

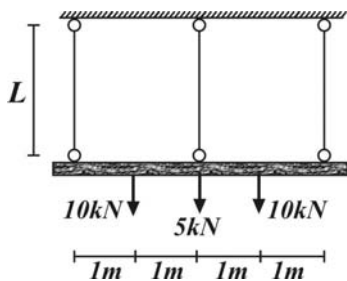
۱ - اگر دمای میله BD به میزان $80^\circ C$ افزایش یابد میزان تنش در میله CE کدام است؟

$$(E = 200 \text{ GPa}, A_{BD} = A_{CE} = 100 \text{ mm}^2, \alpha = 12/5 \times 10^{-6} / ^\circ C)$$

(۱) فشاری 160 MPa (۲) کششی 160 MPa

(۳) فشاری 80 MPa (۴) کششی 80 MPa

۲ - اگر سطح مقطع میله‌های کناری نصف میله وسطی باشد و جنس میله‌ها یکسان باشد نیروی میله وسط کدام است؟



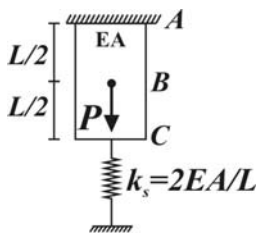
(۱) 5 kN

(۲) 10 kN

(۳) $12/5 \text{ kN}$

(۴) 15 kN

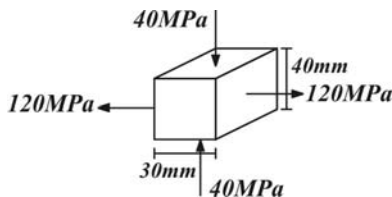
۳ - نیروی فنر از سازه مقابل کدام است؟



(۱) $\frac{P}{6}$ (۲) $\frac{P}{3}$

(۳) $\frac{P}{2}$ (۴) $\frac{2P}{3}$

۴ - تغییر حجم ورق آلومینیومی زیر را تعیین کنید. (ضخامت ورق برابر $t = 2/5 \text{ mm}$, $E = 200 \text{ GPa}$, $\nu = 0.3$)



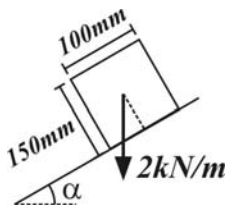
(۱) 0.96 mm^3

(۲) 0.48 mm^3

(۳) 0.32 mm^3

(۴) 0.24 mm^3

۵ - یک تیر با مقطع مستطیلی مطابق شکل بار گسترده قائم را حمل می‌کند در صورتی که تکیه‌گاه‌های ساده انتهایی مطابق شکل زیر باشد تنش حداکثر در مقطع را محاسبه کنید اگر طول تیر ۶ متر و شدت بار گسترده 2 kN/m باشد. ($\alpha = 45^\circ$)



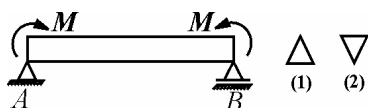
(۱) $12\sqrt{2} \text{ MPa}$

(۲) $18\sqrt{2} \text{ MPa}$

(۳) $24\sqrt{2} \text{ MPa}$

(۴) $30\sqrt{2} \text{ MPa}$

۶ - در صورتی که تیر AB با مقطع مثلث متساوی‌الاضلاع به دو صورت (۱)، (۲) مطابق شکل بر روی تکیه‌گاه‌ها قرار داده شود آنگاه کدام یک از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.



(۱) منحنی تغییر شکل برای هر دو حالت دایروی بوده و دارای شعاع یکسان نیز می‌باشد.

(۲) تنش خمشی ماکزیمم در هر دو مقطع یکسان است.

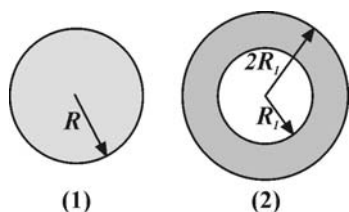
(۳) ارتفاع مقطع عرضی پس از اعمال لنگر برای هر دو حالت یکسان است.

(۴) ممان اینرسی حول محور عبوری از مرکز سطح برای هر دو حالت یکسان است.

۷ - دوتیر از یک جنس، دارای طول، انحناء و لنگر خمشی ماکزیمم یکسان می‌باشند به طوری که سطح مقطع تیر اول دایروی و تیر دوم مربعی است، در این صورت نسبت وزن تیر دایروی به تیر مربعی کدام است؟

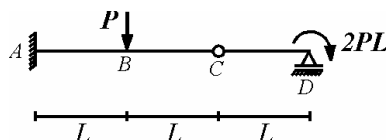
(۱) $\sqrt{\frac{\pi}{3}}$ (۲) $\sqrt{\frac{4\pi}{9}}$ (۳) $\sqrt{\frac{2\pi}{3}}$ (۴) $\sqrt{\frac{3\pi}{2}}$

۸- اگر مساحت دو مقطع دایروی زیر یکسان باشد، به ازاء یک تنش مجاز معین انحناء مقطع (۱) چند برابر انحناء مقطع (۲) می‌باشد؟ (مصالح هر دو مقطع یکسان است)



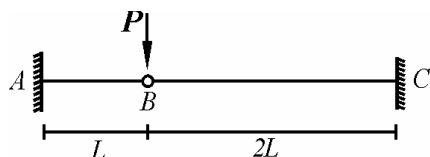
- (۱) $\frac{4}{\sqrt{3}}$ (۲) $\frac{2}{\sqrt{3}}$
(۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۴) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

۹- اگر سطح مقطع عرضی عضو ABC مربعی به ضلع a و CD مربعی به ضلع b باشد، نسبت $\frac{a}{b}$ را چنان بیابید تا حداکثر تنش خمشی در هر دو عضو ABC ، CD یکسان شود.



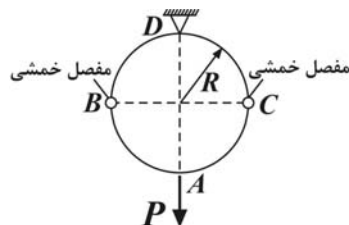
- (۱) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ (۲) $\frac{\sqrt{6}}{2}$ (۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۴) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

۱۰- نسبت تنش خمشی ماکزیمم در نقطه A به C کدام است اگر عضو AB دارای سطح مقطع مربعی و عضو BC دارای سطح مقطع دایروی هم مساحت با سطح مقطع عضو AB باشد.



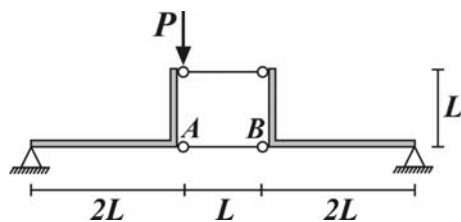
- (۱) ۲ (۲) $2\sqrt{\pi}$
(۳) ۴ (۴) $4\sqrt{\pi}$

۱۱- لنگر خمشی در نقطه اعمال بار (A) چقدر است؟



- (۱) $\frac{PR}{2}$
(۲) $\frac{PR}{\sqrt{2}}$
(۳) PR
(۴) ۰

۱۲- نیروی محوری عضو AB از سازه مقابل را به دست آورید.



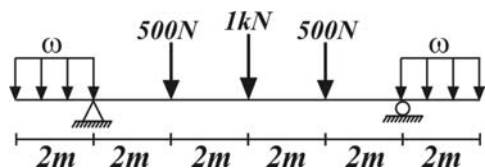
- (۱) $\frac{P}{2}$
(۲) P
(۳) $\frac{3P}{2}$
(۴) سازه ناپایدار است

۱۳- خط تأثیر لنگر در نقطه A کدام است؟



- (۱) (۲)
(۳) (۴)

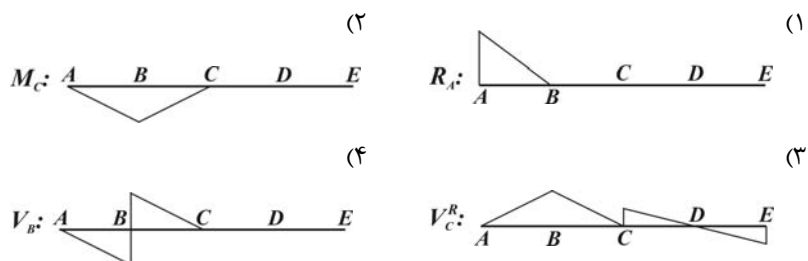
۱۴- بار گسترده w چقدر باشد تا حداکثر لنگر خمشی در تیر حداقل شود.



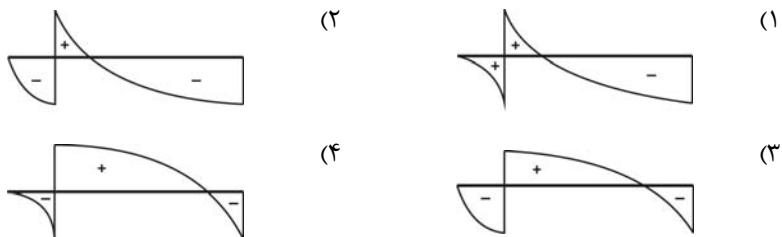
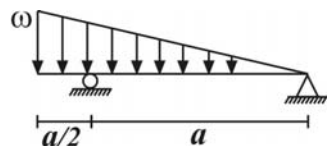
- (۱) 300 N/m
(۲) 500 N/m
(۳) 750 N/m
(۴) 1000 N/m



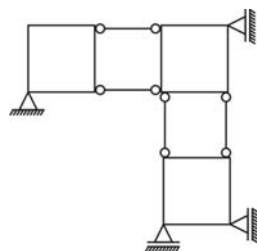
۱۵- کدام یک از خطوط تأثیر مربوط به سازه مقابل صحیح نیست؟



۱۶- نمودار نیروی برشی تیر روبرو کدام یک از شکل‌های زیر می‌تواند باشد؟

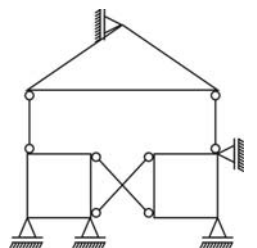


۱۷- سازه مقابل می‌باشد.



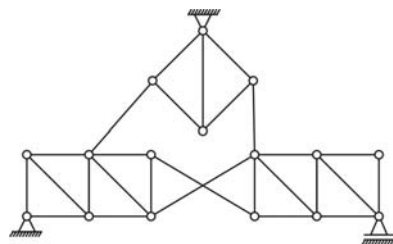
- (۱) پایدار و ۹ درجه نامعین
- (۲) پایدار و ۱۰ درجه نامعین
- (۳) پایدار و ۱۲ درجه نامعین
- (۴) ناپایدار

۱۸- سازه مقابل می‌باشد.



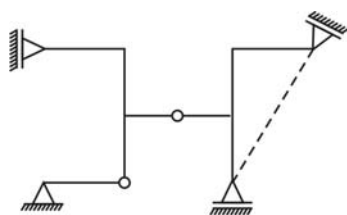
- (۱) پایدار و ۱۲ درجه نامعین
- (۲) پایدار و ۹ درجه نامعین
- (۳) پایدار و ۶ درجه نامعین
- (۴) ناپایدار

۱۹- خرپای مقابل می‌باشد.



- (۱) پایدار و دو درجه نامعین
- (۲) پایدار و یک درجه نامعین
- (۳) پایدار و معین
- (۴) ناپایدار

۲۰- سازه مقابل می‌باشد.



- (۱) پایدار و دو درجه نامعین
- (۲) پایدار و یک درجه نامعین
- (۳) پایدار و معین
- (۴) ناپایدار

مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها

۱ - گزینه (۴) اگر قید اضافی در برابر حرکت میله BD باشد این میله به میزان $\alpha L \Delta T = 12/5 \times 10^{-6} \times 1500 \times 80 = 1/5 \text{ mm}$ افزایش طول می‌یابد با حذف میله و قرار دادن نیروی F در B از سازه $ABCE$ و عکس آن روی میله BD داریم:

$$\frac{\Delta_{CE}}{2} = \Delta_{BD} = 1/5, \quad \sum M_A = 0 \Rightarrow F_{CE} \times 2 = F_{BD} \times 1 \Rightarrow F_{BD} = 2F_{CE}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{CE}(1500)}{2 \times 200 \times 10^3 \times 100} + \frac{(2F_{CE})(1500)}{200 \times 10^3 \times 100} = 1/5 \Rightarrow F_{CE} = 8 \text{ kN} \Rightarrow \sigma_{CE} = 80 \text{ MPa} \text{ کششی}$$

۲ - گزینه (۳) با انتقال بار بر مرکز سختی سازه نیروی 25 kN در وسط سازه به وجود می‌آید که هر میله به نسبت سختی بار می‌گیرد.

$$F_m = \frac{\frac{2EA}{L}}{\frac{2EA}{L} + 2\left(\frac{EA}{L}\right)} 25 = 12/5 \text{ kN}$$

۳ - گزینه (۲) فنرهای BC و S با هم سری و با فنر AB موازی می‌باشند.

$$\frac{1}{k_{BCS}} = \frac{1}{k_{BC}} + \frac{1}{k_S} = \frac{1}{\frac{EA}{L/2}} + \frac{1}{\frac{2EA}{L}} \Rightarrow k_{BCS} = \frac{EA}{L} \Rightarrow F_S = \frac{\frac{EA}{L}}{\frac{EA}{L} + \frac{EA}{L/2}} P = \frac{P}{3}$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1-2\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) = \frac{1-2 \times 0.3}{200 \times 10^3} (120 - 40) = 16 \times 10^{-5} \quad \text{۴ - گزینه (۳)}$$

$$\Delta V = 16 \times 10^{-5} \times 30 \times 40 \times 2/5 = 0.48 \text{ mm}^3$$

$$M_{\max} = \frac{qL^2}{8} = \frac{2 \times 6^2}{8} = 9 \text{ kN.m} \quad \text{۵ - گزینه (۴)}$$

$M_{z \max} = M \cos \alpha$, $M_{y \max} = M \sin \alpha$ تنش حداکثر در گوشه مقطع رخ می‌دهد برابر است با:

$$\sigma_{\max} = \frac{(M \cos 45)(75)}{(100)(150)^2} + \frac{(M \sin 45)(50)}{(150)(100)^2} = 3.0 \sqrt{2} \text{ MPa}$$

۶- گزینه (۳) با توجه به آنکه مقطع مثلث متساوی الاضلاع یک n ضلعی منتظم می باشد پس ممان اینرسی حول تمامی محورهای عبوری از مرکز سطح یکسان بوده بنابراین مقدار انحناء $\left(\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}\right)$ برای هر دو مقطع یکسان است از طرفی حداکثر تنش در هر دو مقطع برابر $\frac{MC}{I}$ بوده که برابر است اما ارتفاع مقطع در حالت (۱) بیشتر از حالت (۲) می باشد.

۷- گزینه (۱) اگر S اندیس مربع و C اندیس دایره باشد داریم:

$$\frac{M}{E \frac{a^4}{12}} = \frac{M}{E \frac{\pi}{4} R^4} \Rightarrow \frac{a^4}{12} = \frac{\pi}{4} R^4 \Rightarrow \frac{a^4}{\sqrt{12}} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} R^4 \Rightarrow \frac{W_C}{W_S} = \frac{\pi R^4 L \gamma}{a^4 L \gamma} = \frac{2\sqrt{\pi}}{\sqrt{12}} = \sqrt{\frac{\pi}{3}}$$

$$A_1 = A_2 \Rightarrow \pi R^2 = \pi[(2R_1)^2 - R_1^2] \Rightarrow R_1 = \frac{R}{\sqrt{3}} \quad \text{۸- گزینه (۲)}$$

$$\sigma_{\max}^1 = \frac{M_1 R}{I_1} = \sigma_o \Rightarrow \frac{M_1}{I_1} = \frac{\sigma_o}{R}$$

$$\sigma_{\max}^2 = \frac{M_2 \frac{2R}{\sqrt{3}}}{I_2} \Rightarrow \frac{M_2}{I_2} = \frac{\sigma_o}{\frac{2R}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \frac{\left(\frac{M}{EI}\right)_1}{\left(\frac{M}{EI}\right)_2} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\sigma_{\max}^A = \sigma_{\max}^D \Rightarrow \frac{\epsilon(2PL)}{a^3} = \frac{\epsilon(2PL)}{b^3} \Rightarrow \frac{a^3}{b^3} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{a}{b} = \sqrt[3]{\frac{2}{3}} \quad \text{۹- گزینه (۱)}$$

۱۰- گزینه (۲) عضو BA و BC در اتصال B دارای سختی قائم $\frac{3EI}{L^3}$ می باشند بنابراین هر قطعه به همین میزان از بار P ، نیرو جذب می کند در

$$\frac{V_{BA}}{V_{BC}} = \frac{\frac{3EI_{AB}}{L^3}}{\frac{3EI_{BC}}{(2L)^3}} \Rightarrow \frac{M_A}{M_C} = \frac{(V_{BA})L}{(V_{BC})2L} = \frac{4I_{AB}}{I_{BC}}, \quad \frac{\sigma_{\max}^A}{\sigma_{\max}^C} = \frac{M_A}{M_C} \frac{I_{BC}}{I_{AB}} \frac{C_A}{C_C} = 2\sqrt{\pi}$$

نتیجه داریم:

$$M_A = \frac{PR}{2} \quad \text{۱۱- گزینه (۱) برش در مفصل های } C, B \text{ برابر صفر است پس:}$$

۱۲- گزینه (۴) با ترکیب تکیه گاه سمت چپ با اتصال سمت چپ با اتصال یک تکیه گاه غلتکی افقی نتیجه می شود که از تکیه گاه سمت راست می گذرد.

۱۳- گزینه (۳) صحیح می باشد.

۱۴- گزینه (۳) برای این منظور باید قدر مطلق حداکثر لنگر خمشی و حداقل لنگر خمشی در تیر برابر باشد یعنی:

$$M_{\max} = (2\omega + 500 + 500)4 - 500 \times 2 - 2\omega \times 5 = 3000 - 2\omega, \quad M_{\min} = -\frac{\omega(2)}{2} = -2\omega$$

$$|M_{\max}| = |M_{\min}| \Rightarrow 3000 - 2\omega = 2\omega \Rightarrow 4\omega = 3000 \Rightarrow \omega = 750 \text{ N/m}$$

۱۵- گزینه (۴) به دلیل اینکه در نقطه C مفصل نداریم و تغییر شیب داریم بنابراین گزینه ۴ صحیح نیست.

$$\frac{dw}{dx} = 0 \Rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} > 0 \quad \text{تقعر به سمت بالا}$$

$$\frac{dy}{dx} = -w \Rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{dw}{dx}$$

۱۶- گزینه (۲)

۱۷- گزینه (۱) صحیح می باشد.

۱۸- گزینه (۲) صحیح می باشد.

۱۹- گزینه (۳) صحیح می باشد.

۲۰- گزینه (۳) با ترکیب تکیه گاه از سمت چپ و پایین به ترتیب تکیه گاه غلتک افقی، دو غلتکی و غلتک افقی حاصل می شود که سازه باقی مانده سازه ای پایدار است.

$$DOI = 5 - (3 + 2) = 0$$