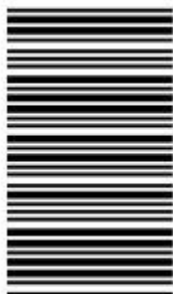


کد کنترل

312

E



312E

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه  
۱۳۹۶/۱۲/۴  
دفترچه شماره (۱)



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»  
امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۳۹۷**

**رشته مهندسی هوا فضا - سازه های هوایی (کد ۲۳۳۳)**

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: ریاضیات مهندسی - روش اجزای محدود ۱ - تحلیل پیشرفته سازه های هوافضایی	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

۱- تابع متناوب  $f$  در یک دوره تناوب به صورت  $f(x) = \begin{cases} x & 0 \leq x \leq a \\ 2a - x & a < x < 2a \end{cases}$  تعریف شده است. سری فوریه

مثلاثی این تابع کدام است؟

$$\frac{a}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a}{n^2 \pi^2} \cos \frac{n\pi x}{a} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a}{n\pi} \sin \frac{n\pi x}{a} \quad (1)$$

$$\frac{a}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{2a}{n^2 \pi^2} \cos \frac{n\pi x}{a} + \frac{2a}{n\pi} \sin \frac{n\pi x}{a} \right] \quad (2)$$

$$\frac{a}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a}{\pi^2 (2n-1)^2} \cos \frac{(2n-1)\pi x}{a} \quad (3)$$

$$\frac{a}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a}{n^2 \pi^2} \cos \frac{n\pi x}{a} \quad (4)$$

۲- به ازای کدام مجموعه مقادیر از  $\alpha$  جواب معادله زیر، شکل نوسانی خواهد داشت؟

$$\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} + \alpha u_t + u = 0 & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(0, t) = u(1, t) = 0 & \forall t > 0 \\ u(x, 0) = f(x) & u_t(x, 0) = g(x); 0 < x < 1 \end{cases}$$

$$[-\sqrt{1+\pi^2}, \sqrt{1+\pi^2}] \quad (1)$$

$$[-2\sqrt{1+\pi^2}, 2\sqrt{1+\pi^2}] \quad (2)$$

$$(-\infty, 4+4\pi^2) \quad (3)$$

$$(-\infty, 2+2\pi^2) \quad (4)$$

۳- با جایگزینی  $u(x, y) = w(x, y)e^{-(bx+ay)}$ ، معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی مرتبه دوم

$$u_{xy} + au_x + bu_y + cu = 0 \quad \text{به کدام صورت در می‌آید؟}$$

$$w_{xy} + (c-ab)e^{-(bx+ay)}w = 0 \quad (2)$$

$$e^{-(bx+ay)}w_{xy} + (c-ab)w = 0 \quad (1)$$

$$w_{xy} + (c-ab)w = 0 \quad (4)$$

$$w_{xy} + (c+ab)w = 0 \quad (3)$$

۴- برای پاسخ مسئله  $\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = 0 & 0 < x < \frac{\pi}{2}, t > 0 \\ u(x, 0) = \sin x, u_t(x, 0) = \cos x \\ u_x(0, t) = 0, u(\frac{\pi}{2}, t) = 0 \end{cases}$  حاصل عبارت  $u(\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2})$  کدام است؟

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

۵- در میله‌ای به طول  $L = \pi$ ، معادله حرارت با شرایط زیر داده شده است. دمای  $u$  در زمان  $t = 1$  و مکان  $x = \frac{L}{4}$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_t = u_{xx} \\ u(0, t) = u(L, t) = 0 \\ u(x, 0) = \sin(\frac{2\pi}{L}x) \end{cases}$$

(۱)  $e^{-4}$  (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}e^{-4}$  (۳)  $\frac{\sqrt{2}}{2}e^{-4}$  (۴)  $e^{-1}$

۶- می‌دانیم  $f(z)$  یک تابع تام و  $\text{Re}[f(z)] = u(x, y) = \alpha_1 x^2 + \alpha_2 x^2 y + \alpha_3 xy^2 + \alpha_4 y^3 + \beta_1 x + \beta_2 y$  است. در این صورت روابط بین ضرایب  $\alpha_k$  و  $\beta_k$  در حالت کلی کدام است؟

(۱)  $\alpha_3 = -3\alpha_1, \alpha_4 = -3\alpha_2, \beta_1, \beta_2$  دلخواه (۲)  $\alpha_4, \alpha_1$  صفر و بقیه ضرایب دلخواه  
(۳)  $\alpha_3, \alpha_4$  صفر و بقیه ضرایب دلخواه (۴)  $\alpha_k$  ها صفر،  $\beta_1, \beta_2$  دلخواه

۷- مکان هندسی نقاطی از صفحه مختلط که در رابطه  $|\frac{z-1+i}{2z-3i}| = \frac{1}{2}$  صدق می‌کنند، کدام است؟

(۱) بیضی (۲) خط مستقیم (۳) دایره (۴) هذلولی

۸- حاصل انتگرال زیر روی مسیر بسته  $C$  (دایره به مرکز مبدأ و شعاع واحد)، کدام است؟

$$I = \oint_C \text{Re}\{z\} + i \text{Im}\{z^2\} dz$$

(۱)  $\pi$  (۲)  $i\pi$

(۳)  $i\frac{\pi}{2}$  (۴)  $\frac{\pi}{2}$

۹- اگر  $C$  مرز  $|z| = 3$  در جهت مثلثاتی باشد، آنگاه مقدار انتگرال  $\oint_C \frac{dz}{z^2 \sin z}$  کدام است؟

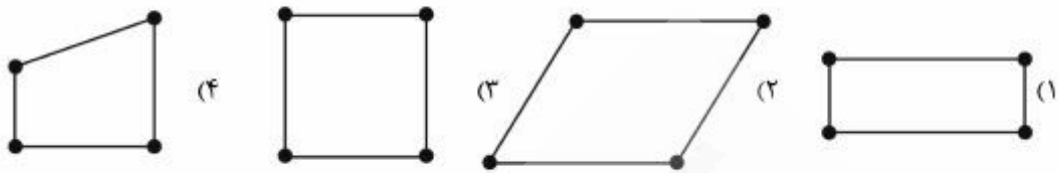
(۱)  $\pi i$  (۲)  $2\pi i$

(۳)  $\frac{\pi i}{2}$  (۴)  $\frac{\pi i}{3}$

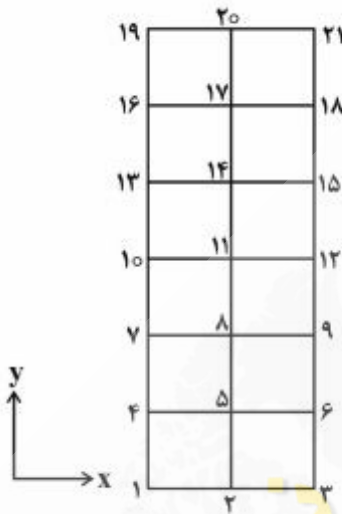
۱۰- مقدار مانده تابع مختلط  $f(z) = \frac{1}{\sin^2(z)} + \frac{1}{1 - \cos(z)}$  در نقطه  $z = 0$ ، کدام است؟

(۱) صفر (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{1}{6}$  (۴) ۱

۱۱- در کدام المان ایزوپارامتریک نشان داده شده ماتریس ژاکوبین در نقاط مختلف المان ثابت نیست؟



۱۲- سازه زیر از ۱۲ المان چهار گره‌ای دو بعدی تشکیل شده است. شماره‌گذاری گره‌ها مطابق شکل می‌باشد. فرار است که ماتریس سختی کل سازه به صورت متقارن در یک ماتریس نواری ذخیره گردد. حداکثر عرض نواری که شامل عناصر قطر اصلی نیز می‌باشد چند است؟



(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۱۰

(۴) ۱۲

۱۳- بار معادل گره‌ای در گره میانی ضلع مورب المان مثلثی شکل نشان داده شده کدام است؟



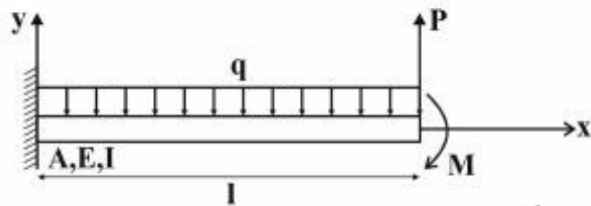
$$R_x = -2q, R_y = -\frac{8}{3}q \quad (1)$$

$$R_x = -\frac{2q}{3}, R_y = -\frac{5}{3}q \quad (2)$$

$$R_x = -\frac{5q}{3}, R_y = -\frac{2q}{3} \quad (3)$$

$$R_x = -\frac{8}{3}q, R_y = -2q \quad (4)$$

۱۴- فانکشنال سازه نشان داده شده در شکل زیر کدام است؟



$$\Pi = \int_0^l (\sigma_y \Delta EI y''''(x) + qy(x)) dx - py(l) - My'(l) \quad (۱)$$

$$\Pi = \int_0^l (AEy''(x)^2 + qy(x)) dx + py(l) - My'(l) \quad (۲)$$

$$\Pi = \int_0^l (EI y''''(x) - qy(x)) dx - py(l) + My'(l) \quad (۳)$$

$$\Pi = \int_0^l \sigma_y \Delta (EI y''(x)^2 + qy(x)) dx - py(l) + My'(l) \quad (۴)$$

۱۵- معادله دیفرانسیل حاکم بر یک پدیده فیزیکی به صورت زیر می باشد:

$$\frac{d^4 \omega}{dx^4} + \lambda^2 \frac{d^2 \omega}{dx^2} = 0$$

که در آن  $\omega$  متغیر میدان و  $\lambda$  پارامتری ثابت است. قرار است که برای حل معادله فوق از المان‌های دو گره‌ای با توابع شکل چندجمله‌ای در روش اجزای محدود استفاده گردد. جهت تضمین همگرایی روش اجزای محدود توابع چندجمله مناسب برای میان‌بایی متغیر میدان کدام است؟

- (۱) چندجمله‌ای خطی کامل  
(۲) چندجمله‌ای درجه دوم کامل  
(۳) چندجمله‌ای درجه سوم کامل  
(۴) چندجمله‌ای درجه چهارم کامل

۱۶- برای حل معادله دیفرانسیل  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = ax^2$  که در آن  $0 < x < 1$ ,  $u(0) = 0$ ,  $u(1) = 0$  است، به روش ریتز فرض می‌شود  $u = c_1 \phi_1 + c_2 \phi_2$  باشد،  $\phi_1$  و  $\phi_2$  کدام است؟

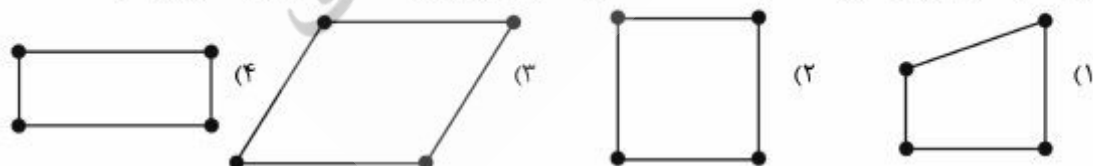
$$\phi_1 = x^2(1-x), \phi_2 = x^2(1-x) \quad (۱)$$

$$\phi_1 = x(1-x), \phi_2 = x^2(1-x) \quad (۲)$$

$$\phi_1 = (1-x), \phi_2 = x(1-x) \quad (۳)$$

$$\phi_1 = x, \phi_2 = x^2 \quad (۴)$$

۱۷- در کدام المان ایزوپارامتریک نشان داده شده، خطای انتگرال‌گیری در محاسبه ماتریس سفتی بیشتر است؟



۱۸- کدام گزینه در خصوص کاهش مرتبه انتگرال‌گیری در روش اجزای محدود نادرست است؟

- (۱) سفتی سازه را کاهش می‌دهد.  
(۲) هزینه محاسبات را کاهش می‌دهد.  
(۳) مود صلب غیرواقعی اضافه می‌نماید.  
(۴) همواره دقت روش اجزای محدود را کاهش می‌دهد.

۱۹- روش انتگرال‌گیری گوس  $n$  نقطه‌ای سطح زیر نمودار چند جمله‌ای حداکثر تا چه درجه‌ای را به صورت دقیق محاسبه می‌نماید؟

- (۱)  $n-1$  (۲)  $n$  (۳)  $2n$  (۴)  $2n-1$

۲۰- در تحلیل استاتیکی یک سازه با استفاده از روش اجزای محدود در صورتی که مش‌بندی سازه ریزتر گردد، جابه‌جایی‌ها و سفتی سازه به ترتیب چگونه می‌شوند؟

- (۱) کوچکتر، کمتر (۲) بزرگتر، کمتر (۳) کوچکتر، بیشتر (۴) بزرگتر، بیشتر

۲۱- برای حل معادله دیفرانسیل تیر مدل اوپلر - برنولی کدام تابع شکل مناسب است؟

- (۱) لاگرانژی از درجه ۳ (۲) هرمیتی از درجه ۳

- (۳) لاگرانژی از درجه ۴ (۴) هرمیتی از درجه ۴

۲۲- کدام مورد برای توابع شکل المان سه گره‌ای نشان داده شده مناسب است؟



$$N_1 = \frac{\zeta(1-\zeta)}{2}; N_2 = (1-\zeta)(1+\zeta)/2; N_3 = \frac{\zeta(1+\zeta)}{2} \quad (1)$$

$$N_1 = \frac{\zeta(1+\zeta)}{2}; N_2 = (1-\zeta)(1+\zeta); N_3 = \frac{\zeta(1-\zeta)}{2} \quad (2)$$

$$N_1 = \frac{\zeta(1-\zeta)}{2}; N_2 = (1-\zeta)(1+\zeta); N_3 = \frac{\zeta(1+\zeta)}{2} \quad (3)$$

$$N_1 = \frac{\zeta(1+\zeta)}{2}; N_2 = (1-\zeta)(1+\zeta)/4; N_3 = \frac{\zeta(1-\zeta)}{2} \quad (4)$$

۲۳- کدام عبارت در مورد المان‌های لاگرانژی و هرمیتی صحیح است؟

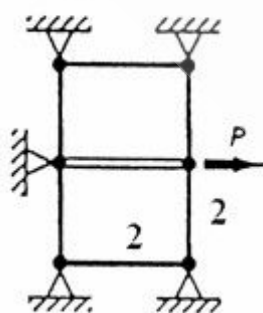
(۱) المان‌های لاگرانژی از درجه پیوستگی بالاتری نسبت به المان‌های هرمیتی برخوردار هستند.

(۲) المان‌های لاگرانژی از درجه پیوستگی کمتری نسبت به المان‌های هرمیتی برخوردار هستند.

(۳) المان‌های لاگرانژی و هرمیتی دارای درجه پیوستگی یکسانی هستند.

(۴) درجه پیوستگی این دو نوع المان قابل مقایسه نیست.

۲۴- سازه شکل با استفاده از دو المان ۴ گره‌ای دو بعدی تنش صفحه‌ای و یک المان میله یک بعدی مدل‌سازی شده است. با توجه به شکل کدام عبارت صحیح است؟



(۱) سفتی المان میله به سفتی دو المان دیگر افزوده می‌شود.

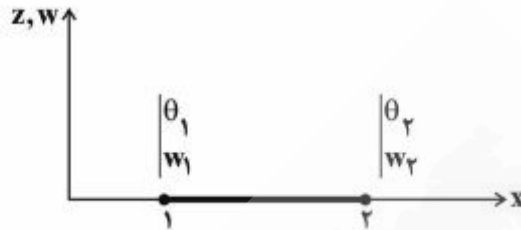
(۲) المان میله تأثیری در تغییر مکان نقطه اعمال بار ندارد.

(۳) مش‌بندی انجام شده درست نیست.

(۴) همه تغییر مکان‌ها صفر است.

۲۵- برای یک المان تیر دو گره‌ای با دو درجه آزادی  $(w, \theta)$  برای هر گره، چهار تابع میان‌یاب زیر (بدون لحاظ کردن ترتیب صحیح) داده شده است:

$$\begin{aligned} N_1 &= -Lx(x-1)^2 \\ N_2 &= -Lx^2(x-1) \\ N_3 &= 1-3x^2+2x^3 \\ N_4 &= x^2(3-2x) \end{aligned}$$



در این صورت کدام عبارت صحیح است؟

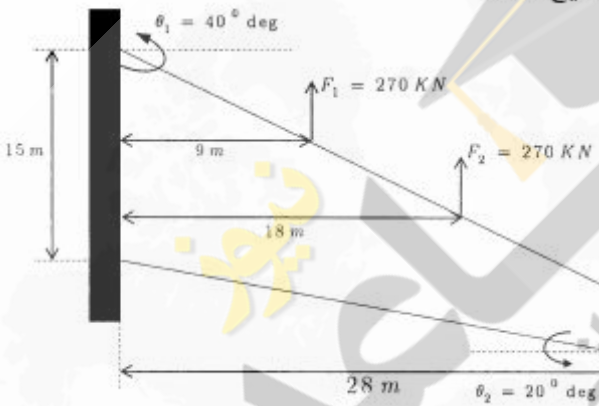
(۱)  $w(x) = N_1 w_1 + N_2 \theta_1 + N_3 w_2 + N_4 \theta_2$

(۲)  $w(x) = N_1 w_1 + N_2 \theta_1 + N_3 w_2 + N_4 \theta_2$

(۳)  $w(x) = N_1 w_1 + N_2 w_2 + N_3 \theta_1 + N_4 \theta_2$

(۴)  $w(x) = N_1 \theta_1 + N_2 w_1 + N_3 \theta_2 + N_4 \theta_2$

۲۶- شکل زیر مدل بسیار ساده شده یک بال هواپیما را نشان می‌دهد که نیروهای متمرکز نشان داده شده روی آن در واقع نیروهای پیشران موتورهای نصب شده روی بال هستند. ضخامت این بال آلومینیومی را  $3\text{mm}$  در نظر بگیرید. برای حل اجزاء محدود این بال کدام عبارت صحیح است؟



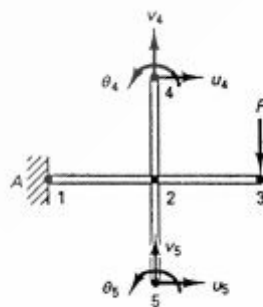
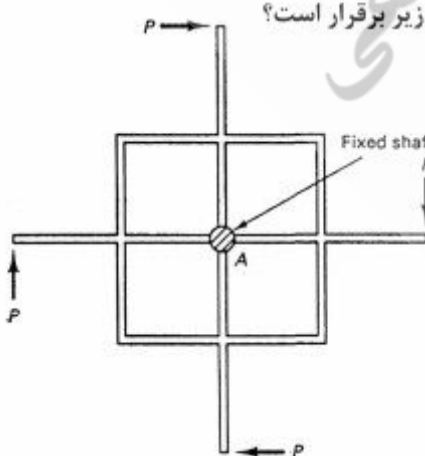
(۱) تنها می‌توان از المان آجری استفاده کرد.

(۲) استفاده از المان‌های کرنش صفحه‌ای بلامانع است.

(۳) استفاده از المان‌های تنش صفحه‌ای بلامانع است.

(۴) استفاده از ترکیب المان‌های آجری، تنش صفحه‌ای و کرنش صفحه‌ای مورد نیاز است.

۲۷- در مسئله شکل سمت چپ تقارن تکراری (سیکلیک) وجود دارد. اگر بخش سمت راست برای مدل‌سازی کل مسئله به‌کار رود برای برقراری شرایط مرزی سیکلیک کدام یک از روابط زیر برقرار است؟



(۱)  $u_\Delta = v_\Delta, v_\Delta = -u_\Delta, \theta_\Delta = \theta_\Delta$

(۲)  $u_\Delta = v_\Delta, v_\Delta = u_\Delta, \theta_\Delta = \theta_\Delta$

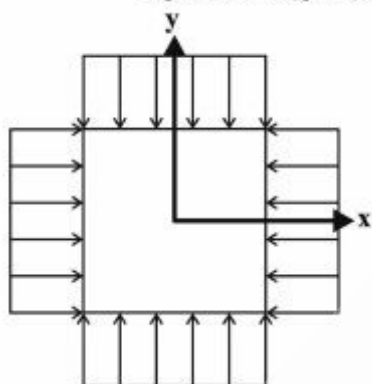
(۳)  $u_\Delta = u_\Delta, v_\Delta = v_\Delta, \theta_\Delta = \theta_\Delta$

(۴)  $u_\Delta = -u_\Delta, v_\Delta = v_\Delta, \theta_\Delta = \theta_\Delta$

۲۸- تابع تنش ایری (Airy) به شکل زیر مفروض است:

$$\phi = \frac{Ax^3}{6} + \frac{Bx^2y}{2} + \frac{Cxy^2}{2} + \frac{Dy^3}{6}$$

در چه صورت می توان از این تابع به عنوان حل صفحه به شکل زیر تحت بار دو محوره استفاده کرد؟



(۱)  $B = C = 0$

(۲)  $B = D = 0$

(۳)  $C = D = 0$

(۴)  $B = A = D = 0$

۲۹- برای میله ای با مقطع مثلث متساوی الاضلاع به ضلع  $a$ ، تابع تنش پراوتل برای حل مسئله پیچش مطابق زیر است.

$$\phi = \frac{G\beta}{2a} \left(x - \sqrt{3}y - \frac{2a}{3}\right) \left(x + \sqrt{3}y - \frac{2a}{3}\right) \left(x + \frac{a}{3}\right)$$

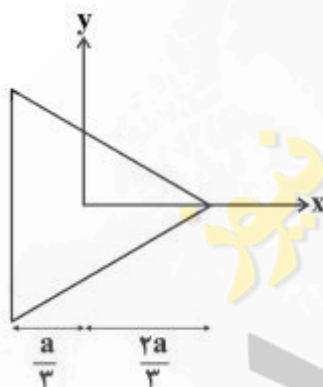
که  $\beta$  ثابت نرخ پیچش است. کدام مورد صحیح است؟

(۱) at  $x = 0; \tau_{zy} = 0$

(۲) at  $y = 0; \tau_{zx} = 0$

(۳) at  $x = -\frac{a}{3}; \tau_{zy} = 0$

(۴) این تابع تنش برای مسئله پیچش قابل قبول نیست.



۳۰- کدام عبارت صحیح است؟

(۱) در حالت کلی برای محاسبه جریان برشی در تیرهای جدار نازک چند سلولی ایدئال سازی شده، روابط تعادل کفایت می کند. (مسئله از نظر استاتیکی معین است)

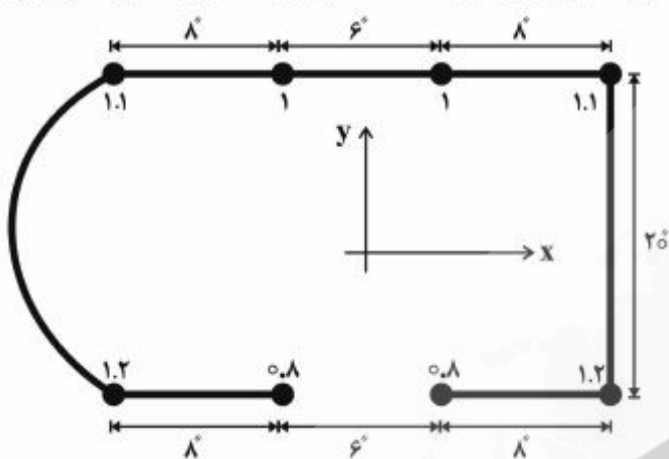
(۲) وجود بومها در محاسبه جریان برشی در یک مقطع جدار نازک چند سلولی تحت گشتاور پیچشی خالص بدون تأثیر است.

(۳) مدل ایدئال سازی شده مقاطع جدار نازک (به نحوی که پوسته تنها تنش برشی تحمل می کند) وابسته به بارگذاری نیست.

(۴) در مدل ایدئال سازی شده مقاطع جدار نازک، جریان برشی بین دو بوم متغیر است.



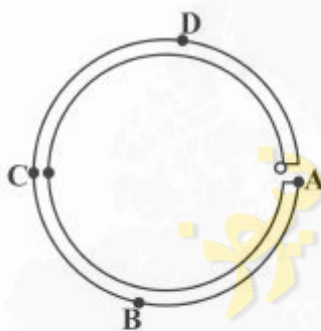
۳۱- در مقطع بال نشان داده شده، ضخامت تمام پوسته‌ها  $\frac{1}{8}$  است. مساحت تقویت کننده‌ها بر حسب اینچ مربع داده شده است. بر فرض این که در خمش فقط پوسته پایین و تقویت کننده‌ها مؤثر باشد، زاویه محور اصلی اول



گشتاور دوم سطح با محور x چند درجه است؟

- (۱) ۴۵  
(۲) ۳۰  
(۳) ۱۵  
(۴) صفر

۳۲- اگر مقطع جدار نازک زیر تحت پیچش T قرار بگیرد، رابطه  $\tau = \frac{rT}{st^3}$  برای کدام نقطه به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین خطا را دارد؟



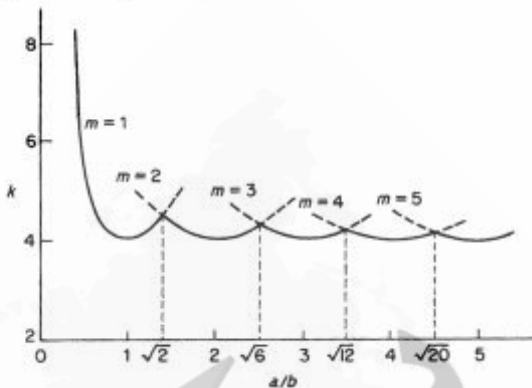
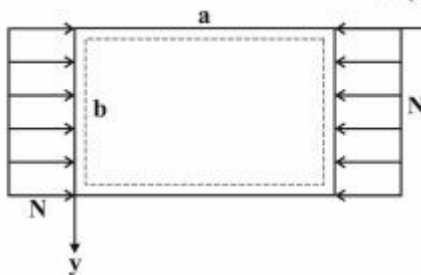
- (۱) کم‌ترین خطا C، بیش‌ترین خطا A  
(۲) کم‌ترین خطا A، بیش‌ترین خطا B  
(۳) کم‌ترین خطا B، بیش‌ترین خطا C  
(۴) کم‌ترین خطا D، بیش‌ترین خطا C

۳۳- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) ضریب پواسون نمی‌تواند عدد منفی باشد.  
(۲) در ماده ناهمسانگرد، خواص مکانیکی تابع موفقیت (Position) است.  
(۳) شرایط مرزی همان روابط تعادل است که روی کناره جسم نوشته شده است.  
(۴) روی اضلاع المان مربعی که تنش‌های اصلی  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$  اثر می‌کند، تنش برشی برابر  $\frac{\sigma_I + \sigma_{II}}{2}$  است.

۳۴- برای کمانش یک ورق تخت با شرایط مرزی تکیه‌گاه ساده در چهار ضلع، منحنی ثابت  $k$  مطابق شکل زیر است،

کدام گزینه در مورد شکل مود اول کمانش نادرست است؟  $(\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} (\frac{t}{b})^2)$



(۱) در راستای  $x$  همواره یک نیم موج دارد.

(۲) شکل مود کمانش در راستای  $y$  همواره یک نیم موج دارد.

(۳) ممکن است با بیشتر شدن  $b$  در حالی که  $a$  ثابت است، بار کمانش بیشتر شود.

(۴) اگر عرض ورق ( $b$ ) دو برابر شود ممکن است بار کمانش ۴ برابر نشود.

۳۵- سیم فولادی با مقطع دایره‌ای به قطر  $d$  حول استوانه به شعاع  $r$  خم شده است. تنش خمشی  $\sigma_{max}$  در سیم چند

MPa است؟ ( $r = 0.498 \text{ m}$ ،  $E = 200 \text{ GPa}$  و  $d = 4 \text{ mm}$ )



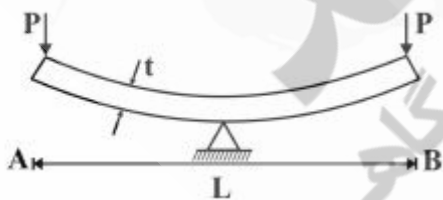
(۱) ۴۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۸۰۰

(۴) ۱۶۰۰

۳۶- تیر  $AB$  دارای انحنای بسیار کوچک اولیه به شعاع  $R$  است. تیر از وسط روی تکیه‌گاهی قرار داده شده است. نیروهای برابر  $P$  در دو انتها طوری اعمال می‌شوند که انحنای تیر را در نقطه وسط صفر کنند. اگر طول تیر برابر  $L$  و ضخامت آن  $t$  باشد، مقدار نیروی  $P$  مورد نیاز چقدر است؟



(۱)  $\frac{EI}{2RL}$

(۲)  $\frac{EI}{RLt^2}$

(۳)  $\frac{Et^2L}{6R}$

(۴)  $\frac{2EI}{RL}$

۳۷- کدام عبارت صحیح است؟

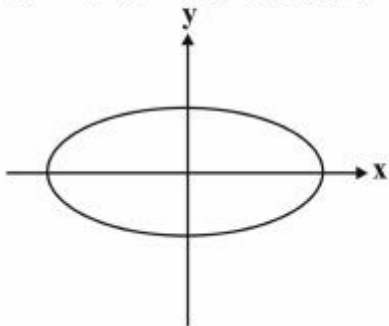
(۱) پیچش استوانه توپر با مقطع دایره‌ای با warping همراه است.

(۲) در مواد همگن همسانگرد الاستیک خطی، سه خاصیت ماده  $E$  و  $\nu$  و  $G$  از هم مستقل هستند.

(۳) در حل مسئله Torsion با استفاده از st.venant warping Function تغییر مکان Warping اجازه داده می‌شود.

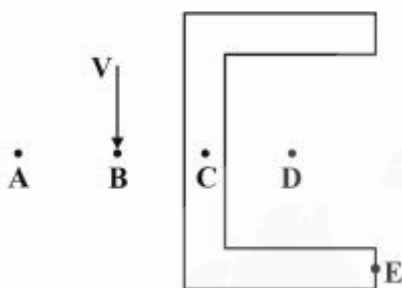
(۴) در حل مسئله Torsion با استفاده از prandtl stress function تغییر مکان Warping اجازه داده نمی‌شود.

۳۸- تیری با مقطع بیضی شکل تحت پیچش خالص قرار می‌گیرد. محل حداکثر تنش‌های برشی در این مقطع کجاست و شامل چه مؤلفه‌هایی است؟



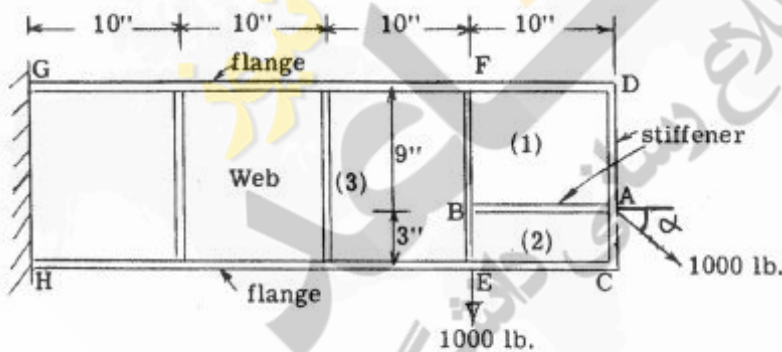
- (۱) مؤلفه  $\tau_{zy}$  در دو انتهای قطر بزرگ
- (۲) مؤلفه  $\tau_{zx}$  در دو انتهای قطر کوچک
- (۳) هر دو مؤلفه  $\tau_{zy}$  و  $\tau_{zx}$  در دو انتهای قطر بزرگ
- (۴) هر دو مؤلفه  $\tau_{zy}$  و  $\tau_{zx}$  در دو انتهای قطر کوچک

۳۹- در تیر جدار نازکی با مقطع زیر که A مرکز برش و D مرکز سطح است، کدام گزینه صحیح است؟



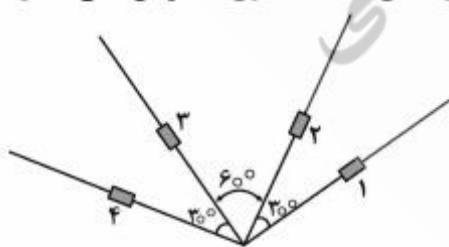
- (۱) مرکز پیچش (Twist center) نقطه A است.
- (۲) مرکز پیچش (Twist center) نقطه D است.
- (۳) زاویه پیچشی تیر خلاف عقربه‌های ساعت است.
- (۴) خیز نقطه E برابر صفر است.

۴۰- در تیر تقویت شده زیر  $\sin \alpha = \frac{3}{5}$  و  $\cos \alpha = \frac{4}{5}$  است. جریان برش پانل شماره (۱) برحسب  $\frac{\text{lb}}{\text{in}}$  چقدر است؟



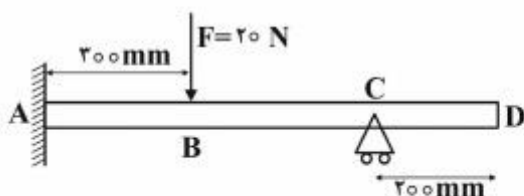
- (۱) ۱۰
- (۲) ۲۰
- (۳) ۵۰
- (۴) ۷۰

۴۱- چهار کرنش‌سنج به صورت زیر در نقطه‌ای از یک جسم الاستیک نصب شده‌اند. اگر کرنش‌سنج‌های ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب مقادیر  $\epsilon_1 = 0.0004$ ،  $\epsilon_2 = 0.0012$  و  $\epsilon_3 = 0.0005$  را نشان دهند، مقداری که کرنش‌سنج شماره ۴ نشان می‌دهد چقدر است؟



- (۱) ۰.۰۰۱۱
- (۲) ۰.۰۰۱۳
- (۳) -۰.۰۰۱۳
- (۴) -۰.۰۰۰۳

۴۲- وقتی بار  $F = 20\text{ N}$  در نقطه B از تیر زیر اعمال شده است، شیب انتهای تیر  $\theta_D$  بوده و  $\tan \theta_D = 0,006$  است. حال اگر محل بار به نقطه D منتقل شده و مقدار آن نیز دو برابر گردد، خیز در نقطه B چند میلی متر می شود؟



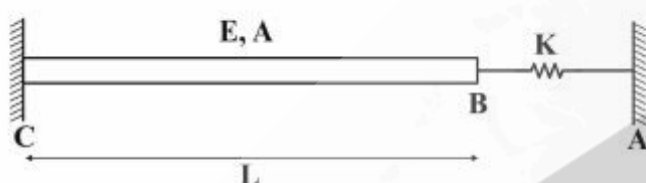
(۱) ۰,۰۱۲

(۲) ۰,۶

(۳) ۱,۲

(۴) ۲,۴

۴۳- فنر AB با ضریب فنریت K به تیر BC با ضریب انبساط حرارتی  $\alpha$  متصل شده است. اگر دمای تیر BC به اندازه T افزایش یابد، تغییر مکان نقطه B کدام است؟



(۱)  $\frac{L\alpha T}{K}$

(۲)  $\frac{AE\alpha T}{K}$

(۳)  $\frac{L\alpha T}{1 + \frac{KL}{EA}}$

(۴)  $L\alpha T + \frac{KL}{EA}$

۴۴- در حالت مسئله دو بعدی تنش صفحه‌ای بدون نیروهای جسمی، تانسور تنش مطابق زیر است:

$$\sigma_x = Ax^2 + By^2$$

$$\tau_{xy} = Cxy$$

$$\sigma_y = By^2 - 1$$

چه رابطه‌ای بین ضرایب A، B و C برقرار است؟

(۱)  $B = C$  و  $A = 0$

(۲)  $C = -2B$  و  $A = B$

(۳)  $A = B$  و  $A = 2C$

(۴)  $C = A$  و  $C = B$

۴۵- کدام عبارت صحیح است؟

(۱) مرکز برش در یک مقطع T شکل نامتقارن روی مرکز سطح مقطع است.

(۲) در خمش تیرهای مستقیم تار خنثی (Neutral Axis) حتماً از مرکز سطح مقطع عبور می کند.

(۳) تابع پاسخی که در روش Rayleigh-Ritz حدس می‌زنیم باید تمام شرایط مرزی هندسی و استاتیکی (نیرویی) را ارضا کند.

(۴) رابطه  $\sigma = \frac{My}{I}$  برای تحلیل تنش ناشی از خمش در یک تیر با مقطع نبشی با بار عمود بر محور در راستای

یکی از بال‌های نبشی قابل استفاده است.