهار جداره صلب و ثابت نگهداری شده است. اگر دمای ورق به اندازه ۵۰ درجه سلسیوس افزایش یابد، مقدار تنش ایجادشده نرمال در صفحه چند مگاپاسکال خواهد بود؟ مدول ارتجاعی ورق $200GPa$، ضریب پواسون آن برابر ۰/۲۵ و ضریب انبساط حرارتی آن برابر $9\times10^{-6}/^{\circ}C$ می‌باشند. ضخامت ورق در حدی است که کمانش نکند و تنش عمود بر صفحه صفر است.

۱) ۶۰ ۲) ۹۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۸۰

۴ــ یک میله به طول L، سطح مقطع A و وزن مخصوص γ از یک تکیه‌گاه گیردار به‌طور قائم آویزان است. اگر رابطه تنش ــ کرنش میله به‌صورت $\sigma = B\sqrt{\varepsilon}$ (B ضریب ثابت) باشد، اضافه طول انتهای آزاد میله تحت اثر وزن آن چه ضریبی از $\frac{\gamma^2L^3}{B^2}$ است؟

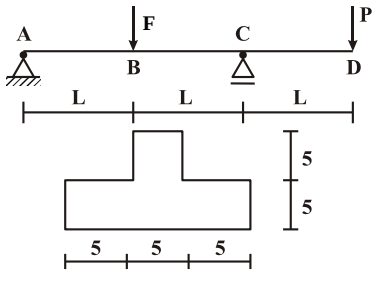
۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{A}{2}$ ۴) $\frac{A}{3}$

۵ــ تیر ترکیبی ABC مطابق شکل در محل غلتک (تماس بدون اصطکاک) تحت اثر نیروی P قرار دارد. اگر سختی خمشی برابر EI در طول دو قطعه ثابت باشد، واکنش‌های تکیه‌گاهی به‌ترتیب از راست به چپ برای M_A، M_B، A_y و B_y کدام‌اند؟



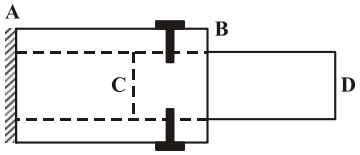
۱) $\frac{P}{2},\frac{P}{2},\frac{PL}{2},\frac{PL}{2}$
۲) $\frac{P}{2},\frac{P}{2},PL,PL$
۳) $P,P,\frac{PL}{2},\frac{PL}{2}$
۴) P,P,PL,PL

۶ــ تیر $ABCD$ با مقطع مطابق شکل (ابعاد به cm) تحت اثر دو نیروی متمرکز F و P قرار دارد. اگر $L = 3m$ باشد، حداکثر تنش فشاری مقطع در نقاط B و C به ازای چه نسبتی از $\frac{F}{P}$ برابر خواهند بود؟



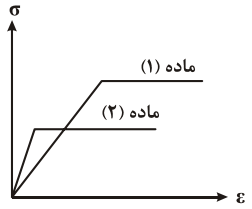
۱) $\frac{11}{5}$
۲) $\frac{7}{3}$
۳) $\frac{5}{11}$
۴) $\frac{3}{7}$

۷ـ یک میله چوبی CD به قطر ۲۰cm در لوله فلزی AB به قطر سوراخ ۲۰cm قرار گرفته و دور تا دور محل اتصال از پیچ‌هایی به قطر ۱۰mm و تنش برشی مجاز ۱۶۰MPa استفاده شده است. اگر پس از اعمال لنگر پیچشی T در انتهای آزاد D، حداکثر تنش برشی در عضو چوبی برابر ۸MPa باشد، تعداد پیچ لازم در محل اتصال کدام است؟



۱) ۱۶
۲) ۱۰
۳) ۸
۴) ۵

۸ـ دیاگرام تنش ـ کرنش دو ماده در شکل زیر آورده شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

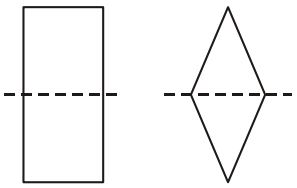


۱) سختی ماده (۱) بیشتر از سختی ماده (۲) و مقاومت ماده (۱) بیشتر از مقاومت ماده (۲) است.
۲) سختی ماده (۱) بیشتر از سختی ماده (۲) و مقاومت ماده (۱) کمتر از مقاومت ماده (۲) است.
۳) سختی ماده (۱) کمتر از سختی ماده (۲) و مقاومت ماده (۱) کمتر از مقاومت ماده (۲) است.
۴) سختی ماده (۱) کمتر از سختی ماده (۲) و مقاومت ماده (۱) بیشتر از مقاومت ماده (۲) است.

۹ـ بارهای خودکرنشی نظیر نشست تکیه‌گاهی، نقص عضو و اثرات درجه حرارت در کدام نوع سازه‌ها، روی توزیع نیروهای داخلی اثر می‌گذارند؟

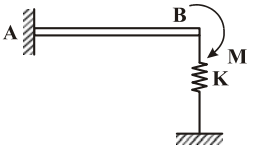
۱) معین استاتیکی ۲) نامعین استاتیکی ۳) معین و نامعین استاتیکی ۴) بدون اثر در نیروهای داخلی

۱۰ـ دو مقطع مستطیل و لوزی دارای مساحت و جنس یکسان هستند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟



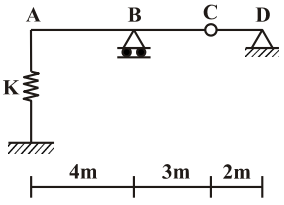
۱) سختی برشی لوزی بیشتر از سختی برشی مستطیل و سختی خمشی مستطیل بیشتر از سختی خمشی لوزی
۲) سختی برشی لوزی بیشتر از سختی برشی مستطیل و سختی محوری مستطیل برابر سختی محوری لوزی
۳) سختی خمشی لوزی کمتر از سختی خمشی مستطیل و سختی محوری مستطیل برابر سختی محوری لوزی
۴) سختی خمشی لوزی کمتر از سختی خمشی مستطیل و سختی برشی مستطیل بیشتر از سختی برشی لوزی

۱۱ـ تیر AB به طول L و سختی خمشی EI مطابق شکل تحت اثر لنگر متمرکز M قرار دارد. به ازای چه مقادیری از α در سختی فنر $(K = \frac{EI}{\alpha L^3})$، تیر در طول خود، دارای نقطه عطف است؟



۱) $\alpha < \frac{1}{3}$
۲) $\alpha < \frac{1}{6}$
۳) $\alpha > \frac{1}{3}$
۴) $\alpha > \frac{1}{6}$

۱۲ـ از روی تیر ABCD باری به شدت $\frac{8}{3}\frac{kN}{m}$ و به طول 5m می‌گذرد. حداکثر تغییر مکان قائم تکیه‌گاه ارتجاعی در A با سختی $K = 5\frac{kN}{cm}$، چند سانتی‌متر برآورد می‌شود؟

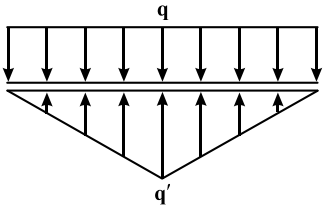


۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{15}{16}$
۳) ۱
۴) $\frac{16}{15}$

پاسخنامه مهندسی عمران ــ راه و ترابری

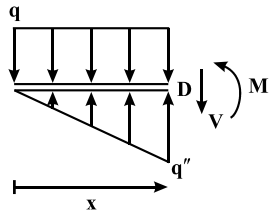
مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح، تحلیل سازه‌ها)، مهندسی ترافیک پیشرفته، تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته)

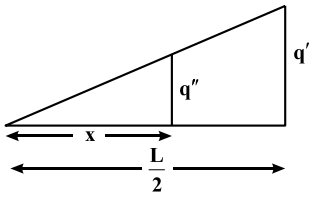
۱ــ گزینه «۴» طبق داده‌های مسئله بار وارد بر تیر از طرف عامل خارجی و نیروی تکیه‌گاهی به‌صورت زیر می‌باشد:



$$\sum Fy = 0 \Rightarrow qL - \frac{q'L}{2} = 0$$
$$\Rightarrow q' = 2q$$

برش دلخواهی به فاصله‌ی x از ابتدای تیر درنظر گرفته می‌شود. با نوشتن معادله‌ی تعادل لنگر داخلی، M محاسبه می‌شود:





$$\frac{q''}{q'} = \frac{x}{\frac{L}{2}} \Rightarrow q'' = \frac{2x}{L}q' = \frac{4x}{L}q$$

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow M + qx \times \frac{x}{2} - q'' \frac{x}{2} \times \frac{x}{3} = 0 \Rightarrow M = q'' \frac{x^2}{6} - q\frac{x^2}{2} \Rightarrow M = \frac{4x}{L}q \times \frac{x^2}{6} - q\frac{x^2}{2} = \frac{2}{3}\frac{x^3}{L}q - \frac{q}{2}x^2$$

اما حداکثر تنش خمشی در تیر در مقطعی ایجاد می‌شود که لنگر خمشی حداکثر می‌شود، بنابراین:

$$\delta_{max} = \frac{M_{max}\,C}{I} = \frac{6M_{max}}{bh^2}$$

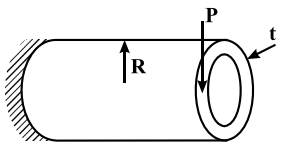
برای محاسبه موقعیت لنگر خمشی ماکزیمم از گشتاور خمشی نسبت به متغیر x مشتق‌گیری می‌شود.

$$\frac{dM}{dx} = 0 \Rightarrow \frac{2x^2}{L}q - qx = 0 \Rightarrow x = \frac{L}{2}$$

$$M_{max} = \frac{2}{3} \times \frac{1}{L}(\frac{L}{2})^3 q - \frac{q}{2}(\frac{L}{2})^2 = \frac{qL^2}{24}$$

$$\sigma_{max} = \frac{6 \times \frac{qL^2}{24}}{bh^2} = \frac{1}{4 \times 40 \times 120^2} \times q \times 6000^2 \Rightarrow 120 = \frac{q \times 36 \times 10^6}{12^2 \times 16 \times 10^3} \Rightarrow q = \frac{12 \times 64}{100} = 7/68 \frac{N}{mm} = 7/68 \frac{kN}{m}$$

۲ــ گزینه «۳» تنش برشی ماکزیمم ایجادشده در لوله ناشی از بار برشی و لنگر پیچشی برابر است با:

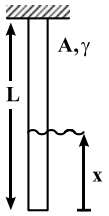


$$\tau_{max} = \tau_1 + \tau_2 = 2\frac{P}{A} + \frac{T}{2At} = 2\frac{P}{2\pi Rt} + \frac{PR}{2\pi Rt} = \frac{3}{2}\frac{P}{\pi Rt}$$

۳ــ گزینه «۳» تنش ایجادشده ناشی از حرارت در ورق مستطیلی مقید شده توسط تکیه‌گاه‌های صلب برابر است با:

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{A} = \frac{1-\nu}{E}(\sigma_x + \sigma_y) + 2\alpha\Delta T = 0 \Rightarrow \frac{1-0/2}{200 \times 10^3}(2\sigma) + 2 \times 9 \times 10^{-6} \times 50 = 0 \Rightarrow \sigma = 120\,MPa$$

۴ــ گزینه «۲» تنش در یک مقطع دلخواه از انتهای میله برابر است با:



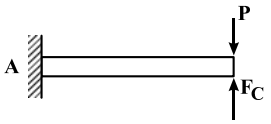
$$F = W = mg = \rho Vg = \rho Axg = \gamma Ax$$
$$\Rightarrow \frac{F}{A} = \sigma = \gamma x \Rightarrow B\sqrt{\varepsilon} = \gamma x$$

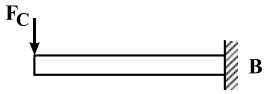
$$\Rightarrow B^{۲}\varepsilon = \gamma^{۲}x^{۲} \Rightarrow \varepsilon = \frac{\gamma^{۲}x^{۲}}{B^{۲}}$$

اما تغییر طول کل میله برابر است با:

$$\delta = \int \varepsilon dx = \int_{\circ}^{L} \frac{\gamma^{۲}x^{۲}}{B^{۲}} dx = \frac{\gamma^{۲}L^{۳}}{۳B^{۲}}$$

۵ـ گزینه «۱» دو تیر را جدا از یکدیگر در نظر گرفته و لنگر تکیه‌گاهی در آنها محاسبه می‌شود:





$$\begin{cases} M_A = (P - F_c)L \\ M_B = F_cL \end{cases}$$

خیز ایجادشده در انتهای تیر ناشی از نیروی متمرکز

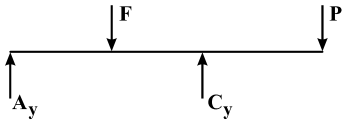
$$\begin{cases} y_c = \dfrac{(P - F_c)L^{۳}}{۳EI} & (۱) \\ y_c = \dfrac{F_cL^{۳}}{۳EI} & (۲) \end{cases}$$

$$(۱) = (۲) \Rightarrow F_c = \frac{P}{۲}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_A = \dfrac{P}{۲}L \\ M_B = \dfrac{P}{۲}L \end{cases}$$

$$\sum Fy = \circ \Rightarrow \begin{cases} A_y = \dfrac{P}{۲} \\ B_y = \dfrac{P}{۲} \end{cases}$$

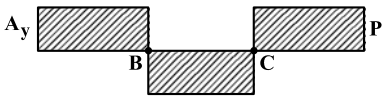
۶ـ گزینه «۱» در ابتدا با استفاده از معادلات تعادل، نیروهای تکیه‌گاهی محاسبه شده، سپس نمودار نیروی برشی و مقدار لنگر خمشی در طول تیر محاسبه و رسم می‌شود.



$$\sum M_A = \circ \Rightarrow -P \times ۳L + C_y \times ۲L - F \times L = \circ$$

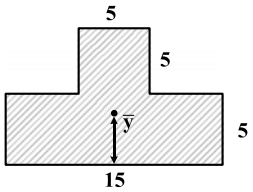
$$\Rightarrow C_y = \frac{۳}{۲}P + \frac{F}{۲}$$

$$\sum F_y = \circ \Rightarrow A_y = -\frac{P}{۲} + \frac{F}{۲}$$



$$\begin{cases} M_B = A_yL = (\dfrac{F}{۲} - \dfrac{P}{۲})L \\ M_C = PL \end{cases}$$

تغییرشکل ایجادشده در طول تیر برابر است با:



$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{A_۱y_۱ + A_۲y_۲}{A_۱ + A_۲}$$

$$\Rightarrow \bar{y} = \frac{۷۵ \times ۲/۵ + ۲۵ \times ۷/۵}{۷۵ + ۲۵} = ۳/۷۵\,cm$$

مقدار تنش خمشی در مقاطع B و C برابر است با:

$$\left.\begin{aligned} (\sigma_{max})_B &= \frac{M_BC_B}{I} \\ (\sigma_{max})_C &= \frac{M_CC_C}{I} \end{aligned}\right\} \Rightarrow (\sigma_{max})_B = (\sigma_{max})_C \Rightarrow M_BC_B = M_CC_C$$

$$\Rightarrow (F - P)\frac{L}{۲} \times (۱۰ - ۳/۷۵) = PL \times ۳/۷۵ \Rightarrow (F - P)۶/۲۵ = P \times ۷/۵ \Rightarrow \frac{F}{P} = \frac{۱۱}{۵}$$