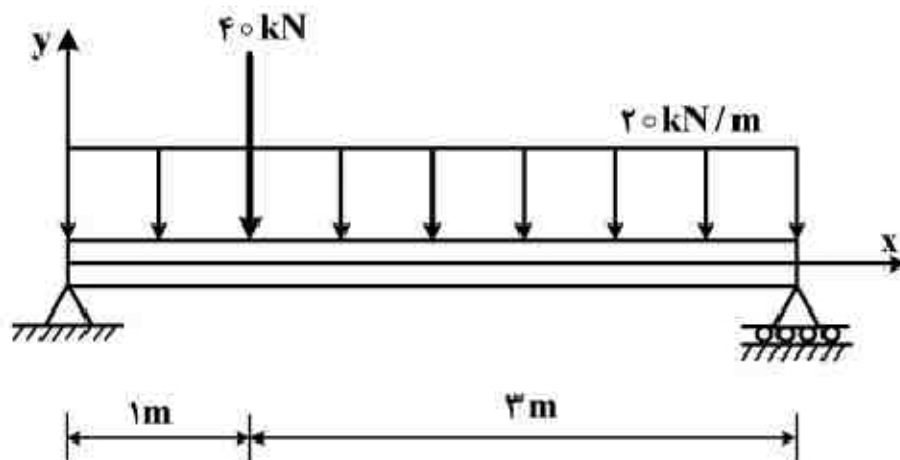


۱- حداکثر لنگر خمشی در تیر زیر چند $kN.m$ بوده و در فاصله چند متری از انتهای سمت چپ تیر بوجود می‌آید؟



(۱) $1/5, 62/5$

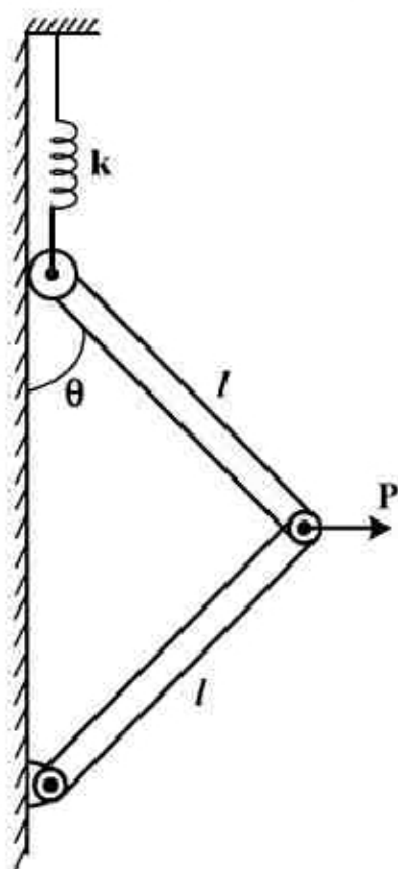
(۲) $1/75, 67/5$

(۳) $2, 70$

(۴) $1, 95$

۲- فنر زیر برای $\theta = 0$ در حالت طول آزاد خود قرار دارد. نیروی P برای آنکه سیستم در زاویه کلی θ در حالت

تعادل باشد، کدام است؟ (از جرم لینک‌ها صرف‌نظر شود.)



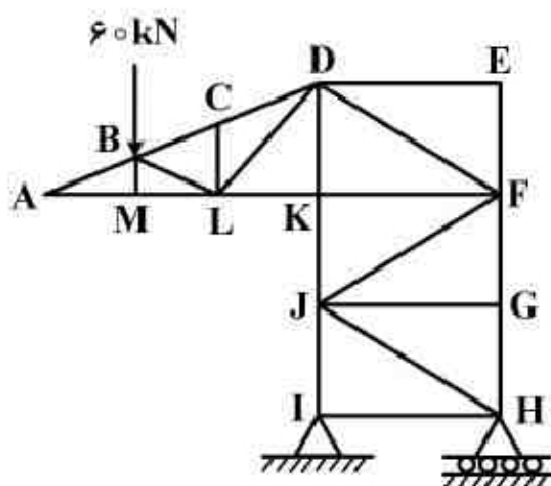
(۱) $k \ell (\tan \theta - \sin \theta)$

(۲) $4k \ell (\tan \theta - \sin \theta)$

(۳) $k \ell (1 - \cos \theta) \sin \theta$

(۴) $4k \ell (1 - \cos \theta) \sin \theta$

۳- در خریای روبه‌رو چند عضو صفر نیرویی وجود دارد؟



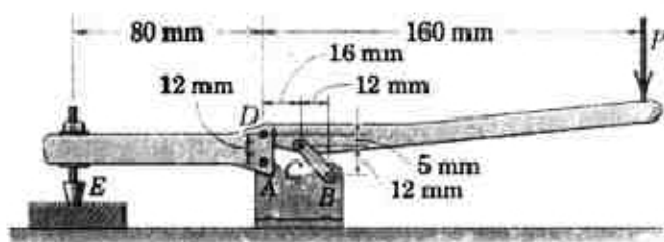
(۱) ۶

(۲) ۷

(۳) ۸

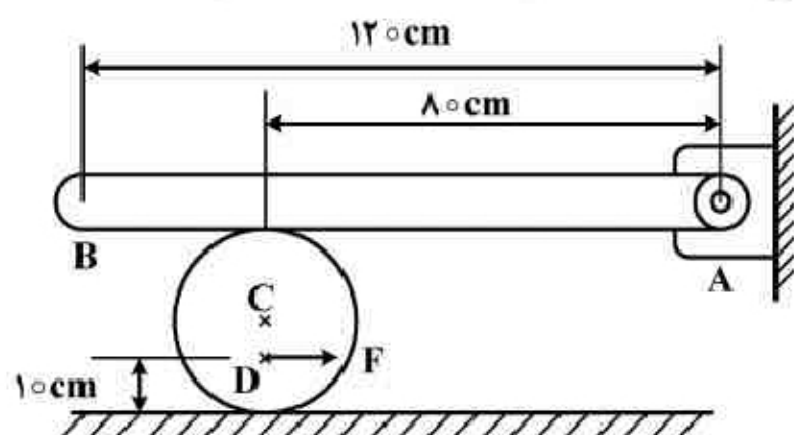
(۴) ۹

۲- نیروی عمودی در نقطه E، چند برابر نیروی P می‌باشد؟



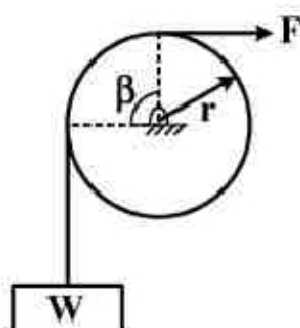
- (۱) ۲/۱۸
(۲) ۱/۷۳
(۳) ۱/۵
(۴) ۰/۸

۵- میله یکنواخت AB به وزن ۲۰۰ N در نقطه A لولا شده و روی استوانه‌ای به قطر ۴۰ cm و به وزن ۵۰۰ N قرار دارد و ضریب اصطکاک در تمام سطوح تماس ۰/۳ می‌باشد. حداکثر نیروی F برای تعادل چند نیوتن است؟



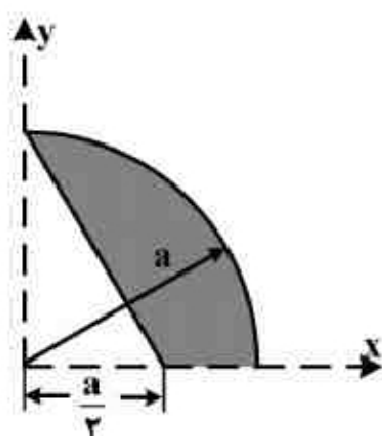
- (۱) ۱۲۰
(۲) ۱۸۰
(۳) ۲۴۰
(۴) ۳۰۰

۶- در شکل زیر نیروی F برای بالا کشیدن وزنه W وارد می‌شود. مقاومت چرخ در مقابل گردش کوپل m و ضریب اصطکاک بین طناب و چرخ μ فرض می‌شود. اختلاف کشش طناب در دو طرف چرخ در آستانه لغزش نسبی $T_1 = T_2 e^{\mu\beta}$ است. برای اینکه لغزش طناب روی چرخ و حرکت گردشی چرخ همزمان صورت گیرند، m چند برابر Fr باید باشد؟



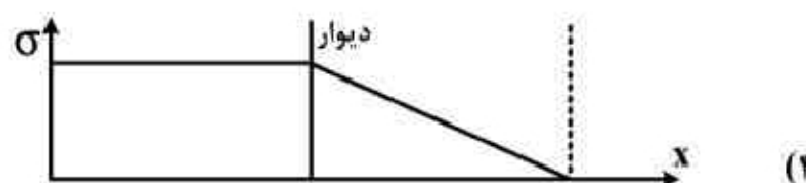
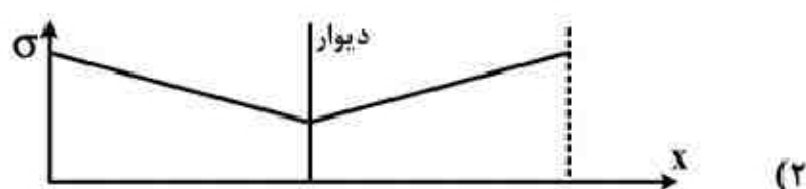
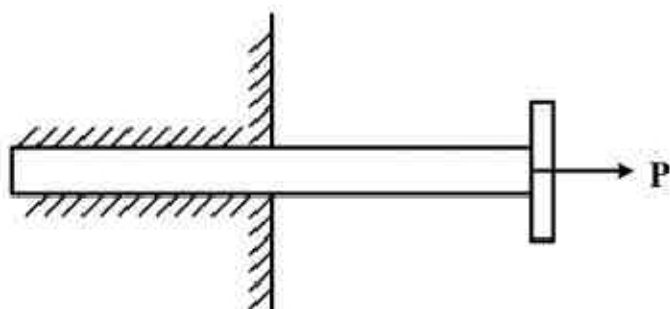
- (۱) ۱
(۲) $1 - e^{\mu\pi/2}$
(۳) $e^{\mu\pi/2} - 1$
(۴) $\frac{e^{\mu\pi/2} - 1}{e^{\mu\pi/2}}$

۷- فاصله عمودی مرکز سطح (\bar{Y}) ، در سطح زیر کدام است؟

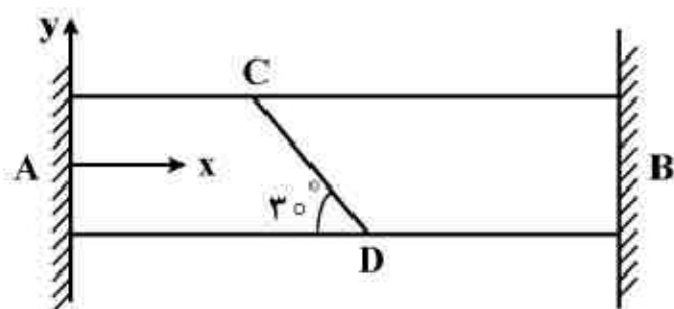


- (۱) $\frac{a}{\pi - 1}$
(۲) $\frac{a}{6(\pi - 1)}$
(۳) $\frac{6a}{7(\pi - 1)}$
(۴) $\frac{7a}{6(\pi - 1)}$

۸- میخی در داخل دیوار کوبیده شده و با نیروی P به بیرون کشیده می‌شود. نمودار تغییرات تنش در طول میخ کدام است؟



۹- میله زیر، بین دو دیوار صلب قرار گرفته است. افزایش دمای میله به‌طور یکنواخت، چقدر باید باشد تا تنش فشاری ۱۵ مگاپاسکال بر روی صفحه مایل CD ایجاد گردد؟ (ضریب انبساط حرارتی برابر α و ضریب ارتجاعی E بر حسب مگاپاسکال فرض شوند.)



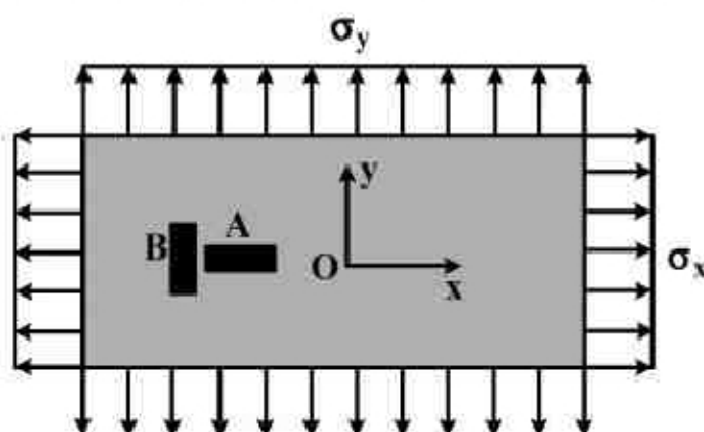
(۱) $\frac{15}{E\alpha}$

(۲) $\frac{20}{E\alpha}$

(۳) $\frac{30}{E\alpha}$

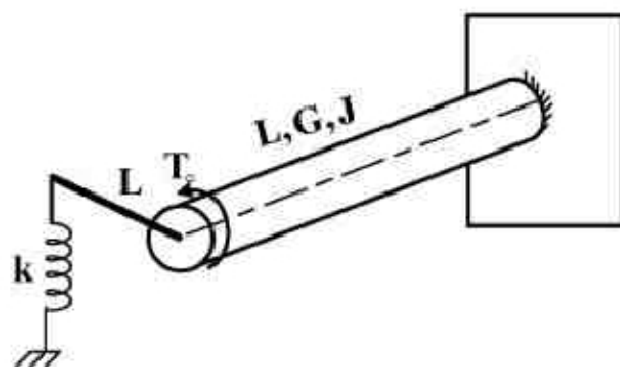
(۴) $\frac{60}{E\alpha}$

- ۱۰- ورق فولادی مستطیلی زیر به ضخامت t در معرض تنش‌های قائم یکنواخت σ_x و σ_y قرار دارد. کرنش‌سنج‌های A و B کرنش‌های ϵ_x و ϵ_y را نشان می‌دهند. نسبت تغییر ضخامت ورق به $\epsilon_x + \epsilon_y$ چقدر است؟ (نسبت پواسون ν فرض شود).



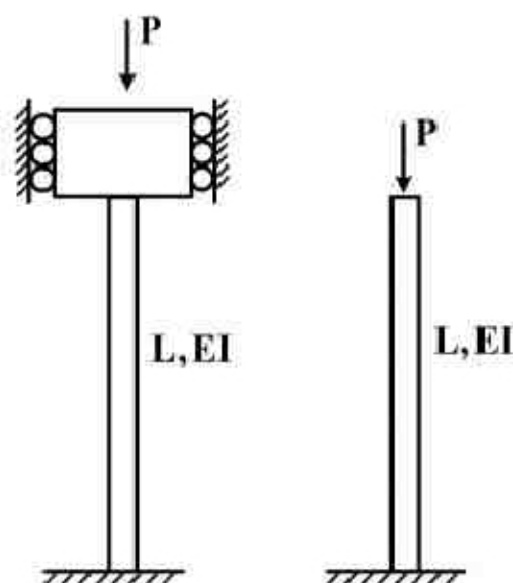
- (۱) $-\frac{\nu}{\nu+1} \cdot t$
 (۲) $\frac{\nu}{\nu-1} \cdot t$
 (۳) $-\frac{\nu^2 + \nu}{\nu^2 + 1} \cdot t$
 (۴) $-\frac{\nu^2 + \nu}{(1-\nu)^2} \cdot t$

- ۱۱- میل‌گردان زیر با مقطع دایره توسط یک میله صلب به طول L به فنری با سختی k متصل شده است. میل‌گردان تحت گشتاور پیچشی T_0 در انتها قرار می‌گیرد. زاویه چرخش انتهای آن چقدر است؟ (مدول برشی G و ممان اینرسی قطبی مقطع J است).



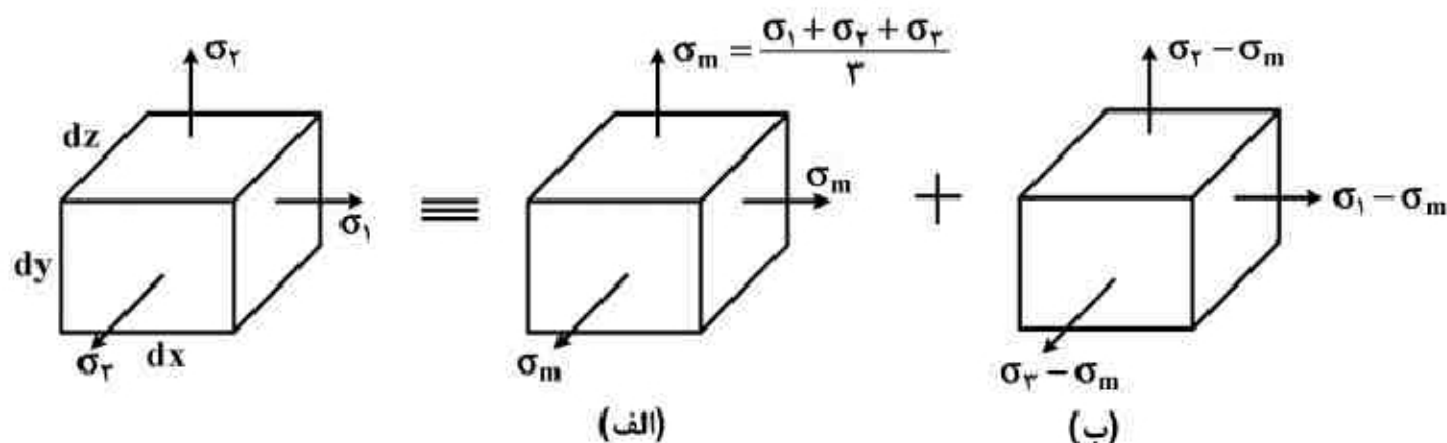
- (۱) $\frac{T_0 L}{GJ}$
 (۲) $\frac{\nu T_0 L}{GJ + kL^3}$
 (۳) $\frac{T_0 L}{GJ + kL^3}$
 (۴) $\frac{\nu T_0 L}{\nu GJ + \nu kL^3}$

- ۱۲- دو ستون با طول و سفتی خمشی برابر، یکی دو سر گیردار و دیگری یک سر گیردار - یک سر آزاد است. دو ستون تحت بار محوری فشاری یکسان قرار دارند. نسبت بار بحرانی ستون دوسرگیردار چند برابر بار بحرانی ستون یک سر گیردار - یک سر آزاد می‌باشد؟



- (۱) $\frac{1}{4}$
 (۲) ۱
 (۳) ۴
 (۴) ۱۶

۱۳- در برخی مسائل مربوط به معیارهای تسلیم و پلاستیسیته، یک المان تحت تنش به دو المان مطابق شکل زیر تجزیه می‌شود. در حالت (ب) تغییر حجم المان چقدر است؟



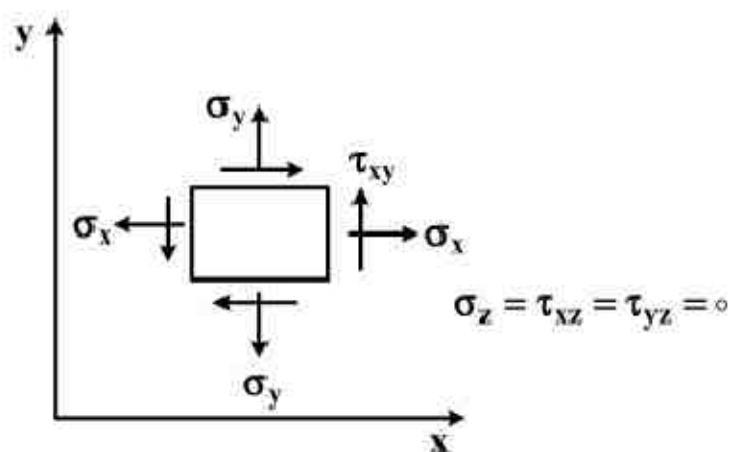
○ (۱)

$\epsilon_x (dx dy dz)$ (۲)

$\epsilon_z (dx dy dz)$ (۳)

$\epsilon_y (dx dy dz)$ (۴)

۱۴- یک ورق نازک به ضخامت t تحت تنش صفحه‌ای قرار دارد. المان تنش در شکل داده شده است. تغییر ضخامت ورق چقدر است؟



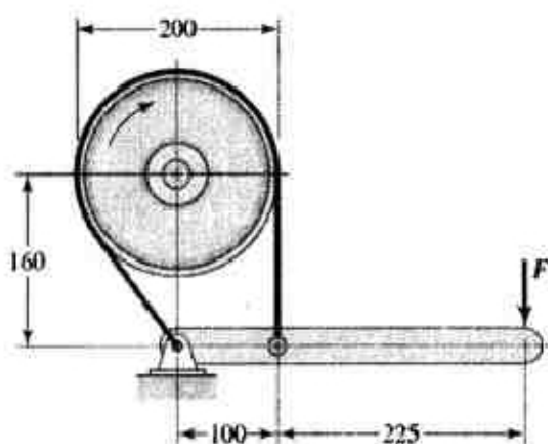
○ (۱)

$\frac{\sigma_x + \sigma_y}{E} t$ (۲)

$-\frac{\nu(\sigma_x + \sigma_y)}{E} t$ (۳)

$\frac{\nu(\sigma_x + \sigma_y)}{E} t$ (۴)

۱۵- در ترمز زیر ضریب اصطکاک $\mu = 0.3$ ، عرض تسمه 50 میلی‌متر و حداکثر کشش تسمه 3 کیلونیوتن می‌باشد. به منظور ایجاد گشتاور اصطکاکی 200 نیوتن‌متر، میزان نیروی ترمزی F بر حسب نیوتن به کدام عدد نزدیکتر است؟ (ابعاد شکل به میلی‌متر است.)



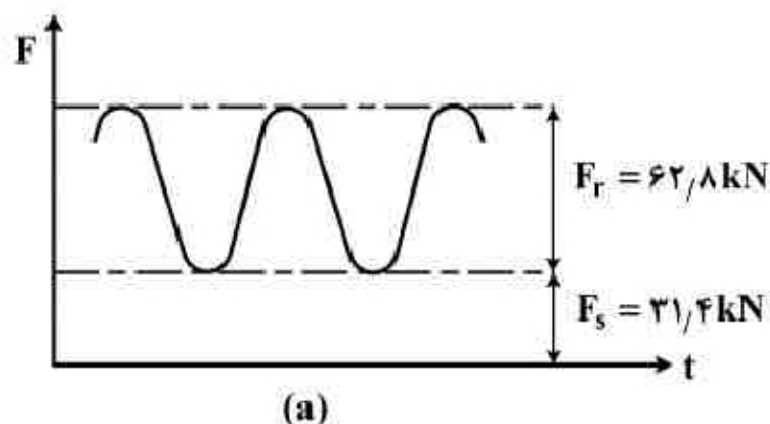
۱۲۴ (۱)

۲۸۶ (۲)

۴۴۱ (۳)

۶۵۰ (۴)

۱۶- میله‌ای فولادی به قطر 20 mm ، استحکام تسلیم 500 MPa ، استحکام کششی 600 MPa و حد دوام 200 MPa موجود است. مطابق شکل (a) میله تحت پیش‌بار کششی $31/4\text{ kN}$ و بار کششی نوسانی متغیر بین صفر تا $62/8\text{ kN}$ قرار می‌گیرد. ضریب ایمنی میله در صورتی که نمودار خستگی ماده طبق شکل (b) باشد، چقدر است؟ (π برابر $3/14$ فرض شود).

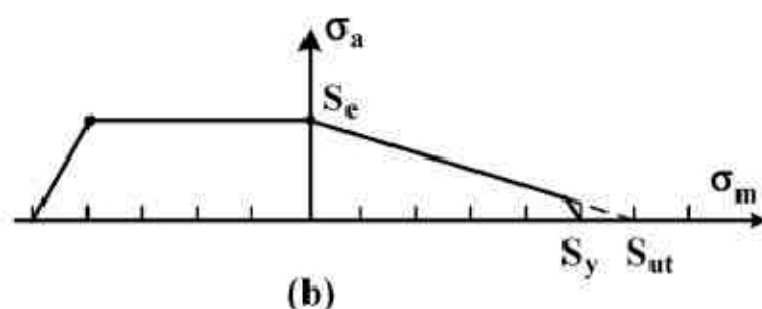


(۱) $0/75$

(۲) $1/0$

(۳) $1/2$

(۴) $1/67$



۱۷- در یک جفت چرخ دنده ساده Full-depth با مراکز خارج از هم به فاصله 200 mm ، زاویه فشار 20° ، و نسبت تبدیل ۴:۱ است. کوچکترین کران بالای مقدار مدول (m) از دیدگاه طراحی چند میلی‌متر

است؟ $\left(\frac{1}{\sin^2(20)} = 8/549\right)$

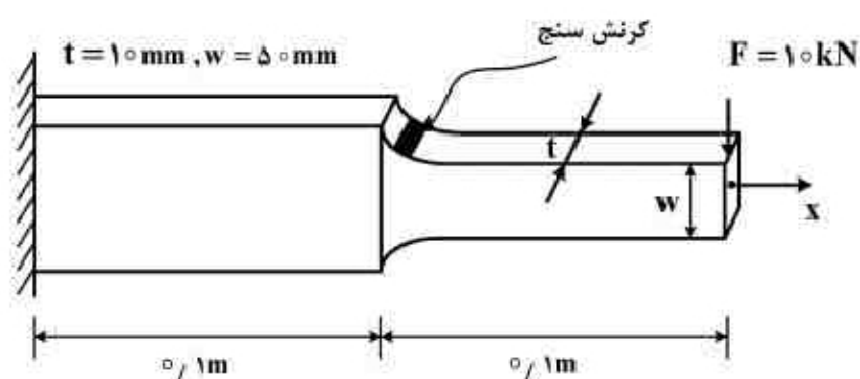
(۴) $\frac{40}{7}$

(۳) $\frac{40}{9}$

(۲) $\frac{20}{7}$

(۱) $\frac{20}{9}$

۱۸- ضریب تمرکز تنش K_t در محل نصب کرنش‌سنج چقدر است؟ ($E = 200\text{ GPa}$ و مقدار کرنش ثبت شده در محل نصب کرنش‌سنج $\epsilon_x = 0/003$)



(۱) $1/25$

(۲) $2/5$

(۳) $3/75$

(۴) 5

۱۹- ورقی با عرض، طول و ضخامت به ترتیب ۱۰۰، ۲۰۰، ۱۲ میلی‌متر که دارای ترکی مرکزی با طول ۱۵ میلی‌متر است، می‌تواند نیرویی معادل ۵۰ kN را تحمل کند. در صورتی که ترک رشد کند و طول آن دو برابر شود، مقدار نیرویی که این ورق می‌تواند تحمل کند چند kN است؟ (ضریب تصحیح شدت تنش را برابر یک در نظر بگیرید).

(۱) ۶۵/۴

(۲) ۵۵/۴

(۳) ۳۵/۴

(۴) ۱۵/۴

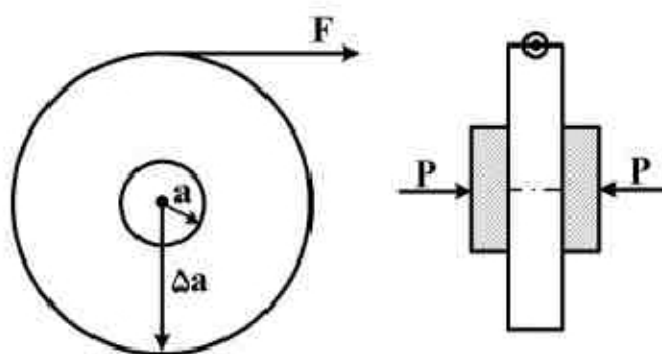
۲۰- قرقره سیم شکل زیر، از دو طرف توسط یک ترمز دیسکی نو با شعاع a ، نیروی محوری P و ضریب اصطکاک $\mu/3$ نگه داشته شده است. مقدار نیروی F برای باز کردن سیم چند برابر P می‌باشد؟

(۱) ۵/۴

(۲) ۵/۲

(۳) ۵/۵۴

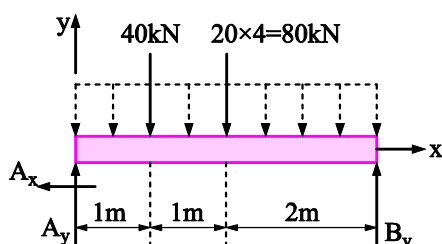
(۴) ۵/۵۸



پاسخ تشریحی

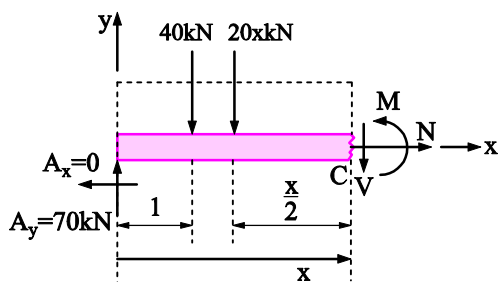
۱. گزینه ۱ درست است.

ابتدا مقادیر تکیه گاهی مورد نیاز را به دست می آوریم:



$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \rightarrow A_x = 0 \\ \sum M_B &= 0 \rightarrow (80 \times 2) + (40 \times 3) - (A_y \times 4) = 0 \\ &\rightarrow A_y = 70 \text{ kN}\end{aligned}$$

همان طور که می دانیم ممّان خمشی (M) در محلی ماکزیمم است که نیروی برشی (V) در آن نقطه صفر است. با توجه به مقدار $A_y = 70 \text{ kN}$ می تون گفت که نیروی برشی (V) در بازه $0 \leq x \leq 1$ قابلیت صفر شدن ندارد، پس در بازه $1 < x \leq 4$ به دنبال $V = 0$ هستیم. بنابراین داریم:



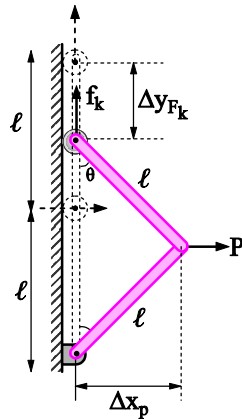
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \rightarrow 70 - 40 - 20x - V = 0 \\ &\xrightarrow{V=0} x = 1.5 \text{ m}\end{aligned}$$

حال در $x = 1.5 \text{ m}$ ممّان خمشی ماکزیمم را به دست می آوریم:

$$\begin{aligned}\sum M_C &= 0 \rightarrow M + \left[(20 \times x) \times \left(\frac{x}{2} \right) \right] + [40 \times (x - 1)] - (70 \times x) = 0 \\ &\xrightarrow{x=1.5 \text{ m}} M_{\max} = -62.5 \text{ kN.m}\end{aligned}$$

۲. گزینه 2 درست است.

حل را به کمک روش کار مجازی انجام می‌دهیم. سیستم مورد سؤال از نوع حالت اولیه و ثانویه معین است. پس داریم:



$$\text{معادله کار مجازی: } +Pdx_P - F_k dy_{F_k} = 0$$

$$\Delta x_P = l \sin \theta \rightarrow dx_P = l \cos \theta d\theta$$

$$\Delta y_{F_k} = 2l - 2l \cos \theta \rightarrow dy_{F_k} = 2l \sin \theta d\theta$$

$$F_k = k \Delta y_{F_k} = k(2l - 2l \cos \theta)$$

حال مقادیر فوق را در معادله کار مجازی قرار می‌دهیم:

$$+P(l \cos \theta d\theta) - [k(2l - 2l \cos \theta)](2l \sin \theta d\theta) = 0$$

$$\rightarrow P = 4lk(1 - \cos \theta) \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \rightarrow P = 4lk(\tan \theta - \sin \theta)$$

۳. گزینه 3 درست است.

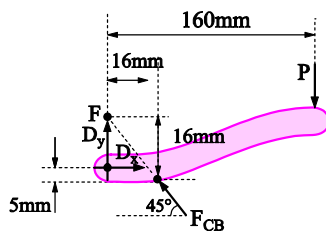
با بررسی مفصل M می‌توان گفت که عضو BM صفر نیرویی است. با بررسی مفصل A می‌توان گفت که عضوهای AB و AM و سپس عضو ML صفر نیرویی است. با بررسی مفصل C می‌توان گفت که عضو CL صفر نیرویی است و با بررسی مفصل E می‌توان گفت که عضوهای DE و DF صفر نیرویی هستند و با بررسی مفصل G می‌توان گفت که عضو JG صفر نیرویی است. پس:

$$F_{BM} = F_{AB} = F_{AM} = F_{ML} = F_{CL} = F_{DE} = F_{DF} = F_{JG} = 0$$

البته تعداد بیشتری از اعضای صفر نیرویی در خرپا وجود دارد که برای پایداری خرپا نمی‌توان آن را حذف کرد (مانند عضوهای FJ و JH و IH).

۴. گزینه 1 درست است.

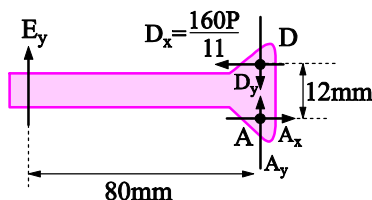
با دانستن این موضوع عضو که CB یک عضو دو نیرویی است، با بررسی عضو DC داریم:



$$\sum M_F = 0 \rightarrow D_x \times 11 - P \times 160 = 0$$

$$\rightarrow D_x = \frac{160P}{11}$$

حال در عضو ED داریم:

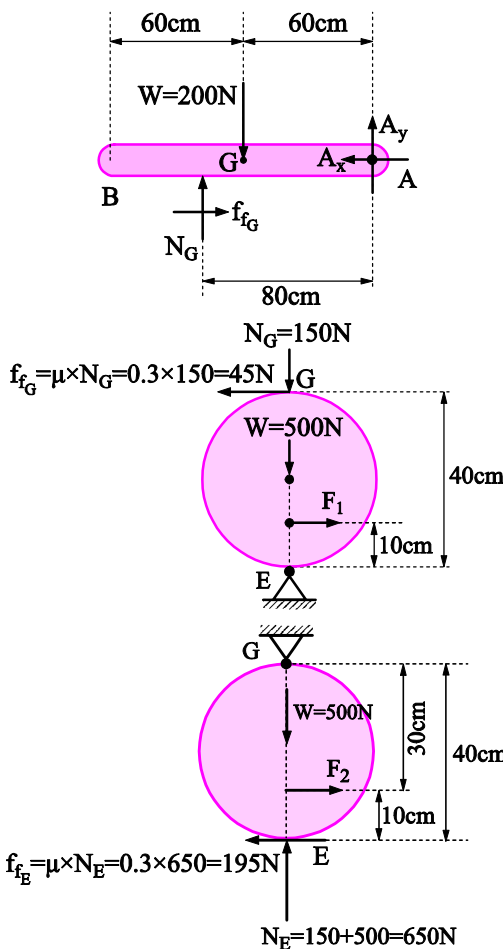


$$\sum M_A = 0 \rightarrow \frac{160P}{11} \times 12 - E_y \times 80 = 0$$

$$\rightarrow E_y = \frac{24P}{11}; 2.18P$$

۵. گزینه ۲ درست است.

ابتدا در عضو AB داریم:



$$\sum M_A = 0 \rightarrow 200 \times 60 - N_G \times 80 = 0$$

$$\rightarrow N_G = 150 \text{ N}$$

حال لغزش استوانه امکان دارد از سطح بالایی یا سطح زیرین رخ دهد. در حالت اول اگر استوانه از سطح بالایی بلغزد داریم:

$$\sum M_E = 0 \rightarrow f_{fG} \times 40 - F_1 \times 10 = 0$$

$$\xrightarrow{f_{fG}=45 \text{ N}} F_1 = 180 \text{ N}$$

در حالت دوم اگر استوانه از سطح زیرین بلغزد داریم:

$$\sum M_G = 0 \rightarrow F_2 \times 30 - f_{fE} \times 40 = 0$$

$$\xrightarrow{f_{fE}=195 \text{ N}} F_2 = 260 \text{ N}$$

که بین دو مقدار F_1 و F_2 مقدار کمتر یعنی $F_1 = 180 \text{ N}$ پاسخ درست است.

۶. گزینه ۴ درست است.

برای وقوع همزمان حرکت گردشی چرخ و لغزش طناب روی چرخ بایستی کوپل M برابر گشتاور اصطکاک ناشی از تسمه در آستانه لغزش باشد یعنی:

$$M = (F - W) \times r \quad (I)$$

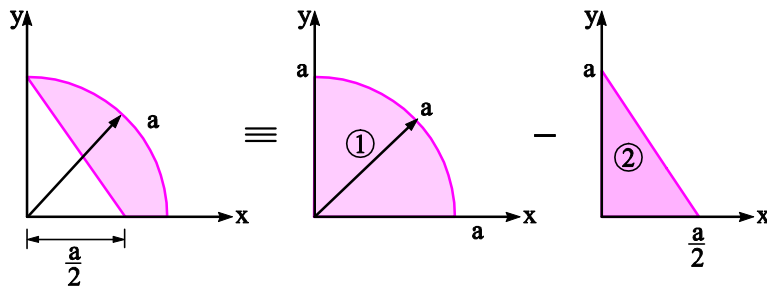
توجه شود که هنگام بالا آمدن وزن W ، نیروی F طرف سفت و نیروی W طرف شل می شود. پس رابطه اویلر از قرار زیر است:

$$F = W e^{\mu \alpha} \xrightarrow{\alpha = \frac{\pi}{2}} F = W e^{\frac{\mu \pi}{2}} \rightarrow W = \frac{F}{e^{\frac{\mu \pi}{2}}} \quad (II)$$

$$(I) \xrightarrow{(II)} M = \left(F - \frac{F}{e^{\frac{\mu \pi}{2}}} \right) r \rightarrow M = Fr \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{\mu \pi}{2}}} \right) \rightarrow \frac{M}{Fr} = \frac{e^{\frac{\mu \pi}{2}} - 1}{e^{\frac{\mu \pi}{2}}}$$

۷. گزینه ۱ درست است.

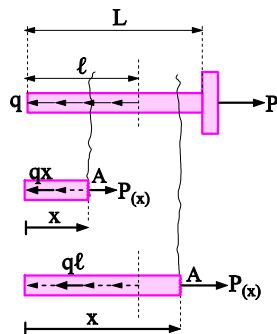
برای یافتن مرکز سطح شکل‌های منظم داریم:



$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{A_1 \bar{y}_1 - A_2 \bar{y}_2}{A_1 - A_2} = \frac{\left[\left(\frac{\pi a^2}{4} \right) \times \left(\frac{4a}{3\pi} \right) \right] - \left[\left(\frac{\frac{a}{2} \times a}{2} \right) \times \left(\frac{a}{3} \right) \right]}{\left(\frac{\pi a^2}{4} \right) - \left(\frac{\frac{a}{2} \times a}{2} \right)} = \frac{a}{\pi - 1}$$

۸. گزینه ۱ درست است.

اگر اصطکاک حاصل از تماس میخ با دیوار را همانند بار گستره خطی فرض کنیم، در بازه $0 < x < l$ خواهیم داشت:



$$\sum F_x = 0 \rightarrow P_{(x)} = qx$$

$$\sigma_{(x)} = \frac{P_{(x)}}{A} = \frac{qx}{A}$$

که در این ناحیه رفتار خطی نسبت به متغیر x دارد. حال در بازه $l < x < L$ داریم:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow P_{(x)} = ql$$

$$\sigma_x = \frac{P_{(x)}}{A} = \frac{ql}{A}$$

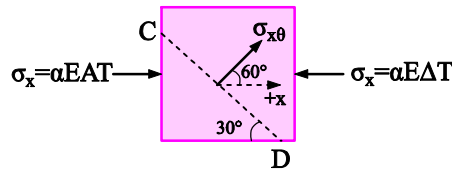
که در این ناحیه رفتار ثابت نسبت به متغیر x دارد، پس گزینه ۱ مناسب‌ترین می‌باشد.

۹. گزینه ۴ درست است.

شکل مورد سؤال در واقع چیدمان نوع سری با یک عضو می‌باشد که در آن چون افزایش دما داریم $(\Delta T > 0)$ پس $\epsilon_T > 0$ و چون پس از افزایش دما، میله در معرض تنش فشاری است، پس $\epsilon_M < 0$ می‌باشد. به دلیل یکسان بودن طول، روابط را براساس کرنش و همچنین چون صحبت از تنش شده، روابط را براساس تنش می‌نویسیم. همان طور که در متن درس گفته شده است داریم:

$$(\epsilon_T + \epsilon_M)_I = 0 \rightarrow +\alpha \Delta T - \frac{\sigma}{E} = 0 \rightarrow \sigma = \alpha E \Delta T$$

حال چون شرط تنش فشاری $\sigma_{x\theta} = -15 \text{ MPa}$ بر روی صفحه مایل CD گفته شده است، داریم:



$$\sigma_{x\theta} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$\frac{\sigma_x = -\alpha E \Delta T, \sigma_y = \tau_{xy} = 0}{\sigma_{x\theta} = -15 \text{ MPa}, \theta = 60^\circ} \rightarrow \sigma_{x\theta} = -15 = \frac{-\alpha E \Delta T + 0}{2} + \frac{-\alpha E \Delta T - 0}{2} \cos 120 + 0 \times \sin 120$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{60}{E\alpha}$$

۱۰. گزینه ۲ درست است.

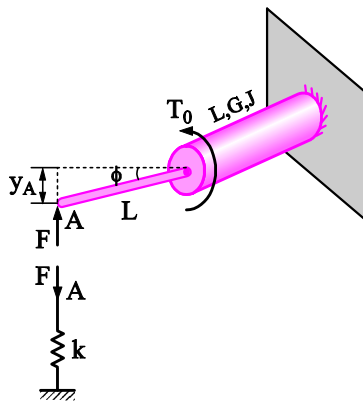
ورق نشان داده شده فرض تنش صفحه‌ای ($\sigma_z = 0$) دارد، طبق خواسته مسئله نسبت تغییر ضخامت ورق ($\epsilon_z \times t$) به $\epsilon_x + \epsilon_y$ عبارت است از:

$$\frac{\epsilon_z \times t}{\epsilon_x + \epsilon_y} = \frac{\frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] \times t}{\frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] + \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)]} \xrightarrow{\sigma_z=0} \frac{\epsilon_z \times t}{\epsilon_x + \epsilon_y} = \frac{-\nu(\sigma_x + \sigma_y) \times t}{(\sigma_x + \sigma_y) - \nu(\sigma_x + \sigma_y)}$$

$$\rightarrow \frac{\epsilon_z \times t}{\epsilon_x + \epsilon_y} = \frac{\nu t}{\nu - 1}$$

۱۱. گزینه ۳ درست است.

با توجه به شرط سازگاری در نقطه A داریم:



$$y_A = \phi L \rightarrow \frac{F}{k} = \left[\frac{T_0 L}{GJ} - \frac{(FL)L}{GJ} \right] \times L$$

$$\rightarrow \frac{F}{kL} + \frac{FL^2}{GJ} = \frac{T_0 L}{GJ} \rightarrow F \left(\frac{GJ + kL^3}{kL GJ} \right) = \frac{T_0 L}{GJ}$$

$$\rightarrow F = \frac{T_0 k L^2}{GJ + kL^3} \quad (I)$$

حال زاویه چرخش انتهای میله (ϕ) عبارت است از:

$$y_A = \phi L \rightarrow \phi = \frac{y_A}{L} = \frac{\frac{F}{k}}{L} = \frac{F}{kL} \xrightarrow{(I)} \phi = \frac{T_0 k L^2}{GJ + kL^3} = \frac{T_0 L}{GJ + kL^3}$$

۱۲. گزینه 4 درست است.

نسبت بار بحرانی در ستون اول (دو سر گیردار) به ستون دوم (یک سر گیردار - یک سر آزاد) عبارت است از:

$$\frac{P_{cr1}}{P_{cr2}} = \frac{\left(\frac{\pi^2 EI}{I_e^2} \right)_1}{\left(\frac{\pi^2 EI}{I_e^2} \right)_2} = \frac{\left(\frac{1}{2} \right)^2}{(2I)^2} = 16$$

۱۳. گزینه 1 درست است.

کرش حجمی المان ب عبارت است از:

$$\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{1-2\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) = \frac{1-2\nu}{E} [(\sigma_1 - \sigma_m) + (\sigma_2 - \sigma_m) + (\sigma_3 - \sigma_m)]$$

$$\rightarrow \varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{1-2\nu}{E} [\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 - 3\sigma_m] \xrightarrow{\sigma_m = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}} \varepsilon_V =$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{1-2\nu}{E} \left[\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 - 3 \times \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \right] = 0$$

$$\rightarrow \varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V_0} = 0 \xrightarrow{V_0 \neq \infty} \Delta V = 0$$

پاسخ اضافی: همان طور که در پلاستیسیته می دانیم هر المان تنش متشکل از دو المان تنش هیدرواستاتیک (المان الف) و المان تنش اعوجاجی (المان ب) می باشد که در تنش هیدرواستاتیک فقط تغییرات الاستیک حجمی را مشاهده می کنیم و در تنش اعوجاجی تغییرات پلاستیک (با شرط حجم ثابت) را تجربه می کنیم. پس در المان (ب) (تنش اعوجاجی) تغییر حجم المان صفر است.

۱۴. گزینه 3 درست است.

می دانیم که تنش های برشی τ_{xy} فقط در تغییر شکل المان نقش دارند و ابعاد المان را تغییر نمی دهند، بنابراین می توان اثر آن ها را در تغییر ضخامت ورق نادیده گرفت، پس برای به دست آوردن تغییر ضخامت ورق $(\varepsilon_z \times t)$ داریم:

$$\varepsilon_z \times t = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu (\sigma_x + \sigma_y)] \times t \xrightarrow{\sigma_z=0} \varepsilon_z \times t = \frac{-t\nu (\sigma_x + \sigma_y)}{E}$$

۱۵. گزینه 2 درست است.

۱۶. گزینه 3 درست است.

۱۷. گزینه 3 درست است.

با توجه به شرط نسبت تبدیل (4:1) و (200mm) فاصله مراکز داریم:

$$i = \frac{N_g}{N_p} \xrightarrow{i=4} \frac{N_g}{N_p} = 4 \rightarrow N_g = 4N_p \quad (I)$$

$$d' = \frac{m(N_p + N_g)}{2} \xrightarrow[d'=200\text{mm}]{(I)} 200 = \frac{m(N_p + 4N_p)}{2} \rightarrow mN_p = 80 \quad (II)$$

همان طور که در متن درس گفته شد کمترین تعداد دندان پینیون با پیش فرض دندان بلند 18 عدد است:

$$N_{\min} \Big|_p = \frac{2k}{\sin^2 \phi} = \frac{2 \times 1}{\sin^2 20} ; 17.1 = 18 \quad (III)$$

بنابراین داریم:

$$(II) \xrightarrow{(III)} m \leq \frac{80}{N_{\min} \Big|_p} = \frac{80}{18} = \frac{40}{9}$$

۱۸. گزینه 2 درست است.

مقدار تنش ماکزیمم (σ_{\max}) که در واقعیت کرنش سنج آن را (با احتساب تمرکز تنش) اندازه گیری کرده عبارت است از:

$$\sigma_{\max} = E\varepsilon = (200 \times 10^3) \times (0.003) = 600 \text{ MPa}$$

حال تنش نامی در آن نقطه (بدون احتساب تمرکز تنش) عبارت است از:

$$\sigma_0 = \frac{MC}{I} = \frac{\left[(10 \times 10^3) \times (0.1 \times 10^3) \right] \times \left(\frac{50}{2} \right)}{\frac{10 \times 50^3}{12}} = 240 \text{ MPa}$$

و از تعریف ضریب تمرکز تنش داریم:

$$k_t = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_0} = \frac{600}{240} = 2.5$$

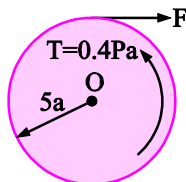
۱۹. گزینه 3 درست است.

۲۰. گزینه 4 درست است.

گرچه در صورت سوال صحبت از ترمز شده اما شکل سوال کلاچ سه صفحه ای ($N=2$) را نشان داده است. اگر نیروی P به کلاچ اعمال شود، گشتاور آن با فرضیه فشار یکنواخت (نو) عبارت است از:

$$T_{\text{up}} = \frac{2F\mu N}{3} \frac{R_o^3 - R_i^3}{R_o^2 - R_i^2} = \frac{2P \times 0.3 \times 2}{3} \times \frac{a^3 - 0^3}{a^2 - 0^2} = 0.4 \text{ Pa}$$

حال در قرقره داریم:



$$\sum M_O = 0 \rightarrow 0.4 \text{ Pa} = F \times 5a \\ \rightarrow F = 0.08 P$$