

بخش اول: درک مطلب

■ در این بخش، چند متن به طور مجزا آمده است. هر یک از متن‌ها را به دقت بخوانید و پاسخ سؤالاتی 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)

بعد از ساخت اولین سلول مصنوعی، شاهد پیشرفت کوچک دیگری در زمینه ساخت ارگانیزم‌های مصنوعی هستیم: سیستم گوارش مصنوعی. توانایی اصلی این سیستم، می‌تواند کلیدی برای ساخت روبات‌های مستقل باشد. روبات‌هایی که بتوانند غذای خود را تامین و تغذیه کنند. [۱] در تلاش برای تولید چنین روبات‌هایی، محققان به استفاده از مواد انرژی‌زای آلی به عنوان منبع انرژی روی آوردند. روبات‌ها با داشتن سامانه قابل تغذیه خود قادر خواهند بود برای مدت طولانی‌تری بدون دخالت انسان کار کنند. چنین روبات‌هایی در گذشته نیز به نمایش درآمده‌اند؛ روبات‌هایی که می‌توانستند به کمک سلول‌های سوختی میکروبی یا MFC انرژی تولید کنند. هر چند تاکنون، هیچ‌کس روی راهی برای دفع زباله زیادی که این روبات‌ها بر جا می‌گذارند، کار نکرده است. [۲]

کریس مله‌ویش مدیر یک آزمایشگاه علوم روباتی می‌گوید؛ این روبات‌ها به یک سیستم گوارش مصنوعی احتیاج داشتند. او از سه سال پیش تاکنون به همراه گروه کاری‌اش روی این موضوع کار کرده است که در نتیجه موفق به ساخت روبات اکوبوت ۳ شده‌اند. [۳] مله‌ویش تاکید می‌کند که diarrhoea-bot روبات خیلی بهتری خواهد بود. البته این روبات هم زباله تولید خواهد کرد؛ اما اولین روباتی است که با سوخت آلی و بدون کمک انسان کار می‌کند. مدل‌های قدیمی‌تر اکوبوت نشان دادند که می‌توان نیروی کافی را برای انجام فعالیت‌های اولیه روبات و بعضی از رفتارهای پیچیده‌تر روبات، مانند حرکت به سمت منبع نور، تولید کرد. هر چند بعد از تغذیه روبات، کار تمیز کردن و جمع‌آوری فضولات توسط انسان انجام می‌شود. [۴]

با طراحی یک دستگاه گوارش در روبات، اکوبوت ۳ می‌تواند به مدت یک هفته به فعالیت خود بدون دخالت انسان ادامه دهد و بدون کمک، از آب و غذای مخصوص خود استفاده کند. اکوبوت مثل یک روبات حرف‌گوش‌کن، هر بیست و چهار ساعت یک بار، زباله‌اش را در یک سطل آشغال خالی می‌کند. [۵] یروپولوس می‌گوید راز این سیستم هاضمه، در استفاده از سیستم بازیابی متکی بر یک پمپ رولی است که با کمک نیروی جاذبه کار می‌کند. این سیستم مانند روده بزرگ انسان، حرکات موجی شکل همراه با فشاری در طول مجرا ایجاد می‌کند که باعث خارج شدن مواد زاید از آن می‌شود. [۶] در ابتدای فرآیند هضم، روبات با چسبیدن به یک تغذیه کننده، مواد غذایی لازم را به دست می‌آورد. با این کار، مقداری از محلول نیمه فرآوری شده مغذی وارد دهان روبات می‌شود و از آن‌جا بین چهل و هشت MFC مجزا در درون روبات پخش می‌شود. این مایع در واقع غذایی شامل مواد معدنی، نمک مخمرها و مواد مغذی دیگر است. هر چند این غذا ظاهر زشتی دارد و به ظاهر بدمزه است، اما برای باکتری‌های موجود در شکم روبات دلچسب‌ترین غذا است! [۷]

در قلب این فرآیند، یک واکنش اکسایش - کاهش قرار دارد که در دهلیز آند MFC روبات رخ می‌دهد. همین طور که باکتری مواد آلی را سوخت و ساز می‌کند، اتم‌های هیدروژن آزاد می‌شوند. الکترون‌های هیدروژن، به الکتروود مهاجرت کرده، جریان الکتریسیته تولید می‌کنند. به طور همزمان، یون‌های هیدروژن از لایه نازک مبادله پروتون عبور می‌کنند و وارد دهلیز کاتد سلول MFC که حاوی آب است، می‌شوند. در این‌جا اکسیژن حل شده در آب با پروتون‌ها ترکیب می‌شود و آب بیشتری تولید می‌کند. از آن‌جا که مایع همراه غذا به مرور بخار می‌شود، روبات باید به طور مرتب آب بنوشد که آن را از یک ورودی دیگر دریافت می‌کند. [۸]

سلول‌ها در دو ردیف بیست و چهار تایی قرار داشته و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نیروی جاذبه بتواند تمامی مواد هضم نشده باقی‌مانده را به سمت یک مخزن مرکزی باریک هدایت و در آن‌جا جمع‌آوری کند. محتویات به طور مرتب از درون این مخزن بازیافت و به مخزن تغذیه کننده روبات هدایت می‌شوند تا قبل از دفع شدن، حداکثر انرژی از آن به دست آید. [۹]

یروپولوس می‌گوید: دفع مواد زاید نه تنها از پر و مسدود شدن سلول‌ها جلوگیری می‌کند، بلکه هر گونه ماده اسیدی تولید شده در دستگاه گوارش روبات را که ممکن است باعث مسموم کردن باکتری‌ها شود، از بین می‌برد. آن‌طور که از شواهد برمی‌آید، با وجود فرآیند بازیافت، سلول‌های سوختی قادرند چیزی در حدود یک درصد انرژی شیمیایی موجود در غذایشان را استخراج کنند. بر پایه توضیحات یروپولوس، روبات در حال حاضر از قطعات موجود در بازار استفاده می‌کند، بنابراین استفاده از قطعات سفارش شده و تغییر شکل آن‌ها به نحوی که سطح تماس بیشتری داشته باشند تا باکتری‌ها بتوانند خود را به آن بچسبانند، می‌تواند موجب تولید انرژی به مراتب بیشتری شود. [۱۰]

قسمت اول: گرامر ۱

۱- گزینه «۳» محبوبیت «نظریه بازی» از زمان مطرح شدنش در اقتصاد متنوع بوده است.

توضیح گرامری: مبدأ زمان **since +** یکی از علائم زمان حال کامل است. زمان حال کامل بر انجام کار یا روی دادن حالتی دلالت می‌کند که از زمان گذشته شروع شده و تا زمان حال ادامه یافته است یا اثر آن تاکنون باقی مانده باشد. ساختار آن به صورت زیر است.

فاعل + have/has + p.p

He has lived here since childhood.

او در اینجا زندگی کرده است.

توضیح تست: از آنجا که **has varied** در این جمله نشان دهنده زمان حال کامل است، بنابراین جمله با گزینه (۳) که در آن واژه **since** به کار رفته کامل می‌شود.

گزینه (۴) نیز علاوه بر اینکه **from** در اینجا کاربرد ندارد، به دلیل استفاده از حرف اضافه نادرست **by** نادرست است.

۲- گزینه «۴» اگرچه تعاریف زیادی از معرفت‌شناسی وجود دارد، اما مقبول‌ترین تعریف احتمالاً متعلق به بریان مک ماهونتال است.

توضیح گرامری: قید عالی به صورت زیر ساخته می‌شود:

the + most + قید → the most widely

به این نکته توجه کنید که قبل از قید عالی باید حتماً از حرف تعریف **the** استفاده کنیم.

توضیح تست: **accepted** صفت است بنابراین باید از قید قبل از آن استفاده کرد. پس گزینه (۴) صحیح است.

The most widely accepted.

صفت قید حرف تعریف

۳- گزینه «۲» این بحث چون که ارزش‌هایی مثل آزادی و برابری را مطرح می‌کند، ممکن است هرگز قابل حل نباشد.

توضیح گرامری: **turning as it does** شکل دیگری از **since it turns** است، بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

۴- گزینه «۴» آزمایش‌ها معمولاً شامل مداخله برنامه‌ریزی‌شده‌ای هستند که غالباً «تداخل» نامیده می‌شود.

always, usually, sometimes, often,

توضیح گرامری: قیده‌های تکرار عبارتند از:

جای قیده‌های تکرار در جمله، قبل از فعل اصلی یا بعد از فعل کمکی یا **to be** است.

She had always assumed that Gabriel was a girl name.

او همیشه فکر می‌کرد که گابریل اسم دخترانه است.

فعل اصلی فعل کمکی

It is often difficult to translate poetry.

ترجمه شعر اغلب دشوار است.

to be فعل

پاسخ سؤالات متن (۱)

۱۰۱- گزینه «۱» در متن به این گزینه، در سطرهای اول و دوم به وضوح اشاره شده است. اما گزینه ۲ که می‌گوید (سلول مصنوعی کلیدی برای گوارش مصنوعی) به راحتی با توجه به مطالب سطر اول رد می‌شود، چون می‌گوید پس از ساخت سلول مصنوعی شاهد پیشرفت دیگری هستیم و صحبت از کلیدی بودن سلول مصنوعی برای روبات‌ها نشده است و گزینه‌های ۳ و ۴ به خودی خود رد می‌شوند، چون سیستم گوارش مصنوعی براساس سطر ۵ فقط کلیدی برای ساخت روبات‌های مستقل است نه اینکه روبات‌ها ساخته شده باشد و حالا نگران سیستم گوارشی آن باشیم.

۱۰۲- گزینه «۳» به پاراگراف چهارم دقت کنید آنجا که مله‌ویش راجع به روبات diarrhoea – bot حرف می‌زند. بررسی گزینه ۱: براساس سطر ۱ در پاراگراف ۴ این گزینه نمی‌تواند صحیح باشد. هیچ جای دیگری گفته نشده است که اکوبوت ۳ زباله بیشتری بر جای می‌گذارد.

بررسی گزینه ۲: در سطر ۳ پاراگراف (۲) گفته شده است که MFC راهی برای تولید انرژی است و به خصوص که راجع به اولین MFC صحبت شده است و تا آخر پاراگراف ۹ در رابطه با بدست آمدن انرژی توضیح می‌دهد. بنابراین این گزینه غلط است. بررسی گزینه ۴: با توجه به پاراگراف ۲ سطر ۲ و ۳ این گزینه نیز صحیح نیست.

۱۰۳- گزینه «۴» چون تقریباً تمام انرژی حاصل از سوخت مصرف می‌شود و مواد زائد برای زیست محیطی ندارد و حتی آب اضافی هم به چرخه‌ی مصرف روبات بازگردانده می‌شود.

۱۰۴- گزینه «۴» I صحیح نمی‌باشد چون در پاراگراف ۸ سطر ۱ می‌گوید در قلب این فرآیند، اما عبارت I می‌گوید؛ در قلب MFC روبات، که صحیح نیست چون روبات قلب ندارد.

عبارت گزینه II در پاراگراف ۹ اشاره شده است و صحیح است و عبارت III در پاراگراف ۶ اشاره شده است و صحیح است پس گزینه ۴ که II و III را صحیح می‌داند، گزینه مناسب است.

۱۰۵- گزینه «۱» در پاراگراف ۷ به خصوص در سطر آخر توضیح کامل داده شده است. بررسی گزینه ۲: پاراگراف ۶ اشاره می‌کند که سیستم گوارش روبات ۲ به کمک نیروی جاذبه کار می‌کند نه صرفاً با نیروی جاذبه پس گزینه ۲ صحیح نمی‌باشد.

بررسی گزینه ۳: پاراگراف ۸ می‌گوید، آب اضافه تولید می‌شود اما در هیچ قسمتی گفته نشده است که بخشی از آن جذب و بخش دیگری دفع می‌شود. بررسی گزینه ۴: پاراگراف ۱۱، ۱۲ و ۱۳ به عقیده رابرت فینکل اشتاین در این مورد اشاره می‌کند، اما در پاراگراف ۱۳ نظر نویسنده یکی از مزیت‌های MFC را توضیح می‌دهد. پس این گزینه هم صحیح نمی‌باشد. در واقع اشتاین از فناوری MFC انتقاد می‌کند و آن را بی‌فایده می‌داند و در پاراگراف دیگر EATR را که به جای خوردن یا هضم کردن مواد انرژی‌زای آلی انرژی خود را از سوزاندن آن به دست می‌آورد، برجسته می‌سازد.

پاسخ سؤالات متن (۲)

۱۰۶- گزینه «۲» چون گزینه (۱) می‌گوید هدف اصلی نویسنده اشاره به کاستی‌های گروه آپرا است در حالی که ما می‌بینیم که همه تلاش‌ها اعم از مثبت و منفی را راجع به گروه آپرا توضیح می‌دهد پس تنها نمی‌خواهد کاستی‌های آنها را نشان بدهد.

گزینه (۳) می‌گوید بر شمردن دانشمندانی که بر علیه انیشتن موضع گرفته‌اند، که این طور نیست. فقط گروه آپرا و با این مورد خاص مورد بررسی قرار گرفته است.

گزینه (۴) هرچند در پاراگراف ۷ دیدگاه‌های مختلف بیان شده است اما به خصوص در سطور آخر به نظر می‌رسد که دانشمندان با بی‌طرفی به این آزمایشات می‌نگرند و قصدشان فقط تقابل نیست. در سطر ۳۶ می‌گوید دانشمندان همیشه خودنسرده و بی‌طرف تلاش می‌کنند و یا در سطر ۳۷ می‌گوید (اگر نتایج آزمایش‌های اخیر تأیید شود) پس منتظر تأیید هم هستند و نه فقط تقابل با آن.

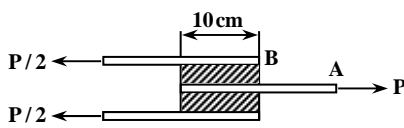
سوالات مهندسی عمران - زلزله

۱- یک مقطع جدار نازک نیم دایره‌ای شکل به ضخامت $t = 1\text{ cm}$ و شعاع متوسط $R = 20\text{ cm}$ تحت لنگر پیچشی $T = 1/2\text{ kN.m}$ قرار دارد. حداکثر تنش برشی ایجاد شده در مقطع بر حسب مگاپاسکال به کدام گزینه نزدیک تر است؟

- (۱) $\frac{45}{\pi}$ (۲) $\frac{30}{\pi}$ (۳) $\frac{90}{\pi}$ (۴) $\frac{180}{\pi}$

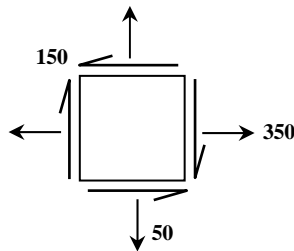
۲- دو لایه لاستیکی به ابعاد $10 \times 10 \times 2\text{ cm}$ به سه ورق فولادی صلب متصل شده‌اند. ورق‌های فولادی مطابق شکل بارگذاری شده‌اند. اگر $P = 1\text{ kN}$ باشد، میزان تغییر مکان افقی نقطه A نسبت به B چند سانتی‌متر است؟ ضخامت عمود بر صفحه 10 cm و مدول الاستیسیته و ضریب پواسون لاستیک

به ترتیب $\frac{N}{m^2} = 3 \times 10^6$ و $\nu = 0.5$ است.



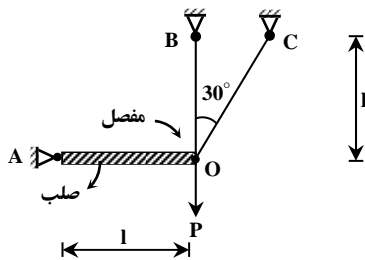
- (۱) 0.05
 (۲) 0.1
 (۳) 0.15
 (۴) 0.2

۳- وضعیت تنش در یک نقطه از جسمی به صورت مقابل است (واحد تنش‌ها MPa). وضعیت اصلی تنش نسبت به وضعیت نشان داده شده با دوران درجه در جهت حاصل می‌شود.



- (۱) 22.5 پاد ساعتگرد
 (۲) 45 - ساعتگرد
 (۳) 45 + پاد ساعتگرد
 (۴) 67.5 + پاد ساعتگرد

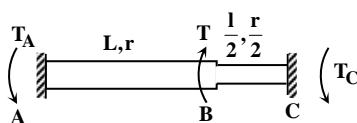
۴- در سازه شکل مقابل نسبت نیروی میله BO به نیروی میله CO چقدر است؟ میله‌های BO و CO از یک جنس و دارای سطح مقطع یکسانند.



- (۱) $\frac{4}{3}$
 (۲) $\frac{5}{3}$
 (۳) 2
 (۴) 4

۵- دو میله هم‌جنس با مقطع دایره که طول و شعاع مقطع آنها روی شکل مشخص شده است به هم‌دیگر جوش داده شده‌اند و به صورت گیردار به

نقاط A و B متصل گردیده‌اند. اگر مجموعه در نقطه B توسط لنگر پیچشی T بارگذاری شود، نسبت عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی $\frac{T_A}{T_C}$ چقدر است؟



- (۱) 1
 (۲) 2
 (۳) 4
 (۴) 8

پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

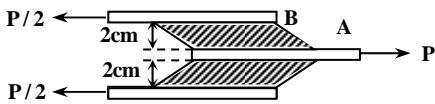
۱- گزینه «۴» حداکثر تنش برشی ایجاد شده ناشی از لنگر پیچشی در مقاطع جدار نازک باز، توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\tau_{\max} = \frac{T}{c_1 ab^2}$$

در رابطه فوق، a برابر محیط مقطع و b برابر ضخامت مقطع است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} a &= \pi R = \pi(200) = 200\pi \text{ mm} \\ b &= t = 10 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{a}{b} > 10 \Rightarrow c_1 = \frac{1}{3}$$

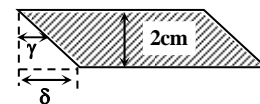
$$(1) \Rightarrow \tau_{\max} = \frac{1/2 \times 10^6 \text{ N.mm}}{\frac{1}{3} \times (200\pi \text{ mm}) \times (10^2 \text{ mm}^2)} = \frac{1/2 \times 10^2}{\frac{2}{3} \pi} = \frac{180}{\pi}$$



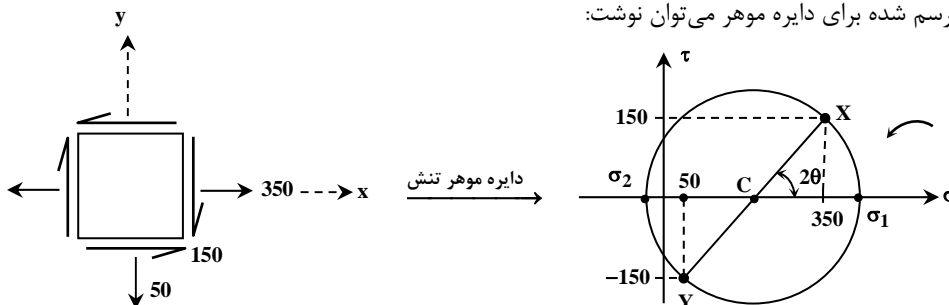
۲- گزینه «۲» پس از اعمال نیروی P وضعیت صفحات و لایه‌های لاستیکی به صورت زیر خواهد بود:

همان‌طور که از شکل مشخص است، مقدار تغییر مکان افقی نقطه A نسبت به نقطه B برابر δ بوده که همان جابه‌جایی افقی سطح تحتانی لایه لاستیکی نسبت به سطح فوقانی آن است.

$$\tau = G\gamma \xrightarrow{\text{tg}\gamma \approx \gamma} \frac{P}{2A} = \frac{E}{2(1+\nu)} \times \text{tg}\gamma \xrightarrow{\text{tg}\gamma = \frac{\delta}{0.02}} \Rightarrow \frac{10000 \text{ N}}{2[0.1 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}]} = \frac{3 \times 10^6 \text{ N}}{2 \text{ m}^2} \times \frac{\delta}{0.02} \Rightarrow \delta = 0.001 \text{ m} = 0.1 \text{ cm}$$



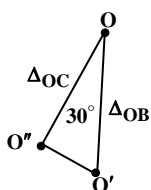
۳- گزینه «۴» طبق شکل رسم شده برای دایره موهر می‌توان نوشت:



$$\text{tg} 2\theta = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}} = \frac{2 \times 150}{350 - 50} = 1 \Rightarrow 2\theta = 45^\circ \rightarrow \theta = 22.5^\circ$$

اگر المان در وضعیت جاری به اندازه 22.5° ساعتگرد دوران کند یا آن که به اندازه 67.5° پادساعتگرد دوران کند، قطر XY در دایره موهر بر قطر متناظر با تنش‌های اصلی منطبق خواهد شد.

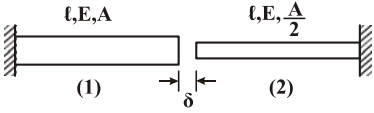
۴- گزینه «۱» مقطع O در میله‌های OB و OC برابر است. از طرفی دو میله مذکور مانند دو فنر رفتار می‌کنند که در انتها دارای خیز برابر هستند، بنابراین می‌توانیم آنها را دو فنر موازی در نظر بگیریم. اما نیروی تحمل شده توسط هر فنر از مجموعه فنرهای موازی، متناسب با سختی آن فنر است. به دلیل وجود میله صلب افقی، جابه‌جایی مفصل O در راستای قائم است. بنابراین رابطه بین تغییرات طول میله‌های OB و OC را می‌توانیم توسط شکل زیر تعیین کنیم.



$$\frac{F_{OB}}{F_{OC}} = \frac{K_{OB} \Delta_{OB}}{K_{OC} \Delta_{OC}} = \frac{\frac{AE}{1} \times \Delta_{OB}}{\frac{AE}{1} \times \Delta_{OC} \cos 30^\circ} \Rightarrow \frac{F_{OB}}{F_{OC}} = \frac{1}{\cos^2 30^\circ} = \frac{4}{3}$$

سوالات مهندسی عمران - زلزله

۱- میله‌های هم محور نشان داده شده در شکل زیر مفروض است. اگر انتهای آزاد آنها را که به میزان δ از هم فاصله دارند به یکدیگر متصل نماییم، نیروی محوری ایجاد شده در میله (۲) چقدر است؟



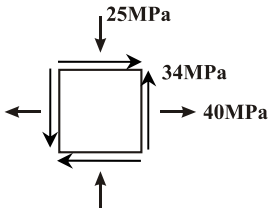
(۲) $\frac{EA\delta}{l}$

(۱) $\frac{EA\delta}{3l}$

(۴) $\frac{2EA\delta}{3l}$

(۳) $\frac{EA\delta}{2l}$

۲- اگر مختصات طولی مرکز دایره مور، متناظر با وضعیت تنش نشان داده شده x و شعاع دایره R باشد، نسبت $\frac{R}{x}$ چقدر است؟



(۱) $1/0.71$

(۲) $1/6.78$

(۳) $4/6.42$

(۴) $6/2.71$

۳- میله‌ای با مقطع دایره‌ای، به طول $2m$ و شعاع مقطع $5cm$ مفروض است. حداکثر چند رادیان می‌توان میله را پیچاند، تا به نقطه تسلیم نرسد؟

تنش مجاز برشی $\tau_a = 1000 \frac{kg}{cm^2}$ ، مدول ارتجاعی $E = 2 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$ و ضریب پواسون $\nu = 0.25$ است.

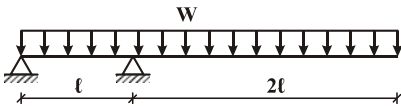
(۴) 0.05

(۳) 0.04

(۲) 0.025

(۱) 0.02

۴- تیری با مقطع مستطیلی، به عرض b و ارتفاع h مطابق شکل زیر تحت بار گسترده W قرار دارد. حداکثر تنش برشی در تیر کدام است؟



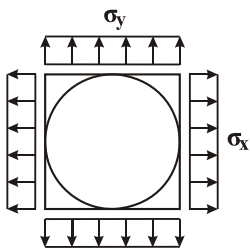
(۲) $3 \frac{Wl}{bh}$

(۱) $2/5 \frac{Wl}{bh}$

(۴) $6/75 \frac{Wl}{bh}$

(۳) $3/75 \frac{Wl}{bh}$

۵- صفحه‌ای نازک و مربع شکل به ابعاد $100mm \times 100mm$ مفروض است. دایره‌ای به قطر $100mm$ روی صفحه ترسیم شده است (دایره محاطی). اضلاع قائم و افقی صفحه به ترتیب تحت تنش‌های کششی $\sigma_x = 80 \times 10^6 MPa$ و $\sigma_y = 40 \times 10^6 MPa$ قرار می‌گیرند. اندازه قطر بزرگ‌تر بیضی حاصل از تغییر شکل دایره چند میلی‌متر است؟ مدول ارتجاعی $E = 60 \times 10^9 GPa$ و ضریب پواسون $\nu = 0.25$ است.



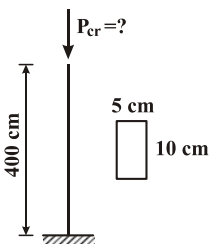
(۱) $100/0.33$

(۲) $100/0.67$

(۳) $100/1.17$

(۴) $100/1.33$

۶- بار بحرانی ستون روبه‌رو، چند تن است؟ مدول ارتجاعی $E = 2 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$ است.



(۱) $3/21$

(۲) $12/85$

(۳) $26/23$

(۴) $51/40$

پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

۱- گزینه «۱» اگر نیروی محوری F به دو میله اعمال کنیم تا دو سر میله به هم برسد، آن گاه مقدار این نیرو توسط رابطه زیر محاسبه می شود:



$$\delta = \frac{Fl}{AE} + \frac{Fl}{\frac{A}{2}E} = \frac{Fl}{AE} + \frac{2Fl}{AE} = \frac{3Fl}{AE} \Rightarrow F = \frac{AE\delta}{3l}$$

۲- گزینه «۴» مقدار X با توجه به نمودار دایره مور، برابر با میانگین تنش‌های نرمال اصلی $(\sigma_{xx}, \sigma_{yy})$ می باشد. با توجه به روابط مربوط به دایره مور خواهیم داشت:

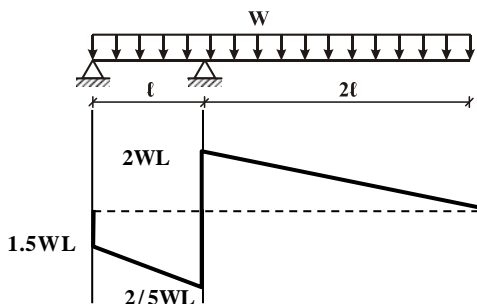
$$\frac{R}{X} = \frac{R}{\sigma_{ave}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}}{\frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{40 - (-25)}{2}\right)^2 + 34^2}}{\frac{40 + (-25)}{2}} = 6/271$$

۳- گزینه «۴» با توجه به روابط زیر می توان مقدار حداکثر زاویه پیچش در محدوده ارتجاعی را به دست آورد:

$$\left. \begin{aligned} \phi &= \frac{TL}{GJ} \\ \tau_{max} = \tau_a &= \frac{TR}{J} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\phi}{\tau_a} = \frac{\frac{TL}{GJ}}{\frac{TR}{J}} = \frac{L}{RG} = \frac{200 \text{ cm}}{\Delta \text{ cm} \times \frac{2 \times 10^6 \text{ kg}}{2 \times (1 + 0/25) \text{ cm}^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\phi}{\tau_a} = \frac{200}{5 \times \frac{10^6}{1/25}} = 5 \times 10^{-5} \Rightarrow \phi = \tau_a \times 5 \times 10^{-5} \Rightarrow \phi = 5 \times 10^{-2} = 0/05 \text{ rad}$$

۴- گزینه «۳» ابتدا عکس العمل‌های تکیه گاهی را بدست می آوریم و سپس با رسم دیاگرام برش مقدار حداکثر برش را مشخص می کنیم.



$$\sum M_A = 0$$

$$W \times 3d \times \frac{3d}{2} - R_B \times d = 0 \Rightarrow R_B = 4/5 WL \uparrow$$

$$\sum dy = 0$$

$$-3Wd + 4/5 WL + R_A = 0 \Rightarrow R_A = 1/5 WL \downarrow$$

با توجه به نمودار حداکثر مقدار برشی $2/5 WL$ است. می دانیم برش حداکثر در مقاطع مستطیل شکل $(\frac{3}{2} \frac{V}{A})$ می باشد.

$$\frac{3}{2} \times \frac{2/5 WL}{b \times h} = \frac{15}{4} \frac{WL}{bh} = 3/75 \frac{WL}{bh}$$

۵- گزینه «۳» به دلیل این که $\sigma_x > \sigma_y$ است، بنابراین قطر بزرگ تر بیضی در راستای محور X می باشد. اگر قطر اولیه بیضی در راستای محور X برابر d_x و قطر ثانویه بیضی در همان راستا برابر d'_x باشد، آن گاه می توان نوشت:

$$d'_x = d_x + \Delta d_x \Rightarrow d'_x = d_x + \epsilon_x d_x = d_x (1 + \epsilon_x)$$

$$\Rightarrow d'_x = d_x \left(1 + \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]\right) \Rightarrow d'_x = 100 \left(1 + \frac{1}{60 \times 10^9} [80 \times 10^6 - 0/25(40 \times 10^6)]\right)$$

$$\Rightarrow d'_x = 100 \left(1 + \frac{1}{60 \times 10^9} \times 70 \times 10^6\right) = 100 \left(1 + \frac{7}{6000}\right) = 100/117 \text{ mm}$$

۶- گزینه «۱» ستون، یک سر گیردار - یک سر آزاد است. بنابراین بار بحرانی آن برابر است با:

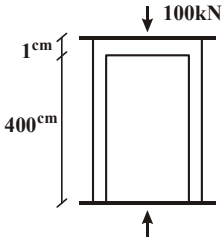
$$P_{cr.} = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6 \times \frac{1}{12} \times 10 \times 5^3}{4 \times 400^2} \Rightarrow P_{cr.} = 3213 \text{ kg} \approx 3/21 \text{ ton}$$

نکته: در محاسبه بار بحرانی باید دقت شود که ممان اینرسی نسبت به محور ضعیف محاسبه شود.

سؤالات مهندسی عمران - زلزله

۱- دو استوانه توخالی به وسیله دوفک (صفحات صلب) در یک جک تحت اثر نیروی فشاری ۱۰۰ کیلونیوتن قرار می‌گیرند. اگر ارتفاع استوانه بیرونی ۱ سانتی‌متر از ارتفاع استوانه داخلی بیشتر باشد، نیروی وارد بر استوانه داخلی و استوانه خارجی به ترتیب از راست به چپ بر حسب kN چقدر می‌باشند؟

(سطح مقطع هر کدام از استوانه‌ها 1cm^2 و $E = 2 \times 10^7 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$)



(۱) ۱۰۰،۰۰

(۲) ۷۵،۲۵

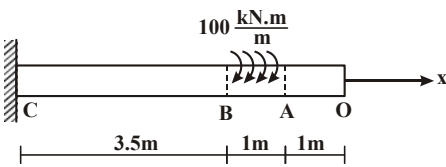
(۳) ۵۰،۵۰

(۴) ۲۵،۷۵

۲- یک شفت با قطر خارجی 20mm تحت یک لنگر پیچشی یکنواخت به مقدار $100 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$ مؤثر در روی قسمت AB در شکل مفروض است.

اندازه‌ی دو کمیت زیر کدام است؟ ($G = 80 \times 10^9 \text{ Pa}$)

ماکزیمم تنش برشی τ_{max} بر حسب $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ ، ϕ زاویه‌ی چرخش «O» نسبت به «C» بر حسب رادیان



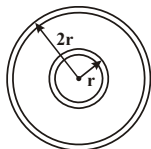
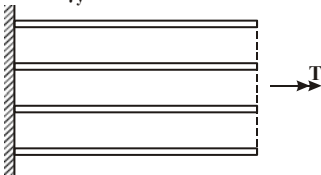
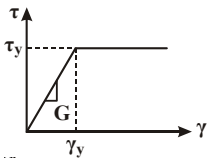
(۱) $\phi = 418/3$ و $\tau_{\text{max}} = 63 \times 10^9$

(۲) $\phi = 318/3$ و $\tau_{\text{max}} = 43 \times 10^9$

(۳) $\phi = 418/3$ و $\tau_{\text{max}} = 43 \times 10^9$

(۴) $\phi = 318/3$ و $\tau_{\text{max}} = 63 \times 10^9$

۳- مجموعه نشان داده شده از دو لوله جدار نازک هم‌مرکز تشکیل شده که در یک انتها توسط دیسک صلب به یکدیگر متصل شده‌اند به طوری که میزان زاویه پیچش در هر دو یکسان است و از طرف دیگر تحت کوبل پیچشی T قرار می‌گیرند. هرگاه ضخامت لوله‌ها ثابت t و طول مجموعه L فرض شود و مصالح در هر دو لوله الاستوپلاستیک در نظر گرفته شود و G مدول برشی و τ_y تنش برشی تسلیم باشند. T_y و ϕ_y در مجموعه که متناظر با رخداد اولین تسلیم باشد، کدام می‌باشند؟



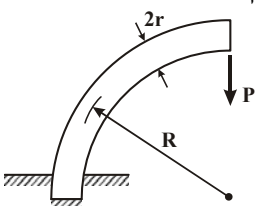
(۱) $T_y = 9\pi r^2 \tau_y$ و $\phi_y = \frac{L}{r} \frac{\tau_y}{G}$

(۲) $T_y = 12\pi r^2 \tau_y$ و $\phi_y = \frac{L}{2r} \frac{\tau_y}{G}$

(۳) $T_y = 9\pi r^2 \tau_y$ و $\phi_y = \frac{L}{2r} \frac{\tau_y}{G}$

(۴) $T_y = 12\pi r^2 \tau_y$ و $\phi_y = \frac{L}{r} \frac{\tau_y}{G}$

۴- یک میله الاستیک به شعاع r (مقطع دایره‌ای) به شکل یک ربع دایره به شعاع R مطابق شکل خم شده و تحت بار قائم P قرار می‌گیرد. نسبت تغییر مکان قائم نقطه اثر بار (لبه آزاد جسم) ناشی از نیروی محوری ایجاد شده در میله به لنگر خمشی ایجاد شده در آن کدام است؟



(۱) $\frac{2r^2}{R^2}$

(۲) $\frac{r^2}{R^2}$

(۳) $\frac{4r^2}{R^2}$

(۴) $\frac{1}{4} \frac{r^2}{R^2}$

پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

۱- گزینه «۲» اگر کاهش ارتفاع استوانه توخالی برابر δ_1 و کاهش ارتفاع استوانه خارجی برابر δ_2 باشد، می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} \delta_2 &= \delta_1 + 1 \quad (1) \\ F_1 + F_2 &= 100 \text{ kN} \quad (2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F_2 L_2}{AE} = \frac{F_1 L_1}{AE} + 1 \Rightarrow \frac{F_2 \times 401}{1 \times 2 \times 10^6} = \frac{F_1 \times 400}{1 \times 2 \times 10^6} + 1$$

$$\Rightarrow 401 F_2 = 400(100 \times 10^3 - F_2) + 2 \times 10^6 \Rightarrow 801 F_2 = 4 \times 10^6 + 2 \times 10^6 = 6 \times 10^6$$

$$\Rightarrow F_2 = 74906 \text{ N} \approx 75 \text{ kN} \xrightarrow{(2)} F_1 = 100 - F_2 = 100 - 75 = 25 \text{ kN}$$

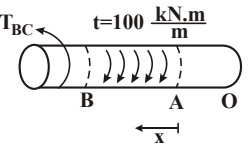
۲- گزینه «۴» بیشترین لنگر پیچشی در بخش BC شفت ایجاد شده که مقدار آن برابر است با:

$$T_{BC} = 100 \times 1 = 100 \text{ kN.m} = 10^5 \text{ N.m}$$

از طرفی حداکثر تنش برشی در قسمت BC برابر است با:

$$\tau_{\max} = \frac{TR}{J} = \frac{16 T_{BC}}{\pi d^3} = \frac{16 \times 10^5}{\pi \times 0.02^3} = 63/66 \times 10^9 \text{ pa}$$

همچنین زاویه پیچش مقطع O نسبت به تکیه‌گاه C برابر است با:



$$\phi_O = \phi_{\frac{O}{A}} + \phi_{\frac{A}{B}} + \phi_{\frac{B}{C}} = 0 + \int_0^1 \frac{T dx}{GJ} + \frac{T_{BC} L_{BC}}{GJ}$$

$$\Rightarrow \phi_O = \int_0^1 \frac{t x dx}{GJ} + \frac{10^5 \times 3/5}{GJ} = \frac{1}{GJ} \left[\int_0^1 10^5 dx + 3/5 \times 10^5 \right]$$

$$\Rightarrow \phi_O = \frac{1}{80 \times 10^9 \times \frac{\pi}{32} (0.02)^3} \left[10^5 \times \frac{1}{2} + 3/5 \times 10^5 \right] = 318/3 \text{ rad}$$

۳- گزینه «۳» مقدار لنگر پیچشی لازم برای شروع تسلیم در لوله جدار نازک توسط رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\tau_y = \frac{T_y R}{J} \Rightarrow T_y = \frac{J}{R} \tau_y \quad (1)$$

$$J = 2\pi(r_2)^3 t + 2\pi r_1^3 t = 18\pi r^3 t \quad (2)$$

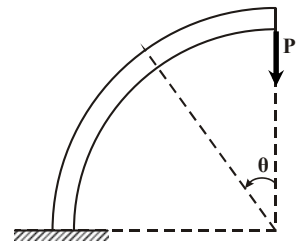
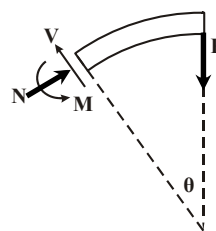
$$(1), (2) \Rightarrow T_y = \frac{18\pi r^3 t}{r} \tau_y \Rightarrow T_y = 9\pi r^2 t \tau_y \quad (3)$$

$$\phi_y = \frac{T_y L}{GJ} \xrightarrow{(1)} \phi_y = \frac{J}{R} \frac{\tau_y L}{GJ} \Rightarrow \phi_y = \frac{\tau_y L}{RG} \Rightarrow \phi_y = \frac{\tau_y L}{2rG}$$

اما زاویه‌ی پیچش آغاز تسلیم ϕ_y برابر است با:

۴- گزینه «۴» در یک زاویه θ دلخواه میله الاستیک برش زده شده و نیروی محوری و لنگر خمشی در مقطع برش خورده نمایش داده می‌شود. سپس با نوشتن معادلات تعادل، نیروی محوری N و لنگر خمشی M محاسبه می‌شود.

$$\left\{ \begin{aligned} \sum F_x = 0 &\Rightarrow -V \sin \theta + N \cos \theta = 0 & (1) \\ \sum F_y = 0 &\Rightarrow -P + V \cos \theta + N \sin \theta = 0 & (2) \\ \sum M_z = 0 &\Rightarrow M = PR \sin \theta & (3) \end{aligned} \right.$$

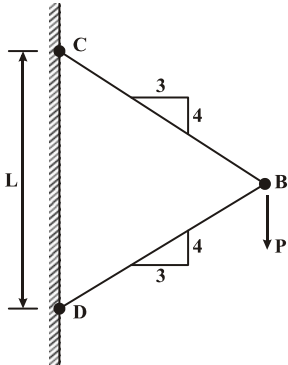


$$(1), (2) \Rightarrow -P + V \cos \theta + N \sin \theta = 0$$

$$\Rightarrow -P + N \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \times \cos \theta + N \sin \theta = 0 \Rightarrow \frac{N}{\sin \theta} = P \Rightarrow N = P \sin \theta$$

سوالات مهندسی عمران - زلزله

۱- نیروی P در نقطه B بر دو میله با سطح مقطع یکنواخت و برابر A وارد می شود. تغییر مکان عمودی نقطه B کدام است؟ (E مدول ارتجاعی میله ها می باشد).



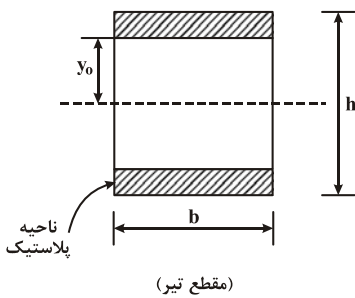
(۱) $\frac{PL}{AE} \times \frac{1}{83}$

(۲) $\frac{PL}{AE} \times \frac{1}{73}$

(۳) $\frac{PL}{AE} \times \frac{1}{36}$

(۴) $\frac{PL}{AE} \times \frac{1}{4}$

۲- اگر بخشی از مقطع یک تیر تحت اثر ممان خمشی پلاستیک شده و رفتار ماده مورد مصرف، الاستیک کاملاً پلاستیک و تنش تسلیم آن برابر σ_y باشد، ممان وارده در این مقطع تیر کدام است؟



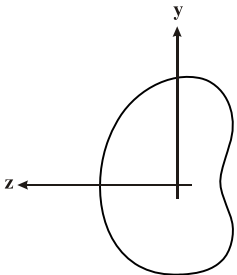
(۱) $\sigma_y b \frac{h^2}{4}$

(۲) $\sigma_y b \frac{h^2}{6}$

(۳) $\sigma_y b \left(\frac{h^2}{4} - \frac{y_0^2}{3} \right)$

(۴) $\sigma_y b \left(\frac{h^2}{6} - \frac{y_0^2}{4} \right)$

۳- شرط لازم برای اینکه معادله اساسی خمشی $\sigma = \frac{-My}{I}$ برای یک مقطع نامتقارن تحت ممان خمشی $M = M_z$ مطابق شکل برقرار باشد چه است؟



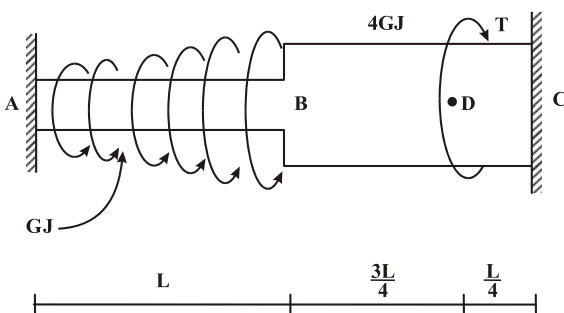
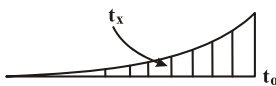
(۱) ممان خمشی M_y و یا حاصل ضرب اینرسی I_{yz} برابر صفر باشد.

(۲) حاصل ضرب اینرسی I_{yz} مخالف صفر باشد.

(۳) ممان خمشی M_y مخالف صفر باشد.

(۴) هیچ گونه شرطی نیاز نمی باشد.

۴- عضو ABC تحت بارگذاری پیچشی مطابق شکل قرار می گیرد. مقدار T را طوری تعیین کنید که عکس العمل A صفر شود؟



(۱) $\frac{Lt_0}{3}$

(۲) $\frac{2Lt_0}{3}$

(۳) $\frac{Lt_0}{4}$

(۴) $\frac{Lt_0}{5}$

$t_x = \left(\frac{x}{L}\right)^2 t_0$

پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

۱- هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. برای تعیین خیز عمودی مفصل B می‌توان از روش انرژی و قضیه کاستی گیلیانو استفاده کرد. با استفاده از قانون مفصل B نیروی داخلی در اعضای BC و BD به دست می‌آیند.

$$F_{BC} = F_{BD} = \frac{P}{2 \sin \Delta\theta} = \frac{P}{2 \times \frac{4}{5}} = \frac{\Delta P}{4}$$

$$U = \frac{F_{BC} L_{BC}}{2AE} + \frac{F_{BD} L_{BD}}{2AE} = \frac{F_{BC} L_{BC}}{AE} \Rightarrow y_B = \frac{\partial U}{\partial P} = \frac{2 F_{BC} L_{BC}}{AE} \times \frac{\partial F_{BC}}{\partial P}$$

$$\Rightarrow y_B = \frac{2 \times \frac{\Delta P}{4} \times \frac{\Delta L}{4}}{AE} \times \frac{\Delta}{4} = \frac{125}{256} \frac{PL}{AE} = 0.488 \frac{PL}{AE}$$

۲- گزینه «۳» ممان خمشی در ناحیه الاستیک - پلاستیک برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{3}{2} M_y \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{y}{c}\right)^2\right) \\ \sigma_y &= \frac{M_y C}{I} = \frac{\epsilon M_y}{bh^2} \Rightarrow M_y = \frac{1}{\epsilon} \sigma_y bh^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow M = \frac{3}{2} \times \frac{1}{\epsilon} \sigma_y bh^2 \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{2y}{h}\right)^2\right) = \frac{1}{\epsilon} \sigma_y b \left(h^2 - \frac{4}{3} y^2\right)$$

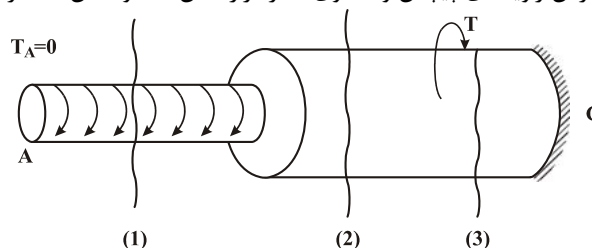
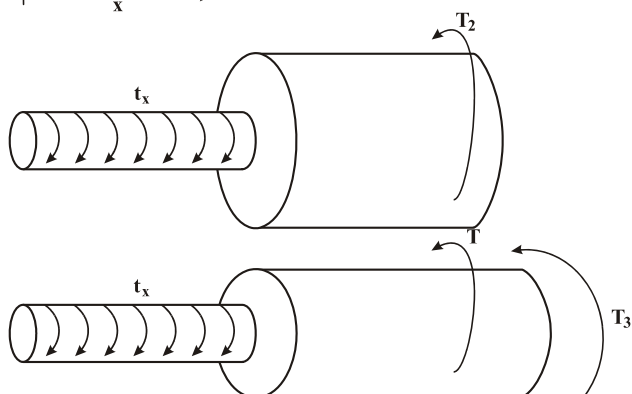
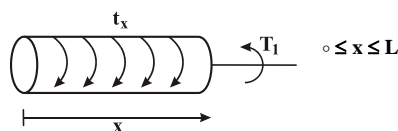
$$\Rightarrow M = \sigma_y b \left(\frac{h^2}{\epsilon} - \frac{4}{3} y^2\right)$$

۳- گزینه «۱» مقدار تنش ناشی از خمش در یک تیر با مقطع نامتقارن با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_x = \frac{(-M_y I_{yz} - M_z I_y) y + (M_y I_z + M_z I_{yz}) z}{I_y I_z - I_{yz}^2}$$

برای آن که رابطه‌ی بالا به رابطه‌ی $\sigma_x = -\frac{M_z y}{I_z}$ تقلیل یابد ممان خمشی M_y و حاصل ضرب I_{yz} برابر صفر باشد.

۴- هیچ یک از گزینه‌ها صحیح نیست. مطابق شکل در هر بخش برش جداگانه زده و لنگر پیچشی داخلی در هر مقطع محاسبه می‌شود، سپس با جمع کردن زاویه‌های پیچش و مساوی صفر قرار دادن مجموعه آن‌ها لنگر پیچشی T تعیین می‌شود.



$$T_1 = \int_0^x t_x dx = \int_0^x \left(\frac{x}{L}\right)^2 t_0 dx = \frac{t_0}{3L^2} x^3$$

$$T_2 = \int_0^L t_x dx = \int_0^L \left(\frac{x}{L}\right)^2 t_0 dx = \frac{t_0 L}{3}$$

$$T_2 = \frac{t_0 L}{3} - T$$

سوالات مهندسی عمران - زلزله

ریاضیات

- ۱- اگر Z ریشه پنجم واحد اصلی باشد، در این صورت حاصل عبارت مقابل کدام است؟
 (۱) -۲ (۲) -۱ (۳) ۲ (۴) ۰
- ۲- معادله $3^x + 4^x = 5^x$ دقیقاً چند جواب حقیقی دارد؟
 (۱) دو (۲) یک (۳) چهار (۴) سه
- ۳- اگر مساحت ناحیه محدود بین منحنی‌های $y = x^2 - c^2$ و $y = c^2 - x^2$ برابر ۷۲ باشد، مقدار c کدام است؟ ($c > 0$)
 (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۶ (۴) ۵
- ۴- مقدار حد $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^3(1^4 + 2^4 + \dots + n^4)}{1^7 + 2^7 + \dots + n^7}$ کدام است؟
 (۱) $\frac{7}{4}$ (۲) $\frac{1}{5}$ (۳) ۱ (۴) ۲
- ۵- تابع f ، یک متغیره و همه‌جا مشتق‌پذیر است، اگر $z = f\left(\frac{x^2 + y^2}{xy}\right)$ باشد، مقدار $(x+1)z_x + (y+1)z_y$ در $(x, y) = (2, 1)$ کدام است؟
 (۱) $-\frac{3}{4}f'\left(\frac{5}{2}\right)$ (۲) $-\frac{3}{2}f'\left(\frac{5}{2}\right)$ (۳) $\frac{3}{4}f'\left(\frac{5}{2}\right)$ (۴) $\frac{3}{2}f'\left(\frac{5}{2}\right)$
- ۶- منحنی C از $(0, 0)$ شروع شده بر محور x به $(2, 0)$ می‌رسد و سپس روی خطی موازی محور y ها به $(2, 4)$ می‌رود و نهایتاً بر خطی موازی محور x ها به $(0, 4)$ می‌رسد. اگر $F(x, y) = (\cos x \sin y, xy + \sin x \cos y + 1)$ باشد، مقدار انتگرال F بر منحنی C کدام است؟
 (۱) ۰ (۲) -۴ (۳) ۲۰ (۴) ۱۶
- ۷- حجم ناحیه درون $(x+y-z)^2 + (y-z)^2 + z^2 = 1$ کدام است؟
 (۱) $\frac{15\pi}{2}$ (۲) $\frac{17\pi}{2}$ (۳) 8π (۴) 9π
- ۸- اگر S سطح روی کره $2 = (x-1)^2 + (y-2)^2 + (z-3)^2$ باشد، مقدار شار گذرنده از سطح S توسط $F = (2x, 2y + z^2 + 1, z + y^2)$ کدام است؟
 (۱) $(15\pi)\sqrt{2}$ (۲) $(14\pi)\sqrt{2}$ (۳) $(17\pi)\sqrt{2}$ (۴) $(16\pi)\sqrt{2}$
- ۹- جواب معادله دیفرانسیل $xy'y'' + \frac{1}{y}y'^2 = x \cos x$ کدام است؟
 (۱) $y^3 = 3 \sin x + \frac{3}{x} \cos x + \frac{c}{x}$ (۲) $y^3 = 3 \cos x + \frac{3}{x} \sin x + \frac{c}{x}$
 (۳) $y^3 = 3 \sin x - \frac{3}{x} \cos x + \frac{c}{x}$ (۴) $y^3 = 3 \cos x - \frac{3}{x} \sin x + \frac{c}{x}$
- ۱۰- معادله دیفرانسیل $(2y + y^2x)dx + (x + x^2y)dy = 0$ عامل انتگرالی به فرم $(xy)^\alpha$ دارد. جواب معادله کدام است؟
 (۱) $x^2y + \text{Ln}xy = c$ (۲) $xy^2 + \text{Ln}xy = c$ (۳) $xy + \text{Ln}y^2x = c$ (۴) $xy + \text{Ln}x^2y = c$
- ۱۱- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $(\frac{x}{y} - \frac{y}{x^2 + y^2})dx + (\frac{x}{x^2 + y^2} - \frac{x^2}{y^2})dy = 0$ کدام است؟
 (۱) $\frac{x}{y} + \text{Arc tan}\left(\frac{y}{x}\right) = c$ (۲) $\frac{x^2}{y} + \text{Arc tan}\left(\frac{y}{x}\right) = c$
 (۳) $\frac{x^2}{y} + \text{Arc tan}\left(\frac{x}{y}\right) = c$ (۴) $\frac{x}{y} + \text{Arc tan}\left(\frac{x}{y}\right) = c$
- ۱۲- جواب عمومی معادله دیفرانسیل غیرخطی $y'' - y'^2 e^{-2y} = 0$ کدام است؟
 (۱) $y = \frac{1}{4}e^{-2y} + c_1x + c_2$ (۲) $x = \frac{1}{4}e^{-2y} + c_1y + c_2$ (۳) $x = -\frac{1}{4}e^{-2y} + c_1y + c_2$ (۴) $y = -\frac{1}{4}e^{-2y} + c_1x + c_2$



پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

ریاضیات

۱- گزینه «۱» برای هر عدد مختلط $z \neq 1$ داریم $1 + z + z^2 + \dots + z^{n-1} = \frac{z^n - 1}{z - 1}$. بنابراین اگر z ریشه‌ی پنجم واحد اصلی باشد (به $z = e^{i\frac{2\pi}{5}}$ ریشه‌ی n ام اصلی می‌گویند) خواهیم داشت:

$$1 + z + z^2 + z^3 + z^4 = \frac{z^5 - 1}{z - 1} = \frac{1 - 1}{z - 1} = 0$$

یک بار z^2 و یک بار z را به سمت دیگر تساوی می‌بریم. دو نتیجه مقابل به دست می‌آیند:

$$\begin{cases} 1 + z + z^2 + z^3 + z^4 = -z^2 \\ 1 + z^2 + z^3 + z^4 = -z \end{cases}$$

با این نتایج عبارت داده شده به سادگی محاسبه می‌شود:

$$-z^2 + \frac{-z}{z^2} = -1 - 1 = -2$$

۲- گزینه «۲» با تقسیم طرفین بر 5^x خواهیم داشت:

$$\left(\frac{3}{5}\right)^x + \left(\frac{4}{5}\right)^x = 1 \Rightarrow f(x) = \left(\frac{3}{5}\right)^x + \left(\frac{4}{5}\right)^x - 1 = 0$$

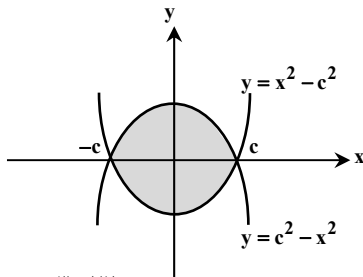
حالا مسأله تبدیل به یافتن تعداد ریشه‌های تابع $f(x)$ شد. این تابع به وضوح نزولی است؛ زیرا $\frac{3}{5}$ و $\frac{4}{5}$ اعدادی کوچکتر از یک هستند و هرچه توان بزرگتری داشته باشند، حاصل کوچکتر می‌شود. با این حال با توجه به علامت $f'(x)$ هم می‌توانیم از نزولی بودن f مطمئن شویم:

$$f'(x) = \left(\frac{3}{5}\right)^x \ln\left(\frac{3}{5}\right) + \left(\frac{4}{5}\right)^x \ln\left(\frac{4}{5}\right) < 0$$

$\frac{3}{5}$ و $\frac{4}{5}$ کوچکتر از یک هستند پس $\ln\left(\frac{3}{5}\right) < 0$ و $\ln\left(\frac{4}{5}\right) < 0$. تا اینجا می‌دانیم که $f'(x)$ منفی است، پس $f(x)$ اکیداً نزولی است. هر تابع اکیداً نزولی حداکثر یک ریشه دارد. پس در بین گزینه‌ها فقط گزینه‌ی (۲) می‌تواند صحیح باشد. با این حال برای اطمینان از وجود یک ریشه، کافی است به این مطلب

دقت کنید که $f(0) = 1 + 1 - 1 > 0$ و $f(3) = \frac{27}{125} + \frac{64}{125} - 1 < 0$. پس طبق قضیه‌ی مقدار میانی، $f(x)$ حداقل یک ریشه در این بازه دارد.

توضیح: با کمی دقت به اعداد ۳، ۴ و ۵ به خاطر می‌آوریم که این‌ها اعداد فیثاغورثی هستند، یعنی مثلث قائم‌الزاویه‌ای که دو ضلع قائمه‌ی ۳ و ۴ دارد، وتری به اندازه‌ی ۵ دارد. در واقع $3^2 + 4^2 = 5^2$. پس $x = 2$ ریشه‌ی $f(x)$ است و ما باید نشان می‌دادیم که ریشه‌ی دیگری وجود ندارد.



$$c^3 = \frac{3 \times 4 \times 3}{8} = 3 \times 9 = 27 \Rightarrow c = 3$$

۳- گزینه «۱» منحنی‌های $y = x^2 - c^2$ و $y = c^2 - x^2$ را با هم برخورد می‌دهیم تا حدود x مشخص شوند:

$$c^2 - x^2 = x^2 - c^2 \Rightarrow 2x^2 = 2c^2 \Rightarrow x = \pm c$$

$$\text{مساحت} = \int_{-c}^c [(c^2 - x^2) - (x^2 - c^2)] dx = \int_{-c}^c 2(c^2 - x^2) dx$$

$$= 2 \left[c^2 x - \frac{x^3}{3} \right]_{-c}^c = 2 \left(2c^3 - \frac{2c^3}{3} \right) = \frac{8c^3}{3}$$

طبق صورت سؤال، $\frac{8c^3}{3} = 72$ در نتیجه داریم:

۴- گزینه «۲» روش اول: از هم‌ارزی $1^k + 2^k + \dots + n^k \approx \frac{n^{k+1}}{k+1}$ که در حالت $n \rightarrow \infty$ برقرار است، استفاده می‌کنیم:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^3 (1^4 + 2^4 + \dots + n^4)}{1^5 + 2^5 + \dots + n^5} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^3 \left(\frac{n^5}{5}\right)}{\frac{n^6}{6}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{5} n^8}{\frac{1}{6} n^6} = \frac{6}{5}$$

روش دوم: می‌توانیم از حد مجموع ریمانی هم برای محاسبه‌ی این حد استفاده کنیم. به این صورت که:

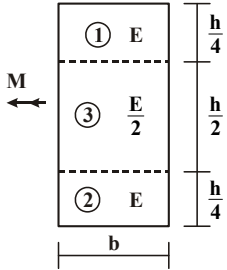
$$\begin{cases} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{i}{n}\right)^4 = \int_0^1 x^4 dx = \frac{1}{5} \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{i}{n}\right)^5 = \int_0^1 x^5 dx = \frac{1}{6} \end{cases}$$

سوالات مهندسی عمران - زلزله

مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه‌ها)

۱- در تیری با مقطع مرکب مطابق شکل، تحت بارگذاری نشان داده شده، نسبت مدول مقطع الاستیک ($S = \frac{M}{\sigma_{max}}$) آن به مدول مقطع تیر دیگری به

عرض b ، ارتفاع h و مدول ارتجاعی یکنواخت E کدام است؟



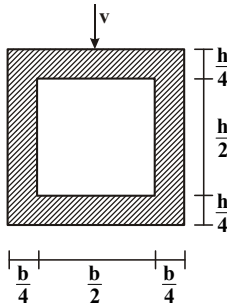
(۱) ۱

(۲) $\frac{7}{8}$

(۳) $\frac{8}{7}$

(۴) $\frac{15}{16}$

۲- در تیری با مقطع توخالی مطابق شکل، بر اثر نیروی برشی v ، بیشینه تنش برشی چه ضریبی از $\frac{v}{bh}$ می‌باشد؟



(۱) ۳

(۲) $\frac{14}{5}$

(۳) $\frac{16}{5}$

(۴) $\frac{18}{5}$

۳- تانسور تنش در نقطه P توسط $\sigma_o = \begin{bmatrix} 7 & -5 & 0 \\ -5 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$ داده شده است. بردار تنش که از نقطه P عبور نموده و موازی با صفحه ABC با مختصات:

$A = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ ، $B = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$ و $C = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix}$ کدام است؟

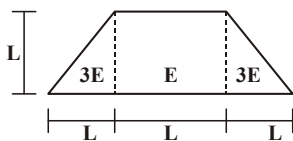
(۴) $\vec{\sigma} = \frac{9}{\sqrt{2}}\vec{i} - \frac{5}{\sqrt{2}}\vec{j} + \frac{10}{\sqrt{2}}\vec{k}$

(۳) $\vec{\sigma} = -\frac{9}{\sqrt{2}}\vec{i} + \frac{5}{\sqrt{2}}\vec{j} + \frac{10}{\sqrt{2}}\vec{k}$

(۲) $\vec{\sigma} = \frac{5}{\sqrt{2}}\vec{i} - \frac{9}{\sqrt{2}}\vec{j} + \frac{10}{\sqrt{2}}\vec{k}$

(۱) $\vec{\sigma} = \frac{5}{\sqrt{2}}\vec{i} + \frac{9}{\sqrt{2}}\vec{j} + \frac{10}{\sqrt{2}}\vec{k}$

۴- مقطع غیرهمگن مطابق شکل تحت اثر لنگر خمشی مثبت قرار دارد. نسبت حداکثر کرنش کششی به حداکثر کرنش فشاری کدام است؟



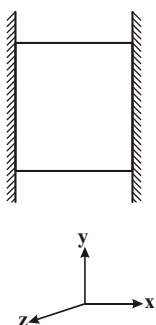
(۲) $\frac{2}{5}$

(۱) $\frac{1}{5}$

(۴) $\frac{4}{5}$

(۳) $\frac{3}{5}$

۵- مکعبی به ضلع a درون محفظه‌ای قرار دارد و فقط می‌تواند در جهت قائم تغییر طول بدهد. اگر دمای این مکعب به اندازه ΔT افزایش داده شود، تغییر طول ضلع قائم مکعب (در جهت y) کدام است؟ (α ضریب انبساط حرارتی، v ضریب پواسون و E مدول ارتجاعی مکعب است).



(۱) $\frac{v}{1-v}\alpha\Delta Ta$

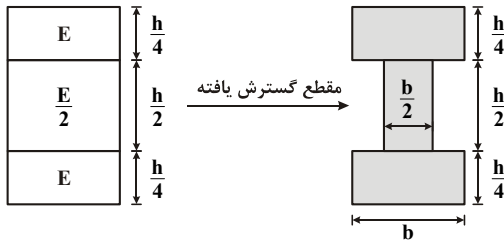
(۲) $\frac{1+v}{1-v}\alpha\Delta Ta$

(۳) $\frac{1+2v}{1-v}\alpha\Delta Ta$

(۴) $\frac{1-v}{2+v}\alpha\Delta Ta$

پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه‌ها)



۱- گزینه «۴» مدول مقطع برابر نسبت $\frac{I}{C}$ می‌باشد، اما I ممان اینرسی مقطع همگن حول تار خنثی می‌باشد. چون مقطع دارای مدول الاستیسیته‌های متفاوتی است، بنابراین ابتدا مقطع گسترش یافته آن تشکیل می‌شود. برای تشکیل مقطع گسترش یافته عرض آن بخش از مقطع که دارای مدول الاستیسیته $\frac{E}{۲}$ است، نصف می‌شود.

$$I_{N.A.} = \left[\frac{b \left(\frac{h}{4}\right)^3}{۱۲} + b \left(\frac{h}{4}\right) \left(\frac{h}{4} + \frac{h}{8}\right)^2 \right] \times ۲ + \frac{b}{۲} \times \left(\frac{h}{۲}\right)^3 = \frac{۵}{۶۴} bh^3$$

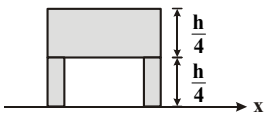
و اما مدول مقطع این مقطع برابر است با:

$$S_1 = \frac{I}{C} = \frac{\frac{۵}{۶۴} bh^3}{\frac{h}{۲}} = \frac{۵}{۳۲} bh^2$$

$$S_2 = \frac{I}{C} = \frac{\frac{bh^3}{۱۲}}{\frac{h}{۲}} = \frac{bh^2}{۶}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{۵}{۳۲} bh^2}{\frac{۱}{۶} bh^2} = \frac{۳۰}{۳۲} = \frac{۱۵}{۱۶}$$

برای مقطع همگن با مدول الاستیسیته E مدول مقطع برابر است با:



۲- گزینه «۲» حداکثر تنش برشی در این مقطع در روی تار خنثی ایجاد می‌شود که مقدار آن برابر است با:

$$\tau_{\max} = \frac{VQ_{\max}}{It}$$

$$Q_{\max} = \sum A_i \bar{y}_i = 2 \left[\left(\frac{b}{۴} \times \frac{h}{۴} \right) \left(\frac{h}{۸} \right) \right] + \left(b \frac{h}{۴} \right) \left(\frac{h}{۴} + \frac{h}{۸} \right) \Rightarrow Q_{\max} = bh^2 \frac{۷}{۶۴}$$

$$t = 2 \left(\frac{b}{۴} \right) = \frac{b}{۲}, \quad I = \frac{bh^3}{۱۲} - \frac{b}{۲} \times \left(\frac{h}{۲} \right)^3 = bh^3 \frac{۵}{۶۴}$$

$$\Rightarrow \tau_{\max} = \frac{V \times bh^2 \frac{۷}{۶۴}}{\frac{b}{۲} \times bh^3 \frac{۵}{۶۴}} = \frac{V}{bh} \frac{۱۴}{۵}$$

۳- گزینه «۳» برای تعیین بردار نرمال صفحه گذرنده از نقاط A و B و C ابتدا باید بردارهای \overline{AB} و \overline{AC} را به دست آورده سپس ضرب خارجی آنها را محاسبه نمود. حاصل ضرب خارجی این دو بردار بر صفحه گذرنده از نقاط عمود است.

$$\begin{aligned} \overline{AB} &= ۲\hat{j} - ۴\hat{i} \\ \overline{AC} &= ۶\hat{k} - ۴\hat{i} \end{aligned} \Rightarrow \overline{AB} \times \overline{AC} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -۴ & ۲ & ۰ \\ -۴ & ۰ & ۶ \end{vmatrix} = ۱۲\hat{i} + ۲۴\hat{j} + ۸\hat{k}$$

اکنون بردار یکه عمود بر صفحه توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\hat{n} = \frac{\overline{AB} \times \overline{AC}}{\|\overline{AB} \times \overline{AC}\|} = \frac{۱۲\hat{i} + ۲۴\hat{j} + ۸\hat{k}}{\sqrt{۱۲^2 + ۲۴^2 + ۸^2}} = \frac{۱۲\hat{i}}{۲۸} + \frac{۲۴\hat{j}}{۲۸} + \frac{۸\hat{k}}{۲۸} \Rightarrow \hat{n} = \frac{۳}{۷}\hat{i} + \frac{۶}{۷}\hat{j} + \frac{۲}{۷}\hat{k}$$

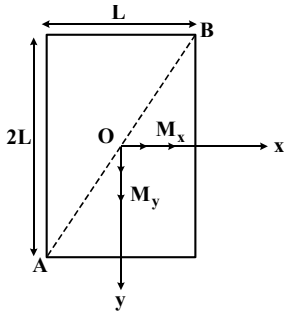
سؤالات مهندسی عمران - زلزله

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

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 کماتش اویلر ستون لوله‌ای توپر چند برابر ستون مشابه لوله‌ای توخالی خواهد بود؟

(۱) $1/5$ (۲) $1/75$ (۳) ۲ (۴) $2/25$

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؟

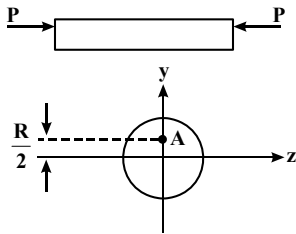


- (۱) $+\frac{1}{2}$
- (۲) $-\frac{1}{2}$
- (۳) $+2$
- (۴) -2

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؟

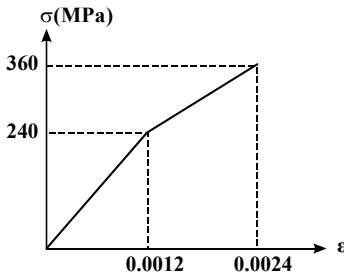
(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) $\sqrt{2}$ (۴) $\sqrt{3}$

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 برآورد 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؟

- (۱) صفر
- (۲) $\frac{T}{3}$
- (۳) $\frac{T}{2}$
- (۴) T

پاسخنامه مهندسی عمران - زلزله

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

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 هر یک از قسمت‌ها برابر است با:

$$\frac{F_{cr1}}{F_{cr2}} = \frac{E \times \frac{\pi}{4} (R^4 - (\frac{15R}{16})^4) + \frac{E}{\lambda} \times \frac{\pi}{4} (\frac{15R}{16})^4}{E \times \frac{\pi}{4} (R^4 - (\frac{15R}{16})^4)} \Rightarrow \frac{F_{cr1}}{F_{cr2}} = \frac{1 - (\frac{15}{16})^4 + \frac{1}{\lambda} \times (\frac{15}{16})^4}{1 - (\frac{15}{16})^4} = 1/424$$

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

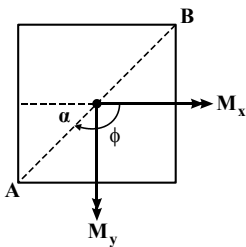
$$I = \pi R^2 t$$

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

$$\frac{F_{cr1}}{F_{cr2}} = \frac{E_1 I_1 + E_2 I_2}{E_1 I_1} = \frac{E \times \pi R^2 t + \frac{E}{\lambda} \times \frac{\pi}{4} (\frac{15R}{16})^4}{E \times \pi R^2 t} \xrightarrow{t = \frac{R}{16}} \frac{F_{cr1}}{F_{cr2}} = \frac{1 + \frac{1}{32} (\frac{15}{16})^4}{1} = 1/386$$

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:

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



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

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

از طرفی $\tan \phi$ مطابق شکل به دست می‌آید:

$$\tan \phi = -\tan \alpha = -\frac{L}{L} = -1$$

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

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

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

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

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

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

(ممان اینرسی مقطع لوله‌ای جدار نازک حول قطرش برابر $\pi R^2 t$ می‌باشد.)

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

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