

MÜHENDİSLİK MEKANİĞİ

STATİK

Behcet DAĞHAN

STATİK

İÇİNDEKİLER

1• GİRİŞ

- Skalerler ve Vektörler
- Newton Kanunları

2• KUVVET SİSTEMLERİ

- İki Boyutlu Kuvvet Sistemleri
- Üç Boyutlu Kuvvet Sistemleri

3• DENGE

- Düzlemde Denge
- Üç Boyutta Denge

4• YAPILAR

- Düzlem Kafes Sistemler
- Çerçeveler ve Makinalar

5• SÜRTÜNME

6• KÜTLE MERKEZLERİ ve GEOMETRİK MERKEZLER



STATİK

4

YAPILAR

STATİK

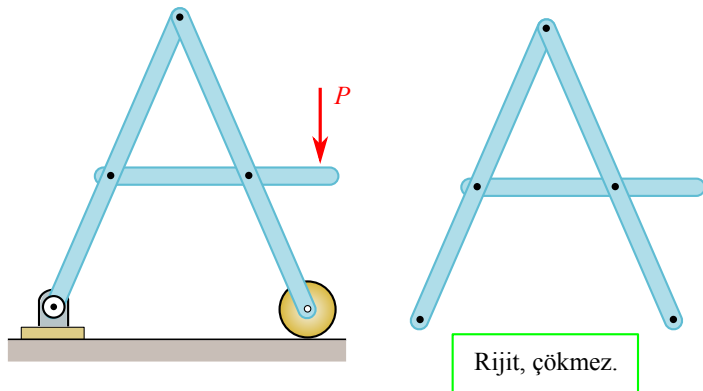
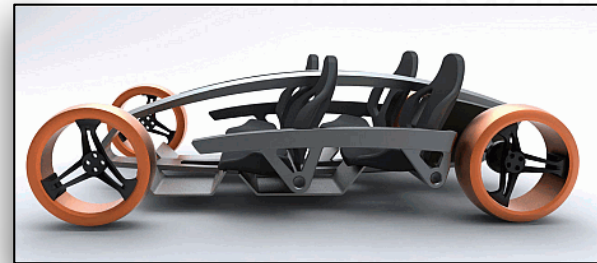
4.2

Çerçeveler ve Makinalar

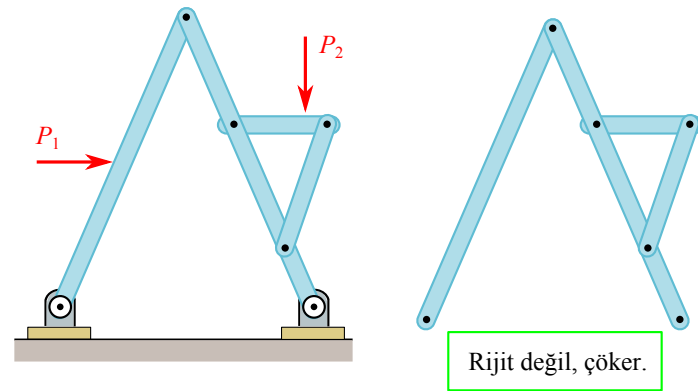
Birbirine bağlanmış elemanlardan meydana gelen yapılarda,
eğer en az bir tane "**ikiden fazla kuvvet taşıyan eleman**" varsa
o zaman o yapı çerçeve veya makina kategorisinde incelenir.

Çerçeveler genellikle sabit yapılardır. Makinalar ise hareketli parçaları olan yapılardır.

Bir elemana ikiden fazla kuvvet etki ediyorsa veya
iki kuvvet etki ediyor ve fakat aynı zamanda bir de kuvvet çifti veya kuvvet çiftleri etki ediyorsa
artık o eleman "**yalnızca iki kuvvet taşıyan eleman**" olmaktan çıkar ve "**ikiden fazla kuvvet taşıyan eleman**" olur.



Eğer bir çerçeveyi mesnetlerinden ayırdığımız zaman
kuvvet tesiri altında şekli bozulmazsa
çerçevenin tamamı bir rijit cisim olarak göz önüne alınabilir.



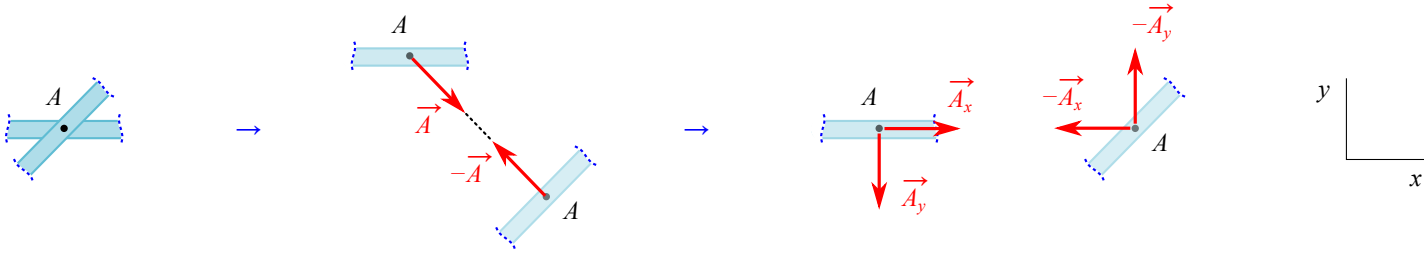
Ama çerçeveyi mesnetlerinden ayırdığımız zaman
kuvvet tesiri altında şekli bozulursa
çerçevenin tamamı bir rijit cisim olarak göz önüne alınamaz.

Bir yapıyı tasarlarken yapıyı meydana getiren parçaların taşıdığı kuvvetleri bulmaya ihtiyaç vardır.

Bu amaçla yapı parçalara ayrılarak her bir parçanın dengesi ayrı ayrı incelenir.

Bunu yaparken de etki-tepki prensibinden sıkça faydalanılır.

Birbirine kuvvet uygulayan parçalara etki eden kuvvetler etki-tepki prensibine göre eşit şiddette, zıt yönde ve aynı tesir çizgisindedir.

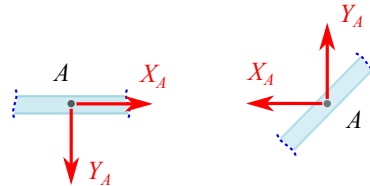


A_x ve A_y sembolleri A kuvvetinin x ve y -bileşenlerinin hem yönünü hem de şiddetini gösterir.

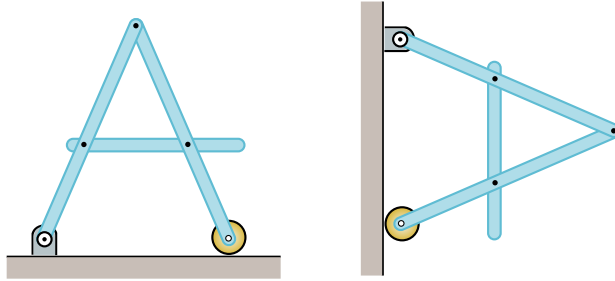
X_A ve Y_A sembolleri ise bileşenlerin yalnızca şiddetini göstermek amacı ile kullanılan sembollerdir.

$$X_A = |A_x|$$

$$Y_A = |A_y|$$



Rijit çerçevenin mesnetlerinin birisi sabit diğeri tekerlekli mesnet ise

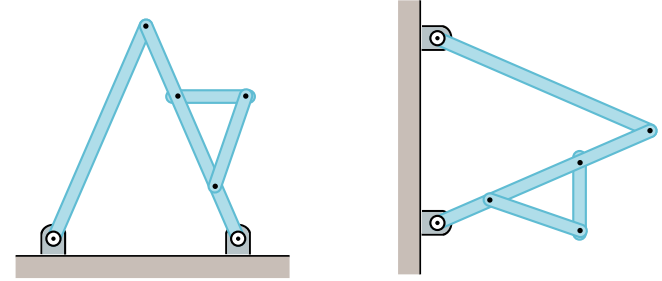


Rijit çerçeve

Yükleme durumu ne olursa olsun

mesnet tepkilerinin tamamı çerçevenin tamamının dengesinden **bulunabilir**.

Rijit olmayan çerçevenin mesnetlerinin ikisi de daima sabit mesnettir.

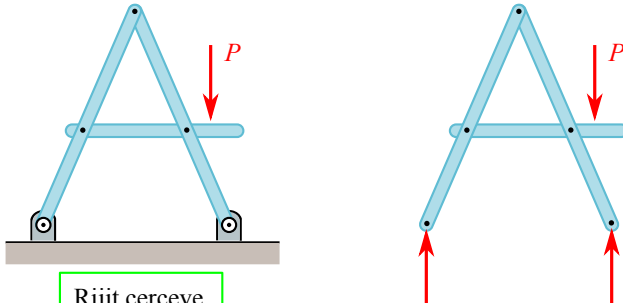


Rijit olmayan çerçeve

Yükleme durumu ne olursa olsun

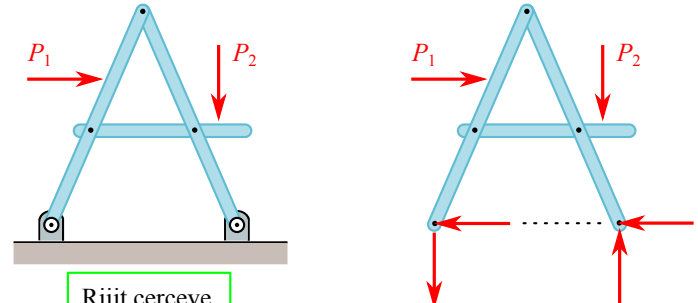
mesnet tepkilerinin tamamı çerçevenin tamamının dengesinden **bulunamaz**.

Rijit çerçevenin mesnetlerinin ikisi de sabit mesnet ise



Rijit çerçeve

Mesnet tepkilerinin tamamı bulunabilir.



Rijit çerçeve

Mesnet tepkilerinin ikisi bulunabilir.

Örnek Problem 4/8

Şekildeki gibi mesnetlenmiş ve yüklenmiş olan çerçevenin mesnet tepkilerini bulunuz.

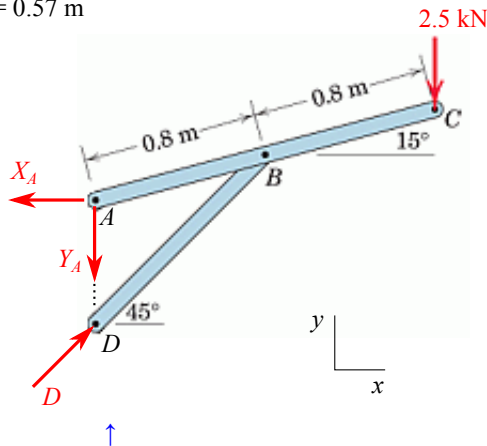
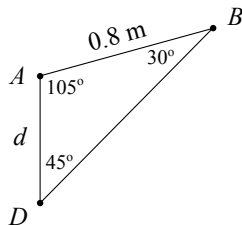
Verilenler:

$$P = 2.5 \text{ kN}$$

Çözüm

Çerçeveyi mesnetlerinden ayırdığımız zaman kuvvet tesiri altında şekli bozulur. Rijit değildir. Dolayısı ile mesnet tepkilerinin 4 bilinmeyenidir. Çerçevenin tamamının dengesinden mesnet tepkilerinin tamamı bulunamaz.

$$\frac{d}{\sin 30^\circ} = \frac{0.8}{\sin 45^\circ} \quad d = 0.57 \text{ m}$$



$$\Sigma M_A = 0$$

$$D \cos 45^\circ (d) - 2.5 (1.6 \cos 15^\circ) = 0$$

$$D = 9.66 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$D \cos 45^\circ - X_A = 0$$

$$X_A = 6.83 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$D \sin 45^\circ - Y_A - 2.5 = 0$$

$$Y_A = 4.33 \text{ kN}$$

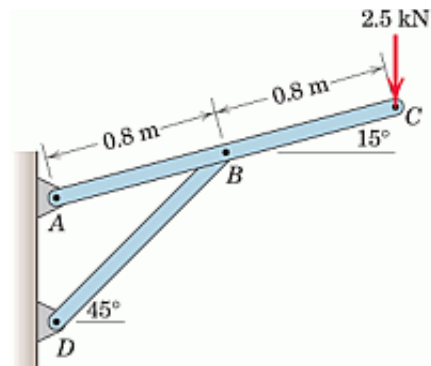
İstenenler:

$$X_A = ?$$

$$Y_A = ?$$

$$D = ?$$

BD elemanının dengesi incelendiği zaman görülür ki, BD elemanı yalnızca iki kuvvet taşıyan elemandır. Dolayısıyla D kuvvetinin tesir çizgisi D ve B noktalarından geçer. Böylece D deki mesnet tepkisinin yönü bulunmuş olur. Geriye kalan 3 bilinmeyen çerçevenin tamamının dengesinden bulunabilir.



Örnek Problem 4/9

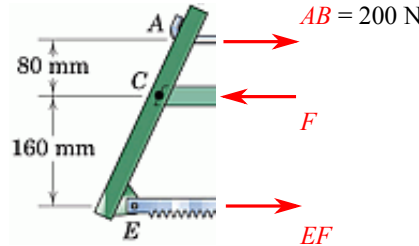
Şekildeki ayarlı testerenin kelebek somunu B , AB çubuğundaki çekme kuvveti 200 N oluncaya kadar sıkılmıştır. C piminin taşıdığı F kuvvetinin şiddetini ve EF testeresindeki kuvveti bulunuz.

Verilenler:

$$AB = 200 \text{ N}$$

AB , CD ve EF elemanlarının üçü de "yalnızca iki kuvvet taşıyan eleman"dır.

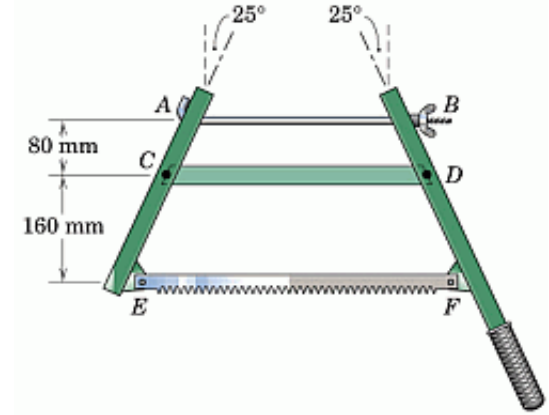
Çözüm



İstenenler:

$$F = ?$$

$$EF = ?$$



$$\Sigma M_C = 0$$

$$EF (160) - AB (80) = 0$$

$$EF = 100 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

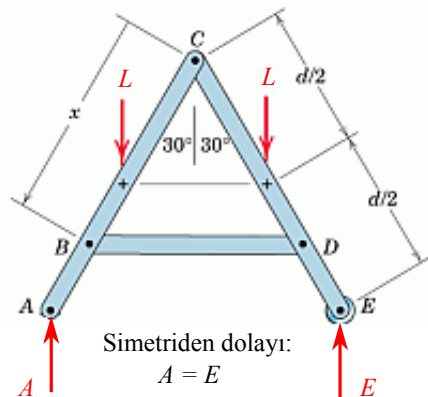
$$AB - F + EF = 0$$

$$F = 300 \text{ N}$$

Örnek Problem 4/10

Şekildeki gibi mesnetlenmiş ve yüklenmiş olan çerçevenin BD elemanının taşıdığı kuvveti x e bağlı olarak bulunuz.

Verilenler:

 L 

Diğer kuvvetler birbirine paralel olduğu için A mesnede ortaya çıkan kuvvet de onlara paralel olur.

İstenenler:

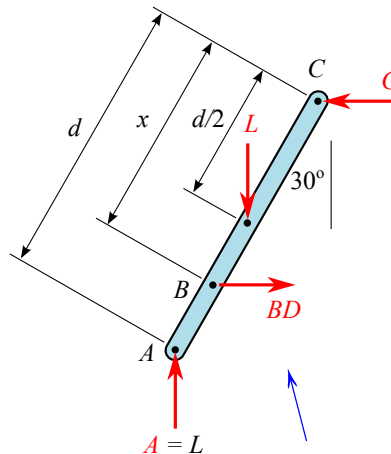
 $BD = ?$ 

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A + E - L - L = 0$$

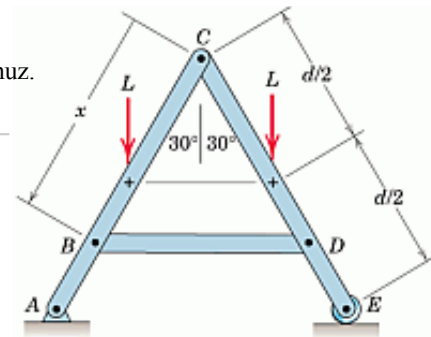
$$A = L$$

Çözüm



$$\Sigma M_C = 0$$

$$L ((d/2) \sin 30^\circ) + BD (x \cos 30^\circ) - A (d \sin 30^\circ) = 0$$



C nin yönünün neden böyle seçildiğinin açıklaması

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{A} + \vec{L} + \vec{C} + \vec{BD} = \vec{0}$$

$$= \vec{0}$$

$$\vec{C} = -\vec{BD}$$

Aslında C nin yönü sonucu etkilemez.
Çünkü C noktasına göre moment alacağız.

BD elemanı "yalnızca iki kuvvet taşıyan eleman"dır.

$$BD = \frac{L d}{2 x} \tan 30^\circ$$

Örnek Problem 4/11

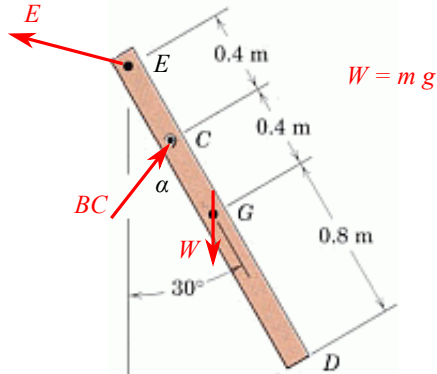
Kütlesi 80 kg ve ağırlık merkezi G de olan ED havalandırma kapağı şekilde görüldüğü gibi AB kolunun A noktasına uygulanan bir M kuvvet çifti ile açık tutulmaktadır. AB kolu şekilde görülen 30° lik pozisyonda kapağa paraleldir. M yi bulunuz.

Verilenler:

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Çözüm



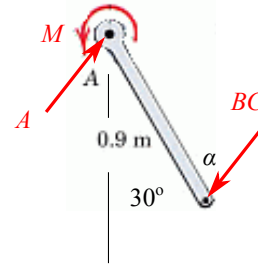
$$\Sigma M_E = 0$$

$$BC \sin \alpha (0.4) - W (0.8 \sin 30^\circ) = 0$$

$$BC \sin \alpha = 784.4 \text{ N}$$

İstenenler:

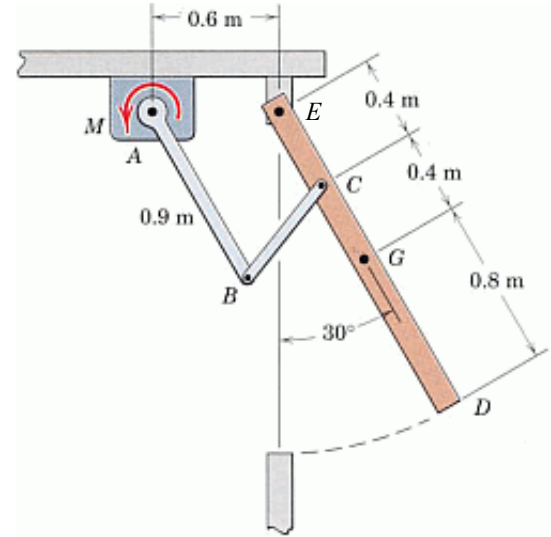
$$M = ?$$



$$\Sigma M_A = 0$$

$$M - BC \sin \alpha (0.9) = 0$$

$$M = 706.3 \text{ N}\cdot\text{m}$$



Örnek Problem 4/12

Şekildeki gibi 80 N-luk kuvvetler ile sıkılmış olan pensenin ağızındaki yuvarlak çubuğa her bir ağzının uyguladığı F kuvvetini bulunuz. Ayrıca A piminin taşıdığı kuvveti hesaplayınız.

Verilenler:

$$P = 80 \text{ N}$$

Çözüm

Yuvarlak çubuk "yalnızca iki kuvvet taşıyan eleman"dır.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F(35) - 80(95) = 0$$

$$F = 217 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

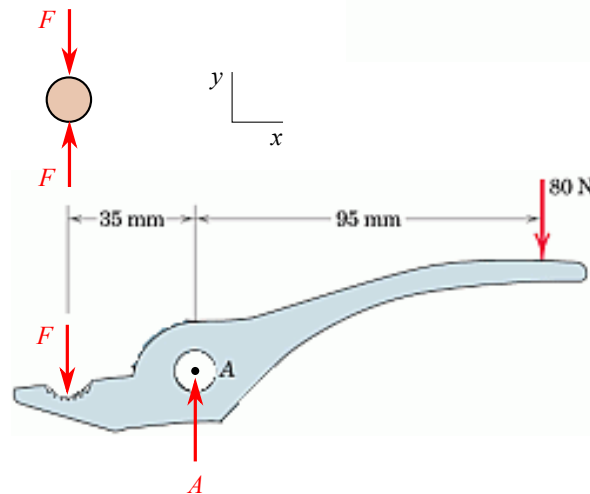
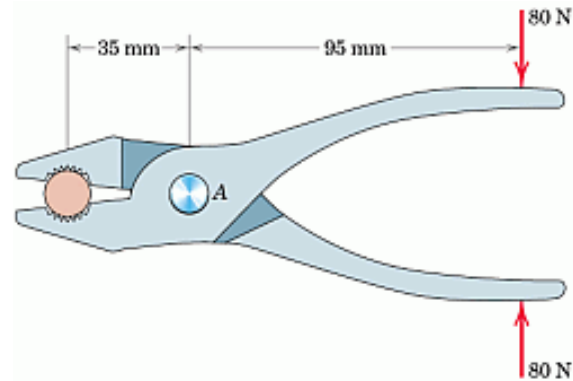
$$A - F - 80 = 0$$

$$A = 297 \text{ N}$$

İstenenler:

$$F = ?$$

$$A = ?$$



Diğer iki kuvvet birbirine paralel olduğu için A da onlara paraleldir.

Örnek Problem 4/13

Şekildeki el aleti küçük civataları ve çubukları kesmek için kullanılmaktadır. $P = 150$ N-luk sıkma kuvveti için aletin her bir ağzının çubuğa uyguladığı kesme kuvveti Q yu bulunuz.

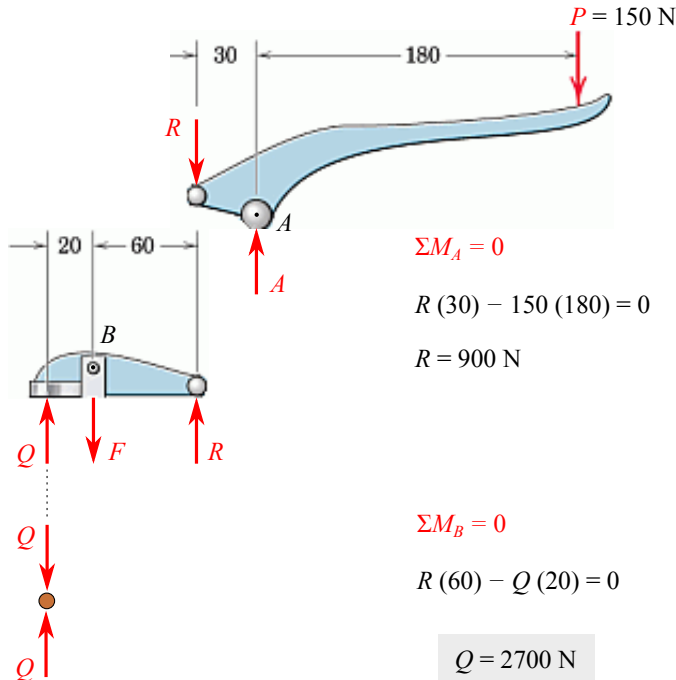
Verilenler:

$$P = 150 \text{ N}$$

İstenenler:

$$Q = ?$$

Çözüm



$$\Sigma M_A = 0$$

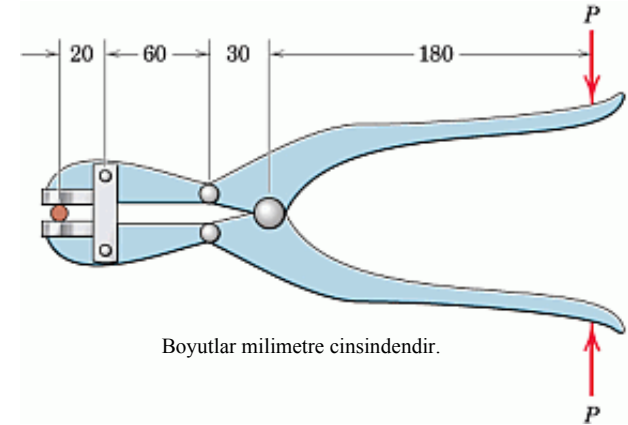
$$R(30) - 150(180) = 0$$

$$R = 900 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R(60) - Q(20) = 0$$

$$Q = 2700 \text{ N}$$



Boyutlar milimetre cinsindendir.

Örnek Problem 4/14

Şekildeki gibi 100 N-luk kuvvetler ile sıkılmış olan anahtarın A piminin taşıdığı kuvveti hesaplayınız.

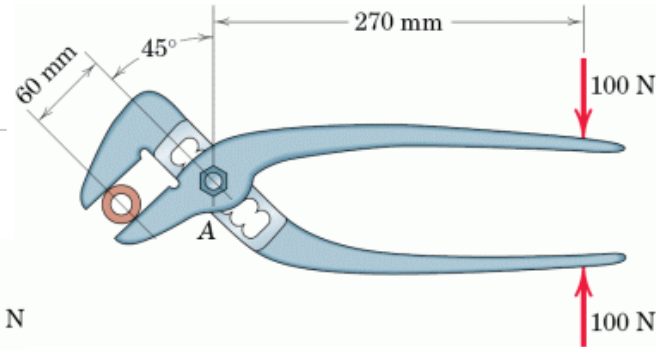
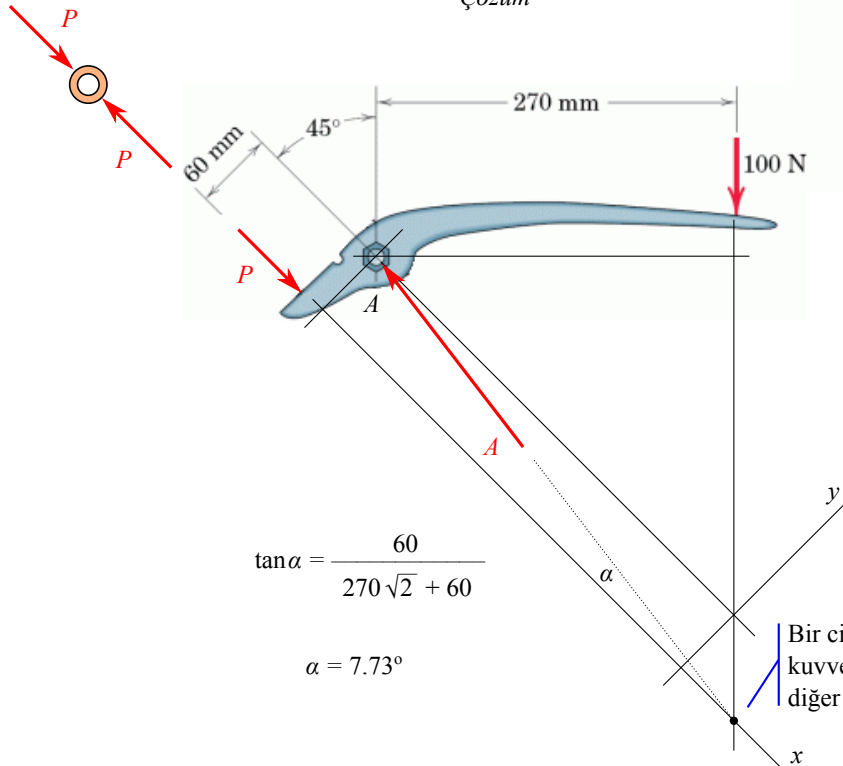
Verilenler:

$$F = 100 \text{ N}$$

İstenenler:

$$A = ?$$

Çözüm



$$\Sigma F_y = 0$$

$$A \sin \alpha - 100 \sin 45^\circ = 0$$

$$A = 525 \text{ N}$$

Bir cisme yalnızca üç kuvvet etki ediyorsa kuvvetlerden birisinin tesir çizgisi diğer iki kuvvetin tesir çizgilerinin kesişme noktasından geçer.

Örnek Problem 4/15

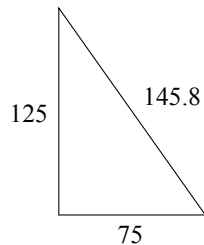
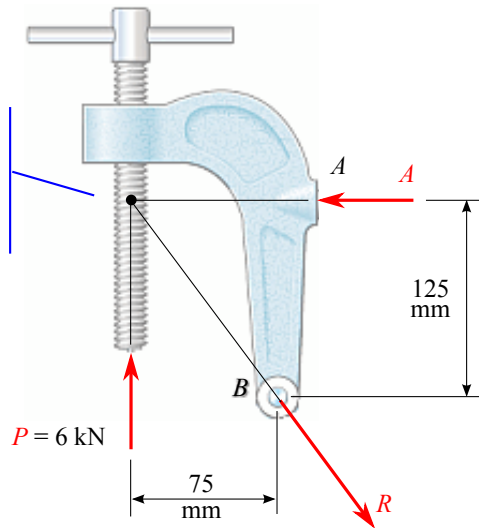
Şekildeki işkencenin ilk önce düşey vidası sıkılmış, daha sonra da yatay vidası sıkılmıştır. Düşey vida 3 kN-luk bir sıkma kuvveti oluşana kadar sıkılmıştır. Arkasından da yatay vida sıkılmış ve sıkma kuvveti iki katına çıkarılmıştır. B deki pimde ortaya çıkan tepki kuvvetinin şiddetini bulunuz.

Verilenler:

$$P = 6 \text{ kN}$$

Çözüm

Bir cisme yalnızca üç kuvvet etki ediyorsa kuvvetlerden birisinin tesir çizgisi diğer iki kuvvetin tesir çizgilerinin kesişme noktasından geçer.

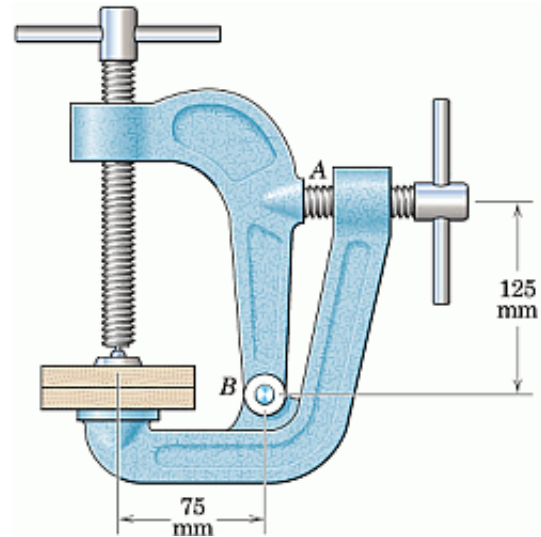
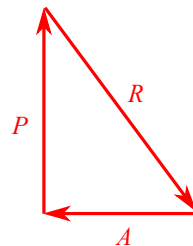


$$\frac{R}{145.8} = \frac{P}{125}$$

$$R = 7 \text{ kN}$$

İstenenler:

$$R = ?$$



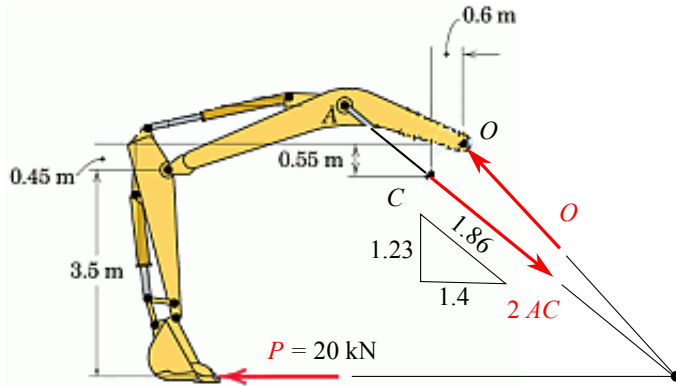
Örnek Problem 4/16

Şekilde görülen konumda, ekskavatör yere yatay olarak 20 kN-luk bir kuvvet uygulamaktadır. OAB kolunu kontrol etmek amacı ile iki tane AC hidrolik silindiri vardır. Her bir hidrolik silindire gelen kuvveti bulunuz. 20 kN-luk yüke nazaran elemanların ağırlıklarını ihmal ediniz.

Verilenler:

$$P = 20 \text{ kN}$$

Çözüm



$$\Sigma M_O = 0$$

$$2AC \left(\frac{1.23}{1.86} \cdot 0.6 + \frac{1.4}{1.86} \cdot 0.55 \right) - 20(3.95) = 0$$

$$AC = ?$$

$2AC$ kuvvetinin O noktasına göre momenti alınırken C noktasında iki dik bileşene ayrılıp varignon teoreminden faydalanılmıştır.

$$AC = 48.72 \text{ kN}$$

