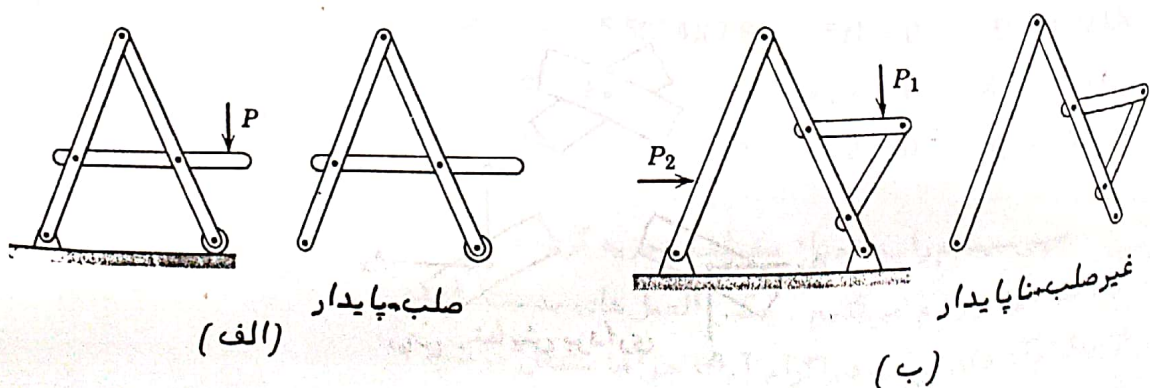


قاب یا ماشین به سیستمی گفته می‌شود که حداقل یکی از عضوهای آن چند نیرویی باشد، قاب به منظور انتقال بار طراحی شده و معمولاً "در جای خود ثابت است". ماشین‌ها دارای اجزاء متحرک بوده و می‌توانند نیرو یا کوپل‌های ورودی را به مقادیر خروجی خواسته شده تبدیل کنند. از آنجا که نیروی بوجود آمده در عضوهای چند نیرویی لزوماً "در امتداد این عضوها قرار نمی‌گیرد"، آنالیز سازه قاب به کمک روش‌های گفته شده در بخش ۴-۳، ۴-۴ و ۴-۵ انجام نمی‌شود.

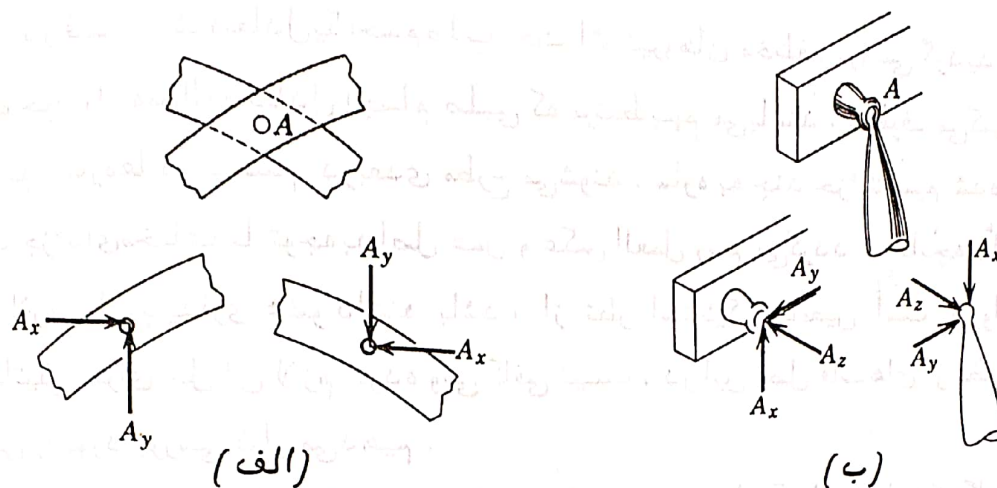
در فصل گذشته تعادل یک جسم صلب تحت اثر نیروهای مختلف بررسی گردید. در اینجا توجه خود را به مطالعه تعادل اجسام صلبی که مرتبط به هم می‌باشند، معطوف می‌کنیم. بیشتر این نوع سازه‌ها در سیستم دوبعدی مطرح می‌شوند. سازه به چند جزء تقسیم شده و دیگرام آزاد جزءهای مختلف با توجه به اصل عمل و عکس العمل رسم می‌گردد. چنانچه سازه بیش از حد لازم برای پایداری عضو داشته باشد، از نظر استاتیکی نامعین است و روابط تعادل استاتیکی برای حل آن لازم بوده ولی کافی نیست. در این فصل قاب‌های از نظر استاتیکی معین را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

چنانچه قاب مطابق شکل ۴-۱۳ الف، صلب بوده و بتوان آنرا جدا از تکیه‌گاه‌ها بررسی کرد، قاب را به صورت یک واحد صلب در نظر گرفته و کلیه بارگذاری‌های خارجی را به آن اعمال می‌کنیم. سپس قاب به جزءهای مختلف تجزیه شده و تعادل هر جزء جداگانه بررسی می‌شود. روابط بدست آمده همراه با شرایط همسازی آنالیز قاب را ممکن می‌سازد. اگر سازه بدون اتکاء به تکیه‌گاه یک سیستم صلب نباشد، مانند شکل ۴-۱۳ ب، تعیین نیروهای عکس-العمل تکیه‌گاهی جز با بررسی اجزاء مختلف سازه امکان پذیر نیست.



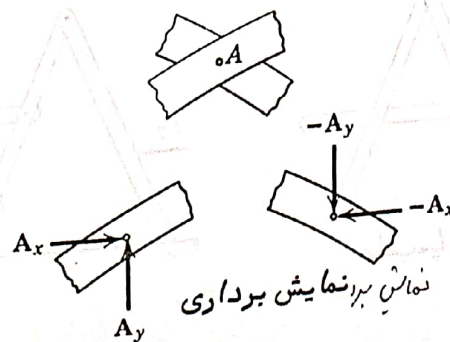
شکل ۴-۱۳

در بیشتر حالت‌ها در آنالیز قاب و ماشین از مؤلفه‌های عمود بر هم نیرو استفاده می‌شود. در بعضی از سیستم‌های سه‌بعدی زمانیکه گشتاور حول محورهایی که موازی با محورهای مختصات نیست گرفته می‌شود، بهتر است از ضرب برداری استفاده گردد. گاه تعیین دقیق نیروها ممکن در اعمال نیروها به دیاگرام آزاد سیستم تحت بررسی، گاه تعیین دقیق نیروها ممکن نیست و لازم می‌شود که بعضی از نیروها با جهت اختیاری منظور گردند. با اینحال لازم است اصل عمل و عکس العمل را در نظر داشت.



شکل ۴ - ۱۴

چنانچه بعد از انتخاب دلخواه نیروها، جواب بدست آمده برای یک عضو منفی باشد، بدین مفهوم است که جهت نیروی آن عضو درست انتخاب نشده و نیاز به تصحیح دارد. برای مثال چنانچه A_x ، با جهت فرض شده در شکل ۴ - ۱۴ الف، با مقدار منفی بدست آید، نتیجه می‌گیریم که جهت آن درست نبوده و باید مطابق شکل ۴ - ۱۵ تصحیح گردد.

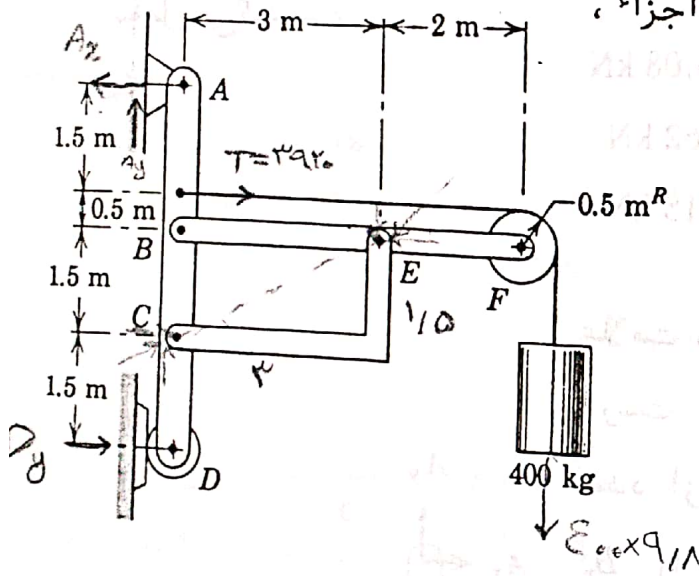


شکل ۴ - ۱۵

گاه با انتخاب صحیح اجزاء یک سیستم برای رسم دیاگرام آزاد و بررسی و نیز انتخاب صحیح دستگاه محورهای مختصات می‌توان از حل همزمان یک تعداد معادله برای حل نیروهای مجهول اجتناب کرد و آنالیز را با مطالعه اجزاء‌های معین یکی پس از دیگری ادامه داد.

تمرین نمونه ۴-۵

سیستم نشان داده شده در شکل وزنه‌ای به جرم ۴۰۰-kg را تحمل می‌کند. با صرف‌نظر از وزن اجزاء، مؤلفه‌های نیروی وارد شده به آنها را تعیین کنید.



توجه: این قاب از نوع نشان داده شده در شکل ۴-۱۳ الف می‌باشد.

حل. ملاحظه می‌کنیم که این سازه از نظر خارجی معین بوده و چنانچه از تکیه‌گاه‌های خود جدا گردد پایدار می‌باشد.

از بررسی دیاگرام آزاد کل سیستم داریم.

$$\begin{aligned} [\Sigma M_A = 0] \quad & 5.5(0.4)(9.81) - 5D = 0 \quad D = 4.32 \text{ kN} \\ [\Sigma F_x = 0] \quad & A_x - 4.32 = 0 \quad A_x = 4.32 \text{ kN} \\ [\Sigma F_y = 0] \quad & A_y - 3.92 = 0 \quad A_y = 3.92 \text{ kN} \end{aligned}$$

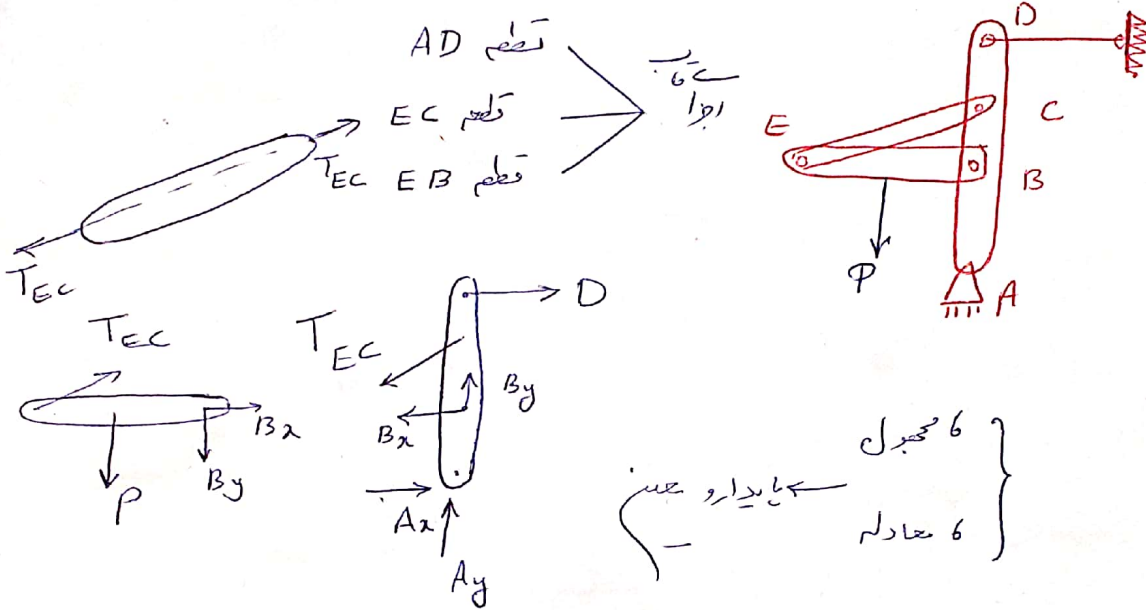
دیاگرام

قاب (Frame structure)

تعریف: عبارت است از، سازه‌ای که شکل از تعدادی عضو که به یکدیگر سب به هم اتصال یافته اند و در اصل یک

عضو صید سبزه داشته باشد.

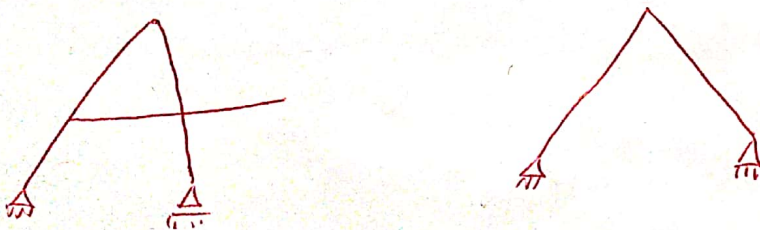
اتصال اعضای مختلف قاب به یکدیگر می‌تواند بصورت مطلب یا مغضلی باشد.



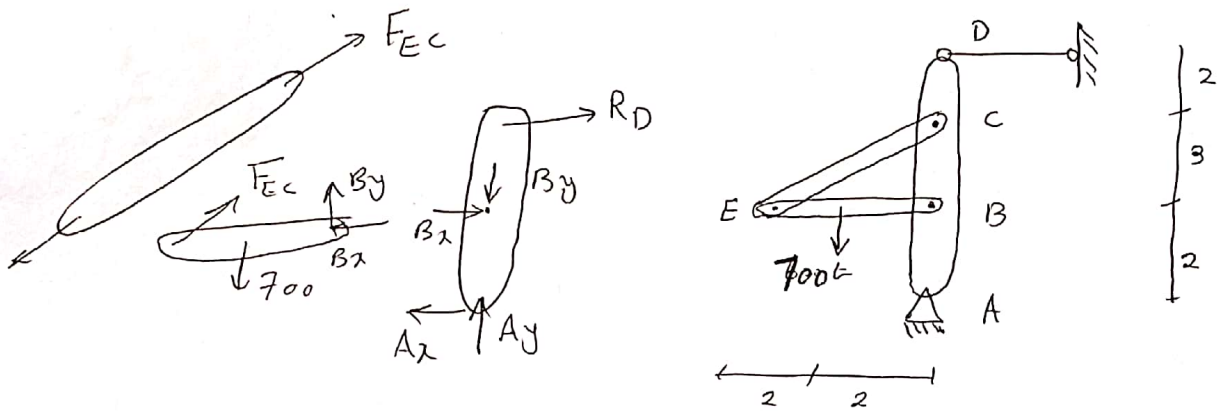
انواع قاب ها مغضلی

مطلب: قابی است که از آن گویه ظاهر خود جدا شود؛ شکل هندسی اولیه (باید از دست خود را از دست نمی دهد)

غیر مطلب: قابی است که در صورت جدا کردن گویه خارجی خود، بیاری خود را از دست می دهد (باید از دست آن وابسته به گویه خارجی است).



مثال: قاب نشاء داده شده تحت اثر بار موزونی در زیر است مطلوب است تحلیل سازه را انجام
نیروی داخلی عمودی اعضا:



A_x, A_y
 B_x, B_y تکیه
 R_D, F_{EC}

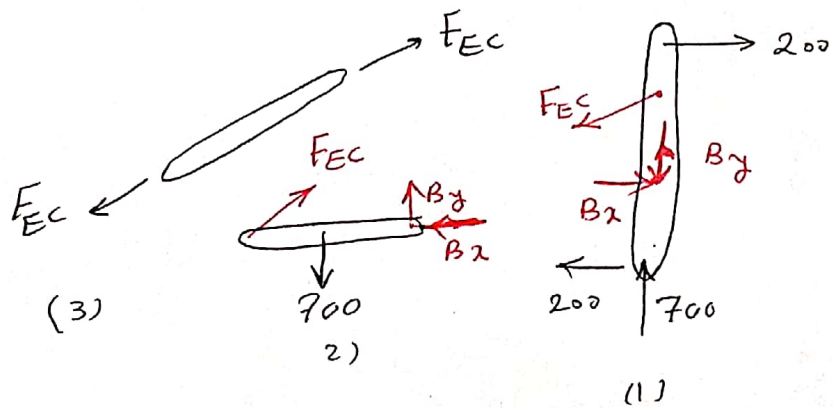
$$\sum M_A = 0$$

$$\rightarrow R_D \times 7 = 700 \times 2$$

$$R_D = 200 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow A_y = 700$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow R_D = A_x = 200 \text{ ton}$$



F_{EC} تکیه
 B_x, B_y

$$\sum M_B = 0 \rightarrow F_{EC} \times 8 \times 4 = 700 \times 2$$

$$8 \times 4 = \frac{3}{5}$$

$$F_{EC} \times \frac{12}{5} = 700 \times 2$$

$$F_{EC} = \frac{700 \times 2 \times 5}{12} = \frac{7000}{12}$$

$$\sum M_E = 0 \rightarrow B_y \times 4 = 700 \times 2 \rightarrow B_y = 350 \text{ t}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{EC} \cos \alpha = B_x$$

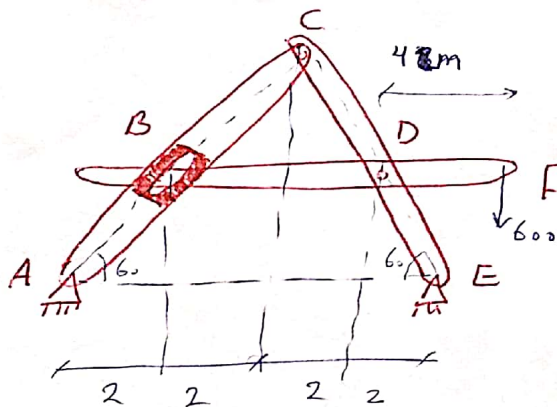
$$\frac{7000}{12} \times \frac{4}{5} = \frac{7000}{15} = B_x$$

$$\rightarrow \begin{cases} F_{EC} = \frac{7000}{12} \text{ t} \\ B_x = \frac{7000}{15} \text{ t} \\ B_y = 350 \text{ t} \end{cases}$$

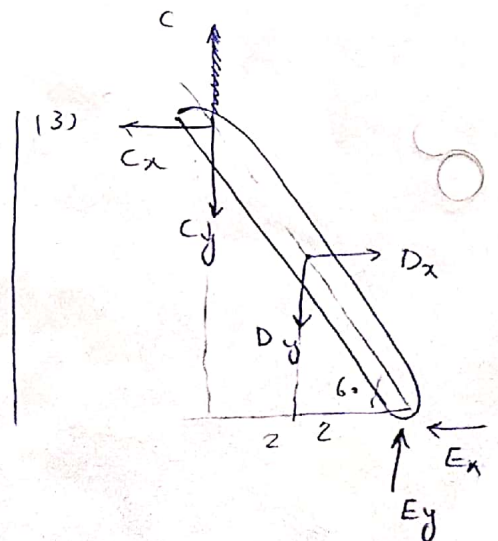
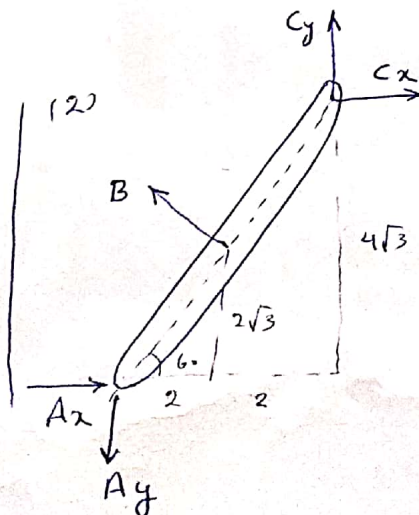
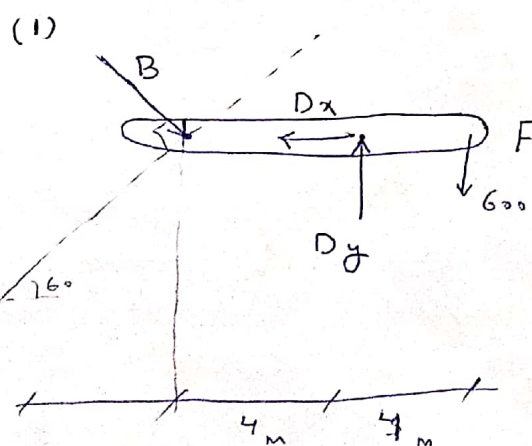
الف) به منظور تحلیل قلاب ها مطلب، ابتدا برای رسم آزاد کل قلاب رسم کرده، سپس با در نظر گرفتن حرکت از اعضا، در رسم برای رسم آزاد حرکت، نیز در داخل محدودیت می آوریم.

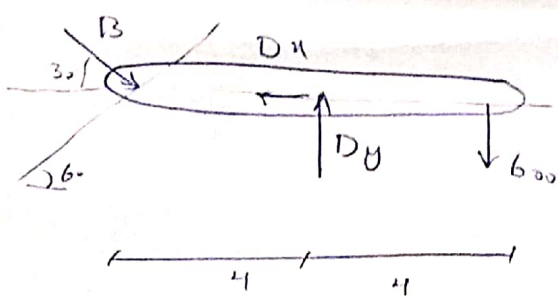
ب) به منظور تحلیل قلاب غیر مطلب، از ابتدا، کلیه اعضا را از یکدیگر جدا کرده در رسم آزاد همه اعضا را رسم می کنیم.

مثال: قلاب نشان داده شده شده، از سه عضو تشکیل شده است و تحت اثر بار 600 N است. مطلوب است می سب را ترسیم کنیم و در رسم برای رسم آزاد همه اعضا، جانب نیز در داخل اعضا:



(عضو BDF از داخل عضو AC عبور کرده در نقطه B با AC تکیه کرده است. بنابراین نیروی تماسی بر آن وارد می شود.)



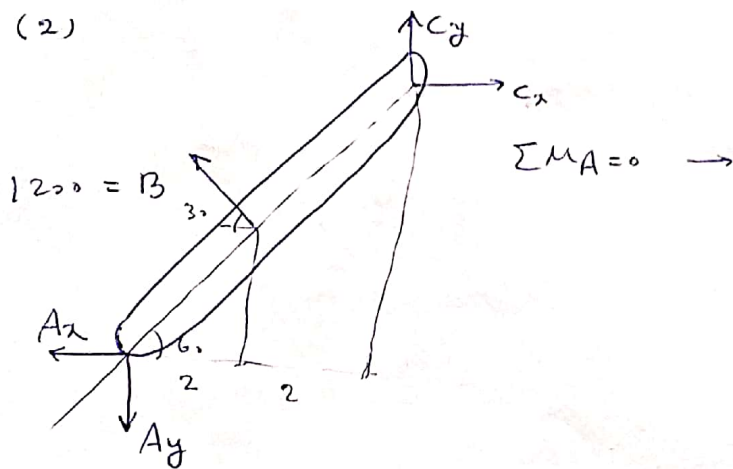


$$\sum M_B = 0 \rightarrow 600 \times 8 = D_y \times 4 \rightarrow D_y = 1200 \text{ lb}$$

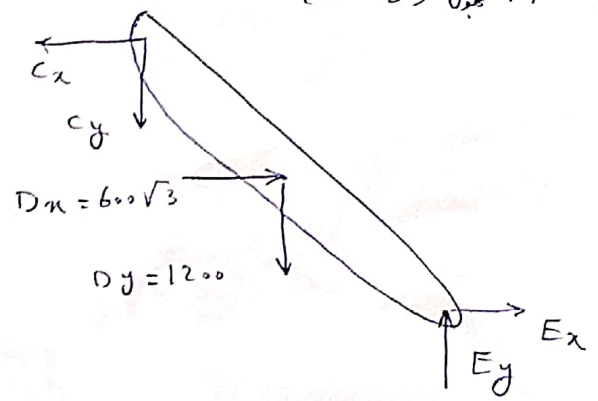
$$\sum M_D = 0 \rightarrow 600 \times 4 = (B \sin 30^\circ) \times 4 \rightarrow B = 1200$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow B \cos 30^\circ = D_x \rightarrow 1200 \frac{\sqrt{3}}{2} = 600\sqrt{3} = D_x$$

(2)



(4' مجول، 3' ارتفاع)



$$\sum M_A = 0 \rightarrow C_x \times 4\sqrt{3} + 4C_y = 1200 \times 4$$

$$\sum M_E = 0 \rightarrow C_x \times 4\sqrt{3} + 4C_y = 600\sqrt{3} \times 2\sqrt{3} - 1200 \times 2$$

$$\sqrt{3} C_x - C_y = 1200$$

$$\sqrt{3} C_x + C_y = 300$$

$$2\sqrt{3} C_x = 1500$$

$$C_x = \frac{750}{\sqrt{3}} = 250\sqrt{3}$$

$$2C_y = -900 \rightarrow C_y = -450$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow A_x + 600\sqrt{3} = 250\sqrt{3} \rightarrow A_x = -350\sqrt{3}$$

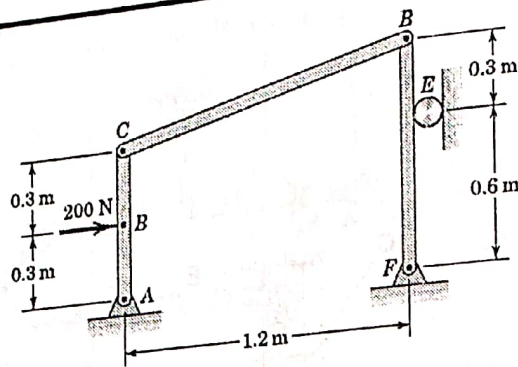
$$\sum F_y = 0 \rightarrow A_y = 600 - 450 = 150$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow E_x + 600\sqrt{3} = 250\sqrt{3} \rightarrow E_x = -350\sqrt{3}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow E_y = 1200 - 450 = 750$$

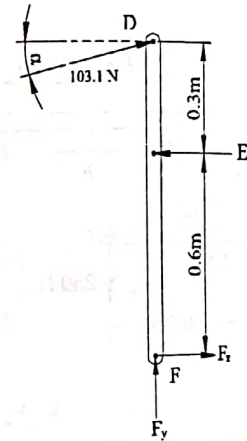
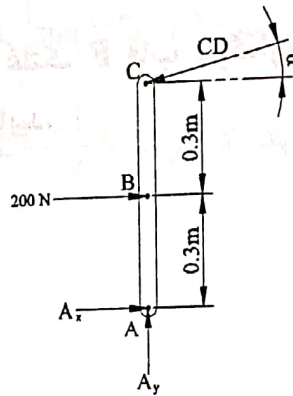
75

نیروی تحمل شده توسط غلتک E را
پیدا کنید.

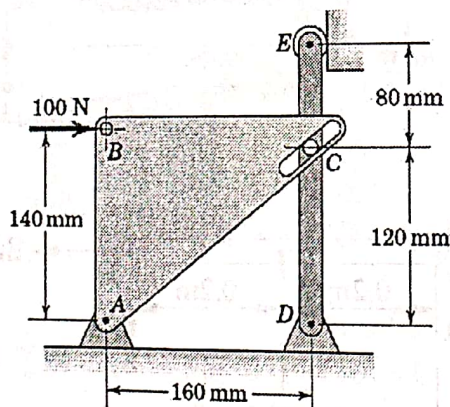


$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0.3}{1.2}\right) = 14.04^\circ$$

$$\begin{cases} \sum M_A = 0 \rightarrow CD \cos(\alpha)(0.6) - 200(0.3) = 0 \\ \rightarrow CD = 103.1 \text{ N} \\ \sum M_F = 0 \rightarrow E(0.6) - 103.1 \cos(14.04^\circ)(0.9) = 0 \\ \rightarrow E = 150 \text{ N} \end{cases}$$



اندازه نیروی وارد بر پین نقطه D را
پیدا کنید. پین C در DE ثابت شده است و به
شیار مستطیلی واقع در صفحه مستطیلی تکیه
پیدا می‌کند.



$$\sum M_A = 0 \rightarrow C\sqrt{120^2 + 160^2} - 140(100) = 0 \rightarrow C = 70 \text{ N}$$

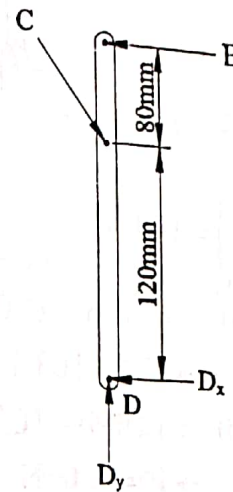
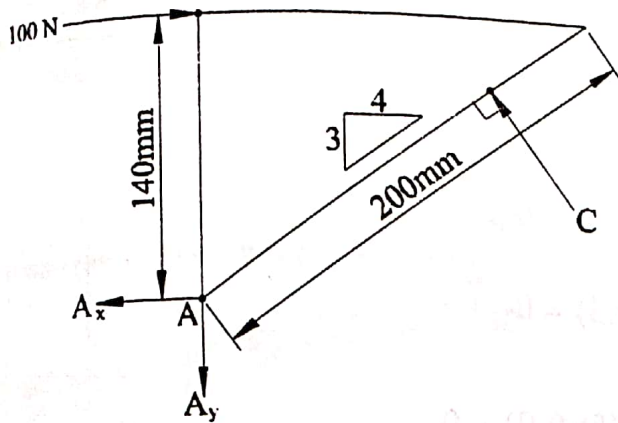
$$\sum M_D = 0 \rightarrow 200E - 70\left(\frac{3}{5}\right)(120) = 0 \rightarrow E = 25.2 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow D_x + 25.2 - 70\left(\frac{3}{5}\right) = 0 \rightarrow D_x = 16.8 \text{ N}$$

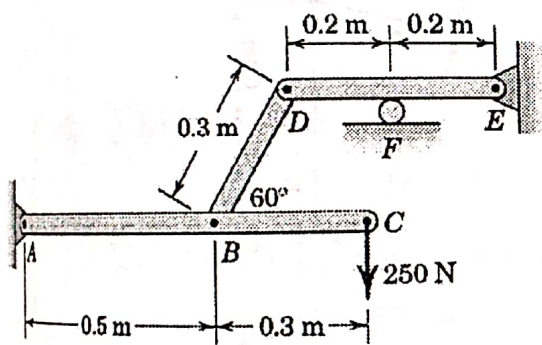
۲۷۰ / تحلیل و تشریح کامل مسائل استاتیکی

$$\sum F_y = 0 \rightarrow D_y - 70\left(\frac{4}{5}\right) = 0 \rightarrow D_y = 56 \text{ N}$$

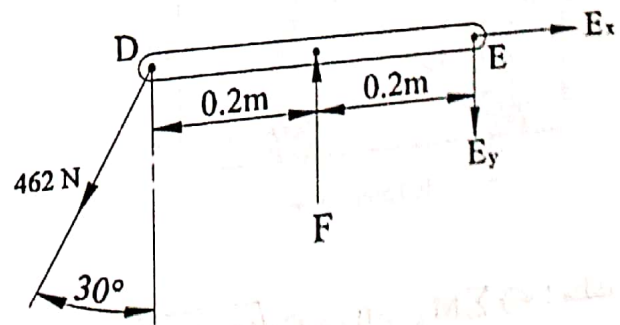
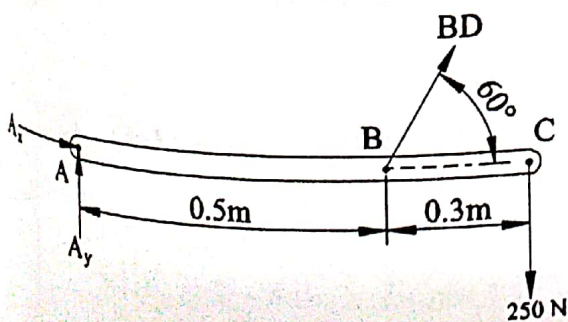
$$D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = 58.5 \text{ N}$$

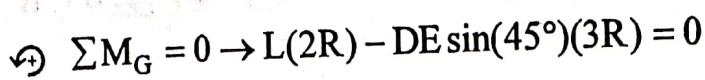


۷۳-۴۵) عکس العمل غلتک F قاب بارگذاری شده در شکل را تعیین نمایید.

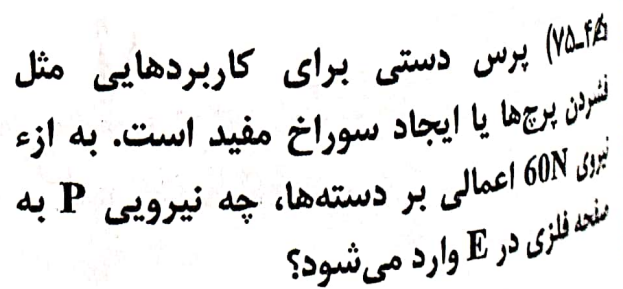


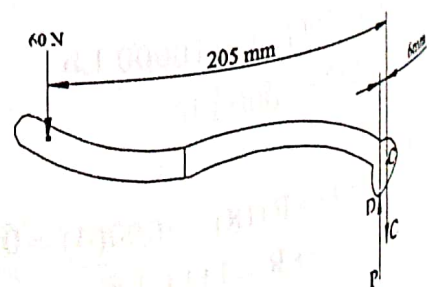
$$\begin{cases} \sum M_A = 0 \rightarrow BD \sin(60^\circ)(0.5) - 250(0.8) = 0 \\ \rightarrow BD = 462 \text{ N} \\ \sum M_E = 0 \rightarrow 462 \cos(30^\circ)(0.4) - F(0.2) = 0 \\ \rightarrow F = 800 \text{ N} \end{cases}$$

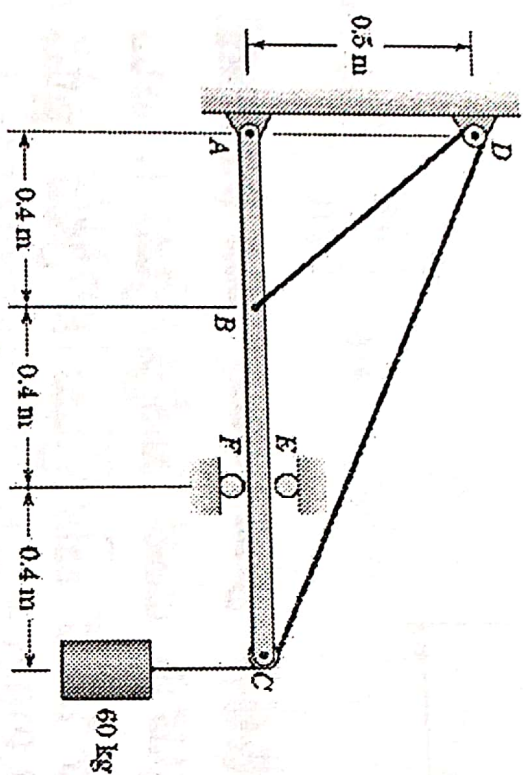




$$\hookrightarrow \Sigma M_A = 0 \rightarrow \left(\frac{2\sqrt{2}}{3} L \right) \sin(45^\circ)(3R) - CH(2R) - M = 0$$


$$\sum M_C = 0 \rightarrow 60(205) - P(6) = 0$$

$$\rightarrow P = 2050 \text{ N}$$




$$T = 60(9.81) = 589 \text{ N}$$

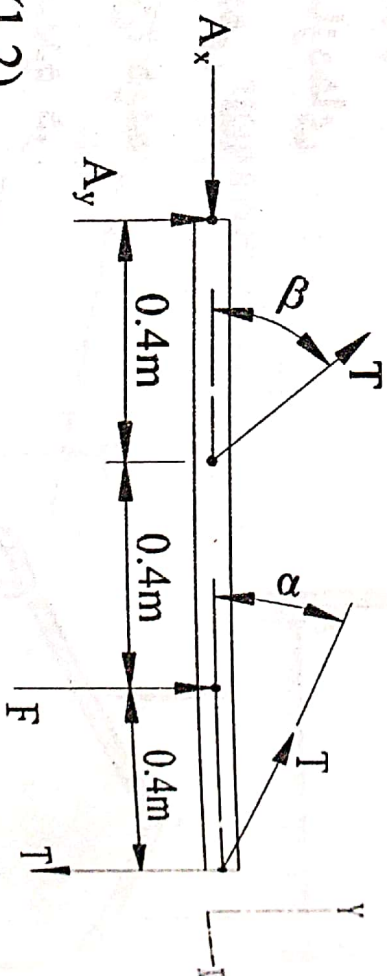
$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{0.5}{1.2} \right) = 22.6^\circ$$

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{0.5}{0.4} \right) = 51.3^\circ$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow T \sin(\beta)(0.4) + T \sin(\alpha)(1.2)$$

$$-T(1.2) + F(0.8) = 0$$

$$\rightarrow F = 314 \text{ N}$$



اینکه را بدست آورید پوئی های نقاط C و D
 اینن کرده و اندازه و جهت نیروی عکس العملی
 A انداز عکس العمل بین واقع در نقطه A
 بویک هستند.