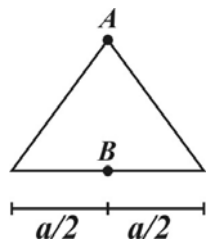


۱- تنش کششی ماکزیمم در مقطع مثلثی متساوی‌الاضلاع را تعیین نمایید اگر در نقاط  $A, B$  نیروی کششی  $P$  اعمال گردد.



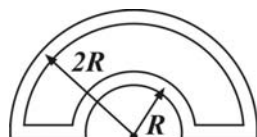
(۱)  $\frac{1 \cdot P}{A}$

(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.



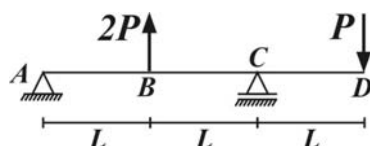
(۱)  $\frac{T}{6\pi R^2 t}$

(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.



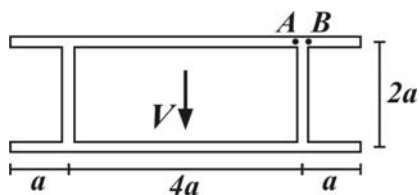
(۱)  $\sqrt{\frac{4}{3}} a$

(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)



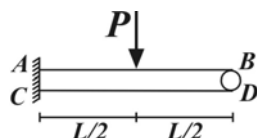
(۱) ۴

(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؟



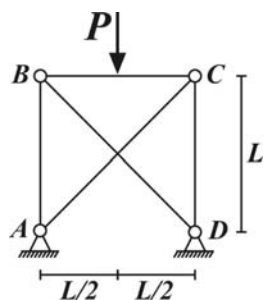
(۱) ۱

(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.



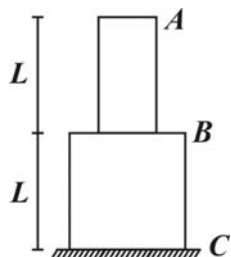
$$\frac{3P}{A} \quad (1)$$

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

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

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

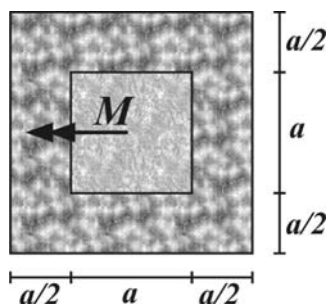
۷- تغییرمکان قائم نقطه  $A$  را تعیین نمایید در صورتی که وزن میله های استوانه ای  $AB, BC$  به ترتیب  $W, 4W$  و سطح مقطع میله  $BC$  دو برابر میله  $AB$  باشد مدول الاستیسیته هر دو میله برابر  $E$  می باشد.



$$\frac{5WL}{2EA} \quad (2) \quad \frac{2WL}{EA} \quad (1)$$

$$\frac{7WL}{2EA} \quad (4) \quad \frac{3WL}{EA} \quad (3)$$

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.



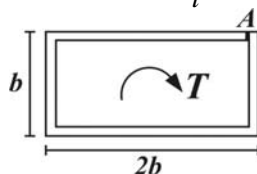
$$\frac{2M}{Ea^3} \quad (1)$$

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

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

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

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



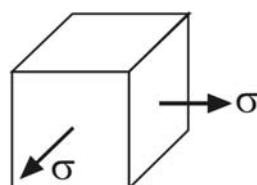
$$120 \quad (1)$$

$$60 \quad (2)$$

$$20 \quad (3)$$

$$10 \quad (4)$$

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



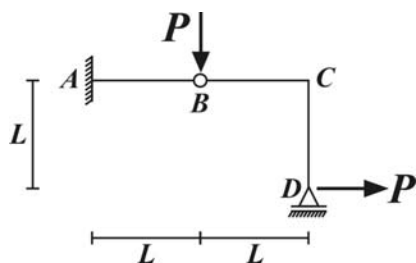
$$\sigma(0.5 - \nu) \quad (1)$$

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

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

$$\text{صفر} \quad (4)$$

۱۱- تغییر مکان قائم نقطه  $B$  از سازه مقابل کدام است در صورتی که  $EI$  برای تمامی اعضا ثابت باشد.



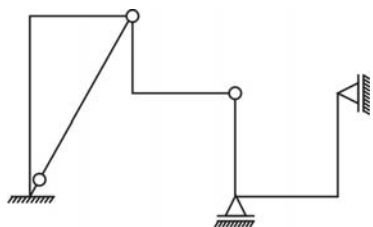
(۱) صفر

$$\frac{PL^3}{3EI} \quad (2)$$

$$\frac{PL^3}{EI}$$

$$\frac{PL^3}{EI} \quad (f)$$

۱۲- سازه مقابل ..... می باشد.



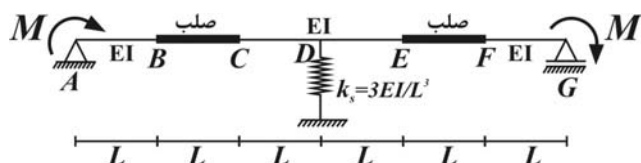
(۱) پایدار و دو درجه نامعین

(۲) پایدار و یک درجه نامعین

### (۳) پایدار و معین

(۴) ناپایدار

۱۳- در سازه مقابل تغییر مکان قائم وسط قطعه صلب  $BC$  کدام است؟



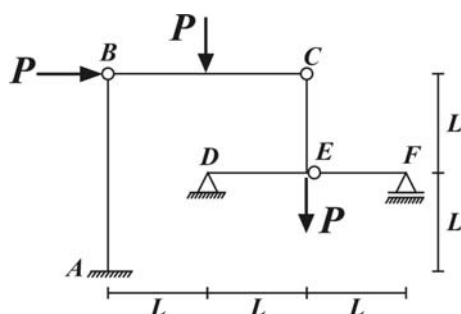
$$\frac{\gamma ML^2}{EI} \quad (1)$$

$$\frac{ML^3}{EI} (\gamma$$

$$\frac{ML^2}{EI} \quad (3)$$

$$\frac{ML^2}{EI} \quad (f)$$

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



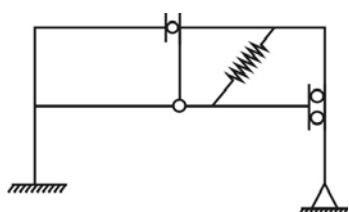
$\Delta PL (\%)$

$\epsilon PL$  (2)

$\mathfrak{z}PL(\mathfrak{z}$

$\gamma / \Delta PL$  (%)

۱۵- درجه نامعینی سازه مقابل کدام است؟



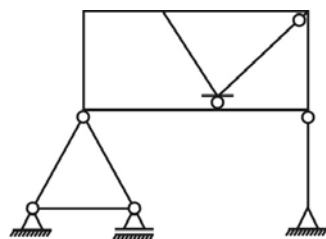
٦ (١)

5 (2

۴ (۳)

٣ (٤

۱۶- درجه نامعینی سازه مقابل کدام است؟



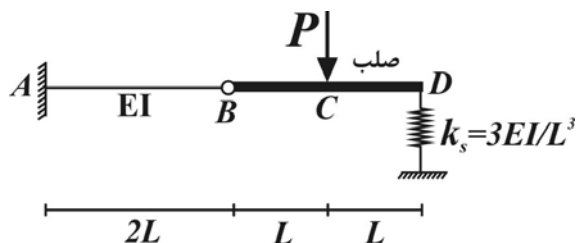
۵ (۱)

۶ (۲)

۷ (۳)

۸ (۴)

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



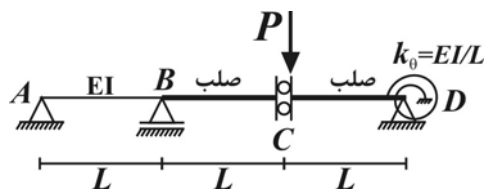
(۱)  $\frac{PL^3}{6EI}$

(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؟



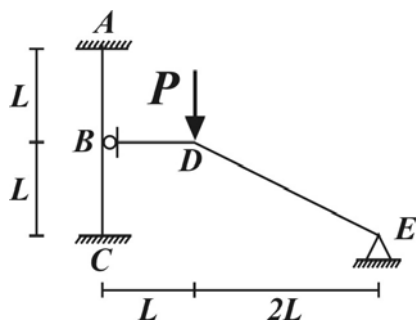
(۱)  $PL$

(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.



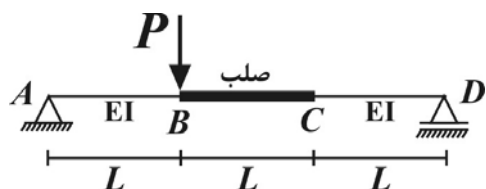
(۱)  $\frac{PL^3}{6EI}$

(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)

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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:

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