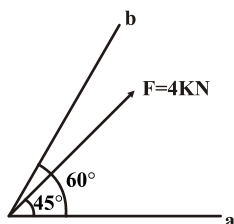


جامدات

۱ - کدام یک از عبارتهای زیر به درستی بیان شده است؟

- (۱) حرکت بدون دوران یک جسم با بردار آزاد نمایش داده می شود.
- (۲) کنش یک نیروی خارجی بر روی یک جسم صلب را می توان بعنوان یک بردار ثابت در نظر گرفت.
- (۳) کنش یک نیرو بر روی یک جسم تغییر شکل پذیر یا غیر صلب بوسیله بردار لغزان نمایش داده می شود.
- (۴) هیچکدام

۲ - مولفه و تصویر نیروی F در امتداد محورهای a و b چقدر می باشد؟ $\frac{\sin 15^\circ}{\sin 120^\circ} = 0/3$ و $\frac{\sin 45^\circ}{\sin 120^\circ} = 0/9$ و $\cos 15^\circ = 0/9$

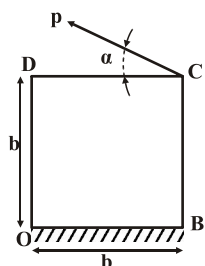


$$\begin{cases} f'_a = 1/2 \text{ و } f'_b = 3/6 \\ f_a = 1/2 \text{ و } f_b = 3/6 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{تصویر} \\ \text{مولفه} \end{matrix} \quad (2)$$

$$\begin{cases} f'_a = 3/6 \text{ و } f'_b = 1/2 \\ f_a = 3/6 \text{ و } f_b = 2\sqrt{2} \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{تصویر} \\ \text{مولفه} \end{matrix} \quad (3)$$

$$\begin{cases} f'_a = 2\sqrt{2} \text{ و } f'_b = 3/6 \\ f_a = 1/2 \text{ و } f_b = 3/6 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{تصویر} \\ \text{مولفه} \end{matrix} \quad (4)$$

۳ - جعبه ای مطابق شکل به وزن w روی سطح افقی در حالت سکون قرار دارد حداقل نیروی P با زاویه α که برای دوران جعبه لازم می باشد، برابر است با:



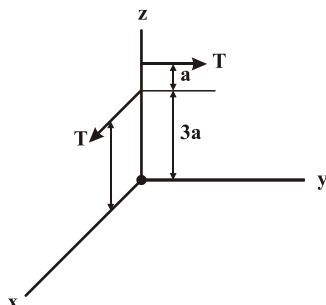
$$P = \frac{w}{2\sqrt{2}} \text{ و } \alpha = 30^\circ \quad (2)$$

$$P = \frac{w}{2\sqrt{2}} \text{ و } \alpha = 45^\circ \quad (1)$$

(۴) نیاز به دانستن اطلاعات مربوط به ضریب اصطکاک هستیم.

$$P = \frac{w}{\sqrt{2}} \text{ و } \alpha = 45^\circ \quad (3)$$

۴ - کدام گزینه مختصات نقطه P در صفحه $y-z$ که خط اثر پیچ از آن می گذرد را به درستی نشان می دهد؟



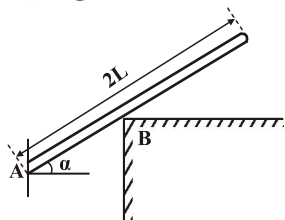
$$y = \frac{3}{2}a \text{ و } z = 0 \quad (2)$$

$$y = \frac{5}{2}a \text{ و } z = \frac{3}{2}a \quad (1)$$

$$y = \frac{3}{2}a \text{ و } z = \frac{5}{2}a \quad (4)$$

$$y = 0 \text{ و } z = \frac{3}{2}a \quad (3)$$

۵ - اگر وزن میله را w فرض کنیم، نیروهای تکیه گاهی در نقاط A و B به ترتیب در کدام گزینه به درستی بیان شده اند؟ (از اصطکاک صرف نظر می کنیم).



$$F_B = \frac{w}{\sin \alpha} \text{ و } F_A = w \tan \alpha \quad (2)$$

$$F_B = w \tan \alpha \text{ و } F_A = \frac{w}{\sin \alpha} \quad (1)$$

$$F_B = \frac{w}{\cos \alpha} \text{ و } F_A = w \tan \alpha \quad (4)$$

$$F_B = w \tan \alpha \text{ و } F_A = \frac{w}{\cos \alpha} \quad (3)$$

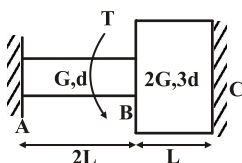
۶ - اگر گشتاور پیچشی T را به تدریج افزایش دهیم کدام بخش از میله دیرتر تسلیم می شود؟

(۱) میله AB

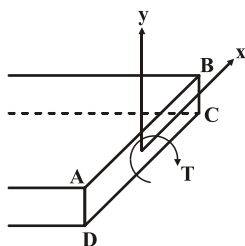
(۲) میله BC

(۳) همزمان با هم دو میله تسلیم می شوند.

(۴) داده های مساله کافی نیست.

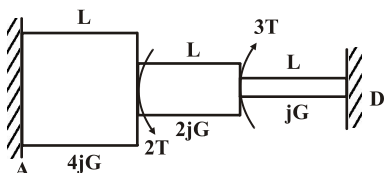


۷ - کدام گزینه پیچش مقاطع مستطیلی را به درستی شرح می‌دهد؟



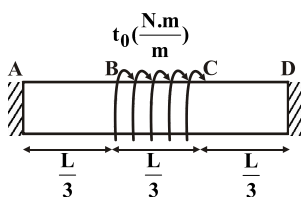
- (۱) تنش برشی در گوشه‌های A و B و C و D صفر می‌باشد و تنش برشی ماکزیمم در وسط اضلاع AD و BC رخ می‌دهد.
 (۲) تنش برشی روی اضلاع AB و DC صفر می‌باشد و حداکثر آن در گوشه‌های A و B و C و D رخ می‌دهد.
 (۳) تنش برش ماکزیمم روی اضلاع AB و DC و در گوشه‌های A و B و C و D صفر می‌باشد.
 (۴) تنش برش ماکزیمم به نسب اضلاع مستطیل بستگی ندارد.

۸ - با توجه به شکل داده شده، گشتاور عکس‌العمل در نقطه D کدام است؟



- (۱) $\frac{T}{3}$
 (۲) $\frac{T}{5}$
 (۳) T
 (۴) $\frac{T}{\gamma}$

۹ - در شکل زیر کدام گزینه زاویه پیچش وسط تیر را به درستی بیان می‌کند؟

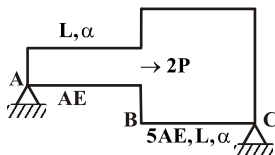


- (۱) $\frac{\gamma t_0 L^2}{5 jG}$
 (۲) $\frac{\delta t_0 L^2}{\gamma jG}$
 (۳) $\frac{1}{12} \frac{t_0 L^2}{jG}$
 (۴) $\frac{6}{\gamma} \frac{t_0 L^2}{jG}$

۱۰ - اگر جسمی با ضریب پواسون ν در حالت کرنش دوبعدی باشد آن‌گاه مولفه کرنش در جهت x کدام گزینه خواهد بود؟

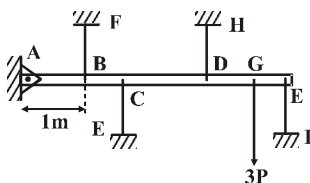
- (۱) $\epsilon_x = \frac{1}{E} ((1 - \nu^2)\sigma_x - \nu(1 + \nu)\sigma_y)$
 (۲) $\epsilon_x = \frac{1}{E} ((1 + \nu^2)\sigma_x + \nu(1 + \nu)\sigma_y)$
 (۳) $\epsilon_x = \frac{1}{E} ((1 - \nu)\sigma_x - \nu(1 + \nu)\sigma_y)$
 (۴) $\epsilon_x = \frac{1}{E} ((1 + \nu)\sigma_x - \nu(1 + \nu)\sigma_y)$

۱۱ - برای آن‌که تنش در میله AB صفر شود، دمای میله چقدر باید افزایش یابد؟



- (۱) $\frac{2P}{\Delta AE \alpha}$
 (۲) $\frac{4P}{\Delta AE \alpha}$
 (۳) $\frac{P}{4 \Delta AE \alpha}$
 (۴) $\frac{P}{\Delta AE \alpha}$

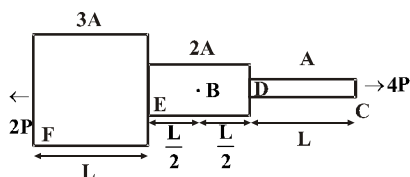
۱۲ - در شکل زیر با فرض اینکه میله AE صلب باشد، اگر نیروی P برابر 20 kN باشد، نیروی مربوط به کابل‌های BF و EC و DH کدامند؟



$AB = BC = CD = DG = GE = 1\text{m}$

- (۱) $F_{BF} = \frac{6}{5}P$ و $F_{EC} = 0$ و $F_{DH} = \frac{18}{5}P$
 (۲) $F_{BF} = \frac{18}{5}P$ و $F_{EC} = \frac{6}{5}P$ و $F_{DH} = \frac{3}{5}P$
 (۳) $F_{BF} = \frac{18}{5}P$ و $F_{EC} = \frac{6}{5}P$ و $F_{DH} = \frac{3}{5}P$
 (۴) داده‌ها برای حل مساله کافی نیست.

۱۳ - در میله زیر سطح مقطع به صورت پله‌ای تغییر می‌کند. میله از جنس فولاد با چگالی $7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ساخته شده است. میله را مطابق شکل



تحت نیروی ۲P و ۴P قرار می‌دهیم. تنش در نقطه B کدام گزینه است؟

- (۱) $\frac{3P}{\Delta A}$
 (۲) $\frac{2P}{A}$
 (۳) $\frac{P}{3A}$
 (۴) $\frac{\Delta P}{3A}$

۱۴ - ماده‌ای دارای مشخصات $S_{uc} = 400$ و $S_{ut} = 100$ می‌باشد. این ماده تحت کدام یک از بارگذاری‌های زیر می‌شکند؟

- (۱) $\sigma_1 = 70$ و $\sigma_2 = -100$ (۲) $\sigma_1 = 60$ و $\sigma_2 = -150$ (۳) $\sigma_1 = 40$ و $\sigma_2 = -200$ (۴) $\sigma_1 = 70$ و $\sigma_2 = -200$

۱۵- قطعه‌ای تحت تنش پیچشی ثابت 150 MPa و تنش متناوب خمشی 200 MPa قرار دارد. در صورتی که مقاومت نهایی 500 MPa و حد دوام اصلاح شده 0.65 مقاومت نهایی قطعه باشد، ضریب اطمینان طراحی به روش گودمن کدام است؟

- (۱) 0.88 (۲) 0.8 (۳) 0.92 (۴) 1.15

۱۶- یک قطعه تحت تنش کاملاً معکوس σ_1 ، 20 ساعت و تحت تنش σ_2 ، 40 ساعت کار می‌کند. اگر 10 ساعت تحت تنش σ_1 کار کند و پس از آن تحت تنش σ_2 قرار گیرد، چند ساعت دوام می‌آورد؟

- (۱) 35 ساعت (۲) 30 ساعت (۳) 25 ساعت (۴) 20 ساعت

۱۷- دو میله با مساحت سطح مقطع یکسان و جنسی مشابه جهت انتقال توان انتخاب شده‌اند. اگر مقطع یکی از میله‌ها به صورت دایره‌ای توپر و دیگری به صورت دایره‌ای توخالی باشد، با کدام یک از میله‌ها می‌توان قدرت بیشتری را منتقل نمود؟

- (۱) با هر دو میله می‌توان توان یکسانی را منتقل نمود.
(۲) بستگی به ممان اینرسی مقطع دارد
(۳) میله توخالی
(۴) میله توپر

۱۸- کدام یک از عبارات زیر در مورد تئوری‌های شکست مواد شکل‌پذیر به درستی بیان شده‌اند؟

- (۱) تئوری کلمب مور مطمئن‌ترین تئوری و تئوری بهبود یافته مور دقیق‌ترین تئوری می‌باشد.
(۲) تئوری ماکزیمم تنش برشی مطمئن‌ترین تئوری و تئوری انرژی اعوجاجی دقیق‌ترین تئوری می‌باشد.
(۳) تئوری ماکزیمم تنش عمودی مطمئن‌ترین تئوری و تئوری انرژی واپیچش دقیق‌ترین تئوری می‌باشد.
(۴) تئوری انرژی اعوجاجی مطمئن‌ترین تئوری و تئوری ماکزیمم تنش برشی دقیق‌ترین تئوری می‌باشد.

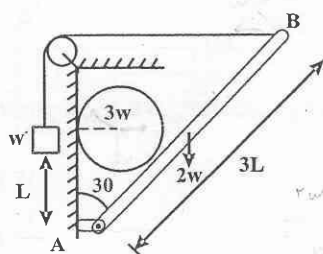
۱۹- قطر داخلی یک استوانه جدار نازک دو سر بسته 300 میلی‌متر و ضخامت آن 10 میلی‌متر می‌باشد. اگر فشار داخلی استوانه 40 MPa و حد تسلیم فلز 960 MPa باشد ضریب اطمینان در مقابل تغییر شکل پلاستیک برای نقطه‌ای روی سطح داخلی استوانه چقدر است؟ (از تئوری ماکزیمم تنش برشی استفاده شود).

- (۱) 3 (۲) 2.5 (۳) 2 (۴) 1.5

۲۰- در صورتی که بارگذاری روی محوری به صورت $\sigma_a = 100 \text{ MPa}$ و $\sigma_m = 500 \text{ MPa}$ و محور هم‌دارای جنسی با $S_{ut} = 800 \text{ MPa}$ و $S_y = 550 \text{ MPa}$ و حد دوام تصحیح شده برابر $S_e = 300 \text{ MPa}$ باشد و برای بررسی خستگی از معیار گودمن استفاده کنیم، گزینه صحیح کدام است؟

- (۱) با ضریب اطمینان $1/4$ گسیخته نمی‌شود.
(۲) محور تحت این بارگذاری گسیخته می‌شود.
(۳) با ضریب اطمینان 2 گسیخته نمی‌شود.
(۴) با ضریب اطمینان $2/5$ گسیخته نمی‌شود.

۲۱- اگر سطح تماس گوی با میله و دیواره بدون اصطکاک باشد، نیروی وزن w' برای حفظ تعادل چه مقدار باید باشد؟



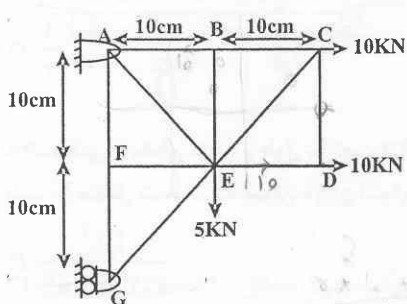
(۱) $5\sqrt{3}w$

(۲) $\frac{5\sqrt{3}}{2}w$

(۳) $\frac{5\sqrt{3}}{3}w$

(۴) $\frac{5\sqrt{3}}{4}w$

۲۲- نیروی عضو AE در خرپای شکل زیر کدام است؟



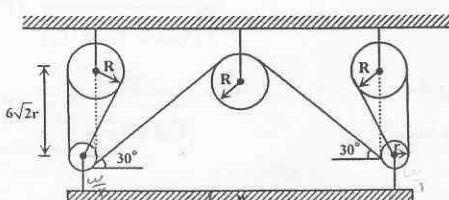
(۱) $10\sqrt{2}$

(۲) $5\sqrt{2}$

(۳) $\frac{15\sqrt{2}}{2}$

(۴) $15\sqrt{2}$

۲۳- در صورتی که قطر قرقره بزرگ ۴ برابر شعاع قرقره کوچک باشد، میزان کشش طناب بر حسب وزن w کدام گزینه است؟

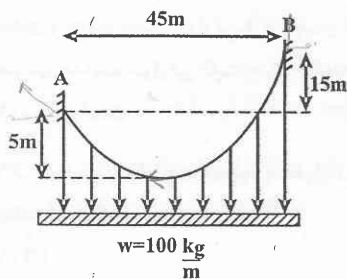


(۲) $\frac{w}{9+4\sqrt{2}}$

(۱) $\frac{5}{11}$

(۴) $\frac{3}{11}w$

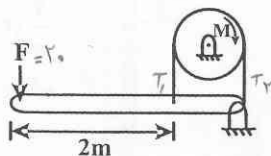
(۳) $\frac{3w}{9+4\sqrt{2}}$



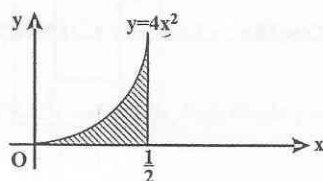
۲۴- کمترین نیروی کشش کابل شکل زیر کدام است؟

- (۱) ۲۲۵۰ N
(۲) ۲۵۰۰ N
(۳) ۱۲۲۵ N
(۴) ۱۲۵۰ N

۲۵- با اعمال نیروی $F = ۲۰ N$ اصطکاک تسه باعث ترمز فرقره، به شعاع ۲۵ cm می گردد، اگر $\mu = ۰/۲$ باشد، مقدار گشتاور ترمز چقدر است؟



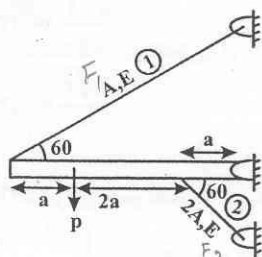
- (۱) $M = ۲۵e^{\frac{\pi}{\Delta}} (1 - e^{-\frac{\pi}{\Delta}})$
(۲) $M = ۱۰۰e^{\frac{\pi}{\Delta}} (1 - e^{-\frac{\pi}{\Delta}})$
(۳) $M = ۱۰۰e^{\frac{\pi}{\Delta}} (e^{\frac{\pi}{\Delta}} - 1)$
(۴) $M = ۲۵e^{\frac{\pi}{\Delta}} (e^{\frac{\pi}{\Delta}} - 1)$



۲۶- مقدار تقریبی شعاع زیراسیون قطبی سطح زیر حول نقطه O کدام است؟

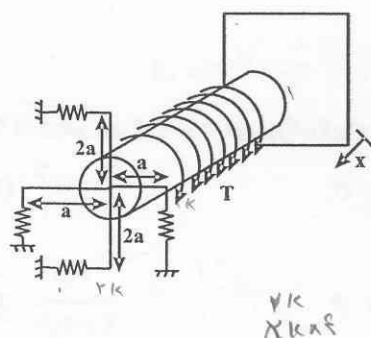
- (۱) ۲
(۲) ۱
(۳) ۴
(۴) ۰/۵

۲۷- اگر نیروی داخلی میله های ۱ و ۲ به ترتیب F_1 و F_2 باشد، نسبت $\frac{F_2}{F_1}$ چقدر است؟



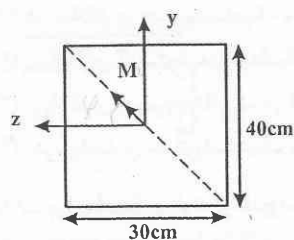
- (۱) ۱۶
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۱/۲

۲۸- شفتی با مقطع دایره و طول L تحت لنگر پیچشی $T = T_0 x$ در تمام طول خود قرار گرفته و در انتها از طریق میله هایی صلب به ۴ فنر با ثابت K متصل شده است، میزان دوران انتهای شفت چقدر است؟



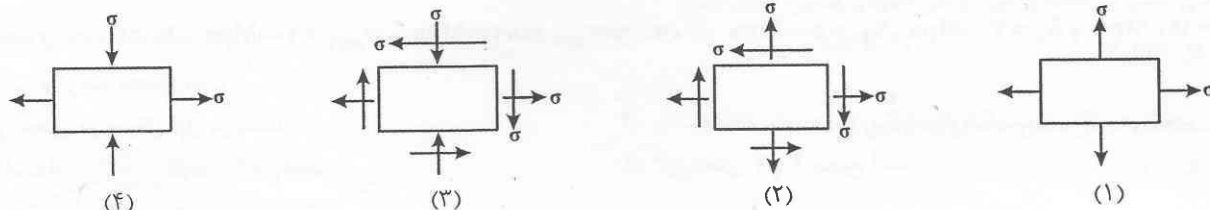
- (۱) $\frac{T_0 L^3}{GJ + 4Ka^3}$
(۲) $\frac{T_0 L^3}{3(GJ + 10Ka^3)}$
(۳) $\frac{T_0 L^3}{3(GJ + 4Ka^3 L)}$
(۴) $\frac{T_0 L^3}{(GJ + 10Ka^3)}$

۲۹- تیر شکل زیر تحت لنگر خمشی قرار گرفته، اگر زاویه ϕ نسبت به محور مثبت Z سنجیده شود، کدام گزینه در مورد محل تار خنثی صحیح است؟

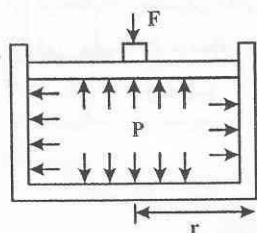


- (۱) محور خنثی همواره در بازه $0 < \phi < 53^\circ$ قرار دارد.
- (۲) محور خنثی همواره در بازه $0 < \phi < 36^\circ$ قرار دارد.
- (۳) محور خنثی همواره در بازه $36^\circ < \phi < 90^\circ$ قرار دارد.
- (۴) محور خنثی همواره در بازه $53^\circ < \phi < 90^\circ$ قرار دارد.

۳۰- در کدام یک از المان‌های شکل زیر حالت خمش خالص برقرار است؟

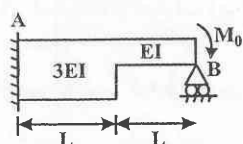


۳۱- یک استوانه جدار نازک با مقطع دایره‌ای تحت فشار P قرار دارد، در صورتی که ضریب اطمینان برای معیار فون میسز برابر ۱/۵ باشد، حداکثر نیرویی که می‌توان به پیستون وارد کرد کدام است؟ (تنش تسلیم ماده σ_y می‌باشد)



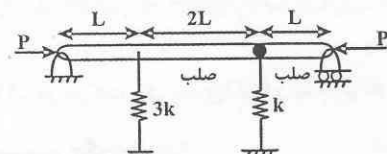
$$\begin{array}{ll} \frac{4\pi\sigma_y t r}{\sqrt{3}} & (۲) \\ \frac{4\pi\sigma_y t r}{3\sqrt{3}} & (۱) \\ \frac{4\sigma_y t}{3\sqrt{3}r} & (۴) \\ \frac{4\sigma_y t}{\sqrt{3}r} & (۳) \end{array}$$

۳۲- نیروی عکس‌العمل تکیه‌گاه B چقدر است؟



$$\begin{array}{ll} \frac{2M_0}{3L} & (۲) \\ \frac{2M_0}{2L} & (۱) \\ \frac{4M_0}{3L} & (۴) \\ \frac{2M_0}{4L} & (۳) \end{array}$$

۳۳- بار بحرانی سیستم شکل زیر چقدر است؟



$$\begin{array}{ll} 2KL & (۲) \\ KL & (۱) \\ \frac{KL}{4} & (۴) \\ \frac{KL}{2} & (۳) \end{array}$$

۳۴- در سیستم‌های انتقال قدرت انعطاف‌پذیر کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) راندمان تسمه‌های دندانه دار بین ۹۷ تا ۹۹ درصد می‌باشد.
- (۲) برای کار آرام و یکنواخت زنجیره و چرخ زنجیر در سرعت‌های متوسط و بالا تعداد دندانه‌های چرخ زنجیر محرک معمولاً حداقل ۱۷ انتخاب می‌شود.
- (۳) زنجیره‌های غلتکی در اثر ضعف استحکام کشش می‌شکنند.
- (۴) در کابل‌های فلزی با بافت منظم، سیم‌ها و رشته‌ها در جهت مخالف تابیده می‌شوند.

۳۵- در مجموعه چرخدنده ساده، اگر نسبت سرعت افزایش یابد مقدار استحکام دوام تماسی پینیون چه تغییری می‌کند؟

- (۱) افزایش می‌یابد.
- (۲) کاهش می‌یابد.
- (۳) تغییر نمی‌کند.
- (۴) نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۳۶- کلاچ مخروطی نو با قطر بزرگ برابر ۱۰۰mm و قطر کوچک برابر ۴۰mm دارای زاویه مخروط 30° می‌باشد. اگر ضریب اصطکاک برابر ۰/۲ باشد و نیروی عمل کننده برابر ۱۰kN به کلاچ اعمال گردد گشتاور منتقله برابر با چه عددی است؟

$$\begin{array}{llll} 140 \text{ N.m} & (۱) & 148 \text{ Nm} & (۲) \\ 11965 \text{ Nm} & (۳) & 444 \text{ Nm} & (۴) \end{array}$$

۳۷- کدام گزینه در مورد انواع روانکاری صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) در روانکاری هیدرودینامیک و هیدرواستاتیک لایه نسبتاً ضخیم روانکار سبب جدایی سطوح می‌شود.
- (۲) روانکاری الاستوهیدرودینامیک برای سطوح دارای حرکت غلتشی به کار می‌رود.
- (۳) روانکاری هیدرودینامیک در اعداد سامرفیلد بزرگ به روانکاری مرزی نزدیک می‌شود.
- (۴) در روانکاری هیدرواستاتیک نیازی به حرکت نسبی سطوح نمی‌باشد.

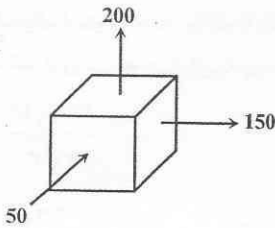
۳۸- برای آب‌پندی لوله از فلنج استفاده می‌شود. اگر پیچ $M20 \times 2$ به تعداد ۱۲ عدد مورد نظر باشد، قطر فلنج کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- (۱) ۲۲۹mm
- (۲) ۲۴۸mm
- (۳) ۳۴۰mm
- (۴) ۲۰۰mm

۳۹- محوری تحت تنش‌های $\sigma_{max} = 200 \text{ Mpa}$ و $\sigma_{min} = -100 \text{ Mpa}$ قرار دارد. اگر $S_{ut} = 500 \text{ Mpa}$ ، $S_y = 300 \text{ Mpa}$ و $S_e = 150 \text{ Mpa}$ باشد، کدام گزینه صحیح است؟

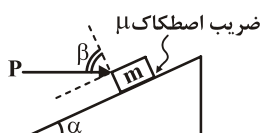
- (۱) این محور در سیکل اول می‌شکند.
- (۲) با استفاده از تئوری سادربرگ دچار شکست خستگی می‌شود.
- (۳) با استفاده از تئوری گودمن ایمن است.
- (۴) گزینه‌های ۲ و ۳ صحیح است.

۴۰- المان نشان داده شده در شکل مربوط به ماده شکل‌پذیر می‌باشد، در مورد ضریب اطمینان کدام گزینه صحیح می‌باشد؟



- (۱) بیشترین تنش محوری > فون میسز > ترسکا
- (۲) ترسکا = بیشترین تنش محوری > فون میسز
- (۳) فون میسز > ترسکا > بیشترین تنش محوری
- (۴) ترسکا > فون میسز > بیشترین تنش محوری

۴۱- با توجه به شکل مقابل نسبت بیشترین مقدار P به کمترین مقدار آن با فرض اینکه جسم در حال تعادل بماند کدام است؟



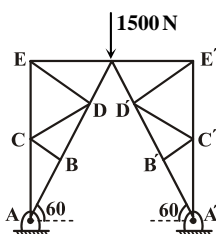
$$(1) \frac{\operatorname{tg} \alpha + \mu}{\operatorname{tg} \alpha - \mu}$$

$$(2) \frac{\operatorname{tg} \alpha + \mu \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta - \mu \operatorname{tg} \alpha}$$

$$(3) \frac{(\mu + \operatorname{tg} \alpha)(\mu + \operatorname{tg} \beta)}{(\operatorname{tg} \alpha - \mu)(\operatorname{tg} \beta - \mu)}$$

(۴) نیروی P را می‌توان تا مرحله ممکن افزایش داد.

۴۲- در شکل مقابل یک خرابای صفحه‌ای متقارن را مشاهده می‌کنید نیرو در هر یک عضوهای AB و $A'B'$ چند نیوتن است؟



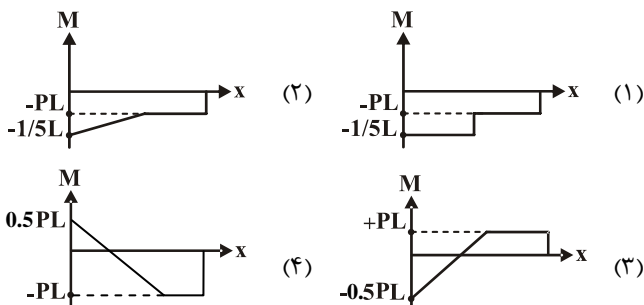
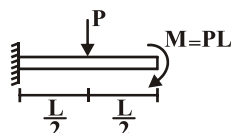
$$(1) 500\sqrt{3} \text{ N}$$

$$(2) 1500 \text{ N}$$

$$(3) 1000\sqrt{3} \text{ N}$$

$$(4) 1500\sqrt{3} \text{ N}$$

۴۳- نمودار لنگر خمشی تیر نشان داده شده کدام است؟



۴۴- برای نگهداری یک کشتی، طنابی را یک دور کامل حول یک پایه پیچیده‌اند، کشش وارد از کشتی برابر 250 kN می‌باشد. می‌خواهیم به وسیله

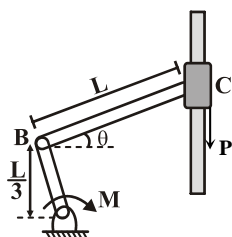
کشش 50 kN از لغزیدن طناب جلوگیری کنیم، μ ضریب اصطکاک بین طناب و پایه برابر است با؟

$$(1) 0.26$$

$$(2) 0.31$$

$$(3) 0.62$$

$$(4) \text{ نمی‌توان با این نیرو در حالت تعادل نگه داشت.}$$



۴۵- مقدار M را برای حفظ تعادل در شکل مقابل برحسب P و L و g بدست آورید:

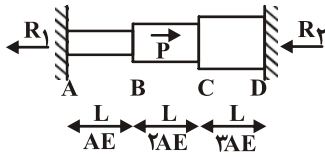
$$(1) M = PL \tan \theta$$

$$(2) M = \frac{PL}{3} \tan \theta$$

$$(3) M = \frac{PL}{3} \cot \theta$$

$$(4) M = PL \tan \theta$$

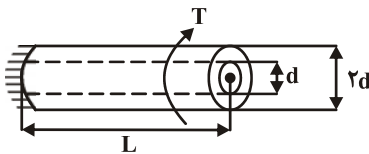
۴۶- کدام رابطه بین نیروهای تکیه‌گاهی سازه برقرار است؟



$$R_1 = R_2 \quad (1) \quad R_1 = \frac{2}{9} R_2 \quad (2)$$

$$R_1 = \frac{9}{2} R_2 \quad (3) \quad R_1 = \frac{2}{3} R_2 \quad (4)$$

۴۷- یک میله آلومینیومی (AL) داخل یک لوله فولادی (st) مطابق شکل جا زده شده است. قطر میله d و قطر خارجی لوله ۲d و طول آنها L است. مجموعاً در یک انتها گیردار و در انتهای دیگر تحت کوپل پیچش T قرار دارند. اگر ضمن اعمال کوپل میله و لوله از هم جدا نشده و با هم بپیچند، نسبت کوپل تحمل شده توسط میله آلومینیومی به کوپل لوله فولادی $(\frac{T_{AL}}{T_{st}})$ را بدست آورید؟



$$(G_{AL} = 80 \frac{KN}{mm^2}, G_{st} = 200 \frac{KN}{mm^2})$$

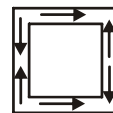
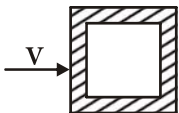
$$\frac{1}{6} \quad (1) \quad \frac{75}{2} \quad (2)$$

$$\frac{1}{40} \quad (3) \quad \frac{2}{75} \quad (4)$$

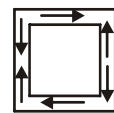
۴۸- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) تنش برشی در یک مقطع دایره‌ای در دورترین نقطه ماکزیمم است، اما در یک مقطع مستطیلی در دورترین نقطه صفر است.
- (۲) اگر میله‌ای از جنس نرم تحت پیچش گسیخته شود، سطح مقطع گسیختگی عمود بر محور میله می‌باشد.
- (۳) حداکثر تنش برشی در میله‌های راست با سطح مقطع مستطیلی در طول خط وسط ضلع باریک‌تر رخ می‌دهد.
- (۴) اگر میله‌ای از جنس ترد تحت پیچش گسیخته شود، تحت زاویه ۴۵ درجه شکست می‌خورد.

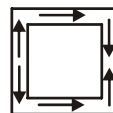
۴۹- برای مقطع شکل مقابل که تحت کنترل نیروی برشی افقی V است، کدامیک از جریان‌های برشی در مقطع صحیح می‌باشد؟



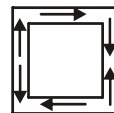
(۲)



(۱)

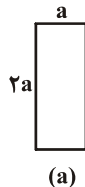
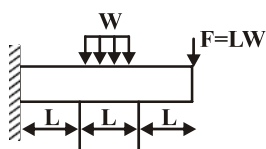


(۴)

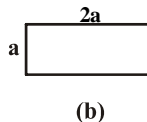


(۳)

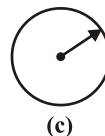
۵۰- یک تیر مطابق شکل بارگذاری شده است. با استفاده از مقدار فلز یکسان، کدام مقطع باعث تنش محوری بیشتری در تیر می‌شود؟



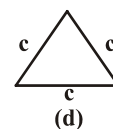
(a)



(b)



(c)



(d)

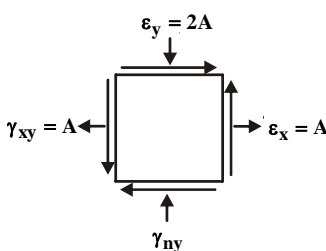
(۴) مقطع d

(۳) مقطع c

(۲) مقطع b

(۱) مقطع a

۵۱- در المان نشان داده شده در حالت تنش مسطح، حداکثر کرنش برشی کدام است؟



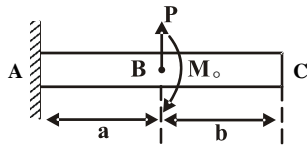
$$\sqrt{2}A \quad (1)$$

$$2A \quad (2)$$

$$\sqrt{1} \cdot A \quad (3)$$

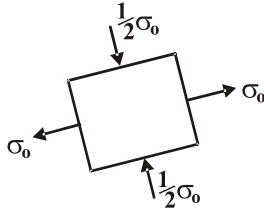
$$1 \cdot A \quad (4)$$

۵۲- تیر AB در نقطه B تحت ممان خالص M_o و نیروی قائم P قرار دارد. نسبت $\frac{M_o}{P}$ را بیابید.



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

۵۳- با توجه به شکل زیر حداکثر مقدار σ_o چه باشد تا طبق معیار کولمب - مور ضریب اطمینان $n=2$ شود. $S_{UT} = 7500 \text{ PSI}$ و $S_{UC} = 15000 \text{ PSI}$ تنش‌های نهایی می‌باشند.



- (۱) 3750 PSI
(۲) 5625 PSI
(۳) 3000 PSI
(۴) 6000 PSI

۵۴- یک استوانه جداره نازک به قطر داخلی d و ضخامت t تحت تاثیر فشار داخلی P قرار گرفته است اگر $\frac{d}{t} \square 1$ باشد، تنش برشی بیشینه کدام است؟

- (۱) $\frac{Pd}{2t}$
(۲) $\frac{Pd}{4t}$
(۳) $\frac{Pd}{4t}$
(۴) $\frac{Pd}{16t}$

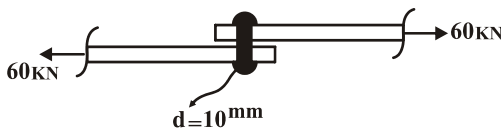
۵۵- قطعه‌ای از یک ماده نرم با مشخصات $S_{ut} = 500 \text{ MPa}$ و $S_e = 200 \text{ MPa}$ در نقطه بحرانی خود تحت تاثیر یک تنش استاتیکی به میزان 25 MPa و یک تنش نوسانی با میانگین 100 MPa و دامنه‌ی 75 MPa قرار دارد، ضریب اطمینان قطعه برای عمر نامحدود چقدر است؟ (بر اساس تئوری اصلاح شده Goodman)

- (۱) $2/67$
(۲) $1/74$
(۳) $1/6$
(۴) $0/625$

۵۶- در یک پیچ انتقال قدرت دونه‌خه با تکیه‌گاه بدون اصطکاک که در مرز خود قفلی قرار دارد، با فرض ثابت ماندن بقیه پارامترها، اگر قطر سردنده (addendum) و قطر پای دنده (dedendum) و گام پیچ هریک ۲ برابر شود، در وضعیت خود قفلی آن چه تغییری رخ می‌دهد؟

- (۱) وضعیت خود قفلی علاوه بر پارامترهای فوق به زاویه پیشروی نیز بستگی دارد.
(۲) سیستم در آستانه آزادسازی از شرایط خود قفلی قرار می‌گیرد.
(۳) سیستم از حالت خود قفلی خارج می‌شود.
(۴) سیستم همچنان در مرز خود قفلی باقی می‌ماند.

۵۷- اگر تنش برشی مجاز پین 140 MPa باشد، چه تعداد پین برای اتصال مطمئن در شکل زیر لازم است؟



- (۱) ۶
(۲) ۵
(۳) ۲
(۴) ۳

۵۸- در یک فنر کششی مارپیچ، قطر مفتول فنر $1/2 \text{ mm}$ و قطر خارجی فنر 12 mm می‌باشد اگر پیش تنش مجاز برشی این فنر 100 MPa باشد، نیروی پیش‌بار کدام است؟

- (۱) 415 kN
(۲) 600 kN
(۳) 484 kN
(۴) 60 kN

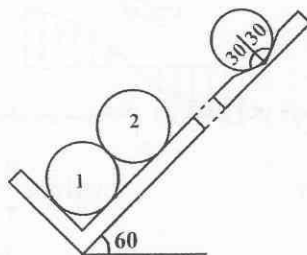
۵۹- بلبرینگ‌های یک ردیفه‌ی شیار عمیق (Deep Groove):

- (۱) می‌توانند ترکیبی از نیروهای شعاعی و محوری را تحمل کنند.
(۲) در حضور بار محوری می‌توانند بار شعاعی را تحمل کنند.
(۳) به هر میزان دلخواه (تا حدود طراحی) می‌توانند بار محوری تحمل کنند.
(۴) تنها در حضور بار شعاعی می‌توانند به میزان محدودی بار محوری تحمل کنند.

۶۰- دو فنر مارپیچ فشاری در نظر بگیرید که دارای تغییر طول یکسان هستند و تنها پارامتر تعداد حلقه‌های آن‌ها متفاوت است، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) ضریب فنریت دو فنر یکسان خواهد بود.
(۲) در فنر با حلقه‌های کمتر انرژی بیشتری ذخیره می‌شود.
(۳) در هر دو فنر به مقدار مساوی انرژی ذخیره می‌شود.
(۴) ضریب فنریت حلقه‌های کمتر، کمتر است.

۶۱- در شکل زیر دو گوی همگن و صاف به وزن w داخل شیار با زاویه 60° درجه قرار گرفته‌اند، نیرویی که از طرف تکیه‌گاه به گوی (۱) وارد می‌شود کدام است؟

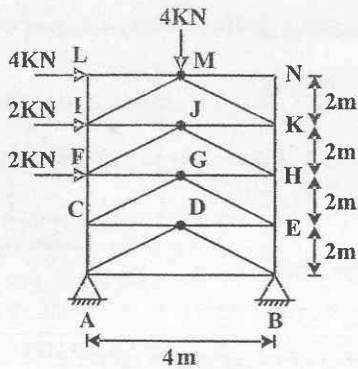


(۱) $\frac{4}{3}w(\sqrt{3}-1)$

(۲) $\frac{4}{3}w(\sqrt{3}+1)$

(۳) $\frac{2}{3}w(\sqrt{3}-1)$

(۴) $\frac{2}{3}w(\sqrt{3}+1)$



۶۲- نیروی عضو CG در خرابای شکل زیر کدام است؟

(۱) $9\sqrt{2}$ فشاری

(۲) $9\sqrt{2}$ کششی

(۳) $4\sqrt{2}$ کششی

(۴) $4\sqrt{2}$ فشاری

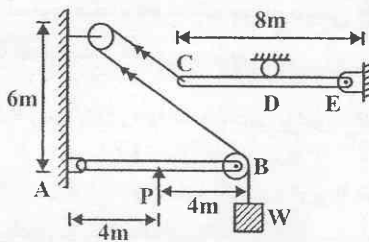
۶۳- در صورتی که تکیه‌گاه D در وسط تیر CE باشد، عکس‌العمل قائم مفصل E کدام است؟

(۱) $\frac{3P}{4}$

(۲) P

(۳) $\frac{7P}{4}$

(۴) $\frac{5}{4}P$



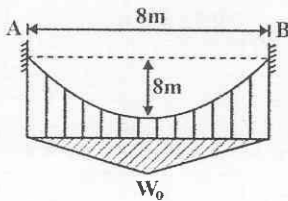
۶۴- کابل به چرم ناچیز از نقاط ثابت A و B آویزان شده و بار گسترده W که نسبت به X متغیر است را تحمل می‌کند، شیب کابل در نقاط A و B کدام است؟

(۱) ۴

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳



۶۵- یک جسم کروی به وزن W روی سطح شیب‌داری قرار گرفته و از طریق طنابی به وزنه‌ای به وزن W' متصل شده است، وزن W' برای اینکه در لحظه‌ی شروع حرکت جسم، لغزش و غلتش همزمان صورت گیرد کدام است؟

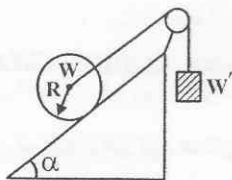
(ضریب اصطکاک لغزشی μ و ضریب اصطکاک غلتشی a)

(۱) $w(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

(۲) $w(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)$

(۳) $w(\tan \alpha - \mu)$

(۴) $\frac{w}{\cos \alpha}(\tan \alpha - \mu)$



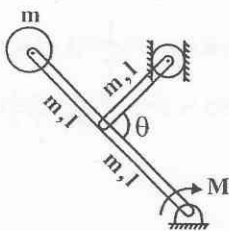
۶۶- در سیستم شکل زیر مقدار لنگر لازم جهت تعادل کدام است؟

(۲) $\frac{3}{4}mgl \cos \frac{\theta}{2}$

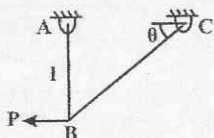
(۱) $\frac{3}{2}mgl \cos \frac{\theta}{2}$

(۴) $\frac{11}{4}mgl \cos \frac{\theta}{2}$

(۳) $\frac{11}{2}mgl \cos \frac{\theta}{2}$



۶۷- قابی مطابق شکل زیر بار p در مفصل B را حمل می‌کند، تنش قائم مجاز در هر دو میله AB و BC یکسان است، زاویه θ چه میزان باشد تا وزن سازه حداقل شود؟



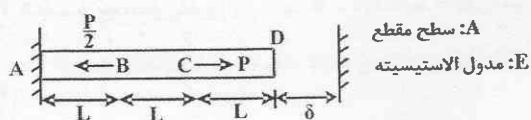
(۱) $\sin^{-1} \frac{1}{3}$

(۲) $\sin^{-1} \frac{1}{\sqrt{3}}$

(۳) $\cos^{-1} \frac{1}{\sqrt{3}}$

(۴) $\cos^{-1} \frac{1}{3}$

۶۸- میله شکل زیر تحت بارگذاری نشان داده شده قرار گرفته است، در صورتی که پس از اعمال بارگذاری میله به اندازه δ افزایش طول یابد میزان تنشی که در مقطع CD ایجاد می‌شود چه مقدار است؟



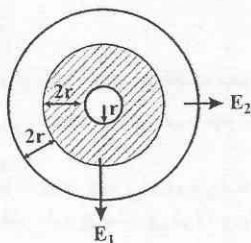
(۱) $\frac{\delta p}{2A} + \frac{\delta E}{3L}$

(۲) $\frac{P}{2A} + \frac{\delta E}{3L}$

(۳) $\frac{\delta P}{2A} - \frac{\delta E}{3L}$

(۴) $\frac{P}{2A} - \frac{\delta E}{3L}$

۶۹- تیر مرکب دو جنسی شکل زیر را تحت لنگر خمشی M خم می‌کنیم، تنش ماکزیمم ایجاد شده در تیر چقدر است؟ ($E_1 = 2E_2$)



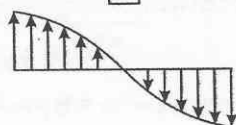
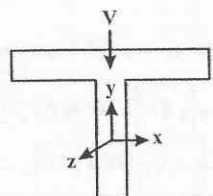
(۱) $\frac{9M}{196\pi r^3}$

(۲) $\frac{5M}{216\pi r^3}$

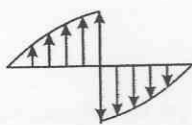
(۳) $\frac{26M}{95\pi r^3}$

(۴) $\frac{20M}{95\pi r^3}$

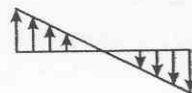
۷۰- در مقطع نشان داده شده، شکل شماتیک توزیع تنش برشی در قسمت بالایی مقطع کدام است؟



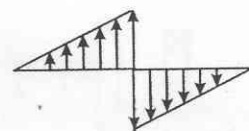
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

۷۱- تنش‌های اصلی برای تانسور تنش زیر کدام است؟

(۱) $-2\sigma, \sigma, \sigma$

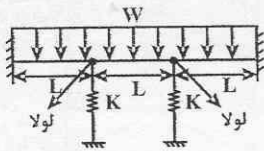
(۲) $\sigma, \sigma, 0$

(۳) $-\sqrt{2}\sigma, \sqrt{2}\sigma, 0$

(۴) $-2\sqrt{2}\sigma, \sqrt{2}\sigma, \sqrt{2}\sigma$

$$\begin{bmatrix} \sigma & \sigma & \sigma \\ \sigma & \sigma & \sigma \\ \sigma & \sigma & \sigma \end{bmatrix}$$

۷۲- تغییر مکان وسط تیر شکل زیر چه مقدار است؟ ($K = \frac{3EI}{L^3}$)



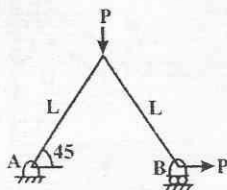
(۱) $\frac{27WL^4}{384EI}$

(۲) $\frac{37WL^4}{384EI}$

(۳) $\frac{29WL^4}{384EI}$

(۴) $\frac{19WL^4}{384EI}$

۷۳- جابه‌جایی افقی نقطه B در خریای شکل زیر کدام است؟



(۱) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{EI}$

(۳) $\frac{PL^3}{2EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{3EI}$

۷۴- در یک یاتاقان کامل لغزشی با روان‌کاری هیدرودینامیک اگر سرعت زوایه‌ای دوران محور N باشد، نسبت عدد سامرفیلد زمانی که یاتاقان با سرعت $3N$ در خلاف جهت محور بچرخد به حالتی که یاتاقان بدون سرعت زوایه‌ای باشد، چقدر است؟

(۴) ۴

(۳) ۵

(۲) $\frac{1}{5}$

(۱) $\frac{1}{4}$

۷۵- برای ثابت کردن موقعیت محوری چرخنده‌ی ساده بر روی شافت از پین مخروطی استفاده می‌شود. اگر شعاع انتهای بزرگ پین 5 mm و طول جای پین 100 mm باشد، شعاع انتهای کوچکتر پین برابر با چه عددی است؟

(۴) 8 mm

(۳) $4/8\text{ mm}$

(۲) 4 mm

(۱) 3 mm

۷۶- فنر مارپیچ فشاری فولادی با سر تخت و سنگ خورده دارای قطر مفتول 2 mm و قطر متوسط فنر 20 mm می‌باشد. اگر تعداد کل حلقه‌ها برابر 20 باشد، گام فنر برای این که پایداری فنر حفظ شود، چند میلی‌متر است؟

(۴) $4/5\text{ mm}$

(۳) 7 mm

(۲) $5/5\text{ mm}$

(۱) 6 mm

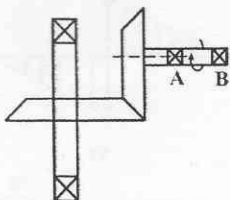
۷۷- در سیستم شکل زیر چرخنده مخروطی دارای شعاع متوسط پینیون برابر 30 mm و چرخنده برابر 60 mm و زاویه فشار برابر 30° می‌باشد، اگر زاویه گام 45° و سرعت فعلی دایره گام $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ و سیستم توان 10 kW را منتقل کند، مقدار نیروی محوری در شافت افقی چه مقدار است و کدام یاتاقان باید ساچمه‌ای باشد؟

(۱) A, 250 N

(۲) B, 250 N

(۳) B, 204 N

(۴) A, 204 N



۷۸- در مورد تسمه‌ها کدام گزینه نادرست است؟

(۱) تنش خمشی در تسمه‌های تخت فلزی با افزایش ضخامت تسمه افزایش می‌یابد.

(۲) از تسمه‌های تخت برای فواصل محوری زیاد استفاده می‌شود.

(۳) تسمه‌های دوزنقه‌ای برای سرعت $4000 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ مناسب می‌باشند.

(۴) همه‌ی موارد فوق صحیح است.

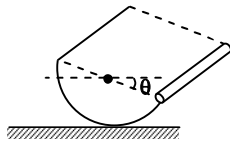
۷۹- در سیستم ترمز نواری اگر قطر طبلک برابر ۱۰۰mm و ضخامت نوار برابر ۱۰mm بوده و گشتاور منتقله برابر ۱۰Nm و ضریب اصطکاک

بین نوار و طبلک ۰/۲ و مقدار زاویه تماس ۶۰° باشد، مقدار ماکزیمم فشار برابر با کدام گزینه است؟
 (۱) ۲۴ pa (۲) ۲/۴Mpa (۳) ۱/۲Mpa (۴) ۱۲ pa
 (e^{۱۲} = ۱۶۲۷۵۰, e^{۱۵} = ۱/۲)

۸۰- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟

- (۱) طول ساق موثر در جوش گلولی برابر ۱/۴۱۴hL می‌باشد.
- (۲) در اتصالات با پیچ، شکست ممکن است در اثر پارگی از حاشیه ورق باشد.
- (۳) در اتصال پیچ و مهره اگر نیروی پیش بار صفر باشد، تنش لهیدگی تحمل نمی‌شود.
- (۴) تمام گزینه‌ها صحیح است.

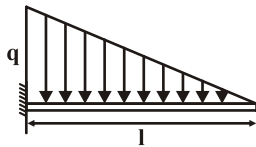
۸۱- میله باریک به جرم m_1 بر یک نیم استوانه به جرم m_2 جوش شده است زاویه θ برای تعادل سیستم چقدر است؟



$$\theta = \cot^{-1} \frac{m_1 \pi}{m_2 \times 2} \quad (1) \quad \theta = \tan^{-1} \frac{3m_1 \pi}{4m_2} \quad (2)$$

$$\theta = \cot^{-1} \frac{3m_1 \pi}{4m_2} \quad (3) \quad \theta = \tan^{-1} \frac{m_1 \pi}{2m_2} \quad (4)$$

۸۲- مقدار لنگر خمشی در وسط دهانه تیر شکل زیر چند برابر مقدار آن در تکیه گاه است؟



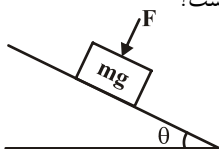
$$\frac{1}{4} \quad (1)$$

$$\frac{1}{6} \quad (2)$$

$$\frac{1}{8} \quad (3)$$

$$\frac{3}{8} \quad (4)$$

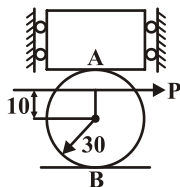
۸۳- حداقل مقدار نیروی P برای جلوگیری از لغزش جسم روی سطح شیب دار با ضریب اصطکاک μ کدام است؟



$$mg(\sin \theta - \mu \cos \theta) \quad (2) \quad mg(\cos \theta - \mu \sin \theta) \quad (1)$$

$$mg\left(\frac{\cos \theta}{\mu} - \sin \theta\right) \quad (4) \quad mg\left(\frac{\sin \theta}{\mu} - \cos \theta\right) \quad (3)$$

۸۴- یک وزنه به وزن W روی یک استوانه به وزن $\frac{W}{2}$ قرار گرفته است و نیروی P بر استوانه وارد می شود اگر ضرایب اصطکاک در محل های تماس A و B به ترتیب ۰/۳ و ۰/۱۵ باشد، حداقل نیروی P برای حرکت دادن استوانه چقدر است؟



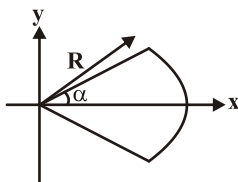
$$0/34W \quad (1)$$

$$0/45W \quad (2)$$

$$0/675W \quad (3)$$

$$0/875W \quad (4)$$

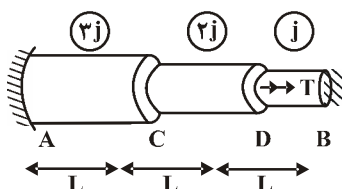
۸۵- نسبت گشتاوراینرسی سطح نشان داده شده در شکل را حول محور X نسبت به Y بدست آورید؟



$$\frac{\alpha - \frac{\sin 2\alpha}{2}}{\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}} \quad (1) \quad \frac{\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}}{\alpha - \frac{\sin 2\alpha}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{\cos \alpha - 1}{\sin \alpha} \quad (3) \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha - 1} \quad (4)$$

۸۶- عضو شکل مقابل با مقطع دایره ای پله ای تحت اثر لنگر پیچشی T در نقطه D قرار گرفته است. نقاط A و B به صورت گیردار می باشد. مطلوبست عکس العمل های تکیه گاهی نقاط A و B:



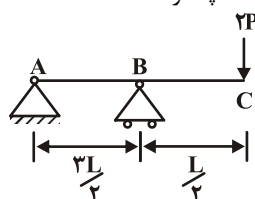
$$T_A = \frac{5}{11}T \quad T_B = \frac{6}{11}T \quad (2) \quad T_A = \frac{6}{11}T \quad T_B = \frac{5}{11}T \quad (1)$$

$$T_A = \frac{8}{11}T \quad T_B = \frac{3}{11}T \quad (4) \quad T_A = \frac{3}{11}T \quad T_B = \frac{8}{11}T \quad (3)$$

۸۷- توزیع تنش برشی در کدامیک از مقاطع زیر درست رسم نشده است؟



۸۸- مقطع تیر شکل روبه I می باشد. نسبت تنش برشی ماکزیمم در قسمت AB به تنش برشی ماکزیمم در قسمت BC چقدر است؟



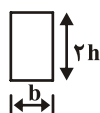
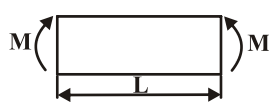
(۱) $\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{1}{3}$

(۳) $\frac{1}{4}$

(۴) $\frac{1}{2}$

۸۹- تیری با مدول یانگ E مطابق شکل زیر تحت گشتاور خمشی M قرار دارد. تغییر طول الیاف پایین تیر (ΔL) را به دست آورید؟



(۱) $\Delta L = \frac{3}{2} \frac{ML}{Ebh^3}$

(۲) $\Delta L = \frac{3}{2} \frac{ML}{Ebh^3}$

(۳) $\Delta L = \frac{3}{8} \frac{ML}{Ebh^3}$

(۴) $\Delta L = \frac{3}{8} \frac{ML}{Ebh^3}$

۹۰- یک استوانه جدار نازکی دو انتهای بسته به ضخامت t، قطر متوسط D و طول L تحت فشار داخلی P می باشد. چنانچه از تنش شعاعی صرف نظر شود، مقدار تنش برشی ماکزیمم در سطح بیرونی مخزن عبارتست از:

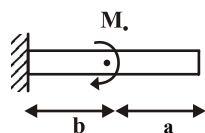
(۱) $\frac{PD}{4t}$

(۲) $\frac{PD}{4t}$

(۳) $\frac{PD}{4t} + \frac{P}{2}$

(۴) $\frac{PD}{4t} - \frac{P}{2}$

۹۱- مقدار خیز را در انتهای آزاد تیر شکل زیر حساب کنید؟



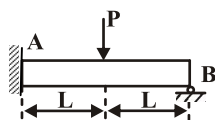
(۲) $\frac{M_o ab}{EI}$

(۴) $\frac{M_o (b^3 + 3ab^2)}{2EI}$

(۱) $\frac{M_o (a^3 + 3ab^2)}{2EI}$

(۳) $\frac{M_o a^3}{2EI}$

۹۲- در تیر نامعین نشان داده شده میزان لنگر در نقطه A چقدر است؟



(۱) $\frac{3PL}{8}$

(۲) $\frac{3PL}{16}$

(۳) $\frac{3PL}{4}$

(۴) $\frac{3PL}{32}$

۹۳- در قطعه ای که تحت تنش پیچشی ثابت 150 MPa و تنش متناوب خمشی 200 MPa قرار دارد در صورتی که مقاومت نهایی 500 MPa و حد دوام اصلاح شده 0.65 مقاومت نهایی قطعه باشد، ضریب اطمینان طراحی به روش گودمن کدام است؟

(۱) $1/0.9$

(۲) $1/16$

(۳) 0.87

(۴) 0.96

۹۴- یک قطعه تحت تنش خمشی کاملاً معکوس σ_1 ، 50 ساعت و تحت تنش σ_2 ، 40 ساعت کار می کند اگر 30 ساعت تحت σ_1 باشد پس از آن چقدر تحت σ_2 دوام می آورد.

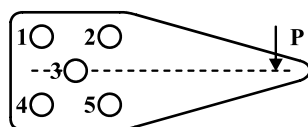
(۱) 10

(۲) $12/5$

(۳) 16

(۴) 18

۹۵- در شکل زیر با توجه به هم‌اندازه بودن پیچ‌ها کدام گزاره صحیح است؟



(۱) پیچ ۳ بحرانی است.

(۲) پیچ‌های ۱ و ۴ بحرانی هستند.

(۳) پیچ‌های ۲ و ۵ بحرانی هستند.

(۴) پیچ‌های ۱ و ۵ بحرانی هستند.

۹۶- در یک فنر مارپیچ اگر قطر مفتول فنر ۲ برابر و قطر فنر ۸ برابر گردد تنش برشی حداکثر در آن چگونه تغییر می‌کند؟

(۴) $\frac{1}{32}$

(۳) ۱

(۲) $\frac{1}{4}$

(۱) $\frac{1}{8}$

۹۷- کدام گزینه در مورد بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌ها درست است؟

(۲) در شرایط یکسان عمر بلبرینگ بیشتر است.

(۱) در شرایط مساوی و با ظرفیت برابر عمر هردو یکسان است.

(۴) برای مقایسه نیاز به اطلاعات بیشتری داریم.

(۳) در شرایط یکسان عمر رولبرینگ بیشتر است.

۹۸- یک چرخ‌دنده مارپیچ با زاویه فشار $14/5^\circ$ و مدول مایل ۴mm دارای قطر گام ۷۴mm است. تعداد دندانه‌ها در این چرخ‌دنده کدام است؟

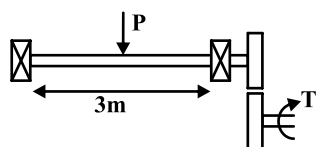
(۴) ۲۴

(۳) ۲۰

(۲) ۱۹

(۱) ۱۸

۹۹- در محور شکل زیر با حد دوام خستگی 300 MPa و گشتاور پیچشی 50 MPa به صورت متوسط، در بحرانی‌ترین وضعیت قطر محور چقدر خواهد بود؟ نیروی P ، 38 N بوده و محور در حال دوران است.



(۲) $\sqrt{\frac{16\sqrt{5}}{3\pi}}\text{ mm}$

(۴) $\sqrt{\frac{16\sqrt{7}}{3\pi}}\text{ mm}$

(۱) $\sqrt{\frac{16}{3\pi}}\text{ mm}$

(۳) $\sqrt{\frac{16}{\pi}}\text{ mm}$

۱۰۰- در یک سیستم بالا بر از یک طناب سیمی استفاده می‌شود چنانچه قطر طناب ۱۶mm و شعاع چرخ مورد استفاده ۷۵mm باشد، حداکثر نیروی وارد بر طناب برای عمر دائم آن چقدر است؟ استحکام کششی نهایی $11/4\text{ GPa}$ است.

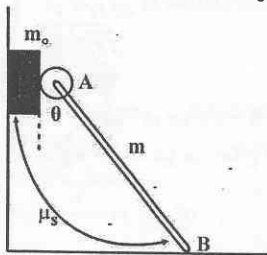
(۴) 2320 N

(۳) 1820 N

(۲) 1680 N

(۱) 840 N

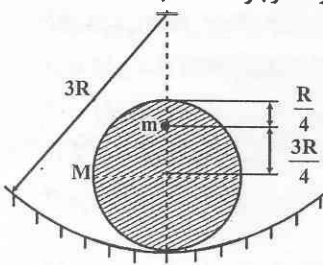
۱۰۱- بلوکی به جرم m_0 ، بین دیوار قائم و چرخ کوچک متصل به انتهای میله یکنواخت به جرم m (نقطه A) قرار داده شده است. انتهای تحتانی B به حالت سکون روی سطح افقی قرار گرفته است. اگر ضریب اصطکاک استاتیکی بین بلوک و دیوار و نیز در نقطه B، μ_s باشد. کدام گزینه حداکثر زاویه θ را برای اینکه بلوک در تعادل باقی بماند نشان می‌دهد؟ (بین چرخ با بلوک اصطکاک وجود ندارد)



$$\theta = \tan^{-1} \frac{m_0}{\mu_s m} \quad (2) \quad \theta = \tan^{-1} \frac{2m_0}{3\mu_s m} \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{2m_0}{\mu_s m} \quad (4) \quad \theta = \tan^{-1} \frac{m_0}{2\mu_s m} \quad (3)$$

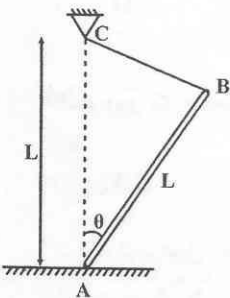
۱۰۲- استوانه‌ای با شعاع R و جرم M بدون لغزش روی یک سطح دایروی با شعاع $3R$ می‌غلتد. جسم کوچکی به جرم m به استوانه متصل است. اگر بخواهیم وضعیت نشان داده شده در شکل، یک حالت تعادل پایدار باشد، چه ارتباطی باید بین m و M وجود داشته باشد؟



$$M > \frac{m}{4} \quad (2) \quad M < \frac{m}{4} \quad (1)$$

$$M < \frac{m}{4} \quad (4) \quad M > \frac{m}{2} \quad (3)$$

۱۰۳- در شکل نشان داده شده، اگر ضریب اصطکاک استاتیکی μ باشد، کدام گزینه مقدار زاویه θ را برای حفظ تعادل به درستی نشان می‌دهد؟



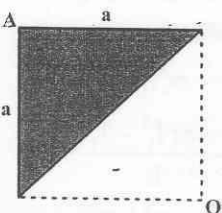
$$2 \tan^{-1} \mu \quad (1)$$

$$\tan^{-1} \mu \quad (2)$$

$$2 \cot^{-1} \mu \quad (3)$$

$$\cot^{-1} \mu \quad (4)$$

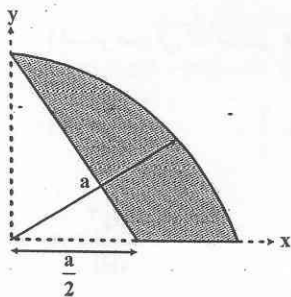
۱۰۴- شعاع ژیرامیون قطبی مثلث نشان داده شده حول نقطه A، چقدر است؟



$$\frac{a}{\sqrt{3}} \quad (2) \quad \frac{a}{2} \quad (1)$$

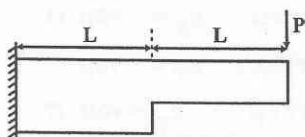
$$\frac{2a}{\sqrt{3}} \quad (4) \quad a \quad (3)$$

۱۰۵- کدام گزینه مختصه x و y مرکز سطح سایه زده شده را در شکل زیر را به درستی نشان می‌دهد؟



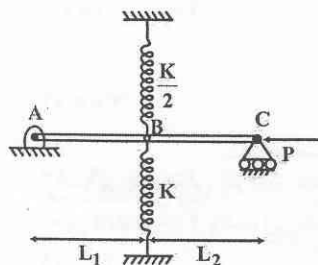
$$\begin{aligned} (1) \quad & \begin{cases} \bar{x} = \frac{\gamma a}{6(\pi-1)} \\ \bar{y} = \frac{a}{\pi-1} \end{cases} \\ (2) \quad & \begin{cases} \bar{x} = \frac{a}{\pi-1} \\ \bar{y} = \frac{\gamma a}{6(\pi-1)} \end{cases} \\ (3) \quad & \begin{cases} \bar{x} = \frac{\Delta a}{3(\pi-1)} \\ \bar{y} = \frac{a}{\pi-1} \end{cases} \\ (4) \quad & \begin{cases} \bar{x} = \frac{\gamma a}{6(\pi-1)} \\ \bar{y} = \frac{\gamma a}{\pi-1} \end{cases} \end{aligned}$$

۱۰۶- تغییر مکان انتهای تیر که دو مقطع نامساوی به ممان اینرسی‌های I و ۲I دارد، چقدر می‌باشد؟



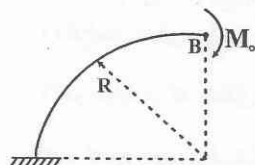
$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{2PL^3}{3EI} \\ (2) \quad & \frac{8PL^3}{3EI} \\ (3) \quad & \frac{3PL^3}{EI} \\ (4) \quad & \frac{3PL^3}{2EI} \end{aligned}$$

۱۰۷- دو میله صلب AB و BC توسط مفصل مطابق شکل به یکدیگر متصل شده‌اند. همچنین از یک طرف به فنری به سختی k که به تکیه‌گاه صلب مقید شده و از طرف دیگر به فنری به سختی $\frac{k}{\gamma}$ وصل شده‌اند. کدام گزینه بار بحرانی سازه را به درستی نشان می‌دهد؟



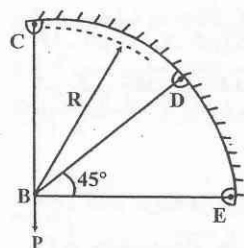
$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{3KL_1L_2}{2(L_1+L_2)} \\ (2) \quad & \frac{KL_1L_2}{2(L_1+L_2)} \\ (3) \quad & \frac{KL_1L_2}{(L_1+L_2)} \\ (4) \quad & \frac{KL_1L_2}{2(L_1+L_2)} \end{aligned}$$

۱۰۸- تغییر مکان قائم رینگ زیر در نقطه B کدام است؟



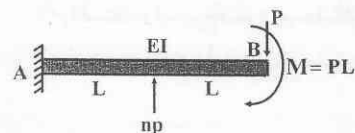
$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{2M_0R^2}{EI} \\ (2) \quad & \frac{M_0R^2}{EI} \\ (3) \quad & \frac{M_0R^2}{2EI} \\ (4) \quad & \frac{M_0R^2}{EI} \end{aligned}$$

۱۰۹- اگر در سازه شکل زیر، سه عضو سازه (اعضای BC و BD, BE) از یک ماده و سطح مقطعی یکسان تشکیل شده باشند، کدام گزینه نیرو در عضو BD را به درستی نشان می‌دهد؟



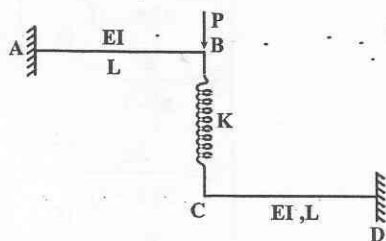
$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{3}{4}P \\ (2) \quad & \frac{1}{2}P \\ (3) \quad & \frac{\sqrt{2}}{4}P \\ (4) \quad & \frac{\sqrt{2}}{2}P \end{aligned}$$

۱۱۰- با توجه به بارگذاری زیر، اگر بخواهیم خیز تیر در انتهایش یعنی نقطه B صفر شود، ضریب n باید کدامیک از مقادیر زیر را داشته باشد؟



$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{28}{5} \\ (2) \quad & \frac{16}{5} \\ (3) \quad & 3 \\ (4) \quad & \frac{12}{5} \end{aligned}$$

۱۱۱- در صورتی که سختی فنر $k = \frac{3EI}{L^3}$ باشد، تغییر مکان نقطه B چقدر است؟



$$\frac{4PL^3}{9EI} \quad (1)$$

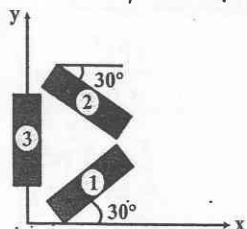
$$\frac{PL^3}{3EI} \quad (2)$$

$$\frac{2PL^3}{9EI} \quad (3)$$

$$\frac{PL^3}{9EI} \quad (4)$$

۱۱۲- اگر کرنش‌های داده شده در شکل، با استفاده از گلبه‌های کرنش در طول آزمایش یک جزء ماشین بدست آمده باشند، کدام گزینه کرنش

$$\epsilon_1 = +600\mu, \epsilon_2 = +450\mu, \epsilon_3 = -75\mu$$



در جهات x و y را به درستی نشان می‌دهد؟

$$\epsilon_x = 430\mu, \epsilon_y = -75\mu \quad (1)$$

$$\epsilon_x = 725\mu, \epsilon_y = -75\mu \quad (2)$$

$$\epsilon_x = -430\mu, \epsilon_y = 75\mu \quad (3)$$

$$\epsilon_x = -725\mu, \epsilon_y = +75\mu \quad (4)$$

۱۱۳- برای میدان تنش داده شده در زیر، کدام گزینه تنش برشی ماکزیمم را به درستی بیان می‌کند؟ $\sqrt{275} \approx 16/5$

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 100 & 16/5 & 0 \\ 16/5 & 150 & 0 \\ 0 & 0 & -200 \end{bmatrix}$$

$$177/5 \quad (4)$$

$$185 \quad (3)$$

$$140 \quad (2)$$

$$200 \quad (1)$$

۱۱۴- اگر بلبرینگ ظرفیت دینامیکی ۲۰kN داشته باشد و تحت بار معادلی به صورت یکنواخت و برابر ۵kN قرار گیرد و سرعت دورانی

محور ۲۰۰۰rpm باشد، این بلبرینگ چقدر عمر خواهد کرد؟

$$64 \text{ ساعت} \quad (4)$$

$$632 \text{ ساعت} \quad (3)$$

$$533 \text{ ساعت} \quad (2)$$

$$420 \text{ ساعت} \quad (1)$$

۱۱۵- کدام گزینه در مورد روانسازها و یاتاقان‌های لغزشی به درستی بیان شده است؟

(۱) افزایش دمای روانساز، یکی از عواملی است که روانسازی هیدرودینامیک را به روانسازی مرزی میل می‌دهد.

(۲) در مواردی که یاتاقان‌ها در دمای اتاق کار می‌کنند، اغلب از روانسازی فیلم یا لایه جامد استفاده می‌شود.

(۳) با کاهش عدد سامرفیلد، ضریب متغیر مالش $(\frac{f}{c})$ افزایش می‌یابد.

(۴) با افزایش نسبت $\frac{L}{d}$ ، ضریب متغیر مالش $(\frac{f}{c})$ افزایش می‌یابد.

۱۱۶- اگر در یک گیربکس حلزونی از پیچ چهار نجه به قطر ۴۰mm و چرخ ۲۰ دندانه‌ای به قطر ۳۲۰mm استفاده کنیم. نسبت تبدیل این

گیربکس چقدر می‌باشد؟

$$80 \quad (4)$$

$$5 \quad (3)$$

$$20 \quad (2)$$

$$8 \quad (1)$$

۱۱۷- کدام گزینه در مورد چرخ‌دنده‌ها به درستی بیان نشده است؟

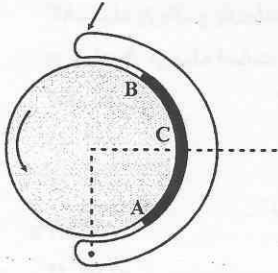
(۱) در چرخ‌دنده‌های هلیکال، زاویه هلیکس باید در دو چرخ‌دنده که با هم درگیر هستند مساوی باشد.

(۲) در چرخ‌دنده‌های هلیکال، چون درگیری به صورت تدریجی صورت می‌گیرد سر و صدا کم است.

(۳) با استفاده از چرخ‌دنده‌های هلیکال در یک حجم و هندسه ثابت از دندانه‌ها نسبت به چرخ‌دنده‌های ساده، می‌توان توان بیشتری را منتقل نمود.

(۴) در دو چرخ‌دنده ساده با نسبت تبدیل و فاصله مراکز ثابت، افزایش تعداد دندانه‌ها منجر به کاهش دایره مبنا می‌شود.

۱۱۸- کدام گزینه در مورد توزیع فشار در ترمز نشان داده شده در شکل صحیح است؟



(۱) از A تا B پیوسته کاهش می‌یابد.

(۲) از A تا B پیوسته افزایش می‌یابد.

(۳) از A تا C افزایش و سپس از C تا B کاهش می‌یابد.

(۴) از A تا C کاهش و سپس از C تا B افزایش می‌یابد.

۱۱۹- برای طبلیک ترمز نواری به قطر ۳۰۰mm، ضریب اصطکاک تسه ۰/۲۸ و عرض آن ۸۰mm و کشش قابل تحمل آن ۷/۵kN می‌باشد. در صورتی که زاویه تماس ۲۷۰ درجه باشد، کدام گزینه نیروی ترمزگیری و گشتاور قابل انتقال را به درستی نشان می‌دهد؟

$$e^{1/22} = 3/74 \text{ و } e^{75/6} = 6/8$$

$$\begin{cases} P = 2 \text{ kN} \\ T = 825 \text{ N.m} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} P = 2 \text{ kN} \\ T = 960 \text{ N.m} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} P = 1/1 \text{ kN} \\ T = 960 \text{ N.m} \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} P = 1/1 \text{ kN} \\ T = 825 \text{ N.m} \end{cases} \quad (3)$$

۱۲۰- کدام گزینه به درستی بیان نشده است؟

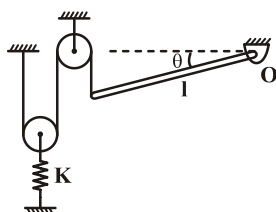
(۱) استفاده از تسه V شکل در فواصل مرکزی طولانی توصیه نمی‌شود.

(۲) در تسه‌های V شکل، کاهش قطر پولی‌ها باعث کاهش عمر تسه می‌گردد.

(۳) برای اجتناب از لغزش در تسه‌های V شکل، عبارت $e^{f\theta}$ باید بزرگتر از نسبت کشش باشد.

(۴) بازده تسه‌های تخت نسبت به تسه‌های V شکل، اندکی کمتر است.

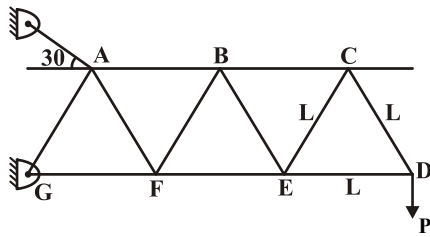
۱۲۱- در شکل زیر جرم میله m است و وقتی $\theta = 0$ فنر آزاد است. با فرض θ کوچک مقدار زاویه θ بر حسب m و l و k کدام است؟



(۲) $\sin^{-1} \frac{mg}{kl}$
 (۴) $\sin^{-1} \frac{2mg}{kl}$

(۱) $\tan^{-1} \frac{mg}{4kl}$
 (۳) $\tan^{-1} \frac{mg}{kl}$

۱۲۲- نیرو در عضوهای BE و BF در خرپای زیر چقدر است؟



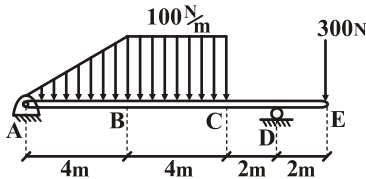
(۱) فشاری $BE = \frac{2P}{\sqrt{3}}$ - کششی $BF = \frac{2P}{\sqrt{3}}$

(۲) فشاری $BE = \frac{\sqrt{3}}{2}P$ - کششی $BF = \frac{\sqrt{3}}{2}P$

(۳) کششی $BE = \frac{\sqrt{3}}{2}P$ - فشاری $BF = \frac{\sqrt{3}}{2}P$

(۴) کششی $BE = \frac{2}{\sqrt{3}}P$ - فشاری $BF = \frac{2}{\sqrt{3}}P$

۱۲۳- از نقطه نظر لنگر خمشی نقطه طراحی در تیر زیر در کجا قرار دارد؟



(۱) نقطه B

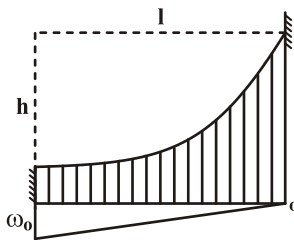
(۲) نقطه C

(۳) جایی بین B و C

(۴) جایی بین C و D

۱۲۴- کابل با جرم ناچیز از نقاط ثابت آویزان است اگر کابل بار واحد ω را که بر حسب X از ω_0 تا صفر به طور یکنواخت کاهش می‌یابد تحمل

کند معادله منحنی کابل کدام است؟



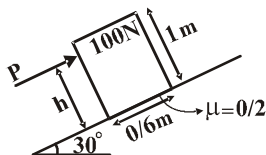
(۱) $y = -\frac{h}{2}\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \frac{3}{2}h\left(\frac{x}{l}\right)$

(۲) $y = -\frac{h}{2}\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \frac{3}{2}h\left(\frac{x}{l}\right)^2$

(۳) $y = \frac{h}{2}\left(\frac{x}{l}\right)^3 - \frac{3}{2}h\left(\frac{x}{l}\right)^2$

(۴) $y = -\frac{h}{2}\left(\frac{x}{l}\right)^3 + 2h\frac{x}{l}$

۱۲۵- بیشترین ارتفاع h برای آنکه جعبه بدون واژگون شدن بلغزد کدام است؟



(۱) ۰/۷۶m

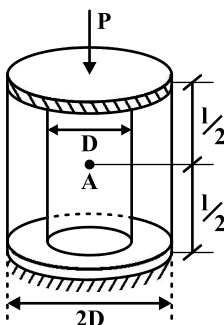
(۲) ۰/۴۸

(۳) ۰/۸۶

(۴) ۰/۶۵

۱۲۶- دو استوانه مطابق شکل تحت بار محوری P، درهم قرار دارند در صورتی که مساحت و مدول یانگ استوانه اولی (داخلی) A_1 و E_1 ، مساحت و

مدول یانگ استوانه دوم (خارجی) A_2 و E_2 باشد تغییر مکان نقطه A کدام است؟ ($E_1 = 2E_2$)



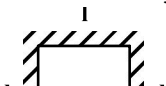
(۱) $\frac{1}{2} \frac{PL}{E_1 A_1}$

(۲) $\frac{1}{4} \frac{PL}{E_1 A_1}$

(۳) $\frac{1}{6} \frac{PL}{E_1 A_1}$

(۴) $\frac{1}{5} \frac{PL}{A_1 E_1}$

۱۲۷- در صفحه زیر حداکثر کاهش دما بدون این که ورقه فلزی تسلیم شود چقدر است. (ν ضریب پواسون و تنش تسلیم برابر σ_y می‌باشد)

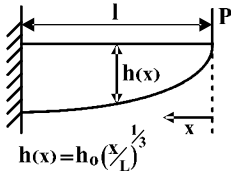


(۱) $\frac{(1-\nu)\sigma_y}{\alpha E}$

(۲) $\frac{(1-\nu)\sigma_y}{2\alpha E}$

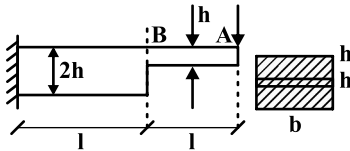
$$\frac{(1-\nu^2)\sigma_y}{\alpha E} \quad (3) \quad \frac{(1-\nu^2)\sigma_y}{\alpha E} \quad (4)$$

۱۲۸- تیر طره‌ای با ضخامت ثابت b و h نشان داده شده‌اند. این تیر تحت بار P دچار خمیدگی می‌شود.



- (۱) تیر خم شده خمشی از یک هذلولی است.
- (۲) تیر خم شده بخشی از یک بیضی است.
- (۳) تیر به صورت قسمتی از یک دایره خم شده
- (۴) تیر به صورت خطی خم می‌شود.

۱۲۹- در صورتی که ارتفاع بخش AB تیر دو برابر شود تغییر مکان نقطه B چند برابر می‌شود؟

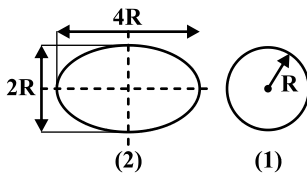


- (۱) تغییر نمی‌کند.
- (۲) $\frac{1}{8}$ برابر می‌شود.
- (۳) $\frac{8}{5}$ برابر می‌شود.
- (۴) $\frac{5}{16}$ برابر می‌شود.

۱۳۰- کره جدار نازکی که تحت فشار داخلی P قرار دارد دارای شعاع r می‌باشد در صورتی که $\Delta r = -2\Delta t$ باشد ضریب پواسون کدام است؟
(Δr تغییرات شعاع و Δt تغییر ضخامت)

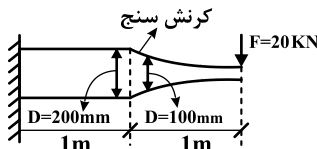
- (۱) $0/3$
- (۲) $0/2$
- (۳) $0/5$
- (۴) $0/25$

۱۳۱- نسبت ضریب شکل در یک مقطع دایروی به یک مقطع بیضی شکل کدام است؟ $\frac{SF_x}{SF_y} = ?$



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

۱۳۲- در تیر زیر با دو مدول الاستیسیته $200 \times 10^3 \text{ MPa}$ در محل ناچ یک کرنش سنج قرار داده‌ایم به طوری که عدد $0/0032$ را نشان می‌دهد. تمرکز تنش هندسی کدام است.



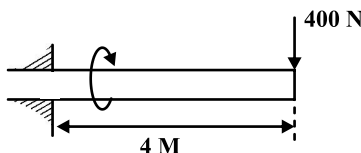
- (۱) π
- (۲) 4π
- (۳) 2π
- (۴) $\frac{3}{2}\pi$

۱۳۳- در مخزن جداره نازک یکی به شکل استوانه و دیگری به شکل کره وجود دارد. در هر دو شعاع R و فشار داخلی P است. با استفاده از معیار فون میسز نسبت ضخامت t استوانه به مخزن کروی برای تنش تسلیم σ_y کدام است؟

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

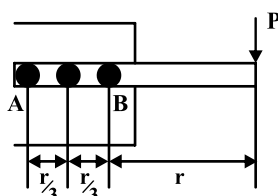
۱۳۴- قطعه مقابل دارای عمر N است اگر بار طوری تغییر کند که تنش متوسط $\sigma_m = 200 \text{ MPa}$ شود آن‌گاه دامنه تنش σ_a را طوری بدست

آورید که عمر قطعه N بماند. ($S_e = 400 \text{ MPa}$, $S_y = 800 \text{ MPa}$) و ($\frac{I}{C} = 3 \text{ m}^3$)



- (۱) ۳۰۰
- (۲) ۴۰۰
- (۳) ۵۰۰
- (۴) ۵۸۰

۱۳۵- در شکل زیر تنش وارده به پیچ A چند برابر تنش وارد شده به B است؟



- (۱) $\frac{7}{5}$
- (۲) ۱

$$\frac{5}{7} \quad (3)$$

$$\frac{4}{3} \quad (4)$$

۱۳۶- در مورد فنرهای مارپیچ در صورت واماندگی احتمالی شکست از کدام قسمت رخ می‌دهد؟

- (۱) از سمت داخل فنر (۲) تفاوتی وجود ندارد (۳) از سمت خارج فنر (۴) اطلاعات مساله کافی نیست
- ۱۳۷- چنانچه بار بلبرینگ شیار عمیقی ۱۸ kN باشد و باری معادل ۹ kN بر آن اعمال شود اگر عمر این بلبرینگ ۸۳/۳ ساعت باشد، سرعت دورانی آن چقدر بوده است؟

$$1600 \quad (4)$$

$$2000 \quad (3)$$

$$1300 \quad (2)$$

$$16000 \quad (1)$$

۱۳۸- در یک چرخ‌دنده مارپیچ زاویه فشار عمودی $14/5^\circ$ و قطر دایره گام 50 mm است. اگر گام قطری این چرخ‌دنده $4/5$ باشد. تعداد دندانه‌ها کدام است؟

$$56 \quad (4)$$

$$121 \quad (3)$$

$$32 \quad (2)$$

$$20 \quad (1)$$

۱۳۹- تنش برشی مجاز برای شفت توربینی که با سرعت 300 rpm می‌چرخد معادل 48 MPa است. اگر ضریب اطمینان این شفت $1/5$ باشد قطر لازم جهت انتقال توان $31/4 \text{ kw}$ چقدر است؟

$$85 \quad (4)$$

$$72 \quad (3)$$

$$48 \quad (2)$$

$$36 \quad (1)$$

۱۴۰- اگر در یک سیستم تسمه و پولی شعاع پولی محرک 50° و شعاع پولی متحرک 80° باشد برای طول تسمه 1200 فاصله بین مراکز دو پولی چقدر است؟

$$750 \quad (4)$$

$$395 \quad (3)$$

$$160 \quad (2)$$

$$80 \quad (1)$$

جامدات

۱ - گزینه «۱»

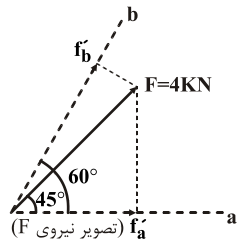
کمیت‌های فیزیکی که با بردارها نمایش داده می‌شوند به سه دسته آزاد، لغزان و یا ثابت گروه‌بندی می‌گردند:

بردار آزاد: برداری است که خط اثر آن به هیچ خط منحصر به فردی در فضا وابسته نبوده و محدود نمی‌باشد مانند جسمی که بدون دوران حرکت کند در این صورت تغییر مکان یا جابجایی هر نقطه از آن جسم را می‌توان یک بردار در نظر گرفت.

بردار لغزان: برداری است که برای آن، یک خط اثر منحصر به فرد در فضا باید حفظ شود که در راستای آن، کمیت مورد نظر عمل می‌نماید مانند کنش یک نیروی خارجی بر روی یک جسم صلب.

بردار ثابت: برداری است که برای آن یک نقطه اثر منحصر به فرد مشخص می‌شود و در نتیجه بردار مزبور دارای موقعیتی خاص در فضا می‌باشد مانند کنش نیرو بر روی یک جسم تغییر شکل‌پذیر یا غیر صلب.

۲ - گزینه «۴»

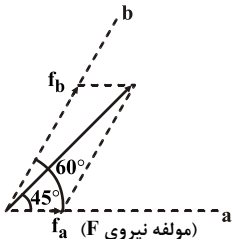


$$f'_a = F \cos 45^\circ = 2\sqrt{2}$$

$$f'_b = F \cos 15^\circ = 3/6$$

محاسبه تصویر نیروی F:
در امتداد محورهای a و b:

محاسبه مولفه‌های نیروی F در امتداد محورهای a و b:



$$\frac{f_b}{\sin 45^\circ} = \frac{F}{\sin 120^\circ} \rightarrow f_b = \frac{F \sin 45^\circ}{\sin 120^\circ} = 3/6$$

$$\frac{f_a}{\sin 15^\circ} = \frac{F}{\sin 120^\circ} \rightarrow f_a = \frac{F \sin 15^\circ}{\sin 120^\circ} = 1/2$$

نکته: توجه کنید که مولفه‌های یک بردار بر روی دو محور به طور کلی، با تصاویر آن بردار بر روی همان محورها مساوی نیستند. اگر محور a بر محور b عمود می‌بود، تصاویر و مولفه‌های F یکسان می‌بودند.

۳ - گزینه «۱»

نکته: در این گونه مسائل استاتیک باید مرکز گشتاورگیری به گونه انتخاب شود که حداقل تعداد مجهولات در معادله ظاهر شوند. به عنوان مثال در این تست اطلاعاتی از ضریب اصطکاک داده نشده اگر مرکز گشتاورگیری را در امتداد خط OB انتخاب کنیم نیروی اصطکاک حذف می‌شود.

$$\sum M_o = 0 \rightarrow (P \sin \alpha)(b) + (P \cos \alpha)(b) = w\left(\frac{b}{2}\right) \rightarrow P = \frac{w}{2(\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

زمانی P حداقل است که $\sin \alpha + \cos \alpha$ حداکثر باشد:

$$y = \sin \alpha + \cos \alpha \rightarrow \frac{dy}{d\alpha} = \cos \alpha - \sin \alpha = 0 \rightarrow \tan \alpha = 1 \rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow P = \frac{w}{2\sqrt{2}}$$

۴ - گزینه «۳»

$$\begin{cases} R_x = T \\ R_y = T \rightarrow \vec{R} = T(\vec{i} + \vec{j}) \text{ \& } \cos \theta_x \vec{i} + \cos \theta_y \vec{j} + \cos \theta_z \vec{k} = \frac{\vec{R}}{|\vec{R}|} \\ R_z = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \cos \theta_x = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ و } \cos \theta_y = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ و } \cos \theta_z = 0$$

نقطه‌ای دلخواه به مختصات (y و z) در صفحه y-z در نظر می‌گیریم:

$$\vec{M}_{R_x} = T(za - z)\vec{j} + T(y)\vec{k}$$

$$M_{R_y} = -T(za - z)\vec{i} \rightarrow \vec{M} = -T(za - z)\vec{i} + T(za - z)\vec{j} + T(y)\vec{k}$$

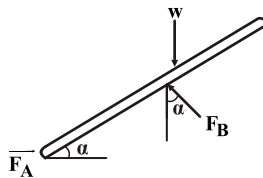
$$M_{R_z} = 0$$

نکته: در پیچه بردار نیروی برآیند و بردار گشتاور کل باید با هم موازی باشند.

$$\Rightarrow \cos \theta_x = \frac{-T(ra - z)}{M} = \frac{1}{\sqrt{r}} \text{ و } \cos \theta_y = \frac{T(ra - z)}{M} = \frac{1}{\sqrt{r}} \text{ و } \cos \theta_z = \frac{Ty}{M} = 0 \quad \begin{cases} y = 0, z = \frac{r}{2}a \\ M = T(a\sqrt{r} - \frac{ra}{\sqrt{r}}\sqrt{r}) \end{cases}$$

۵ - گزینه «۴»

نکته: در سطوح صیقلی و یا بدون اصطکاک، نیروهای تکیه‌گاهی بر سطح تماس عمودند.



$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_A = F_B \sin \alpha \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow W = F_B \cos \alpha \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow F_A = W \tan \alpha$$

$$F_B = \frac{W}{\cos \alpha}$$

نکته: با توجه به مشخص نبودن محل قرارگیری تکیه‌گاه B نمی‌توان از گشتاورگیری استفاده کرد.

۶ - گزینه «۱»

$$\tau = \frac{TC}{J} \text{ \& } \phi = \frac{TL}{JG} \rightarrow \phi = \frac{\tau L}{GC} \rightarrow \tau = \frac{GC}{L} \phi$$

$$\Rightarrow \frac{(\tau_{\max})_{AB}}{(\tau_{\max})_{BC}} = \frac{(\frac{GC}{L} \phi)_1}{(\frac{GC}{L} \phi)_2} = \frac{(\frac{Gd}{2L})}{(\frac{Gd}{L})} = \frac{1}{2}$$

بنابراین ابتدا میله BC تسلیم می‌شود.

۷ - گزینه «۳»

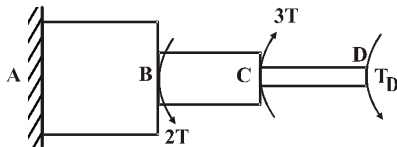
نکته: در پیچش مقاطع مستطیلی تنش برشی در گوشه‌های A و B و C و D برابر صفر و حداکثر تنش برشی در وسط اضلاع بزرگتر مستطیل رخ می‌دهد.
نکته:

$$\tau_{\max} = \frac{T}{C_1 ab^2} \quad \phi = \frac{TL}{C_2 Gab^3}$$

C_1 و C_2 ضرایبی هستند که به نسبت اضلاع مستطیل بستگی دارند.

۸ - گزینه «۳»

نکته: تیر از نظر استاتیکی نامعین است بنابراین نیاز به معادله دیگری علاوه بر معادله تعادل داریم.
نکته: در این گونه مسائل عکس‌العمل یکی از تکیه‌گاه‌ها را به عنوان مثال تکیه‌گاه D را بصورت یک گشتاور مجهول به میل عمل می‌کنیم. سپس زاویه پیچش در D را بدست می‌آوریم و با توجه به شرایط مرزی ϕ_D را برابر آن مقدار قرار می‌دهیم.

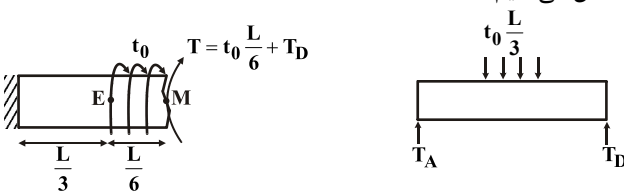


$$\phi_D = 0 \rightarrow \phi_D = \phi_D + \phi_C + \phi_B = 0$$

$$\rightarrow \frac{T_D L}{jG} + \frac{(T_D - 3T)L}{2jG} + \frac{(T_D + 2T - 3T)L}{4Gj} = 0 \rightarrow T_D = T$$

۹ - گزینه «۲»

نکته مهم برای حل این گونه مسائل: به طور کلی برای بدست آوردن تغییر مکان یا زاویه پیچش هر نقطه دلخواه از تیر، تیر را از آن نقطه قطع می‌کنیم و مجموع نیروها و گشتاورهای قسمت‌های جدا شده را به آن نقطه منتقل می‌کنیم.



$$\sum M_A = 0 \rightarrow (t_0 \frac{L}{2})(\frac{L}{2}) = T_D(L) \rightarrow T_D = \frac{t_0 L}{4}$$

$$T = t_0 \frac{L}{4} - t_0 \frac{L}{4} = 0$$

$$\rightarrow \phi = \phi_M + \phi_E = \frac{\int_0^L t_0 x dx}{jG} + \frac{t_0 \frac{L}{2}(\frac{L}{2})}{jG} = \frac{5}{8} \frac{t_0 L^2}{jG}$$

نکته: با توجه به تقارن مساله بدون محاسبه می‌توانیم عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها را تعیین کنیم.

۱۰- گزینه «۱»

$\varepsilon_z = 0 \rightarrow$ حالت کرنش دوبعدی

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E}(\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)) = 0 \rightarrow \sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y)$$

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)) \rightarrow \varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu(\sigma_y + \nu(\sigma_x + \sigma_y)))$$

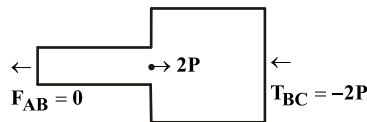
$$\rightarrow \varepsilon_x = \frac{1}{E}((1 - \nu^2)\sigma_x - \nu(1 + \nu)\sigma_y)$$

نکته: در حالت کرنش صفحه‌ای $\varepsilon_z = 0$ ولی $\sigma_z \neq 0$ و در حالت تنش صفحه‌ای $\sigma_z = 0$ ولی $\varepsilon_z \neq 0$ می‌باشد.

۱۱- گزینه «۴»

نکته: برای آن که تنش در میله AB صفر شود باید نیرویی که توأمأً بر اثر نیروی $2P$ و افزایش دما در میله AB بوجود می‌آید، صفر شود.
نکته: با دقت در نوع تکیه‌گاه‌های A و C به این نکته پی می‌بریم که تغییر مکان طول AC برابر صفر است.

$$\delta_{AC} = 0 \rightarrow \delta_{CB} + \delta_{BA} = 0$$



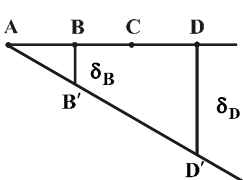
$$\alpha L \Delta T + \alpha L \Delta T - \frac{\nu PL}{\Delta E} = 0 \rightarrow \Delta T = \frac{\nu P}{10 AE \alpha} = \frac{P}{\Delta E \alpha}$$

۱۲- گزینه «۱»

نکته: ابتدا جهت گشتاور نیروهای وارد به عضو صلب را حول مفصل به دست می‌آوریم. با توجه به جهت گشتاور جهت تمایل حرکت قطعه صلب تعیین می‌گردد. اگر این جهت حرکت باعث شل شدن تعدادی از کابل‌ها گردد از این کابل‌ها صرف‌نظر می‌کنیم. با توجه به این نکته داریم:

$$F_{EC} = F_{EI} = 0$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow (3P)(4) = F_{FB} + 3F_{HD} \quad (1)$$



$$\delta_D = 3\delta_B \xrightarrow{\delta = \frac{PL}{AE}} \frac{\delta_D}{\delta_B} = 3 = \frac{F_{DH}}{F_{BF}} \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow F_{BF} = \frac{6}{5}P \text{ و } F_{DH} = \frac{18}{5}$$

۱۳ - گزینه «۴»

$$V_{EF} = \frac{3}{4} V_{ED} = 3 V_{DC}$$

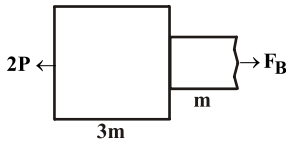
نکته: چون چگالی در طول مسیر برای همه بخش‌ها ثابت در نظر گرفته شده است، بنابراین نسبت جرم‌ها با نسبت حجم‌ها برابر است.

$$m \propto V_{\text{حجم}}$$

نکته: میله در حال تعادل نیست.

$$\sum F_x = m \cdot a_x \rightarrow (4P - 2P) = (3m + 2m + m)a_x \rightarrow a_x = \frac{2P}{6m} = \frac{P}{3m}$$

برای تعیین تنش در نقطه B قسمت FEB را در نظر می‌گیریم:



$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

$$\rightarrow (F_B - 2P) = (4m) \left(\frac{P}{3m} \right) \rightarrow F_B = \frac{10}{3} P \Rightarrow \sigma_B = \frac{\frac{10}{3} P}{A} = \frac{5P}{A}$$

۱۴ - گزینه «۴»

نکته: در مواد ترد، استحکام فشاری، معمولاً چند برابر بزرگتر از استحکام کششی آن‌ها است.

با توجه به نکته مطرح شده ماده ترد می‌باشد. بنابراین باید از نظریه‌های شکست مواد ترد استفاده کنیم.

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_1}{S_{ut}} - \frac{\sigma_2}{S_{uc}} \Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{70}{100} - \frac{-200}{400} \rightarrow n = \frac{10}{12} < 1$$

نکته: چنانچه ضریب اطمینان کوچکتر از یک باشد ماده دچار شکست می‌شود.

۱۵ - گزینه «۱»

$$\tau_m = 150 \text{ MPa} \text{ و } \tau_a = 0$$

$$\sigma_m = 0 \text{ و } \sigma_a = 200 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_m = \sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2} = \sqrt{0 + 3 \times 150^2} = 260 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_a = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2} = \sqrt{200^2 + 0} = 200 \text{ MPa}$$

$$\frac{1}{n_d} = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}$$

$$S_{ut} = 500 \text{ MPa} \text{ و } S_e = 0.65 \times S_{ut} = 325 \text{ MPa}$$

$$\frac{1}{n_d} = \frac{200}{325} + \frac{260}{500} = 1/13 \Rightarrow n_d = 0.88$$

۱۶ - گزینه «۴»

آسیب خستگی تجمعی:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} = 1 \begin{cases} n_i = \text{عمری که قطعه تحت تنش } \sigma_i \text{ کار کرده} \\ N_i = \sigma_i \text{ عمر کلی قطعه تا شکست تحت تنش} \end{cases}$$

$$N_1 = 20 \text{ و } N_2 = 40 \rightarrow \frac{10}{20} + \frac{n_2}{40} = 1 \rightarrow n_2 = 20 \text{ ساعت}$$

$$n_1 = 10 \text{ و } n = ?$$

۱۷ - گزینه «۳»

نکته: چون سطح مقطع هردو برابر است بنابراین ممان اینرسی قطبی میله توخالی بیشتر از میله توپر است با توجه به فرمول روبرو:

$$\tau = \frac{TC}{j}$$

در τ_{\max} یکسان برای هر دو مقطع، مقطع توخالی گشتاور بیشتری را انتقال می‌دهد بنابراین با میله توخالی توان بیشتری را می‌توان منتقل نمود.

$$(P = 2\pi f T)$$

میله توپر $T_{\max} > T_{\max}$ میله توخالی

۱۸ - گزینه «۲»

- تئوری‌های شکست مواد شکل‌پذیر:
- ماکزیمم تنش برشی (ترسکا): مطمئن‌ترین تئوری
 - انرژی اعوجاجی (وان میسز): دقیق‌ترین تئوری
 - تئوری‌های شکست مواد شکننده (ترد):
 - کولمب مور: مطمئن‌ترین تئوری
 - بهبود یافته مور: دقیق‌ترین تئوری

$$\sigma_1 = \sigma_t = \frac{Pd_i}{r_t} = \frac{(40)(0/3)}{(2)(0/01)} = 600 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r = \sigma_L = \frac{Pd_i}{r_t} = 300 \text{ MPa} \quad \text{و} \quad \sigma_r = -40 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_r}{2} = 320 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\tau_{\max}} = \frac{960}{640} = 1.5$$

نکته: فاکتور ایمنی براساس نظریه ماکزیمم تنش برشی عبارتست از:

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau_{\max}} \quad \text{و} \quad S_{sy} = 0.5 S_y$$

نکته: تنش برشی ماکزیمم برابر نصف تفاضل حداکثر و حداقل تنش‌های اصلی است.

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{100}{300} + \frac{550}{800} \Rightarrow n = 1.04 \rightarrow n > 1$$

محور در برابر بارگذاری خستگی مقاوم است.

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau_{\max}} = \frac{S_y}{\sigma_m + \sigma_a} = \frac{500}{600} \rightarrow n < 1$$

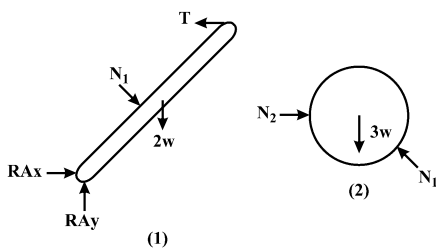
در برابر بارگذاری استاتیکی مقاوم نیست و در اثر بارگذاری دچار شکست می‌شود.

نکته: در این گونه مساله‌ها که مشخص نشده که آیا جسم دچار واماندگی استاتیکی می‌شود یا واماندگی خستگی؛ باید هم ضریب اطمینان خستگی و هم ضریب اطمینان استاتیکی محاسبه شود.

۲۱- گزینه «۳»

ابتدا میله و گوی را جدا کرده و نیروهای وارد بر آنها را رسم می‌کنیم:

شکل ۲: $\sum F_y = 0 \Rightarrow N_1 \cos 60^\circ = 3w \Rightarrow N_1 = 6w$



شکل ۱: $\sum M_A = 0 \Rightarrow T \times \cos 30^\circ \times 3L = 2w \times \frac{3L}{2} \sin 30^\circ + N_1 \times x$ (۱)

برای یافتن x به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$\triangle ADC \sim \triangle AOE \Rightarrow AE = AC \Rightarrow L = x$ (۲)

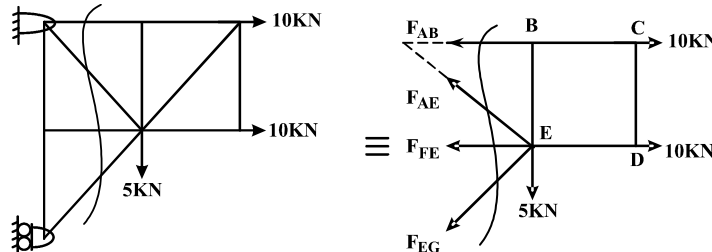
$\xrightarrow{(۱), (۲)} T \times \frac{3\sqrt{3}}{2} = 3 \frac{w}{2} + 6w \Rightarrow T \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{5}{2} w \Rightarrow T = \frac{5\sqrt{3}}{3} w$

از طرفی نیروی کشش کابل با نیروی وزن برابر است، لذا:

$w' = \frac{5\sqrt{3}}{3} w$

۲۲- گزینه «۳»

ابتدا واضح است که نیروهای اعضای BE و FE برابر صفر است، لذا با یک برش به صورت زیر می توان نیروی AE را محاسبه کرد:



$$\sum M_E = 0 \Rightarrow F_{AB} \times 10 = 10 \times 10 \Rightarrow F_{AB} = 10 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{AE} \times \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{EG} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 5 \quad (1)$$

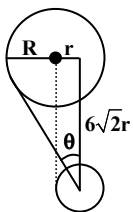
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{AE} \times \frac{\sqrt{2}}{2} + F_{EG} \times \frac{\sqrt{2}}{2} + F_{AB} = 20 \quad (2)$$

با جایگذاری رابطه (۱) در رابطه (۲) داریم:

$$F_{AE} \times \frac{\sqrt{2}}{2} + (F_{AE} \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 5) + F_{AB} = 20 \Rightarrow F_{AE} \sqrt{2} - 5 + 10 = 20 \Rightarrow F_{AE} \sqrt{2} = 15 \Rightarrow F_{AE} = \frac{15\sqrt{2}}{2}$$

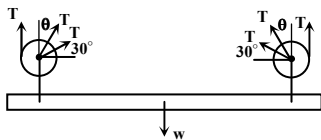
۲۳- گزینه «۳»

ابتدا زاویه طنابی که از قرقره بزرگ به وسط قرقره کوچک متصل شده است را محاسبه می کنیم:



$$\sin \theta = \frac{R+r}{\sqrt{(R+r)^2 + 72r^2}} = \frac{3r}{\sqrt{9r^2 + 72r^2}} = \frac{3r}{9r} = \frac{1}{3}$$

حال دیگرام آزاد وزنه را به همراه طنابها رسم می کنیم:



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow 2T + 2T \sin 30^\circ + 2T \cos \theta = w \Rightarrow 2T + \frac{4\sqrt{2}}{3}T = w$$

$$\Rightarrow T = \frac{3w}{9 + 4\sqrt{2}}$$

۲۴- گزینه «۱»

معادله کابل سهمی عبارتست از: $y = \frac{w}{2T_0} x^2$

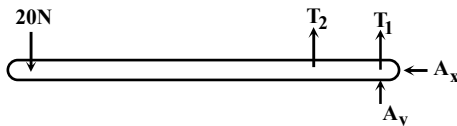
پایین ترین نقطه کابل را به عنوان مبدا در نظر می گیریم و با داشتن مختصات دو نقطه A و B داریم:

$$\left. \begin{aligned} y_A = \frac{100x_A^2}{2T_0} \Rightarrow 5 = \frac{100x^2}{2T_0} \quad (1) \\ y_B = \frac{100x_B^2}{2T_0} \Rightarrow 20 = \frac{100(45-x)^2}{2T_0} \quad (2) \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{(2)}{(1)} \rightarrow 4 = \frac{(45-x)^2}{x^2} \Rightarrow 45-x = 2x \Rightarrow x = 15m$$

حال مختصات نقطه A را در معادله کابل سهمی قرار می دهیم تا مقدار نیروی T_0 که کمترین نیروی کشش کابل می باشد حاصل شود:

$$y_A = \frac{wx_A^2}{2T_0} \Rightarrow 5 = \frac{100}{2T_0}(15)^2 \Rightarrow T_0 = 100 \times (15)^2 = 22500N$$

۲۵- گزینه «۴»

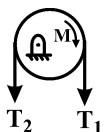


$$\sum M_A = 0 \Rightarrow T_2 \times 5/5 = 2/5 \times 20 \Rightarrow T_2 = 100N$$

از طرفی T_1 را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$T_2 = T_1 e^{\mu\alpha} \Rightarrow T_1 = T_2 e^{-\mu\alpha} \Rightarrow T_1 = 100e^{-\pi \times 0.2/2}$$

حال با رسم دیاگرام آزاد قرقره، داریم:



$$\sum M_0 = 0 \Rightarrow (T_2 - T_1)r = M \Rightarrow M = (100 - 100e^{-\frac{\pi}{5}}) \times \frac{1}{2} \Rightarrow M = 25e^{-\frac{\pi}{5}}(e^{\frac{\pi}{5}} - 1)$$

۲۶- گزینه «۴»

$$J = Ar_j^2, J = I_x + I_y$$

$$I_x = \int y^2 dA = \int y^2 \left(\frac{1}{y} - x\right) dy = \int_0^1 \left(\frac{1}{y} - \frac{y^2}{2}\right) y^2 dy = \frac{1}{42}$$

$$I_y = \int x^2 dA = \int x^2 y dx = \int_0^{\frac{1}{y}} 4x^2 dx = 4 \frac{x^3}{3} \Big|_0^{\frac{1}{y}} = \frac{4}{3y^3}$$

$$A = \int dA = \int y dx = \int_0^{\frac{1}{y}} 4x^2 dx = \frac{4x^3}{3} \Big|_0^{\frac{1}{y}} = \frac{4}{3y^3}$$

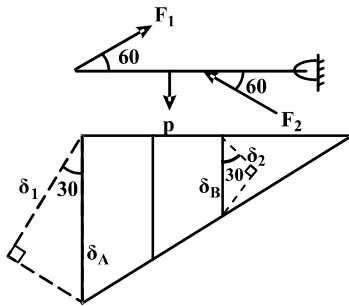
$$J = I_x + I_y = \frac{1}{42} + \frac{1}{40} = \frac{41}{840}$$

$$J = Ar^2 \Rightarrow \frac{41}{840} = \frac{1}{6} r^2 \Rightarrow \frac{1}{21} = \frac{1}{6} r^2 \Rightarrow r^2 = \frac{2}{7} \Rightarrow r = 0.54m$$

۲۷- گزینه «۳»

ابتدا نیروهای وارد بر میله را مشخص می‌کنیم:

با رسم جابه‌جایی مربوط به میله‌های (۱) و (۲) و تشابه مثلث‌های ایجاد شده داریم:



$$\frac{\delta_B}{\delta_A} = \frac{a}{4a} = \frac{1}{4}$$

$$\delta_A = \frac{\delta_1}{\cos 30^\circ}, \quad \delta_B = \frac{\delta_2}{\cos 30^\circ} \Rightarrow \frac{\delta_2}{\frac{\cos 30^\circ}{\delta_1}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \delta_1 = 4\delta_2 \quad (1)$$

$$\delta_1 = \frac{F_1 L_1}{A_1 E_1} = \frac{F_1 \times \frac{4a}{\cos 60^\circ}}{AE}, \quad \delta_2 = \frac{F_2 \times L_2}{A_2 E_2} = \frac{F_2 \times \frac{a}{\cos 60^\circ}}{2AE} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2), (1)} 4 \times \frac{F_2 a}{2AE \cos 60^\circ} = \frac{F_1 \times 4a}{AE \cos 60^\circ} \Rightarrow F_2 = 2F_1 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 2$$

۲۸- گزینه «۲»

اگر لنگر ناشی از هر یک از نیروهای فنر بالایی و پایینی را T' و لنگر ناشی از نیروهای فنر کناری T'' باشد، زاویهٔ پیچش برابر است با:

$$\varphi = \frac{\int_0^L T_x dx - (2T' + 2T'')L}{GJ} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} T'' &= Fa \\ F &= K\Delta \\ \Delta &= a\varphi \end{aligned} \right\} \Rightarrow T'' = Ka^2\varphi \quad (2), \quad \left. \begin{aligned} T' &= 2aF \\ F &= K\Delta \\ \Delta &= 2a\varphi \end{aligned} \right\} \Rightarrow T' = 4Ka^2\varphi \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(3), (2), (1)} \varphi = \frac{\int_0^L T_0 x^2 dx}{GJ} - \frac{2Ka^2(\varphi + 4\varphi)}{GJ}$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{T_0 L^3}{3GJ} - \frac{10Ka^2\varphi}{GJ} \Rightarrow \varphi(1 + \frac{10Ka^2}{GJ}) = \frac{T_0 L^3}{3GJ} \Rightarrow \varphi = \frac{T_0 L^3}{3(GJ + 10Ka^2)}$$

۲۹- گزینه «۴»

محل تار خنثی جایی است که σ_x برابر صفر شود:

$$\sigma_x = -\frac{M_z y}{I_z} + \frac{M_y z}{I_y} \xrightarrow{\sigma_x = 0} y = \left(\frac{I_z}{I_y} \tan \theta\right) z$$

در نتیجه تار خنثی خط راستی با شیب $m = \frac{I_z}{I_y} \tan \theta$ می‌باشد، لذا زاویه φ با محور Z از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\tan \varphi = \frac{I_z}{I_y} \tan \theta$$

که θ زاویه‌ای است که M با محور Z می‌سازد و از آنجا که I_y و I_z هر دو مثبت هستند لذا خواهیم داشت:

$$\left. \begin{array}{l} \text{اگر } I_z > I_y \Rightarrow \varphi > \theta \\ \text{اگر } I_y > I_z \Rightarrow \varphi < \theta \end{array} \right\} \Rightarrow \text{همواره محور خنثی بین M و محوری که I کمتری دارد قرار می‌گیرد.}$$

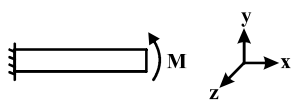
در سؤال داده شده چون I_y دارای مقدار کمتری است لذا محور خنثی همواره بین لنگر M و محور Y قرار دارد:

$$\sin \theta = \frac{\varphi^\circ}{\Delta^\circ} = \frac{\varphi}{\Delta} \Rightarrow \theta \approx \Delta^\circ$$

در نتیجه محور خنثی همواره در بازه $90^\circ > \varphi > 53^\circ$ قرار دارد.

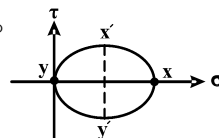
۳۰- گزینه «۲»

برای حل سؤال ابتدا تیری تحت خمش خالص را در نظر می‌گیریم و دایره در آن را رسم می‌کنیم:

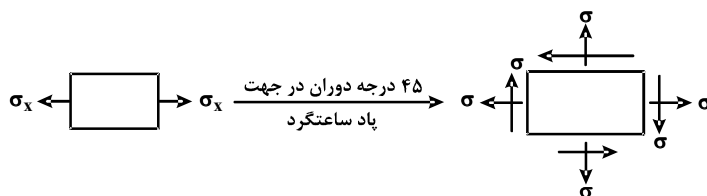


$$\sigma_x = \frac{My}{I}, \quad \sigma_y = \sigma_z = 0$$

$X|_{\sigma_x}^{\sigma_x} \Rightarrow$ دایره مور $y|_{\sigma_x}^{\sigma_x}$



اگر شکل المان مربوط به تنش‌های حاصله در اثر 45° درجه دوران را از روی دایره فوق رسم کنیم، داریم:



۳۱- گزینه «۱»

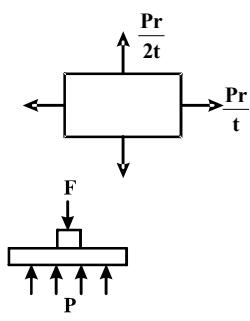
ابتدا تنش‌های وارد بر جداره استوانه را محاسبه می‌کنیم:

$$\sigma_x = \frac{Pr}{2t}, \quad \sigma_\theta = \frac{Pr}{t}$$

از طرفی رابطه نیروی F و فشار وارد بر سطح بالایی عبارتست از:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F = P \times \pi r^2 \quad (1)$$

تئوری فون میسز به صورت زیر است:



$$F.S. = \frac{\sigma_y}{\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_r + \sigma_r^2}} \Rightarrow \frac{r}{t} = \frac{\sigma_y}{\sqrt{\frac{P^2 r^2}{4t^2} - \frac{P^2 r^2}{2t^2} + \frac{P^2 r^2}{t^2}}} = \frac{\sigma_y}{\sqrt{\frac{P^2 r^2 (1 - 2 + 4)}{4t^2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{r}{t} = \frac{r \sigma_y t}{\sqrt{3} P r} \Rightarrow P = \frac{4 \sigma_y t}{3 \sqrt{3} r} \quad (2)$$

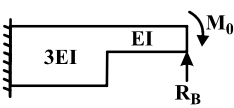
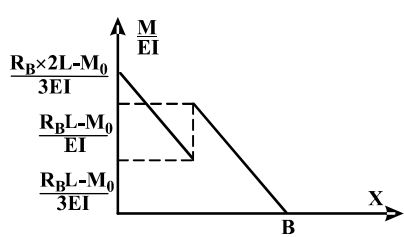
$$\xrightarrow{(2), (1)} F = P \times \pi r^2 = \frac{4 \sigma_y t}{3 \sqrt{3} r} \times \pi r^2 = \frac{4 \pi \sigma_y r t}{3 \sqrt{3}}$$

۳۲- گزینه «۳»

از روش لنگر مساحت جابه‌جایی نقطه B را محاسبه می‌کنیم و آن را مساوی صفر قرار می‌دهیم:

$$M = R_B x - M_0 \quad 0 < x < 2L$$

حال نمودار $\frac{M}{EI}$ را رسم می‌کنیم:

$$t_B = \sum_{i=1}^3 (\bar{x} \times \text{مساحت ناحیه})_i$$

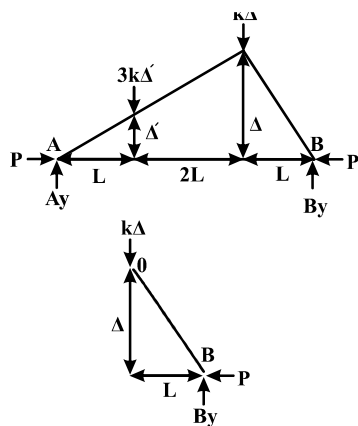
$$\Rightarrow t_B = \left(\frac{R_B L - M_0}{2EI} \times L \right) \frac{2L}{3} + \frac{(R_B L - M_0)L}{2EI} \times \frac{2}{3} L + \frac{R_B L}{3EI} \times \frac{L}{2} \times \left(L \times \frac{2}{3} L \right)$$

$$\delta_B = 0 \Rightarrow t_B = 0 \Rightarrow \frac{R_B L - M_0}{3} + \frac{R_B L - M_0}{2} + \frac{\Delta R_B L}{18} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{6R_B L - 6M_0 + 9R_B L - 9M_0 + \Delta R_B L}{18} = 0 \Rightarrow 20R_B L = 15M_0 \Rightarrow R_B = \frac{3}{4} \frac{M_0}{L}$$

۳۳- گزینه «۱»

ابتدا سیستم را به اندازه Δ از حالت تعادل خارج می‌کنیم:



$$\frac{\Delta'}{\Delta} = \frac{L}{3L} \Rightarrow \Delta' = \frac{\Delta}{3}$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow B_y \times 3L = K\Delta \times 1.5L + 3K\Delta' \times L$$

$$\Rightarrow B_y = \frac{1.5K\Delta + 3K \times \frac{\Delta}{3} \times L}{3} = K\Delta \quad (1)$$

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow P_{cr} \times \Delta = B_y \times L \Rightarrow P_{cr} \times \Delta = K\Delta \times L \Rightarrow P_{cr} = KL$$

۳۴- گزینه «۳»

تسمه‌های دندانه‌دار در محدوده گسترده‌ای از سرعت بکار می‌روند و دارای راندمانی از ۹۷ تا ۹۹ درصد می‌باشند. زنجیره‌های غلتکی به ندرت در اثر ضعف استحکام کششی می‌شکنند، علت شکست سایش غلتک‌ها یا خستگی آنها می‌باشد. در کابل‌های فلزی با بافت منظم سیم‌های فلزی در یک جهت تابیده می‌شوند و سپس رشته‌ها در جهت مخالف تابیده می‌شوند.

۳۵- گزینه «۳»

مقدار استحکام دوام در مجموعه چرخنده‌های ساده برابر است با:

$$\sigma_{c,all} = \frac{S_c Z_N C_H}{S_H K_T K_R}$$

که تنها C_H تابعی از نسبت سرعت می‌باشد و با توجه به نمودارهای موجود در منابع با افزایش نسبت سرعت مقدار C_H افزایش می‌یابد بنابراین استحکام دوام تماسی افزایش می‌یابد. اما این ضریب (C_H) تنها برای چرخنده بکار می‌رود بنابراین استحکام دوام تماسی پینیون تغییر نمی‌کند.

۳۶- گزینه «۲»

برای کلاچ‌های مخروطی دو حالت وجود دارد: ۱- سایش یکنواخت، ۲- فشار یکنواخت. با توجه به اینکه کلاچ مورد استفاده نو می‌باشد از حالت فشار یکنواخت استفاده می‌شود.

$$T = \frac{Ff}{3 \sin \alpha} \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{10 \times 10^3 \times 0.2}{3 \times \frac{1}{2}} \frac{0.1^3 - 0.04^3}{0.1^2 - 0.04^2}$$

$$T = 148/5 \text{ N.m}$$

۳۷- گزینه «۳»

در روانکاری هیدرودینامیک و هیدرواستاتیک لایه نسبتاً ضخیم روانکار سبب جدایی سطوح می‌شود. روانکاری الاستوهیدرودینامیک با وارد شدن یک روانکار بین سطوحی که نسبت به هم دارای حرکت غلتشی هستند به کار می‌رود. عدد سامرفیلد برابر است با $S = \left(\frac{V}{C}\right)^2 \frac{\mu N}{P}$ افزایش عدد سامرفیلد به مفهوم افزایش $\frac{\mu N}{P}$ می‌باشد و در این اعداد سامرفیلد لایه ضخیم تشکیل می‌شود (حالت پایدار). در روانکاری هیدرواستاتیک نیاز به حرکت نسبی سطوح نمی‌باشد.

۳۸- گزینه «۳»

برای طراحی فلنج، برای قطر دایره که پیچ‌ها بر روی آن قرار می‌گیرند رابطه‌ی زیر مطرح می‌شود.

$$3 \leq \frac{\pi D_b}{Nd} \leq 6$$

D_b قطر دایره‌ی سوراخ‌ها

d قطر پیچ‌ها

N تعداد پیچ‌ها

$$d = 20 \text{ mm} \quad N = 12$$

$$3 \leq \frac{\pi D_b}{12 \times 20} \leq 6$$

$$229 \text{ mm} \leq D_b \leq 458 \text{ mm}$$

۳۹ - گزینه «۲»

در طراحی دینامیکی داریم:

$$\sigma_a = \frac{|\sigma_{\max} - \sigma_{\min}|}{2} = \frac{200 + 100}{2} = 150 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = 50 \text{ Mpa}$$

با استفاده از تئوری گودمن:

$$\frac{\sigma_a}{s_e} + \frac{\sigma_m}{s_{ut}} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{150}{150} + \frac{50}{500} = \frac{1}{n} \Rightarrow n_f = 0.9$$

با استفاده از تئوری سادربرگ:

$$\frac{\sigma_a}{s_e} + \frac{\sigma_m}{s_y} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{150}{150} + \frac{50}{300} = \frac{1}{n} \Rightarrow n_f = 0.85$$

با استفاده از لانگر:

$$\frac{\sigma_a + \sigma_m}{s_y} = \frac{1}{n} \Rightarrow n_s = 1/5$$

۴۰ - گزینه «۴»

برای مواد شکل پذیر در بارگذاری استاتیکی سه تئوری شکست داریم، ترسکا، فون میسز و بیشترین تنش عمودی:

$$\sigma_1 = 200 \text{ Mpa} \quad \sigma_2 = 150 \text{ Mpa} \quad \sigma_3 = -50 \text{ Mpa}$$

ترسکا:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = 125 \text{ Mpa}$$

$$s_{sy} = \frac{s_y}{2} \quad n_t = \frac{s_{sy}}{\tau_{\max}} = \frac{\frac{s_y}{2}}{125} = \frac{s_y}{250}$$

فون میسز:

$$\sigma' = \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = 230 \text{ Mpa} \quad , \quad n_{fon} = \frac{s_y}{230}$$

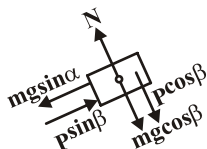
$$n_{\max} = \frac{s_y}{200}$$

ترسکا > فون میسز > بیشترین تنش محوری

۴۱- گزینه «۳»

با تجزیه نیروها در دو جهت عمود بر هم خواهیم داشت:

الف) P_{\max} زمانی رخ می‌دهد که حجم روبه بالای سطح شیبدار در آستانه حرکت باشد که در شکل (۱) f_s روبه پایین خواهد بود. لذا:



$$\begin{cases} f_s + mg \sin \alpha = P_{\max} \sin \beta \\ f_s = \mu N = \mu (P_{\max} \cos \beta + mg \cos \alpha) \end{cases} \Rightarrow P_{\max} = \frac{w(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{\sin \beta - \mu \cos \beta}$$

ب) P_{\min} زمانی رخ می‌دهد که جسم روبه پایین سطح در حال حرکت باشد لذا f_s روبه بالا خواهد بود:

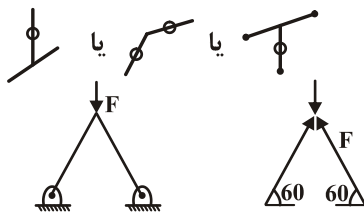
$$f_s + P \sin \beta = mg \sin \alpha \Rightarrow P_{\min} = \frac{w(-\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{(\mu \cos \beta + \sin \beta)}$$

با تقسیم این دو عبارت و تقسیم صورت و مخرج به $\cos \beta \cos \alpha$ خواهیم داشت:

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)(\mu \cos \beta + \sin \beta)}{(\sin \beta - \mu \cos \beta)(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{(\mu + \operatorname{tg} \alpha)(\mu + \operatorname{tg} \beta)}{(\operatorname{tg} \beta - \mu)(\operatorname{tg} \alpha - \mu)}$$

۴۲- گزینه «۱»

نکته: عضو صفر نیرویی، عضوی است که در یک سازه هیچ نیرویی بر آن وارد نمی‌شود و می‌توان آن را در خرپا حذف نمود. بر این اساس عضوهای CB، CD و..... صفر نیرویی هستند (شکل)



لذا اگر عضوهای صفر نیرویی در شکل را حذف نماییم خواهیم داشت: $2F \sin 60 = 1500$

$$F = \frac{1500}{2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1500}{\sqrt{3}} = 500\sqrt{3} \text{ N}$$

۴۳- گزینه «۲»

گشتاور خمشی از انتهای آزاد تیر تا فاصله $\frac{L}{2}$ ثابت و برابر PL می‌باشد و از وسط تیر تا سمت گیردار آن به صورت خطی تغییر می‌کند تا آنکه در انتهای گیردار به $1/5 PL$ می‌رسد
تذکر: هر دو گشاور هم جهت می‌باشند.

۴۴- گزینه «۳»

می‌دانیم برای طنابی که به میزان β (برحسب رادیان) حول محور پیچیده است و ضریب اصطکاک بین طناب و محور μ است و کشش دو طرف T_1 و T_2 است داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = e^{\mu\beta} \Rightarrow \frac{250}{50} = e^{\mu\beta} \xrightarrow{\beta=2\pi} 50 = e^{2\pi\mu} \Rightarrow \mu = \frac{\ln 50}{2\pi} = 0.62$$

۴۵- گزینه «۳»

ابتدا لینک BC را در نظر می گیریم:

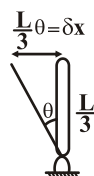


$$x^2 + y^2 = L^2 \quad (۱)$$

پس: $xdx + ydy = 0 \rightarrow \delta y = -\frac{x}{y}\delta x$

$$\delta x = \frac{L}{3}\theta, \quad \frac{x}{y} = \cotang\theta$$

$$P\delta y + M\delta\theta = 0 \Rightarrow M = \frac{PL}{3}\cotang\theta$$



۴۶- گزینه «۲»

$F_{AB} = R_1 \Leftarrow$ نیروی وارد بر مقطع AB برابر

$F_{BC} = R_1 \Leftarrow$ نیروی وارد بر مقطع BC برابر

$F_{CD} = -R_2 \Leftarrow$ نیروی وارد بر قسمت CD برابر

چون میله از دو طرف بسته است، لذا تغییر طول آن برابر صفر است پس

$$\Rightarrow \Delta_{AB} + \Delta_{BC} + \Delta_{CD} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{F_{AB}L}{AE} + \frac{F_{BC}L}{2AE} - \frac{F_{CD}L}{3AE} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{R_1L}{AE} + \frac{R_1L}{2AE} - \frac{R_2L}{3AE} = 0 \Rightarrow R_1 + \frac{R_1}{2} - \frac{R_2}{3} = 0 \Rightarrow R_1 = \frac{2}{9}R_2$$

۴۷- گزینه «۴»

چون به هنگام چرخش میله و لوله از هم جدا نشده و با هم می چرخند، لذا زاویه پیچش میله و لوله با همدیگر برابرند:

$$\phi_{AL} = \phi_{st} \quad \frac{T_{AL}L}{G_{AL}J_{AL}} = \frac{T_{st}L}{G_{st}J_{st}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{AL}}{T_{st}} = \frac{G_{AL}J_{AL}}{G_{st}J_{st}} = \frac{80}{200} \times \frac{\frac{\pi}{32}d^4}{\frac{\pi}{32}[(2d)^4 - d^4]} = \frac{80}{200} \times \frac{d^4}{15d^4} \Rightarrow \frac{2}{5} \times \frac{1}{15} = \frac{2}{75}$$

۴۸- گزینه «۳»

طبق رابطه تنش برشی در مقطع مدور $\tau = \frac{Tr}{J}$ ، ماکزیمم تنش برشی در سطح خارجی میله اتفاق می افتد.

اما در مورد پیچش اعضای غیرمدور، به دلیل عدم تقارن محوری تحت اثر لنگر پیچشی دچار آشفستگی خواهند شد به عنوان مثال در یک میله مربعی تحت پیچش، تنش برشی در مقطع با افزایش فاصله از محور میله به طور خطی تغییر نمی کند، به عنوان مثال در این مقطع در گوشه های میله که حداکثر فاصله را از محور میله دارند تنش برشی صفر است. حداکثر تنش برشی در میله های راست با سطح مقطع مستطیلی در طول خط وسط ضلع پهن تر رخ می دهد.

همچنین اگر میله ای از جنس نرم تحت پیچش گسیخته شود، سطح مقطع گسیختگی عمود بر محور میله می باشد در حالی که اگر میله از جنس ترد باشد، تحت زاویه ۴۵ درجه گسیخته می شود.

۴۹- گزینه «۴»

نیروی برشی در این مقطع افقی است، در نتیجه برآیند جریان برش در راستای عمودی باید مساوی صفر باشد. در ضمن چون جهت نیروی برش از چپ به راست می باشد در نتیجه جریان برش باید از وسط بال چپ شروع شده و در وسط بال خاتمه یابد. به عبارت دیگر جهت جریان برش در بال سمت چپ قرینه بال سمت راست می باشد.

همچنین چون نیروی برش افقی است، لذا نیروی برش در بال های بالا و پایین همسو و از چپ به راست باشند.

۵۰- گزینه «۴»

برای محاسبه تنش محوری بیشتر در مقاطع باید مقدار $S = \frac{I}{C}$ مقاطع را حساب کنیم. $\sigma = \frac{M}{S}$
چون مقدار گشتاور وارده به همه مقاطع برابر است. مقطع با S کمتر دارای بیشترین تنش محوری می شود:

$$\text{a (مقطع)} \quad S = \frac{I}{C} = \frac{\frac{1}{12}(a)(2a)^3}{a} = \frac{2a^4}{12a} = \frac{2a^3}{3}$$

$$\text{b (مقطع)} \quad S = \frac{I}{C} = \frac{\frac{1}{12}(2a)(a^3)}{\frac{a}{2}} = \frac{2a^4}{6a} = \frac{a^3}{3}$$

$$\text{c (مقطع)} \quad \pi r^2 = 2a^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{2}{\pi}}a \Rightarrow S = \frac{I}{C} = \frac{\pi r^4}{4}$$

$$= \frac{\pi \left(\sqrt{\frac{2}{\pi}}\right)^4 a^4}{4} = \frac{0.79a^4}{4}$$

$$\text{d (مقطع)} \quad 2a^2 = \frac{\sqrt{3}}{4}c^2 \quad c = \frac{2\sqrt{2}a}{\sqrt[4]{3}} \quad H = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt[4]{3}} = \sqrt{2}\sqrt[4]{3}$$

$$I = \frac{1}{36}ch^3 \quad C = \frac{2h}{3} \Rightarrow \frac{I}{C} = \frac{1}{54}ha^3$$

۵۱- گزینه «۳»

کرنش برشی ماکزیمم در حالت تنش مسطح و کرنش صفحه ای از رابطه زیر بدست می آید:

$$\gamma_{\max} = \sqrt{(\epsilon_x - \epsilon_y)^2 + \gamma_{xy}^2} = \quad \epsilon_x = A \quad \epsilon_y = -2A \quad \gamma_{xy} = A \quad \text{از شکل مقادیر کرنش ها به صورت زیر است:}$$

$$\gamma_{\max} = \sqrt{(A - (-2A))^2 + A^2} = \sqrt{9A^2 + A^2} = \sqrt{10}A$$

۵۲- گزینه «۳»

با استفاده از روش جمع آثار، باید شیب نقطه B را تحت ممان M و نیروی قائم P محاسبه کرد و مجموع آنها را برابر صفر قرار داد. با توجه به

جدول انتهای کتاب مقاومت مصالح - مدرسان شریف، شیب تیر در نقطه B تحت نیروی قائم برابر است با:

$$\theta_B = \frac{Pa^2}{2EI}$$

$$\theta_B = \frac{M_o a}{EI}$$

همچنین شیب تیر در نقطه B تحت ممان خمشی برابر است با:

$$\theta_B = 0 \Rightarrow \frac{M_o a}{EI} - \frac{Pa^2}{2EI} = 0 \Rightarrow \frac{M_o}{P} = \frac{a}{2}$$

حال با استفاده از روش برهم نهی داریم:

۵۳- گزینه «۲»

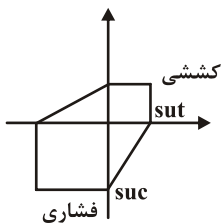
با استفاده از رابطه معیار تسلیم مور کولمب که از شکل آن خواهیم داشت:

$$\frac{\text{تنش اصلی فشاری}}{S_{uc}} + \frac{\text{تنش اصلی کششی}}{S_{ut}} = \frac{1}{S.F}$$

در ربع دوم قرار داریم:

$$\frac{\frac{1}{2}\sigma_o}{15000} + \frac{\sigma_o}{7500} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\sigma_o}{30000} + \frac{\sigma_o}{7500} = \frac{1}{2} \rightarrow \sigma_o = \frac{1}{2} \times \left(\frac{7500 \times 30000}{7500 + 30000} \right) = 3000 \text{ PSI}$$



۵۴- گزینه «۳»

همانگونه که می‌دانیم به یک المان در پوسته یک استوانه جدار نازک سه تنش در سه جهت وارد می‌شود:

$$\begin{cases} \sigma_{Z,L} = \frac{P_o r}{r t} \\ \sigma_{\theta,t} = \frac{P_o r}{t} \\ \sigma_r \approx 0 \end{cases}$$

که می‌توان این سه تنش که در سه جهت عمود بر هم می‌باشند را مانند σ_1 ، σ_2 و σ_3 در نظر گرفت:

$$\tau_{\max} = \max\left\{\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}\right), \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\right), \left(\frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2}\right)\right\} = \frac{P_o - \frac{Pr}{t}}{2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{P \frac{d}{2t}}{2} = \frac{Pd}{4t}$$

۵۵- گزینه «۳»

تئوری اصلاح شده گودمن عبارتست از:

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{SF}$$

تنش استاتیکی از جنس مولفه های میانگین تنش نوسانی بوده و به آن اضافه می‌شود.

$$\sigma_m = 100 + 25 = 125 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = 75 \text{ MPa}$$

در نتیجه:

$$\frac{75}{200} + \frac{125}{500} = \frac{1}{SF} \Rightarrow SF = 1/6$$

۵۶ - گزینه «۴»

در پیچ‌های انتقال قدرت بدون اصطکاک تکیه‌گاهی، شرط خودقفل‌ی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\mu > \tan \lambda \quad \text{و} \quad \tan \lambda = \frac{l}{\pi d_m}$$

که d_m قطر میانگین دندانه‌ها است:

$$d_m = \frac{\text{قطر پای دنده} + \text{قطر سر دنده}}{2}$$

از آن‌جا که با دو برابر شدن گام، l نیز دو برابر می‌شود بنابراین $\tan \lambda$ تغییری نخواهد کرد و با ثابت بودن ضریب اصطکاک وضعیت خودقفل‌ی تغییری نمی‌کند و همچنان در مرز خود قفل‌ی باقی می‌ماند. خودقفل‌ی به زاویه پیشروی بستگی ندارد.

۵۷ - گزینه «۱»

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{60 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} (10)^2} = 760 \times 10^6 = 760 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{760}{140} = 5.43 < 6 \Rightarrow n = 6$$

۵۸ - گزینه «۳»

$$\tau_i = K_s \frac{\lambda F_i D}{\pi d^3} \Rightarrow \begin{cases} D = 12 - 1/2 \Rightarrow C = \frac{D}{d} = \frac{10/\lambda}{1/2} = 9 \\ 100 \times 10^6 = \frac{\lambda \times F_i \times 10/\lambda \times 1/0.6}{\pi \times (1/2)^3} \end{cases}$$

$$K_s = 1 + \frac{0.5}{C}$$

$$C = \frac{D}{d}$$

$$\Rightarrow K_s = 1/0.6 \Rightarrow F_i = 484 \text{ kN}$$

۵۹- گزینه «۴»

گزینه صحیح گزینه ۴ می باشد چرا که مبنای تحمل بار شعاعی بوده و اگر این بار حضور داشته باشد کمی هم بار محوری تحمل می کند و نمی تواند بار محوری خالص را به تنهایی تحمل کند.

۶۰- گزینه «۲»

در شرایط مساوی با توجه به فرمول $k = \frac{d^4 G}{\lambda D^3 N_a}$ ، با کاهش تعداد حلقه های فنر ضریب فنریت افزایش می یابد، لذا گزینه ۱ و ۴ غلط اند.

از طرفی $W \approx -K\delta^2$ می باشد، لذا افزایش K باعث افزایش انرژی ذخیره شده می گردد.

۶۱- گزینه «۳»

ابتدا گوی ۲ را جدا می‌کنیم:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow w = 2R_r \cos 60^\circ + R_{1r} \sin 60^\circ$$

$$\sum F_{y'} = 0 \Rightarrow 2R_r \cos 30^\circ = w \cos 60^\circ \Rightarrow R_r = \frac{w}{2\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2), (1)} w - \frac{w}{2\sqrt{3}} = R_{1r} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow R_{1r} = \frac{2w}{\sqrt{3}} - \frac{w}{3}$$

طبق حل گوی (۲) می‌توان برای گوی (۱) نوشت که:

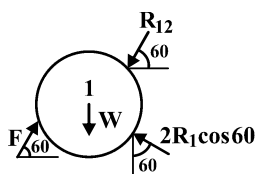
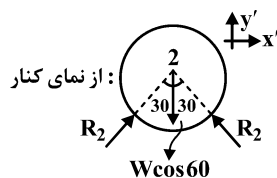
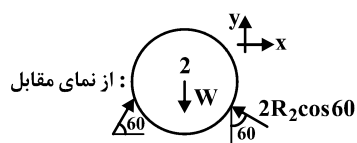
$$R_1 = \frac{w}{2\sqrt{3}}$$

با نوشتن رابطه تعادل برای گوی (۱):

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow w + R_{1r} \sin 60^\circ - 2R_1 \cos 60^\circ = F \sin 60^\circ$$

$$w + \left(w + \frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{w}{3}\right) \frac{\sqrt{3}}{2} - 2 \times \frac{w}{2\sqrt{3}} \times \frac{1}{2} = F \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow F = \left(\frac{2w}{\sqrt{3}} - \frac{w}{3} - \frac{w}{3}\right) = \frac{2w}{\sqrt{3}} - \frac{2w}{3} = \left(\frac{2\sqrt{3}-2}{3}\right)w = \frac{2}{3}(\sqrt{3}-1)w$$

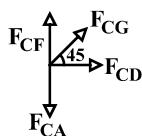
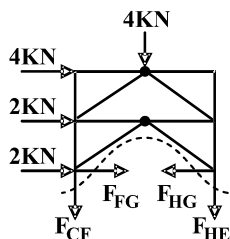
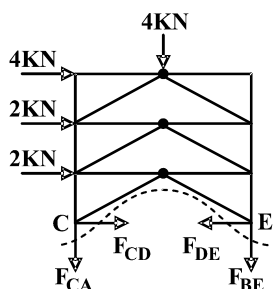


۶۲ - گزینه «۳»

ابتدا از روش برش استفاده می‌کنیم و نیروی CA و CF را محاسبه می‌کنیم، لذا داریم:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow -(4 \times 6 + 2 \times 4 + 2 \times 2) + F_{AC} \times 4 + 4 \times 2 = 0$$

$$F_{AC} = 7 \text{ kN}$$



$$\sum M_H = 0 \Rightarrow 4 \times 2 + F_{CF} \times 4 - (4 \times 4 + 2 \times 2) = 0$$

$$\Rightarrow F_{CF} = 3 \text{ kN}$$

حال از روش مفصل برای مفصل C استفاده می‌کنیم:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{CG} \times \frac{\sqrt{2}}{2} + F_{CF} - F_{CA} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{F_{CG}}{\sqrt{2}} = (7 - 3) \Rightarrow F_{CG} = 4\sqrt{2}$$

۶۳ - گزینه «۱»

ابتدا میله AB را بررسی می‌کنیم و وزن W را بر حسب نیروی p محاسبه می‌کنیم:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow (w \sin \theta - w) \times 8 + p \times 4 = 0$$

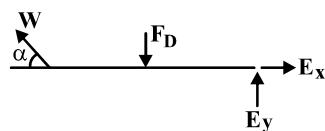
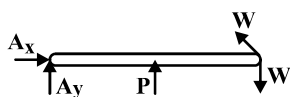
$$\sin \theta = \frac{3}{5} \Rightarrow \frac{16}{5} w = 4p \Rightarrow p = \frac{4}{5} w \Rightarrow w = \frac{5}{4} p$$

حال عضو CE را در نظر می‌گیریم:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow w \sin \theta \times 8 - F_D \times 4 = 0$$

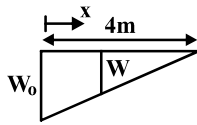
$$\xrightarrow{(1)} \frac{5}{4} p \times 8 \times \frac{3}{5} - F_D \times 4 = 0 \Rightarrow 6p = 4F_D \Rightarrow F_D = \frac{3}{2} p$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow E_y = \frac{3p}{2} - \frac{5}{4} p \times \frac{3}{5} = \frac{3}{2} p - \frac{3}{4} p = \frac{3p}{4}$$



۶۴- گزینه «۴»

ابتدا دستگاه مختصات را در نقطه مینیمم کابل قرار می‌دهیم و معادله تغییرات w بر حسب x را می‌یابیم:



$$\frac{w}{w_0} = \frac{4-x}{4} \Rightarrow w = \left(1 - \frac{x}{4}\right)w_0$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{w}{T_0} = \frac{w_0}{T_0} \left(1 - \frac{x}{4}\right)$$

با یکبار انتگرال‌گیری از رابطه فوق داریم:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{w_0}{T_0} \left(x - \frac{x^2}{8}\right) + c_1$$

$x = 0$ نقطه مینیمم کابل است و در این نقطه شیب صفر است لذا:

$$\left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=0} = 0 \Rightarrow c_1 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{w_0}{T_0} \left(x - \frac{x^2}{8}\right) \xrightarrow{\text{انتگرال‌گیری}} y = \frac{w_0}{T_0} \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{24}\right) + c_2$$

شرایط مرزی بعدی عبارتست از:

$$y|_{x=0} = 0 \Rightarrow c_2 = 0 \Rightarrow y = \frac{w_0}{T_0} \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{24}\right) \text{ و } x=0 \text{ و } y=0$$

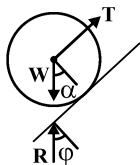
از طرفی با قرار دادن طول و عرض نقاط A یا B می‌توان مجهول $\frac{w_0}{T_0}$ را بدست آورد، لذا:

$$y_A = \frac{w_0}{T_0} \left(\frac{x_A^2}{2} - \frac{x_A^3}{24}\right) \rightarrow \frac{w_0}{T_0} \times \left(8 - \frac{8}{3}\right) = 8 \Rightarrow \frac{w_0}{T_0} = \frac{3}{2} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=4} = \frac{3}{2} (4 - 2) = 3$$

۶۵- گزینه «۱»

ابتدا دیاگرام آزاد غلتک را رسم می‌کنیم:



$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 &\Rightarrow R \cos \varphi = w \cos \alpha \\ \sum F_x = 0 &\Rightarrow R \sin \varphi + T = w \sin \alpha \end{aligned} \Rightarrow \tan \varphi = \frac{w \sin \alpha - T}{w \cos \alpha}$$

از آنجایی که سطح تماس کوچک است، لذا φ زاویه کوچکی بوده و می‌توان گفت:

$$\begin{aligned} \tan \varphi = \sin \varphi &= \frac{a}{R} \\ \frac{a}{R} &= \frac{w \sin \alpha - T}{w \cos \alpha} \quad (1) \end{aligned}$$

دیاگرام آزاد وزنه w' را هم رسم می‌کنیم:



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow T = w' \quad (2)$$

$$\mu N = \text{نیروی اصطکاک لغزشی} \quad \text{و} \quad \frac{a}{R} N = \text{نیروی اصطکاک غلتشی}$$

برای لغزش و غلتش همزمان باید: نیروی اصطکاک لغزشی = نیروی اصطکاک غلتشی

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{a}{R} N &= \mu N \xrightarrow{(2), (1)} \frac{w \sin \alpha - w'}{w \cos \alpha} = \mu \Rightarrow \tan \alpha - \frac{w'}{w \cos \alpha} = \mu \Rightarrow \frac{w'}{w \cos \alpha} = \tan \alpha - \mu \\ \rightarrow w' &= w(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \end{aligned}$$

۶۶- گزینه «۳»

کار هر یک از نیروها را محاسبه می‌کنیم:

$$w_m = M \delta \frac{\theta}{\gamma} \quad \text{کار لنگر خارجی}$$

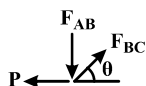
$$w_m = -mg \delta \left(1 + \frac{1}{\gamma}\right) \sin \frac{\theta}{\gamma} - \gamma mgl \sin \frac{\theta}{\gamma} - mg \times \gamma l \sin \frac{\theta}{\gamma}$$

$$\delta w = 0 \Rightarrow \frac{M}{\gamma} \delta \theta = mgl \left(\frac{\gamma}{\gamma} \cos \frac{\theta}{\gamma} + \cos \frac{\theta}{\gamma} + \cos \frac{\theta}{\gamma} \right) \delta \theta$$

$$\Rightarrow \frac{M}{\gamma} = mgl \times \left(\frac{1}{\gamma} \right) \cos \frac{\theta}{\gamma} \Rightarrow M = \frac{1}{\gamma} mgl \cos \frac{\theta}{\gamma}$$

۶۷- گزینه «۲»

وزن سازه در صورتی حداقل می‌شود که تنش در هر دو میله یکسان باشد:



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{BC} \cos \theta = P \Rightarrow F_{BC} = \frac{P}{\cos \theta} \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_{AB} = F_{BC} \sin \theta = P \tan \theta \quad (2)$$

$$V_T = A_{AB}L + A_{BC} \frac{L}{\sin \theta} = \frac{F_{AB}}{\sigma} \times L + \frac{F_{BC}}{\sigma} \times \frac{L}{\sin \theta}$$

$$\xrightarrow{(2),(1)} V = \frac{P \tan \theta}{\sigma} L + \frac{P}{\sigma \cos \theta} \times \frac{L}{\sin \theta}$$

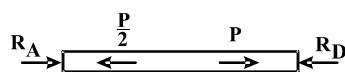
$$\text{برای حداقل وزن} \quad \frac{dV}{d\theta} = 0 \Rightarrow \frac{PL}{\sigma} (1 + \tan^2 \theta) - \frac{PL}{\sigma} \left(\frac{\cos^2 \theta}{\frac{1}{\gamma} \sin^2 \theta} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{PL}{\sigma} \left(\frac{1}{\cos^2 \theta} - \frac{\cos^2 \theta - \sin^2 \theta}{\sin^2 \theta \cos^2 \theta} \right) = \left(\frac{\sin^2 \theta - \cos^2 \theta + \sin^2 \theta}{\sin^2 \theta \cos^2 \theta} \right) \frac{PL}{\sigma} = 0$$

$$\Rightarrow 2 \sin^2 \theta - (1 - \sin^2 \theta) = 2 \sin^2 \theta - 1 = 0 \Rightarrow 2 \sin^2 \theta = 1 \Rightarrow \theta = \sin^{-1} \frac{1}{\sqrt{2}}$$

۶۸- گزینه «۴»

بعد از اعمال نیروها میله به دیواره می چسبد و از طرف دیواره نیز به آن نیرو وارد می شود، دیاگرام بعد از بارگذاری به صورت زیر است:



معادله سازگاری: $\delta_D = \delta$

$$\Rightarrow \frac{-R_D \times \frac{L}{2}}{AE} + \frac{P \times \frac{L}{2}}{AE} - \frac{\frac{P}{2} \times L}{AE} = \delta \Rightarrow \frac{R_D}{2} = \frac{P}{2} - \frac{\delta AE}{L} \Rightarrow R_D = \frac{P}{2} - \frac{\delta AE}{L}$$

$$\sigma_{CD} = \frac{R_D}{A} = \frac{P}{2A} - \frac{\delta E}{L}$$

۶۹- گزینه «۱»

از انحنای تیرهای مرکب دو جنسی با محور تقارن استفاده می کنیم:

$$\sigma_{xi} = \frac{My_i E_i}{E_1 I_1 + E_2 I_2}$$

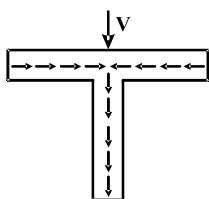
$$\sigma_{x1} = \frac{My_1 E_1}{I_1 E_1 + I_2 E_2} = \frac{M \times r \times E_1}{E_1 I_1 + E_2 I_2} \xrightarrow{E_1 = 3E_2} \sigma_{x1} = \frac{3MrE_2}{3I_1 E_2 + I_2 E_2} \Rightarrow \sigma_{x1} = \frac{3Mr}{3I_1 + I_2} \quad (1)$$

$$\sigma_{x2} = \frac{My_2 E_2}{E_1 I_1 + E_2 I_2} = \frac{M \times \delta r \times E_2}{E_1 I_1 + E_2 I_2} \xrightarrow{E_1 = 3E_2} \sigma_{x2} = \frac{\delta Mr}{3I_1 + I_2} \quad (2)$$

ملاحظه می شود که $\sigma_{x1} > \sigma_{x2}$ می باشد، لذا حداکثر لنگر خمشی در ماده (۱) رخ می دهد:

$$\begin{cases} I_1 = \frac{\pi}{4} (11r^4 - r^4) = 20\pi r^4 \\ I_2 = \frac{\pi}{4} (62\delta r^4 - 11r^4) = 136\pi r^4 \end{cases} \xrightarrow{(1)} \sigma_{x1} = \frac{3Mr}{3 \times 20\pi r^4 + 136\pi r^4} = \frac{3M}{196\pi r^3}$$

۷۰- گزینه «۱»



همواره تغییرات تنش برشی در راستای تار خنثی به صورت خطی است از آنجایی که قسمت بالایی مقطع دارای تنش برشی در راستای تار خنثی می باشد، لذا تغییرات تنش آن خطی است، از طرفی اگر جریان برش در مقطع بالایی را رسم کنیم به صورت روبرو است:

طبق شکل مقابل ملاحظه می شود که جریان برش در مقطع بالایی از مقدار صفر در کناره ها به مقدار ماکزیمم در مرکز آن تغییر می کند لذا تنها گزینه ۱ یا ۳ صحیح می باشد با توجه به اینکه باید تغییرات خطی باشد فقط گزینه ۱ صحیح است.

۷۱ - گزینه «۳»

از طریق معادله زیر تنش های اصلی بدست می آیند:

$$\sigma'^3 - I_1 \sigma'^2 + I_2 \sigma' - I_3 = 0$$

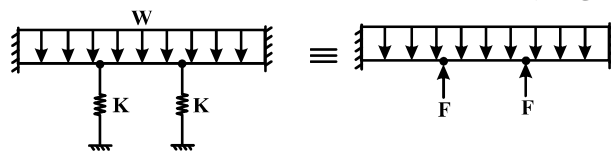
$$I_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = 0, \quad I_2 = \begin{vmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{yx} & \sigma_y \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zy} & \sigma_z \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \sigma_x & \tau_{xz} \\ \tau_{zx} & \sigma_z \end{vmatrix} \Rightarrow I_2 = -\sigma^2 - \sigma^2 + 0 = -2\sigma^2$$

$$I_3 = \begin{vmatrix} 0 & \sigma & 0 \\ \sigma & 0 & \sigma \\ 0 & \sigma & 0 \end{vmatrix} = 0$$

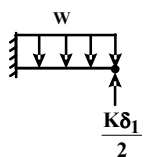
با قرار دادن در معادله $\sigma'^3 - 2\sigma^2 \sigma' = 0 \Rightarrow \sigma'(\sigma'^2 - 2\sigma^2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sigma' = 0 \\ \sigma' = \pm \sqrt{2}\sigma \end{cases}$

۷۲ - گزینه «۲»

ابتدا دیاگرام آزاد تیر با برداشتن فنرها را رسم می کنیم:



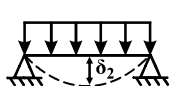
به هر یک از تیرهای که به لولا متصل هستند نیروی $\frac{F}{2}$ وارد می شود با جدا کردن لولا داریم:



$$\delta_1 = \frac{WL^4}{8EI} - \frac{K\delta_1 \times L^3}{2 \times 3EI}, \quad K = \frac{3EL}{L^3} \Rightarrow \delta_1 = \frac{WL^4}{8EI} - \frac{\delta_1}{2}$$

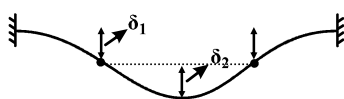
$$\Rightarrow \frac{3}{2}\delta_1 = \frac{WL^4}{8EI} \Rightarrow \delta_1 = \frac{WL^4}{12EI}$$

چون شکل متقارن است هر یک از تیرهایی متصل به دیواره به میزان δ_1 پائین می آید، از طرفی تیر وسط نیز مانند تیر دو سر مفصل عمل می کند:



$$\delta_2 = \frac{5WL^4}{384EI}$$

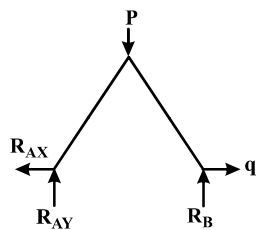
حال جابه جایی کل برابر است با:



$$\delta_{\text{total}} = \delta_1 + \delta_2 = \frac{WL^4}{12EI} + \frac{5WL^4}{384EI} = \frac{(32+5)WL^4}{384EI} = \frac{37WL^4}{384EI}$$

۷۳ - گزینه «۳»

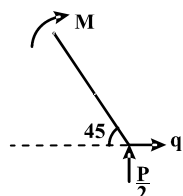
ابتدا به جای نیروی p که به نقطه B وارد می‌شود، برای اینکه با نیروی P عمودی یکسان گرفته نشود اسم آن را عوض کرده و q فرض می‌کنیم، حال نیروی تکیه گاهی را با توجه به این نیروها بدست می‌آوریم:



$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow R_B = \frac{P}{2}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow R_A = \frac{P}{2}, \quad \Sigma F_x = 0 \Rightarrow R_{AX} = q$$

$$M_1 = qx \sin 45^\circ + \frac{P}{2} \times x \cos 45^\circ$$



چون بارگذاری و شکل متقارن است، کافیت برای محاسبه جابجایی افقی نقطه B به صورت زیر عمل کنیم:

$$\delta_B = 2 \int_0^L \frac{M_1}{EI} \times \frac{\partial M_1}{\partial q} dx = 2 \int_0^L \frac{(q + \frac{P}{2}) \times \frac{\sqrt{2}}{2} x}{EI} \times x \frac{\sqrt{2}}{2} dx$$

$$\Rightarrow \delta_B = \int_0^L \frac{(q + \frac{P}{2}) x^2}{EI} dx \quad \begin{array}{l} \text{حال به جای } q \text{ مقدار واقعی} \\ \text{آن یعنی } p \text{ قرار می‌دهیم} \end{array} \Rightarrow \delta_B = \int_0^L \frac{\frac{3}{2} p x^2}{EI} dx \Rightarrow \delta_B = \frac{3P}{2EI} \times \frac{x^3}{3} \Big|_0^L = \frac{PL^3}{2EI}$$

۷۴ - گزینه «۴»

در رابطه‌ی مربوط به عدد سامرفیلد سرعت زاویه‌ای تنها مربوط به محور نمی‌باشد و باید سرعت زاویه‌ای یاتاقان و بار را نیز در نظر گرفت:

$$s = \left(\frac{r}{c}\right)^2 \frac{\mu}{P} N$$

$$N = N_j + N_b - 2N_f$$

N_j سرعت زاویه‌ای محور N_f سرعت زاویه‌ای بار

N_b سرعت زاویه‌ای یاتاقان

$$s_1 = s' \left[1 + \frac{N_b}{N_j} - 2 \frac{N_f}{N_j} \right] = s' [1 + 3] = 4s'$$

$$s_2 = s' \left[1 + \frac{N_b}{N_j} - 2 \frac{N_f}{N_j} \right] = s' [1 + 0 - 0] = s'$$

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{4s'}{s'} = 4$$

۷۵ - گزینه «۲»

در پین‌های مخروطی از رابطه زیر برای محاسبه‌ی قطر انتهای کوچکتر پین استفاده می‌شود.

$$d = D - \frac{1}{2} \alpha L, \quad D = 10 \text{ mm}, \quad L = 100 \text{ mm}$$

$$d = 10 - \frac{1}{2} \times 0.2 \times 100 = 7/92 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \Rightarrow r = \frac{\Delta}{2} = 4 \text{ mm}$$

۷۶ - گزینه «۲»

برای فنرهای مارپیچ فشاری فولادی با سرتخت و سنگ خورده داریم:

$$L_o < \frac{5}{26} D = 10.5/2 \text{ mm}$$

$$N_t = N_a + 2 \Rightarrow N_a = 20 - 2 = 18$$

همچنین داریم:

$$L_o = p N_a + 2d = 18p + 4$$

$$18p + 4 < 10.5/2$$

$$18p < 10.1/2$$

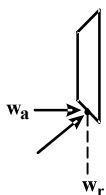
$$p < 5/62 (\text{mm})$$

۷۷ - گزینه «۳»

برای چرخنده مخروطی داریم:

$$w_t = \frac{H}{V} = \frac{10 \times 10^3}{20} = 500 \text{ N}$$

$$w_a = w_t \tan \phi \sin \gamma = 500 \times \frac{\sqrt{3}}{3} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{250}{3} \sqrt{6} \approx 204 \text{ N}$$



با توجه به جهت نیروها در چرخنده‌های مخروطی داریم:
بنابراین یاتاقان B تحت فشار است و باید از نوع ساچمه‌ای باشد.

۷۸- گزینه «۴»

$$\sigma_o = \frac{EIt}{(1-\nu^2)D}$$

در تسمه‌های تخت فلزی تنش خمشی σ_o در اثر پیچیدن تسمه به دور چرخ تسمه برابر است با:

بنابراین با افزایش ضخامت تسمه (t)، تنش خمشی افزایش می‌یابد.

تسمه‌های تخت برخلاف دوزنقه‌ای برای فواصل محوری زیاد بکار می‌روند.

تسمه‌های دوزنقه‌ای برای سرعت $4000 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ مناسب می‌باشند بطور کلی برای دستیابی به بازده مناسب تسمه دوزنقه‌ای باید کاملاً سریع

بچرخد. سرعت‌های بیش از $5000 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ یا کمتر از $1000 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ مشکلاتی ایجاد می‌کنند. بنابراین گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

۷۹- گزینه «۲»

با استفاده از روابط مربوط به ترمز نواری داریم:

$$\frac{P_1}{P_2} = e^{f\phi} = e^{\frac{0.2 \times \pi}{3}} = e^{0.21} = 1.23$$

$$P_1 = 1.23 P_2$$

$$T = (P_1 - P_2) \frac{D}{2}$$

$$10 = (P_1 - P_2) \times 50 \times 10^{-3}$$

$$P_1 - P_2 = 200 \text{ N} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = 1200 \text{ N} \\ P_2 = 1000 \text{ N} \end{cases}$$

$$P_a = \frac{2P_1}{bD} = \frac{2 \times 1200}{10 \times 10^{-3} \times 1000 \times 10^{-3}} = 240 \text{ MPa}$$

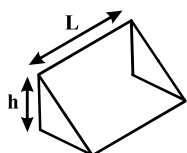
۸۰- گزینه «۲»

در اتصالات با جوش گلولی، طول ساق موثر برابر $0.7 \times hL$ می‌باشد.

در اتصالات با پیچ، شکست ممکن است در اثر پارگی از حاشیه ورق باشد.

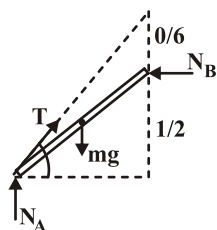
در اتصال پیچ - مهره نیروهای برشی توسط اصطکاک گرفته می‌شود و تنش لهیدگی بوجود نمی‌آید. هنگامی که

نیروی پیش بار صفر باشد تنش‌های لهیدگی تحمل می‌شوند.



۸۱- گزینه «۴»

ابتدا دیاگرام آزاد جسم را رسم می‌کنیم.



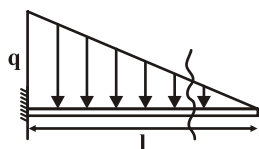
می‌دانیم که $\bar{r} = \frac{2l}{\pi}$ برای نیم‌استوانه معادله تعادل گشتاور را حول نقطه تماس با زمین را می‌نویسیم.

$$\left. \begin{aligned} -m_1 g \times h_1 + m_2 g h_2 &= 0 \\ h_1 &= r \cos \theta \\ h_2 &= \frac{2r}{\pi} \sin \theta \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_1 g h_1 = m_2 g h_2$$

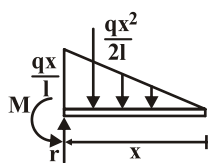
$$m_1 r \cos \theta = m_2 \frac{2r}{\pi} \sin \theta$$

$$\tan \theta = \frac{m_1 \pi}{2m_2} \Rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{m_1 \pi}{2m_2}$$

۸۲- گزینه «۳»



برای بدست آوردن M در وسط تیر معادله M بر حسب x را بدست می‌آوریم.



$$\Sigma M_o = 0$$

$$M - \frac{qx^2}{2l} \times \frac{x}{3} = 0 \Rightarrow M = \frac{qx^3}{6l}$$

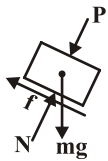
$$M_{\frac{l}{2}} = \frac{q(\frac{l}{2})^3}{6l} = \frac{ql^3}{48}$$

$$x = \frac{l}{2} \text{ در}$$

$$\frac{M_{\frac{l}{2}}}{M_l} = \frac{q \frac{l^3}{48}}{q \frac{l^3}{6}} = \frac{1}{8}$$

۸۳ - گزینه «۳»

فرض می‌کنیم جسم در آستانه لغزش به سمت پایین است دیانگرام آزاد جسم به صورت روبرو خواهد بود.



$$\Sigma F_y = 0$$

$$\left. \begin{aligned} N - mg \cos \theta - P &= 0 \\ f = mg \sin \theta = \mu N \\ N &= \frac{mg \sin \theta}{\mu} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{mg \sin \theta}{\mu} - mg \cos \theta = P$$

$$mg \left(\frac{\sin \theta}{\mu} - \cos \theta \right) = P$$

۸۴ - گزینه «۲»

دیانگرام آزاد استوانه را رسم می‌کنیم.

سه حالت وجود خواهد داشت:

(۱) در هر دو نقطه لغزش داشته باشیم.

(۲) فقط در A لغزش داریم

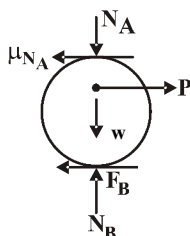
(۳) فقط در B لغزش داریم

چون در حالت اول بیشترین P را خواهیم داشت، پس این حالت بررسی نمی‌شود.

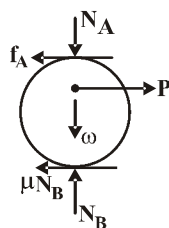
الف) اگر در A لغزش داشته باشیم:

$$N_A = w \quad \mu N_A = 0.3w \quad N_B = \frac{3}{2}w$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad P_a \times 0.4 - 0.3w \times 0.6 = 0 \Rightarrow P_a = \frac{0.18w}{0.4} = 0.45w$$



ب) اگر در B لغزش داشته باشیم.



$$P_{\min} = 0.45W$$

$$N_A = W \quad N_B = \frac{3}{2}W \quad \Sigma M_A = 0 \Rightarrow P_a \times 0.2 - 0.15 \times N_B \times 0.6 = 0$$

$$P_a = \frac{0.15 N_B}{0.2} = 0.15 \times \frac{3}{2} \frac{W}{0.2} = \frac{0.225}{0.4} W = 0.5625W$$

۸۵- گزینه «۱»

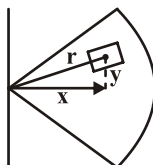
رابطه مماس سطح به شکل مقابل است.

$$I_x = dy^2 d\theta$$

با تغییر متغیر به سیستم قطبی

$$I_y = dx^2 dA \quad y = r \sin \theta$$

$$x = r \cos \theta \quad dA = r dr d\theta$$



$$I_x = r \int_0^\alpha \int_0^R r^2 \sin^2 \theta dr d\theta = r \frac{R^3}{3} \int_0^\alpha \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta = \frac{R^3}{6} \left[\frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4} \right]_0^\alpha = \frac{R^3}{6} \left(\alpha - \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)$$

$$I_y = r \int_0^\alpha \int_0^R r^2 \cos^2 \theta dr d\theta = \frac{r R^3}{3} \int_0^\alpha \cos^2 \theta d\theta = \frac{R^3}{3} \int_0^\alpha \frac{1 + \cos 2\theta}{2} d\theta = \frac{R^3}{6} \left[\theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right]_0^\alpha = \frac{R^3}{6} \left(\alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right)$$

$$\frac{I_x}{I_y} = \frac{\alpha - \frac{\sin 2\alpha}{2}}{\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}}$$

۸۶- گزینه «۱»

چون هر دو سر A و B به صورت گیردار می‌باشند، لذا $\phi_B = 0$

حال با استفاده از رابطه $\phi = \frac{TL}{JG}$ داریم:

$$\phi = \frac{T_B L}{JG} + \frac{T_B L}{2JG} + \frac{T_B L}{3JG} - \frac{TL}{2JG} - \frac{TL}{3JG} = 0$$

$$\Rightarrow T_B + \frac{T_B}{2} + \frac{T_B}{3} = \frac{T}{2} + \frac{T}{3} \Rightarrow \frac{(6+3+2)}{6} T_B = \frac{(3+2)T}{6}$$

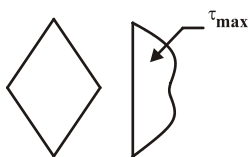
$$\Rightarrow T_B = \frac{5}{11} T$$

$$T_A = T - T_B = T - \frac{5}{11} T = \frac{6}{11} T$$

همچنین مقدار مجموع T_B و T_A برابر T است، لذا:

۸۷- گزینه «۱»

توزیع تنش برشی در مقطع عرضی تیرها یکنواخت نیست. در سطوح خارجی مقطع یعنی سطوح فوقانی و تحتانی نیز تنش برشی صفر است.



ماکزیمم تنش برشی در مقاطعی مانند مقطع دایره‌ای، لوله‌ای، I و T شکل همانند

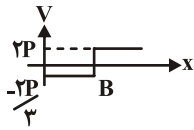
مقطع مستطیلی بر روی تار خنثی اتفاق می‌افتد. ولی در مقاطعی مانند مثلثی یا لوزی

شکل تنش برشی بر روی تار خنثی ماکزیمم نمی‌باشد.

توزیع تنش برشی در لوزی در شکل روبرو آمده است.

۸۸ - گزینه «۲»

در شکل زیر نمودار نیروی برش مقطع تیر دیده می‌شود:



$$\Sigma M_A = 0 \quad 2P \times 2L - F_B \times \frac{3L}{2} = 0 \Rightarrow F_B = +\frac{4P}{3}$$

$$F_A = -F_B + F_C = -\frac{4P}{3} + 2P = \frac{-2P}{3}$$

حال به محاسبه تنش ماکسیمم و مقایسه آن می‌پردازیم:

$$\frac{\tau_{\max AB}}{T_{\max BC}} = \frac{V_{AB}}{V_{BC}} = \frac{\frac{2P}{3}}{2P} = \frac{1}{3}$$

۸۹ - گزینه «۲»

برای به دست آوردن تغییر طول الیاف از رابطه کرنش استفاده می‌کنیم:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \Rightarrow \Delta L = \varepsilon \times L \quad \textcircled{1}$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{C}{\rho}$$

مقدار ε یا کرنش در خمشی از رابطه روبرو به دست می‌آید:

که مقدار $C = \frac{2h}{3} = h$ می‌باشد. مقدار ρ نیز از فرمول زیر جایگذاری می‌شود:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$$

با جایگذاری مقادیر زیر در رابطه (۱):

$$\Delta L = \frac{C}{\rho} \times 1 = \frac{hM}{EI} \times L = \frac{hML}{E \times \frac{1}{12} b(2h)^3} = \frac{12hML}{\lambda E b h^3} = \frac{3}{2} \frac{ML}{E b h^2}$$

۹۰- گزینه «۲»

در مخازن جدار نازک استوانه‌ای تحت فشار، حداکثر تنش برشی بوجود آمده خارج از صفحه بوده و مساوی است با: (سطح بیرونی)

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{Pr}{4t} = \frac{PD}{4t}$$

همچنین مقدار تنش برشی ماکزیمم در صفحه‌ای که از دوران المان تنش حول محور Z به اندازه 45° به دست می‌آید، به وقوع می‌پیوندد:

$$\tau_{\max}(\text{in plan}) = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{PD}{4t}$$

اما مقدار تنش برشی ماکزیمم در استوانه جدار نازک در سطح داخلی از طریق زیر به دست می‌آید:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{PD}{4t} + \frac{P}{2}$$

لذا با توجه به صورت سؤال که مقدار تنش برشی ماکزیمم در سطح بیرونی مخزن را خواسته است.

۹۱- گزینه «۴»



با استفاده از روش جمع آثار (روش برهم نهی) به محاسبه خیز تیر در انتهای آن می‌پردازیم.

$$\delta_c = \delta_1 + \delta_2 = \delta_1 + a \tan \theta$$

با توجه به جدول ۲- A در انتهای کتاب مقاومت مصالح - مدرسان شریف مقدار δ_1 و θ را به دست می‌آوریم:

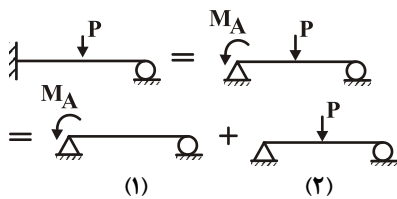
$$\delta_1 = \frac{M_o b^2}{2EI} \quad \theta = \frac{M_o b}{EI}$$

چون θ مقدار کوچکی است لذا: $\tan \theta = \theta$

$$\delta_c = \frac{M_o b^2}{2EI} + \frac{a M_o b}{EI} = \frac{M_o (b^2 + 2ab)}{2EI}$$

۹۲- گزینه «۱»

با استفاده از روش جمع آثار داریم:



مقدار شیب در نقطه A صفر است، لذا: $\theta_A = 0$

از جدول A-۲ انتهای کتاب مقاومت مصالح مدرسان شریف مقدار θ_{A1} و θ_{A2} را وارد می‌کنیم:

$$\theta_A = \frac{-M_A(2L)}{2EI} + \frac{P(2L)^2}{16EI} = 0 \Rightarrow M_A = \frac{3PL}{8}$$

۹۳- گزینه «۱»

تئوری گودمن به شکل زیر است:

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n}$$

در این رابطه σ_m تنش میانگین، σ_a تنش نوسانی، n ضریب اطمینان، S_{yt} مقاومت تسلیم، S_{ut} مقاومت نهایی و S_e حد دوام است.

در این مثال $\sigma_m = 150 \text{ MPa}$ ، $\sigma_a = 200 \text{ MPa}$ ، $S_e = 0.65 S_{ut}$ و $S_{ut} = 500$ می‌باشد و با جای‌گذاری داریم:

$$\frac{200}{500 \times 0.65} + \frac{150}{500} = \frac{1}{n} \Rightarrow 0.615 + 0.3 = \frac{1}{n} \Rightarrow n = \frac{1}{0.915} = 1.09$$

۹۴- گزینه «۳»

این سوال با استفاده از عملیات ریاضی به سادگی قابل محاسبه است.

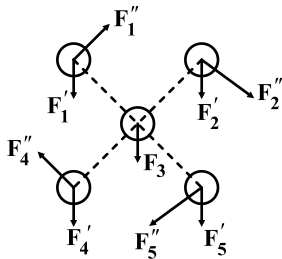
تحت بار σ_1 پس از ۳۰ ساعت قطعه $\frac{30}{50}$ از عمر خود را طی کرده است و از کل عمرش 0.4 باقی است.

تحت بار σ_2 در هر ساعت $\frac{1}{40}$ از عمر قطعه سپری می‌شود، پس:

$$\frac{1}{40} \times N = 0.4 \Rightarrow N = 16 \text{ hr}$$

۹۵- گزینه «۳»

در ابتدا دیاگرام آزاد هر پیچ را رسم می‌کنیم و نیروهای اولیه و ثانویه را روی آن اعمال می‌کنیم. نیروی وارد بر هر پیچ شامل F' و F'' خواهد بود که چون پیچ‌ها هم اندازه هستند نیروی F' به صورت مساوی بین آن‌ها تقسیم خواهد شد. چون پیچ شماره ۳ در گرانیگاه قرار دارد بنابراین گشتاور اعمالی به آن‌ها صفر است و $F_3'' = 0$ خواهد بود در سایر پیچ‌ها بدلیل تقارن مقدار نیروی F'' با هم برابر است اما جهت آن‌ها متفاوت خواهد بود. از برآیند نیروها مشخص است که پیچ ۲ و ۵ دارای شرایط بحرانی هستند.



۹۶ - گزینه «۳»

رابطه تنش برشی در فنر کششی به صورت زیر است:

$$\tau = K_s \frac{\lambda F D}{\pi d^3}$$

در این رابطه D قطر متوسط فنر و d قطر مفتول فنر است.

$$\frac{\tau_o}{\tau_1} = \frac{D_2}{D_1} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^3 = \frac{\lambda D_2}{D_1} \times \left(\frac{d_1}{2d_1}\right)^3 = 1 \quad \tau_2 = \tau_1$$

۹۷ - گزینه «۳»

در محاسبه عمر یاتاقان‌ها از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^a$$

۹۸ - گزینه «۱»

در چرخ‌دنده‌های مارپیچ قطر دایره گام طبق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\left. \begin{aligned} P_d &= P_{dn} \cos \psi \\ P_{dn} &= \frac{1}{m} = \frac{1}{4} \end{aligned} \right\} P_d = \frac{1}{4} \times \cos 14^\circ / 5 = 0.242$$

$$d = \frac{N}{P_d} \Rightarrow N = d \cdot P_d = 74 \times 0.242 = 17.91$$

بنابراین تعداد دندانه‌ها ۱۸ است.

۹۹ - گزینه «۱»

در این سوال باید توجه داشت که نیروی خمشی کاملاً معکوس شونده M که توسط نیروی P وارد می‌شود را باید در نظر گرفت:

$$S_e = 300 \quad S_{se} = 0.5 S_e = 0.5 \times 300 = 150 \text{ MPa}$$

با توجه به تئوری سانیز ابتدا تاثیر گشتاور پیچشی را بررسی می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} \tau &= 50 \\ \tau_m &= \frac{150}{2} = 75 \end{aligned} \right\} \tau < \tau_m$$

فقط تاثیر بار دینامیکی را بر قطعه بررسی می‌کنیم چون τ تاثیری بر واماندگی ندارد.

$$A = \frac{Pl}{r} = \frac{38 \times 3}{2} = 57 \text{ N.m}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 Mn}{\pi S_e}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 57}{\pi \times 300 \times 10^6}} = \sqrt[3]{\frac{32}{6\pi}} \text{ mm}$$

چون حالت بحرانی است : $n = 1$

گزینه ۱ درست است.

۱۰۰- گزینه «۲»

طبق روابط موجود مقدار بار برای عمر دائم از رابطه زیر بدست می آید.

$$F = \frac{d.D.S_u}{2000}$$

در این رابطه d قطر طناب، D قطر چرخ و S_u استحکام کشش نهایی است.

$$D = 2 \times 75 = 150 \text{ mm}$$

$$F = \frac{16 \times 10^{-3} \times 150 \times 10^{-3} \times 1/4 \times 10^9}{2 \times 10^3} = 1680 \text{ N}$$

۴۰۱ گزینه «۴»

$$N = N_A$$

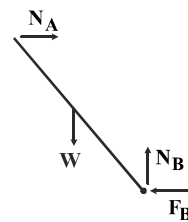
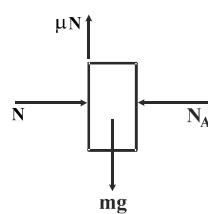
$$\mu_s N = m_o g$$

$$N = N_A = \frac{m_o g}{\mu_s}$$

$$N_A = F_B \quad N_B = m g$$

$$N_A L \cos \theta = W \frac{L}{r} \sin \theta$$

$$\frac{m_o g}{\mu_s} \cos \theta = \frac{m g}{r} \sin \theta \rightarrow \operatorname{tg} \theta = \frac{r m_o}{\mu_s m} \rightarrow \theta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{r m_o}{\mu_s m}$$



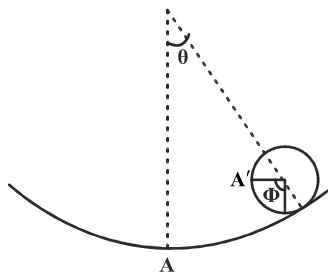
۱۰۲- گزینه «۳»

$$rR\theta = R(\theta + \phi) \rightarrow \phi = r\theta$$

$$V = -Mg \times rR \cos \theta - mg(rR \cos \theta - \frac{rR}{f} \cos \phi)$$

$$V = -rMgR \cos \theta - mgR(r \cos \theta - \frac{r}{f} \cos r\theta)$$

$$\frac{dV}{d\theta} = 0 \rightarrow \theta = 0, \frac{d^2V}{d\theta^2} > 0 \quad \theta = 0 \rightarrow M > \frac{m}{r}$$

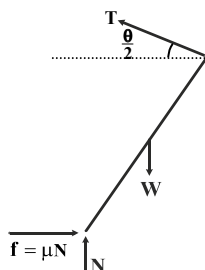


۱۰۳- گزینه «۱»

$$\sum M_C = 0 \rightarrow \mu NL = W \frac{L}{r} \sin \theta$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \mu N = T \cos(\frac{\theta}{r}) = \frac{W}{r}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N + T \sin(\frac{\theta}{r}) = W$$



با حذف T و N از روابط بالا:

$$\sin \frac{\theta}{r} = \mu \cos \frac{\theta}{r} \Rightarrow \theta = r \tan^{-1} \mu$$

۱۰۴- گزینه «۲»

$$I_x = I_y = \frac{a^f}{f}$$

$$I_z = I_x + I_y = \frac{a^f}{f} + \frac{a^f}{f} = \frac{a^f}{r}$$

$$k_o = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{a^f}{r}}{\frac{a^r}{r}}} = a$$

$$I_{x'} = I_{y'} = \frac{a^f}{1r}$$

$$I_{z'} = I_{x'} + I_{y'} = \frac{a^f}{f}, k_A = \sqrt{\frac{I_{z'}}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{a^f}{f}}{\frac{a^r}{r}}} = \frac{a}{\sqrt{r}}$$

۱۰۵ - گزینه «۱»

نکته: در حالتی که جسم مرکب داشته باشیم:

$$\bar{x} = \frac{\sum(Ax_C)}{\sum A}, \quad \bar{y} = \frac{\sum(Ay_C)}{\sum A}$$

$$A_1 = \frac{\pi a^2}{4}, \quad \bar{x}_1 = \bar{y}_1 = \frac{4a}{3\pi}$$

$$A_2 = \frac{-a^2}{4}, \quad \bar{y}_2 = \frac{a}{3}, \quad \bar{x}_2 = \frac{a}{6}$$

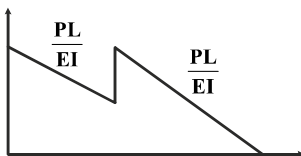
$$\bar{x} = \frac{\frac{\pi a^2}{4} \times \frac{4a}{3\pi} - \frac{a^2}{4} \times \frac{a}{6}}{\frac{\pi a^2}{4} - \frac{a^2}{4}} = \frac{4a}{3(\pi - 1)}$$

$$\bar{y} = \frac{\frac{\pi a^2}{4} \times \frac{4a}{3\pi} - \frac{a^2}{4} \times \frac{a}{3}}{\frac{\pi a^2}{4} - \frac{a^2}{4}} = \frac{a}{\pi - 1}$$

* با استفاده از قانون اشکال مرکب، هندسه صورت سؤال را به دو هندسه ساده تبدیل می‌کنیم.

۱۰۶ - گزینه «۴»

با استفاده از روش لنگر سطح داریم:

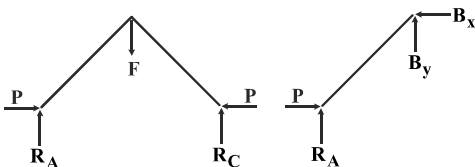


$$t_B = \delta_B = \left(\frac{PL}{EI}\right)\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{2L}{3}\right) + \frac{PL}{2EI} \times L \times \frac{2L}{2} + \frac{PL}{2EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{\Delta L}{3} = \frac{2PL^3}{2EI}$$

۱۰۷ - گزینه «۱»

نکته: چون هر دو فنر در نقطه B به یک میزان جابجا می‌شوند، می‌توان آنها را به صورت دو فنر موازی در نظر گرفت.

$$k_{eq} = k + \frac{k}{2} = \frac{3k}{2}$$



$$\sum M_C = 0 \rightarrow -R_A(L_1 + L_2) + FL_2 = 0 \rightarrow R_A = \frac{2L_2 k \Delta}{2(L_1 + L_2)}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow -R_A L_1 + P \Delta = 0 \rightarrow P_{Cr} = \frac{2k L_1 L_2}{2(L_1 + L_2)}$$

۱۰۸- گزینه «۲»

نکته: اگر بخواهیم تغییر مکان در نقطه‌ای از سازه را که در آن نقطه باری وارد نمی‌شود پیدا کنیم، باید از یک نیروی موهومی متناظر با تغییر مکان مطلوب در آن نقطه استفاده کنیم.

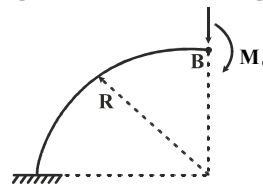
$$\delta_i = \frac{\partial u}{\partial P_i} = \int_0^L \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial P_i} dx$$

$$M = M_o + PR \cos \theta$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = R \cos \theta$$

$$\delta_B = \frac{\partial u}{\partial P} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial P} R d\theta = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{M_o (R \cos \theta) R d\theta}{EI} = \frac{M_o R^2}{EI}$$

با توجه به نکته بیان شده بار موهومی قائم P را در B اعمال می‌کنیم.

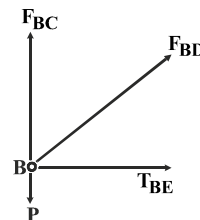


۱۰۹- گزینه «۳»

نکته ۱: چون تعداد مجهولات از تعداد معادلات حاکم بیشتر است، سازه از نظر استاتیکی نامعین است.

$$\sum F_y = 0 \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} F_{BD} + F_{BC} = P \rightarrow F_{BD} = \sqrt{2} P - \sqrt{2} F_{BC}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} F_{BD} + F_{BE} = 0 \rightarrow F_{BE} = -\frac{\sqrt{2}}{2} F_{BD}$$

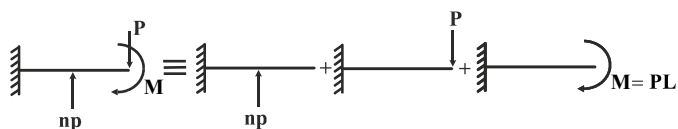


(نقطه C تکیه‌گاه سازه است.) $\delta_C = 0$

$$\delta_C = \frac{\partial u}{\partial F_{BC}}, u = \sum \frac{F^2 L}{2AE} \rightarrow \delta_C = \frac{R}{EA} \sum F \frac{\partial F}{\partial F_{BC}} = 0 \rightarrow \delta_C = ((F_{BC}) + (-\sqrt{2}P + \sqrt{2}F_{BC}) + (-P + F_{BC})) \left(\frac{R}{EA} \right) = 0$$

$$\rightarrow F_{BC} = \frac{3}{4} P \rightarrow \sqrt{2} P - \frac{3\sqrt{2}}{4} P = \frac{\sqrt{2}}{4} P$$

۱۱۰- گزینه «۱»

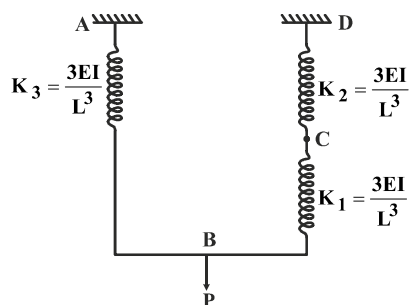


$$\delta_B = \frac{(np)L^3}{3EI} + \frac{(np)L^3}{3EI} - \frac{p(2L)^3}{3EI} - \frac{(pL)(2L)^3}{3EI} = \frac{pL^3}{EI} \left(\frac{n}{3} + \frac{n}{3} - \frac{8}{3} - 2 \right) = 0$$

$$\frac{\Delta n}{6} = \frac{14}{3} \rightarrow n = \frac{28}{5}$$

۱۱۱- گزینه «۳»

اگر مجموعه فنر و تیر را به صورت فنرهای معادل در نظر بگیریم، در این صورت فنرهای CD و BC به صورت سری و معادل آنها با فنر AB موازی می‌باشد.



$$\Rightarrow \delta_B = \frac{P}{\frac{3EI}{L^3} + \left(\frac{\frac{3EI}{L^3} \times \frac{3EI}{L^3}}{\frac{3EI}{L^3} + \frac{3EI}{L^3}} \right)} = \frac{2PL^3}{9EI}$$

۱۱۲- گزینه «۲»

$$\theta_1 = 30^\circ, \theta_2 = 150^\circ, \theta_3 = 90^\circ$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_x \cos^2 \theta_1 + \varepsilon_y \sin^2 \theta_1 + \gamma_{xy} \sin \theta_1 \cos \theta_1$$

$$600 = 0.75\varepsilon_x + 0.25\varepsilon_y + 0.433 \times 1 \gamma_{xy} \quad (1)$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_x \cos^2 \theta_2 + \varepsilon_y \sin^2 \theta_2 + \gamma_{xy} \sin \theta_2 \cos \theta_2$$

$$450 = 0.75\varepsilon_x + 0.25\varepsilon_y - 0.433 \times 1 \gamma_{xy} \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_x \cos^2 \theta_3 + \varepsilon_y \sin^2 \theta_3 + \gamma_{xy} \sin \theta_3 \cos \theta_3$$

$$-750 = 0 + \varepsilon_y + 0 \quad (3)$$

با حل همزمان سه معادله:

$$\varepsilon_x = 725 \mu, \varepsilon_y = -750 \mu, \gamma_{xy} = 173/2 \mu$$

۱۱۳ - گزینه «۴»

نکته ۱: اگر در صفحه‌ای تنش برشی صفر باشد، تنش نرمال در آن صفحه یکی از تنش‌های اصلی است.

نکته ۲: اگر $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ تنش‌های اصلی باشند:

$$\tau_{\max} = \max \left(\frac{|\sigma_1 - \sigma_2|}{2}, \frac{|\sigma_1 - \sigma_3|}{2}, \frac{|\sigma_2 - \sigma_3|}{2} \right)$$

نکته ۱ $\rightarrow \sigma_3 = -200$

$$\sigma = \begin{bmatrix} 100 & 16/5 \\ 16/5 & 150 \end{bmatrix} \rightarrow \sigma_{1,2} = \frac{250}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{50}{2}\right)^2 + 16/5^2} = 125 \pm 30 \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = 155 \\ \sigma_2 = 95 \end{cases}$$

نکته ۲ $\rightarrow \tau_{\max} = \frac{155 + 200}{2} = 177.5$

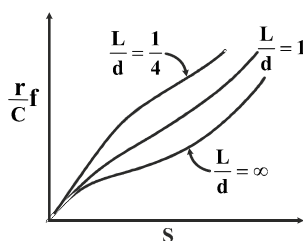
۱۱۴ - گزینه «۲»

$$C = 20 \text{ kN} \quad F = 5 \text{ kN}$$

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^3 = \left(\frac{20}{5}\right)^3 = 64 \text{ میلیون دور}$$

$$\frac{64 \times 10^6}{2000 \times 60} = 533.3 \text{ ساعت}$$

۱۱۵ - گزینه «۱»



نکته ۱: افزایش دمای روانساز باعث کاهش گرانروی روانساز می‌گردد که این موضوع یکی از عواملی است که روانسازی هیدرودینامیک را به روانسازی مرزی میل می‌دهد.

نکته ۲: در مواردی که یاتاقان‌ها در دماهای بسیار بالا کار می‌کنند از روانسازهای جامد استفاده می‌شود.

نکته ۳: با توجه به نمودار زیر با افزایش عدد سامرفیلد یا کاهش $\frac{L}{d}$ ، ضریب متغیر مالش افزایش می‌یابد.

۱۱۶ - گزینه «۳»

$$\frac{w_w}{w_G} = \frac{N_G}{N_w} = \frac{20}{4} = 5$$

۱۱۷ - گزینه «۴»

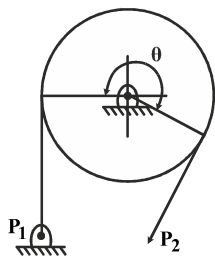
نکته: افزایش تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده ساده سبب افزایش ضریب هندسی چرخ‌دنده می‌شود.

نکته: چرخ‌دنده‌های هلیکال نسبت به چرخ‌دنده‌های ساده، کم سروصداترند. از این رو در سرعت‌های بالاتر از این نوع چرخ‌دنده‌ها استفاده می‌شود. زاویه دندانه‌ها با محور چرخ‌دنده، زاویه هلیکس نامیده می‌شود که این زاویه باید در دو چرخ‌دنده هلیکال که با هم درگیر هستند مساوی باشد.

۱۱۸ - گزینه «۳»

نکته: در این نوع ترمزها فشار در $\theta = 90^\circ$ ماکزیمم است و اگر زاویه سر کشک کمتر از 90° باشد فشار در سر کشک ماکزیمم است. با توجه به نکته بیان شده در این حالت فشار در زاویه 90° یعنی نقطه C ماکزیمم است.

۱۱۹ - گزینه «۲»



$$f\theta = (0/28)(2\pi)\left(\frac{270}{360}\right) = 1/32$$

$$P_2 = \frac{P_1}{e^{f\theta}} = \frac{7/5}{e^{1/32}} = 2 \text{ kN}$$

$$T = (7/5 - 2)\left(\frac{300}{2}\right) = 825 \text{ N.m}$$

* در رابطه $f\theta$ ، زاویه θ باید برحسب رادیان بیان شود.

۱۲۰- گزینه «۴»

نکته ۱: بازده تسمه‌های V شکل نسبت به تسمه‌های تخت اندکی کمتر است.

نکته ۲: وقتی قطر پولی کاهش یابد، تسمه به میزان بیشتری خم می‌شود که در نتیجه تنش‌های متناوب خمشی بزرگتری را تحمل می‌نماید که باعث کاهش عمر تسمه می‌گردد.

نکته ۳: برای اجتناب از لغزش، عبارت $e^{f\theta}$ باید بزرگتر از نسبت کشش باشد.

۱۲۱- گزینه «۳»

چون زاویه θ کوچک است پس:

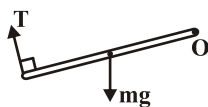
اگر طناب به اندازه $l \sin \theta$ جابه جا شود مقدار کشیدگی فنر برابر با $\frac{1}{2} \sin \theta$ خواهد بود پس

$$T = k \Delta x = \frac{kl}{2} \sin \theta$$

$$\Sigma M_o = 0 \quad T_x l - mg \cos \theta \frac{l}{2} = 0 \quad T.l - mg \cos \theta \frac{l}{2} = 0$$

$$\frac{kl}{2} \sin \theta = mg \cos \theta \frac{l}{2}$$

$$\tan \theta = \frac{mg}{kl} \Rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{mg}{kl}$$

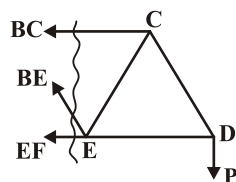


۱۲۲- گزینه «۴»

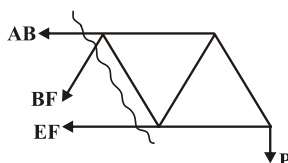
برای بدست آوردن BE از برش زیر استفاده می کنیم.

$$\Sigma M_E = 0$$

$$-PL + BC \times \frac{\sqrt{3}}{2} l = 0$$



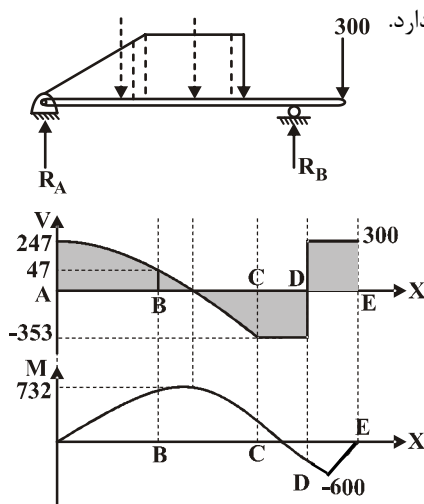
$$\Sigma F_y = 0 \quad BE \frac{\sqrt{3}}{2} = P \Rightarrow BE = \frac{2P}{\sqrt{3}} \quad \text{کششی}$$



برای BF نیز مطابق بالا خواهیم داشت

$$\Sigma F_y = 0 \quad -BF \frac{\sqrt{3}}{2} - P = 0 \quad BF = -\frac{2P}{\sqrt{3}} \quad \text{فشاری}$$

۱۲۳- گزینه «۳»



در این سوال در واقع هدف پیدا کردن نقطه است که در آن لنگر خمشی ماکزیمم مقدار خود را دارد. در ابتدا واکنش تکیه‌گاه‌ها را بدست می‌آوریم.

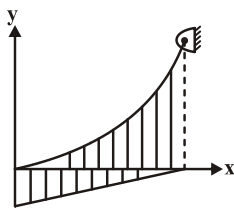
$$\sum M_A = 0$$

$$R_B \times 10 = 300 \times 12 + 40 \times 6 + 200 \times \frac{8}{3}$$

$$R_B = 247 \text{ N}$$

نمودار نیروی برشی را به صورت کیفی رسم می‌کنیم
می‌دانیم که نیروی برشی با انتگرال گیری از بار به دست می‌آید.
بنابراین فقط ماکزیمم در جایی بین B و C رخ می‌دهد.

۱۲۴- گزینه «۲»



مبدأ مختصات را در پایین‌ترین نقطه کابل قرار می‌دهیم.

معادله بار گسترده به صورت $w(x) = -\frac{w_0}{l}x + w_0$ خواهد بود.

معادله حاکم بر طناب به شکل $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{w(x)}{H}$ است که $w(x)$ از رابطه بالا جایگذاری می‌شود.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{-\frac{w_0}{l}x + w_0}{H} \Rightarrow H \frac{dy}{dx} = -\frac{w_0}{2l}x^2 + w_0x + c_1$$

$$Hy = -\frac{w_0}{6l}x^3 + \frac{w_0}{2}x^2 + c_1x + c_2$$

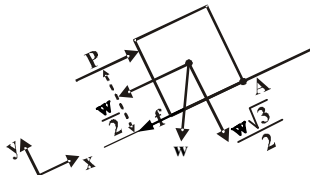
$$B.C \begin{cases} x=0 & y=0 \\ x=0 & \frac{dy}{dx}=0 \\ x=l & y=h \end{cases}$$

$$I, II \Rightarrow C_1 = C_2 = 0$$

$$h = \frac{-w_0}{6l}l^3 + \frac{w_0}{2}l^2 \Rightarrow H = \frac{w_0 l^2}{2h} \Rightarrow y = -\frac{h}{2} \left(\frac{x}{l}\right)^3 + \frac{3h}{2} \left(\frac{x}{l}\right)^2$$

۱۲۵- گزینه «۱»

در ابتدا دیاگرام آزاد جسم را رسم می کنیم.



برای آنکه جسم بلغزد ابتدا نیروی P را محاسبه می کنیم.

$$\Sigma F_x = 0 \quad P - \frac{w}{2} - f = 0 \Rightarrow P = 50 + 17 = 67 \text{ N}$$

$$f = \mu \cdot N = \mu \cdot \frac{w\sqrt{3}}{2} = 0.2 \times 50 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10 \times 1.7 = 17$$

برای اینکه واژگون نشود باید. $\Sigma M_A = 0$

$$-Ph + \frac{w}{2} \times 0.5 + \frac{w\sqrt{3}}{2} \times 0.866 = 0$$

$$67h = 25 + 86.6 \times 0.866 \Rightarrow h = \frac{50.8}{67} \approx 0.76 \text{ m}$$

۱۲۶- گزینه «۴»

$$\Delta_1 = \Delta_2$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_1 L}{E_1 A_1} &= \frac{P_2 L}{E_2 A_2} \\ P_1 + P_2 &= P \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_1 = \frac{E_1 A_1}{E_2 A_2 + E_1 A_1} P$$

$$E_1 = 2E_2 \quad A_1 = \frac{\pi}{4} D^2 \quad A_2 = \frac{\pi}{4} (2D)^2 - \frac{\pi}{4} D^2 \quad A_2 = 3A_1$$

$$P_1 = \frac{E_1 A_1}{E_1 A_1 + \frac{2}{3} E_1 A_1} P \Rightarrow P_1 = \frac{3}{5} P$$

$$\Delta A = \frac{P_1 \frac{L}{3}}{E_1 A_1} = \frac{LP}{5E_1 A_1}$$

۱۲۷- گزینه «۱»

با نوشتن روابط سازگاری داریم:

$$\delta_x = 0 \rightarrow \frac{\ell}{E}[\sigma_x - \nu\sigma_y] - \ell\alpha\Delta T = 0$$

$$\delta_y = 0 \rightarrow \frac{\ell}{E}[\sigma_y - \nu\sigma_x] - \ell\alpha\Delta T = 0$$

$$\sigma_x - \nu\sigma_y = \alpha\Delta TE$$

$$\sigma_y - \nu\sigma_x = \alpha\Delta TE \Rightarrow \sigma_x = \sigma_y = \frac{\alpha\Delta TE}{1-\nu}$$

$$\Rightarrow \Delta T_{\max} = \frac{(1-\nu)\sigma_y}{\alpha E}$$

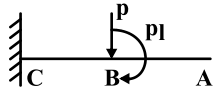
۱۲۸- گزینه «۳»

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} \Rightarrow \frac{\rho_x}{\frac{1}{12}bh^3} = \frac{\rho_x}{\frac{1}{12}bh_o^3 \cdot \frac{x}{\ell}}$$

$$\frac{1}{P} = \frac{12P\ell}{bh_o^3} = Cte$$

چون مقدار P همیشه ثابت است تیر به صورت قوسی از یک دایره خم می‌شود.

۱۲۹- گزینه «۱»



برای محاسبه تغییر مکان نقطه B کافی است نیرو را به نقطه B منتقل کنیم.

$$\Delta_B = \frac{Pl^3}{3EI_{BC}} + \frac{Pl \times l^2}{2EI_{BC}}$$

همانطور که دیده می‌شود معادلات فقط به I در فاصله BC بستگی دارد و تغییر ضخامت AB هیچ تأثیری روی Δ_B نخواهد داشت.

۱۳۰- گزینه «۲»

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \frac{Pr}{r^2}$$

$$\Delta r = \varepsilon_\theta r \quad \Delta t = \varepsilon_r t \quad \varepsilon_\theta = \frac{\sigma_\theta}{E}(1-\nu) \quad \varepsilon_r = \frac{-2\nu\sigma_\theta}{E}$$

$$\Delta r = -2\Delta t$$

$$\Rightarrow (1-\nu) = -4(-r) \Rightarrow \nu = 0.25$$

۱۳۱- گزینه «۴»

$$S = \frac{I}{C} = \frac{\frac{\pi}{4}ab^3}{b} = \frac{\pi}{4}ab^2$$

$$Z = \frac{1}{2}A(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) = \frac{1}{2}(\pi ab)\left(\frac{4b}{3\pi} + \frac{4b}{3\pi}\right) = \left(\frac{4ab^2}{3}\right)$$

$$S.F = \frac{Z}{S} = \frac{16}{3\pi}$$

برای دایره نیز ضریب شکل برابر $\frac{16}{3\pi}$ می‌باشد بنابراین نسبت ضریب شکل‌ها برابر ۱ می‌باشد.

۱۳۲ - گزینه «۱»

$$\sigma_{\max} = E\varepsilon = 200 \times 10^9 \times 0.00032 = 64 \text{ MPa}$$

$$\left. \begin{aligned} K_t &= \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_n} \\ \sigma_n &= \frac{MC}{I} = \frac{20 \times 10^3 \times 1 \times 0.05}{\frac{1}{4} \pi \times (0.05)^4} = \frac{64}{\pi} \text{ MP} \end{aligned} \right\} \rightarrow K_t = \pi$$

۱۳۳ - گزینه «۲»

برای استوانه تنش‌های شعاعی و محیطی به صورت زیر هستند:

$$\sigma_1 = \frac{PR}{t}, \quad \sigma_r = \frac{PR}{rt}$$

$$\sigma = \sigma_y = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_r^2 - \sigma_1 \sigma_r} = \sqrt{\left(\frac{PR}{t}\right)^2 + \left(\frac{PR}{rt}\right)^2 - \frac{P^2 R^2}{rt^2}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{PR}{t} \Rightarrow t = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{PR}{\sigma_y}$$

برای مخزن کروی:

$$\sigma_1 = \sigma_r = \frac{PR}{t}$$

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_r^2 - \sigma_1 \sigma_r} = \sqrt{2\left(\frac{PR}{t}\right)^2 - \left(\frac{PR}{t}\right)^2} = \frac{PR}{t} \Rightarrow t = \frac{PR}{\sigma_y}$$

$$\frac{t_{\text{استوانه}}}{t_{\text{کره}}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{PR}{\sigma_y}}{\frac{PR}{\sigma_y}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

۱۳۴ - گزینه «۲»

قطعه در ابتدا تحت تنش کاملاً معکوس قرار دارد.

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{M}{\frac{I}{C}} = \frac{400 \times 4}{3} = 533$$

چون عمر قطعه محدود است در حالت ۱:

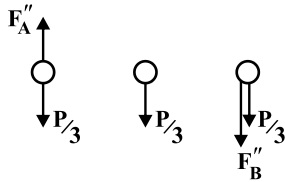
$$\frac{\sigma_{a1}}{S_{f1}} = 1$$

$$\frac{\sigma_{a2}}{S_{f2}} + \frac{\sigma_m}{S_{yt}} = 1 \Rightarrow \sigma_{a2} = \left(1 - \frac{\sigma_m}{S_{yt}}\right) S_{f2} = \left(1 - \frac{\sigma_m}{S_{yt}}\right) \sigma_{a1}$$

$$S_{f1} = S_{f2} \quad \sigma_{a2} = \left(1 - \frac{200}{500}\right) 533 = 400 \text{ MPa}$$

۱۳۵ - گزینه «۳»

در ابتدا مقدار نیروهای اولیه و ثانویه را روی هر پیچ بدست می‌آوریم.



$$F'_A = F'_B = \frac{P}{3}$$

$$M = P \times \frac{4r}{3} = \frac{4Pr}{3}$$

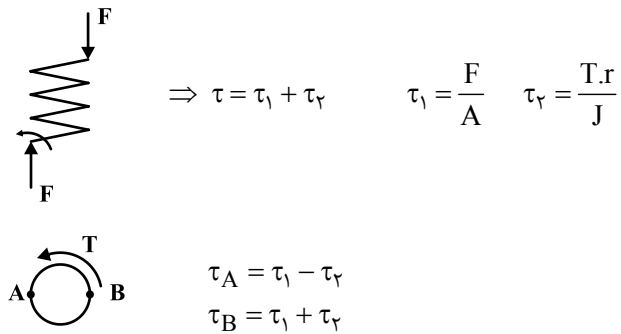
$$F''_A = F''_B \Rightarrow 2F'' \times \frac{r}{3} = \frac{4Pr}{3} \Rightarrow F'' = 2P$$

$$F_{TA} = \frac{\Delta P}{3}$$

$$F_{TB} = \frac{5P}{3} \quad \frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{F_A}{F_B} = \frac{\frac{\Delta}{3}P}{\frac{5}{3}P} = \frac{\Delta}{5}$$

۱۳۶- گزینه «۱»

دیاگرام آزاد فنر را رسم می‌کنیم:



اگر سیم مفتول فنر به صورت روبرو باشد:
پس شکست احتمالی در نقطه B رخ می‌دهد.

۱۳۷- گزینه «۴»

عمر مفید بلبرینگ از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F}\right)^3 = \left(\frac{18}{9}\right)^3 = 8 \text{ milion}$$

$$83/3 \times 60 \approx 5000 \text{ min}$$

$$\text{سرعت دورانی شفت} = \frac{8 \times 10^6}{5 \times 10^3} = 1600 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

سرعت شفت $1600 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$ است.

۱۳۸- گزینه «۱»

برای چرخ‌دنده‌های مارپیچ روابط زیر برقرار است:

$$P_d = P_{dn} \cos \psi = 50 \cos 14/5 = 48/4$$

گام قطری از تقسیم تعداد دندانه‌ها بر P_d بدست می‌آید.

$$d = \frac{N}{P_d} = \frac{N}{48/4} = 0/4 \Rightarrow N = 48/4 \times 0/4 = 19/36 \approx 20$$

$$P = F.V = Fr\omega$$

$$T = Fr$$

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{31/4 \times 10^3}{3000 \times \frac{2\pi}{60}} = 1000$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{\max} &= \frac{TR}{J} \\ J &= \frac{\pi d^4}{32} \end{aligned} \right\} \rightarrow \tau = \frac{T \times \frac{d}{r}}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi\tau}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1000}{\pi \times 48 \times 10^6}} \approx 48 \text{ mm}$$

$$d_t = F.S \times d = 1/5 \times 48 = 9.6 \text{ mm}$$

رابطه بین طول تسمه و فاصله بین دو محور به شکل زیر است:

$$L = r_c + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4c} = r_c + \pi(R + r) + \frac{(R - r)^2}{c}$$

$$rc^2 + [\pi(R + r) - L]c + (r_2 - r_1)^2 = 0$$

$$rc^2 + [\pi \times 130 - 1200]c + 30^2 = 0$$

$$rc^2 - 791/6c + 900 = 0 \Rightarrow c \approx 395$$