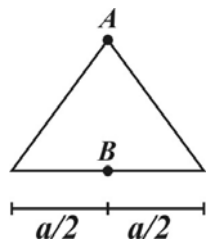


۱- تنش کششی ماکزیمم در مقطع مثلثی متساوی‌الاضلاع را تعیین نمایید اگر در نقاط A, B نیروی کششی P اعمال گردد.



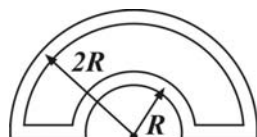
(۱) $\frac{1 \cdot P}{A}$

(۲) $\frac{8P}{A}$

(۳) $\frac{7P}{A}$

(۴) $\frac{6P}{A}$

۲- اگر مقطع زیر تحت لنگر پیچشی T قرار گیرد تنش برشی ماکزیمم را تعیین نمایید در صورتی که مقطع جدار نازک به ضخامت t و از دو نیم دایره تشکیل شده باشد.



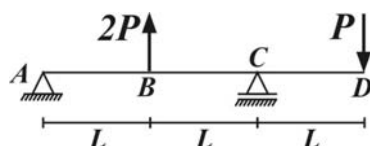
(۱) $\frac{T}{6\pi R^2 t}$

(۲) $\frac{T}{5\pi R^2 t}$

(۳) $\frac{T}{4\pi R^2 t}$

(۴) $\frac{T}{3\pi R^2 t}$

۳- در سازه زیر تیر در ناحیه AC مربعی به ضلع a و در ناحیه CD مستطیلی است به طوری که ارتفاع مقطع دو برابر عرض آن است در این صورت ارتفاع مقطع در ناحیه CD چند برابر a باشد تا تنش خمشی ماکزیمم در هر دو ناحیه یکسان گردد.



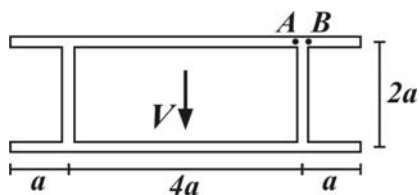
(۱) $\sqrt[3]{\frac{4}{3}} a$

(۲) $\frac{2}{\sqrt{3}} a$

(۳) $\frac{2}{3} a$

(۴) $\frac{4}{3} a$

۴- در مقطع جدار نازک زیر نسبت تنش برشی در نقطه A به نقطه B کدام است؟ (مقطع جدار نازک به ضخامت t می‌باشد)



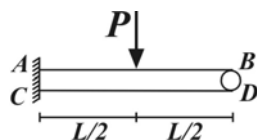
(۱) ۴

(۲) ۲

(۳) ۱

(۴) $\frac{1}{2}$

۵- اگر مشخصات تیر AB, CD یکسان باشد نسبت تنش خمشی ماکزیمم در تیر AB به تیر CD کدام است؟



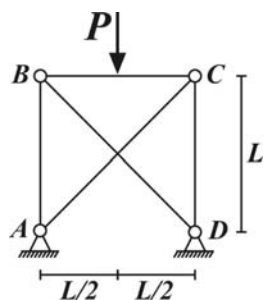
(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) $\frac{2}{2}$

(۴) $\frac{2}{8}$

۶- تنش نرمال ماکزیمم در عضو BC از سازه مقابل را تعیین نمایید در صورتی که سطح مقطع تمامی اعضاء دایروی به مساحت A و مدول الاستیسیته اعضاء مورب برابر $2\sqrt{2}E$ و بقیه اعضاء برابر E باشد نسبت طول اعضاء افقی L به شعاع سطح مقطع اعضاء R برابر ۳ می باشد.



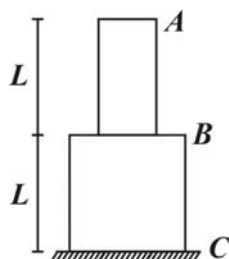
$$\frac{3P}{A} \quad (1)$$

$$3/2 \frac{P}{A} \quad (2)$$

$$3/6 \frac{P}{A} \quad (3)$$

$$4/2 \frac{P}{A} \quad (4)$$

۷- تغییر مکان قائم نقطه A را تعیین نمایید در صورتی که وزن میله های استوانه ای AB, BC به ترتیب $W, 4W$ و سطح مقطع میله BC دو برابر میله AB باشد مدول الاستیسیته هر دو میله برابر E می باشد.



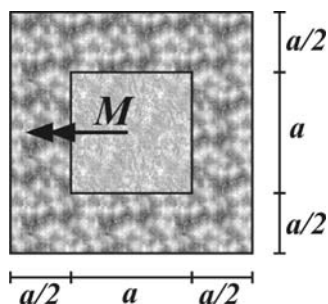
$$\frac{2WL}{EA} \quad (1)$$

$$\frac{5WL}{2EA} \quad (2)$$

$$\frac{3WL}{EA} \quad (3)$$

$$\frac{7WL}{2EA} \quad (4)$$

۸- شعاع انحناء مقطع زیر تحت لنگر M کدام است مصالح داخلی دارای مدول الاستیسیته $3E$ و مصالح بیرونی دارای مدول الاستیسیته E می باشد.



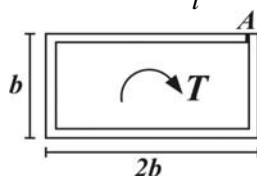
$$\frac{2M}{Ea^3} \quad (1)$$

$$\frac{3M}{2Ea^3} \quad (2)$$

$$\frac{M}{Ea^3} \quad (3)$$

$$\frac{2M}{3Ea^3} \quad (4)$$

۹- اگر جوش در نقطه A از مقطع زیر (جدار نازک به ضخامت t) باز شود تنش برشی در مقطع چند برابر خواهد شد؟ ($\frac{b}{t} = 10$)



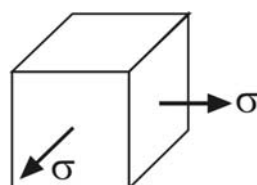
$$120 \quad (1)$$

$$60 \quad (2)$$

$$20 \quad (3)$$

$$10 \quad (4)$$

۱۰- اگر کرنش قائم در المان زیر برابر صفر باشد تنش برشی ماکزیمم در المان کدام است؟ (ν ضریب پواسون مصالح می باشد)



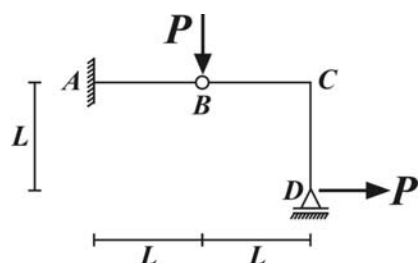
$$\sigma(0.5 - \nu) \quad (1)$$

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

$$\sigma(0.5 + \nu) \quad (3)$$

$$\text{صفر} \quad (4)$$

۱۱- تغییرمکان قائم نقطه B از سازه مقابل کدام است در صورتی که EI برای تمامی اعضاء ثابت باشد.



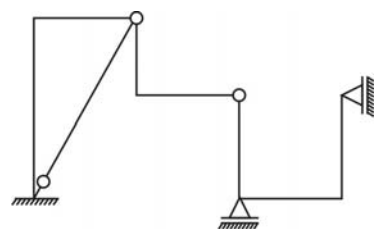
(۱) صفر

(۲) $\frac{PL^3}{3EI}$

(۳) $\frac{2PL^3}{3EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{EI}$

۱۲- سازه مقابل می‌باشد.



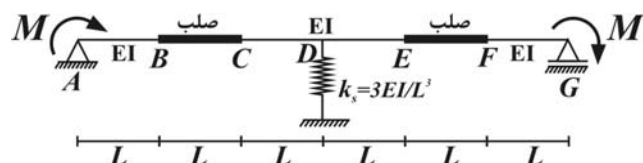
(۱) پایدار و دو درجه نامعین

(۲) پایدار و یک درجه نامعین

(۳) پایدار و معین

(۴) ناپایدار

۱۳- در سازه مقابل تغییرمکان قائم وسط قطعه صلب BC کدام است؟



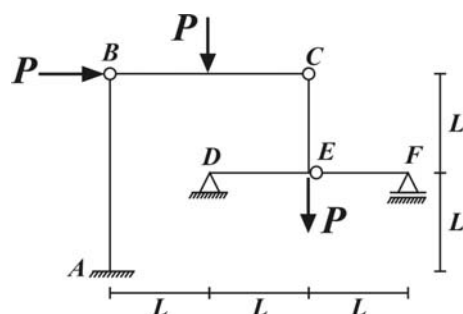
(۱) $\frac{2ML^3}{EI}$

(۲) $\frac{ML^3}{EI}$

(۳) $\frac{ML^3}{2EI}$

(۴) $\frac{ML^3}{4EI}$

۱۴- لنگر تکیه‌گاه A از سازه مقابل را تعیین نمایید.



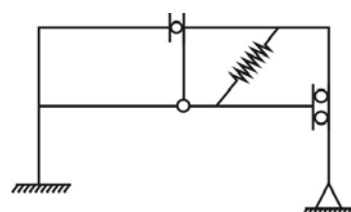
(۱) $5PL$

(۲) $4PL$

(۳) $3PL$

(۴) $2/5PL$

۱۵- درجه نامعینی سازه مقابل کدام است؟



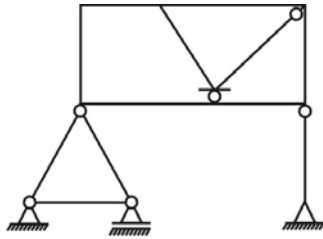
(۱) ۶

(۲) ۵

(۳) ۴

(۴) ۳

۱۶- درجه نامعینی سازه مقابل کدام است؟



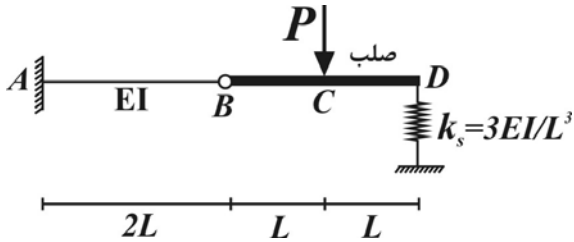
(۱) ۵

(۲) ۶

(۳) ۷

(۴) ۸

۱۷- در سازه مقابل تغییرمکان قائم نقطه C کدام است؟



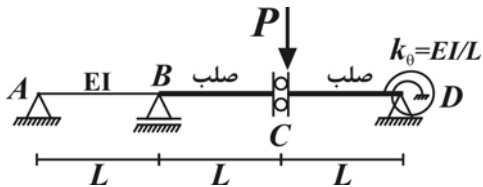
(۱) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{4EI}$

(۳) $\frac{3}{4} \frac{PL^3}{EI}$

(۴) $\frac{3}{2} \frac{PL^3}{EI}$

۱۸- لنگر در فنر پیچشی از سازه مقابل کدام است؟



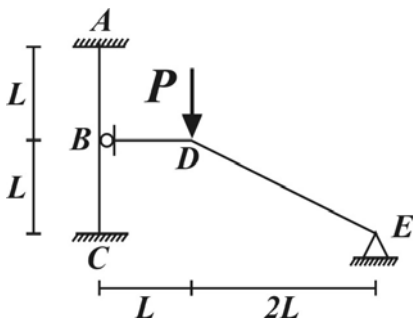
(۱) PL

(۲) $\frac{3}{4} PL$

(۳) $\frac{PL}{2}$

(۴) $\frac{PL}{4}$

۱۹- تغییرمکان افقی نقطه B از سازه مقابل کدام است اگر EI برای تمامی اعضا یکسان باشد.



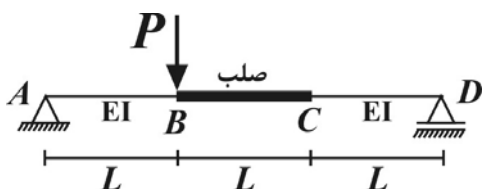
(۱) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{12EI}$

(۳) $\frac{PL^3}{24EI}$

(۴) صفر

۲۰- تغییرمکان قائم نقطه B از سازه مقابل کدام است؟



(۱) $\frac{4}{9} \frac{PL^3}{EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{3EI}$

(۳) $\frac{5}{27} \frac{PL^3}{EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{18EI}$

مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها

۱- گزینه (۴) با انتقال نیروهای محوری از B, A به مرکز سطح مقطع داریم:

$$\sigma_{\max} = \frac{2P}{A} + \frac{P \times \left(\frac{a\sqrt{3}}{3} - \frac{a\sqrt{3}}{6} \right) \times \frac{a\sqrt{3}}{3}}{\frac{\sqrt{3}}{96} a^3} = \frac{6P}{A}$$

۲- گزینه (۴)

$$A_m = \frac{1}{\sqrt{3}} [\pi (2R)^2 - \pi R^2] = \frac{\sqrt{3}}{2} \pi R^2, \quad \tau = \frac{T}{2tA_m} = \frac{T}{\sqrt{3} \pi R^2 t}$$

۳- گزینه (۱)

$$CD : \sigma_{\max}^C = \frac{6PL}{\frac{h}{2} \times h^2} \Rightarrow \sigma_{\max}^C = \sigma_{\max}^B \Rightarrow \frac{12}{h^2} = \frac{9}{a^2} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{12}{9}} a = \sqrt{\frac{4}{3}} a$$

$$ABC : \sigma_{\max}^B = \frac{6 \left(\frac{\sqrt{3} PL}{2} \right)}{a^2}$$

۴- گزینه (۲)

$$\frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{A_A}{A_B} = \frac{2at}{at} = 2$$

۵- گزینه (۳) سختی قائم تیر CD در نقطه D برابر $\frac{3EI}{L}$ می‌باشد با حذف تیر CD در نقطه D و نوشتن شرط سازگاری در این نقطه داریم:

$$\frac{P \left(\frac{L}{2} \right)^2}{2EI} + \frac{P \left(\frac{L}{2} \right)^2}{2EI} \times \frac{L}{2} - \frac{R_D L^2}{2EI} = \frac{R_D}{\frac{2EI}{L}} \Rightarrow R_D = \frac{5P}{32} \Rightarrow M_{\max}^{CD} = \frac{5PL}{32}, M_{\max}^{AB} = \frac{PL}{2} - \frac{5PL}{32} = \frac{11PL}{32}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_{\max}^{AB}}{\sigma_{\max}^{CD}} = \frac{M_{\max}^{AB}}{M_{\max}^{CD}} = \frac{11}{5} = 2.2$$

۶- گزینه (۲) در میله BC تنش خمشی ناشی از لنگر $\frac{PL}{4}$ و تنش محوری ناشی از نیروی محوری BC به وجود می‌آید برای تعیین نیروی

محوری BC کافی است این میله را حذف و در محل C, B یک نیروی افقی مجهول F_{BC} به سمت یکدیگر قرار دهیم در این صورت داریم:

$$2 \left(\frac{F_{BC} L}{EA} + \frac{F_{BC} \sqrt{2} \times L \sqrt{2} \times \sqrt{2}}{2\sqrt{2} EA} \right) - \frac{2 \left(\frac{P}{2} L \right)}{EA} = \frac{F_{BC} L}{EA} \Rightarrow F_{BC} = \frac{P}{5} \Rightarrow \sigma_{BC} = \frac{\frac{PL}{4} \times R}{\frac{\pi}{4} R^2} + \frac{\frac{P}{5}}{A} = 3/2 \frac{P}{A}$$

$$u_A = \Delta_{BC} + \Delta_{AB} = \frac{(2W + W)L}{2EA} + \frac{\frac{W}{2}L}{EA} = \frac{2WL}{EA} \quad \text{۷- گزینه (۱)}$$

$$I_{eq} = \frac{(2a)^4}{12} + \frac{2a^4}{12} = \frac{3}{2}a^4 \Rightarrow \kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} = \frac{M}{E \times \frac{3}{2}a^4} = \frac{2}{3} \frac{M}{Ea^4} \quad \text{۸- گزینه (۴) با تبدیل مقطع به مقطع معادل مصالح بیرونی داریم:}$$

$$\frac{\tau_r}{\tau_1} = \frac{\frac{1}{3}(\epsilon b)t^r}{\frac{T}{2t(2b)(b)}} = \frac{b}{t} = 2 \quad \text{۹- گزینه (۳)}$$

$$\epsilon_z = \frac{\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)}{E} = 0 \Rightarrow \sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y) = 2\nu\sigma \quad , \quad \tau_{\max} = \frac{\sigma - 2\nu\sigma}{2} = \sigma(0.5 - \nu) \quad \text{۱۰- گزینه (۱)}$$

$$u_B^V = \frac{V_B L^r}{3EI} = \frac{2PL^r}{3EI} \quad \text{۱۱- گزینه (۳)}$$

۱۲- گزینه (۴) با ترکیب تکیه‌گاه گیردار با اتصال مفصلی یک تکیه‌گاه مفصلی و سپس با ترکیب با اتصال مفصلی یک غلتک مورب نتیجه می‌دهد که در سازه باقی‌مانده هر سه غلتک از یک نقطه عبور می‌کنند.

۱۳- گزینه (۴) با توجه به تقارن سازه در فنر خطی هیچ نیرویی ایجاد نمی‌گردد بنابراین می‌توان سازه را نصف نمود و در نقطه D یک تکیه‌گاه غلتکی قرار داد در این صورت تغییرمکان وسط قطعه صلب تحت لنگر M در A برابر نصف تغییرمکان قائم این قطعه تحت لنگر متقارن می‌باشد.

$$u = \frac{1}{2} \left(\frac{ML^r}{2EI} \right) = \frac{ML^r}{4EI}$$

۱۴- گزینه (۱) با ترکیب تکیه‌گاه F و اتصال E انتهایی آزاد و تکیه‌گاه D و اتصال C تکیه‌گاه غلتکی در راستای DC حاصل می‌گردد که عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه برابر $\frac{3P}{4}$ و افقی آن نیز از روی شیب برابر $\frac{3P}{4}$ می‌باشد در نتیجه ایجاد نیروی برشی $\frac{5P}{4}$ در $P + \frac{3P}{4} = \frac{5P}{4}$ در B نموده و لنگر تکیه‌گاه A برابر $5PL$ خواهد شد.

$$DOI = [(\Delta + 2 \times 3) - (3 + 2 + 2 + 1)] + 1 = 4 \quad \text{۱۵- گزینه (۳) با حذف فنر و اضافه نمودن یک درجه نامعینی به نامعینی کل داریم:}$$

۱۶- گزینه (۲) با جدا نمودن خرپا از نقطه اتصال آن به قاب و قرار دادن یک تکیه‌گاه مفصلی در آن نقطه داریم:

$$DOI = (3 \times 3 + 3) - (3 + 3) = 6$$

$$u_C = \frac{u_B + u_D}{2}, u_B = \frac{\frac{P}{2}(2L)^r}{3EI} = \frac{PL^r}{3EI}, u_D = \frac{P}{k_s} = \frac{PL^r}{6EI}, u_C = \frac{3}{4} \frac{PL^r}{EI} \quad \text{۱۷- گزینه (۳)}$$

۱۸- گزینه (۴) با استفاده از قضیه سه لنگری و باز نمودن اتصال C داریم:

$$\theta_C^L = \theta_C^R = \frac{M_C L}{3EI} = \frac{PL}{k_\theta} - \frac{M_C}{k_\theta} \Rightarrow M_C = \frac{3}{4} PL \Rightarrow M_\theta = \frac{PL}{4}$$

۱۹- گزینه (۲) در قطعه BDE عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه E برابر P و عکس‌العمل افقی تکیه‌گاه E یا B برابر $2P$ می‌باشد در نتیجه

$$u_B^H = \frac{2P(2L)^3}{192EI} = \frac{PL^3}{12EI}$$

داریم:

۲۰- گزینه (۳) با استفاده از اصل کار مجازی و اعمال بار واحد قائم در B دیاگرام انحناء و لنگر مطابق شکل شده و داریم:

$$u_B^V = \frac{2PL}{3EI} \times \frac{2L}{3} \times \frac{L}{3} + \frac{PL}{3EI} \times \frac{L}{3} \times \frac{L}{3} = \frac{5}{27} \frac{PL^3}{EI}$$