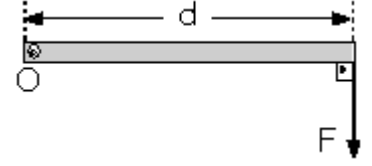


MOMENT

Kuvvetin döndürme etkisine moment denir. Bir kuvvetin bir noktaya göre momentinin büyüklüğü, kuvvetle o noktaya olan dik uzaklığının çarpımıdır.

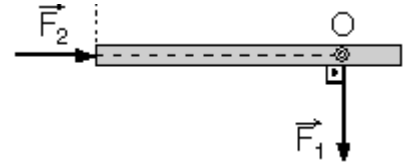
Momentim “M” sembolü ile gösterilir ve vektörel bir büyüklüktür.

Momentin büyüklüğü, uygulanan kuvvet ile, kuvvetin sabit nokta ya da eksene olan dik uzaklığının çarpımına eşittir. Şekildeki çubuk, O noktasından sabitlenmiş olup, O dan geçen dik eksen etrafında dönebilmektedir. F kuvvetinin O noktasına göre momenti

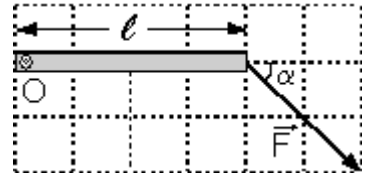


$$M = F \cdot d$$

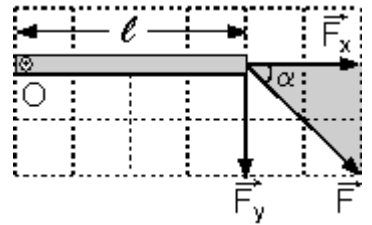
bağıntısı ile hesaplanır. O noktasından sabitlenmiş çubuğa F_1 ve F_2 kuvvetleri uygulandığında, kuvvetlerin etkiye doğrultusu şekildeki gibi O noktasından geçiyorsa $M = F \cdot d$ bağıntısına göre, her iki kuvvet için de d dik uzaklıkları sıfır olduğundan, bu kuvvetlerin döndürücü etkisi yoktur. Yani F_1 ve F_2 kuvvetlerinin O noktasına göre momentleri sıfırdır



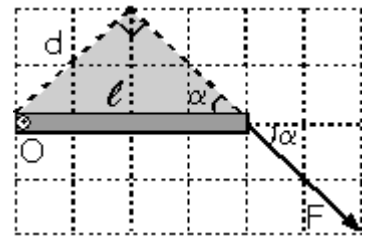
O noktasından sabitlenmiş çubuğa F kuvveti şekildeki gibi uygulanırsa, kuvvetin O noktasına göre momenti iki yoldan bulunur.



I. Yol : F kuvveti, biri çubuğa paralel, diğeri ise çubuğa dik iki bileşenine ayrılır. Çubuğa paralel olan F_x bileşeninin uygulama yönünde O noktasından geçtiği için döndürücü etkisi yoktur. Yani momentini sıfırdır. F_y bileşeni çubuğa dik olduğundan O noktasına göre momentini, $M = F_y \cdot l$ olur. ($F_y = F \cdot \sin \alpha$ dir.)



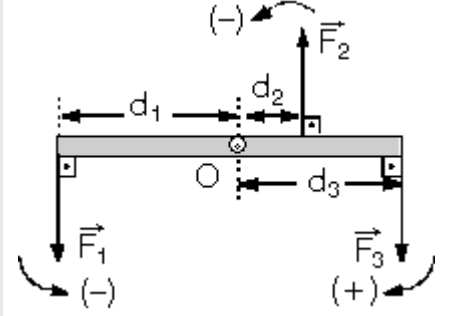
II. Yol : F kuvvetinin O noktasına göre momentini bulunurken dik uzaklık olarak, kuvvetin etkiye doğrultusuna dönme noktasından çizilen dik uzaklık kullanılır. O ya göre moment $M = F \cdot d$ dir.



Bileşke Moment

Moment vektörel bir büyüklük olduğundan, birden fazla kuvvetin etkisinde kalan cismin hangi yönde döndüğünü bulabilmek için momentlerin vektörel toplamını yani bileşke momentini bulmak gerekir.

Ağırlığı önemsiz şekildeki çubuk O noktasından sabitlenmiştir. F_1 , F_2 , F_3 kuvvetlerinin O noktasına göre bileşke momentini bulmak için önce kuvvetlerin çubuğa hangi yönde döndürücü etki yaptıkları tespit edilir. Herhangi bir yön (+), zıt yön ise (-) seçilir. F_1 ve F_2 kuvvetleri çubuğu O noktasına göre (-) kabul edilen yönde döndürücü etki yaparken, F_3 kuvveti (+) yönde döndürücü etki yapar. O noktasına göre kuvvetlerin toplam momenti, kuvvetlerin ayrı ayrı momentlerinin cebirsel toplamına eşittir. $SM = F_3 \cdot d_3 - (F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2)$



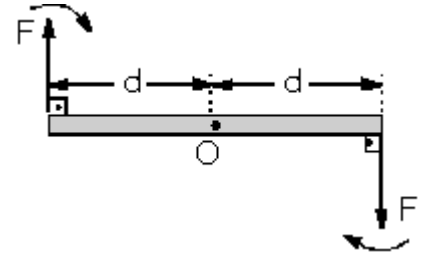
Kuvvetlerin şiddetine ve O noktasına olan dik uzaklık değerlerine göre, bu işlemin üç sonucu vardır. Sonuç (+) ve (-) değerinde çıkabildiği gibi sıfır da çıkabilir. Sonucun (+) değerinde çıkması, çubuğun (+) kabul edilen yönde ve çıkan değer kadar bir momentle döndüğünü ifade eder.

Sonucun (-) değerli çıkması da, benzer şekilde çubuğun (-) yönde çıkan değer kadar bir momentle döndüğünü ifade eder.

Sonucun sıfır çıkması yani bileşke momentin sıfır olması çubuğun dengede kalması demektir. Bu durumda çubuk duruyor ya da sabit hızla dönüyordur.

Kuvvet Çifti

2d uzunluğundaki çubuk O noktasından geçen dik eksen etrafında dönebilmektedir. Aynı düzlemde, eşit büyüklükteki kuvvetler şekildeki gibi zıt yönlü uygulandıklarında çubuk ok yönünde döner. Bu sisteme **kuvvet çifti** denir. Kuvvet çiftinin denge noktası yoktur. Çubuk $2F \cdot d$ kadarlık toplam momentle döner. Arabanın direksiyonu çevrilirken, musluklar açılıp kapanırken, anahtar döndürülürken kuvvet çifti uygulanır.



Dönme dengesi

Cisme etki eden kuvvetlerin bir noktaya veya bir eksene göre torkunun cebirsel toplamı sıfır olmalıdır. Yani;

$$\sum \text{Tork} = 0$$

Öteleme dengesi

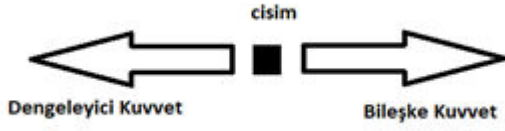
Bir cisim öteleme hareketi bakımından dengede kalabilmesi için, cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfıra eşit olmalıdır.

$$\sum \text{Kuvvet} = 0$$

Dengeleyici kuvvet

Bir cisme etkiyen bileşke kuvvetin dengeleyeni bu kuvvetle eşit büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvettir. Bu durumda dengeleyici kuvvet ve bileşke kuvvet arasındaki ilişki:

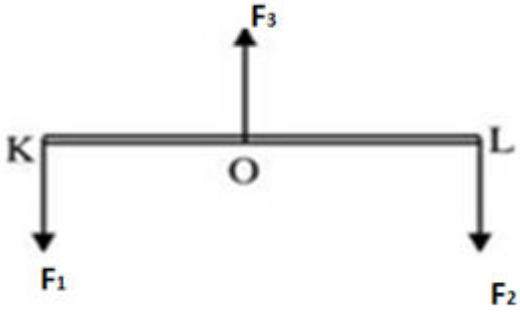
$$R = - R$$



Paralel kuvvetlerin etkisinde kalan bir cismin dengede olabilmesi için:

- Bileşke kuvvet 0 olmalıdır. ($\sum F = 0$)
- Toplam tork 0 olmalıdır. ($\sum T = 0$)

Yani herhangi bir noktaya göre saatin dönme yönündeki tork diğer yönündeki torka eşit olmalıdır.

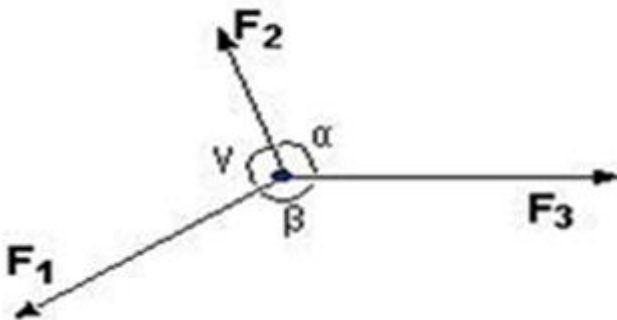


$$F_1 + F_2 = -F_3$$

LAMI TEOREMİ

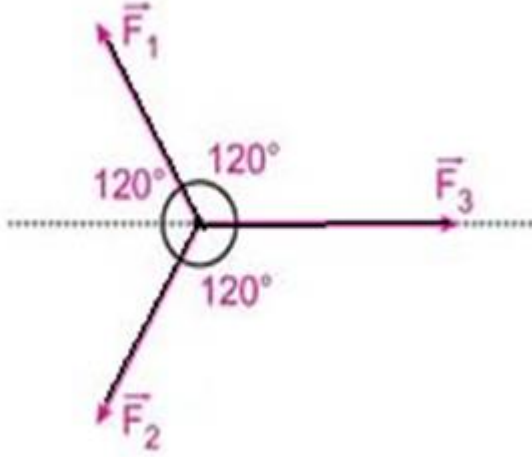
Kesişen üç kuvvet dengede ise, en küçük açının karşısındaki kuvvet en büyük, en büyük açının karşısındaki kuvvet en küçüktür.

Bunun nedeni, açı küçüldükçe bileşke değerinin artmasıdır.



$$\frac{F_1}{\sin\alpha} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\gamma}$$

ÖRNEK:



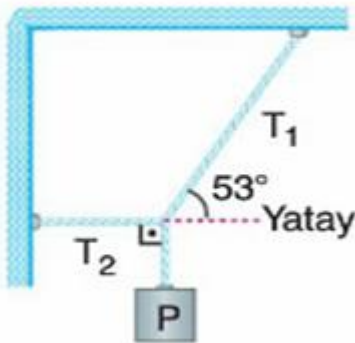
Noktasal bir cisim şekildeki kuvvetler etkisinde dengede olduğuna göre kuvvetler arasındaki ilişki nedir?

ÇÖZÜM:

Lami teoremine göre:

$$F_1 = F_2 = F_3$$

ÖRNEK:



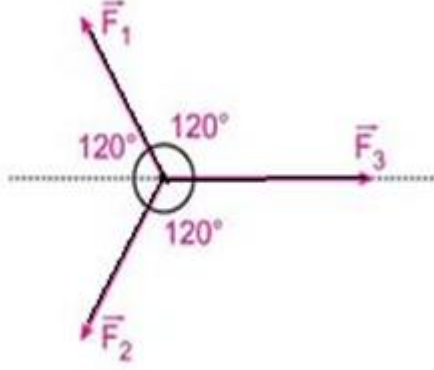
P ağırlıklı cisim şekildeki iplerle dengede olduğuna göre kuvvetler arasındaki ilişki nedir?

$$(\sin 53^\circ = 0,8 \quad \sin 37^\circ = 0,6)$$

ÇÖZÜM:

Düzenek dengede olduğuna göre, küçük açı karşısında büyük kuvvet, büyük açı karşısında küçük kuvvet bulunur.

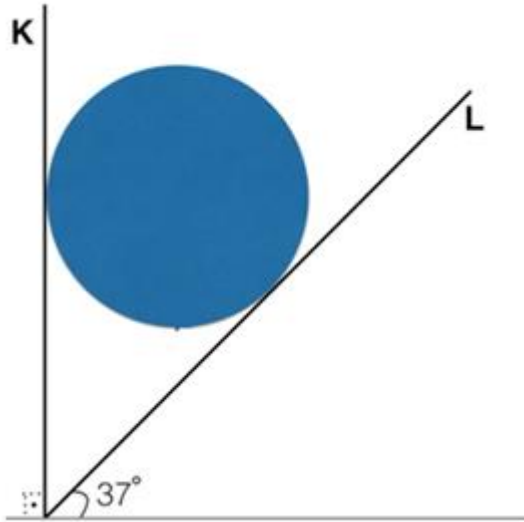
$$143^\circ > 127^\circ > 90^\circ$$



olduğundan kuvvetler arasındaki ilişki;

$$T_1 > P > T_2$$

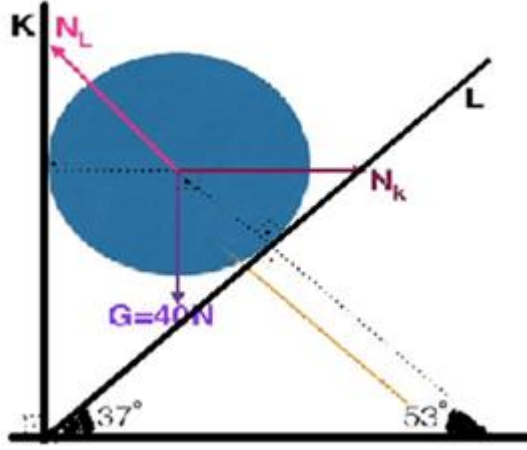
ÖRNEK:



40N ağırlığındaki küre, sürtünmesiz K ve L yüzeyleri arasında şekildeki gibi dengededir.

K ve L yüzeylerinin tepki kuvvetleri kaç N dur?

ÇÖZÜM:

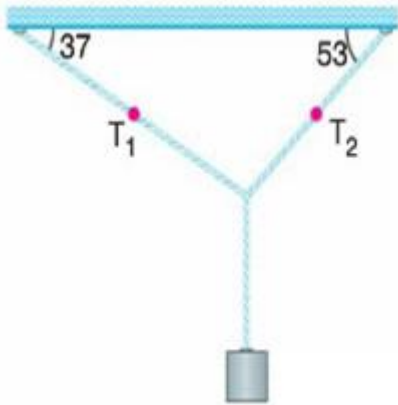


$$\frac{40}{\sin 143} = \frac{N_K}{\sin 90} = \frac{N_L}{\sin 127}$$

$$N_K = 30 \text{ N}$$

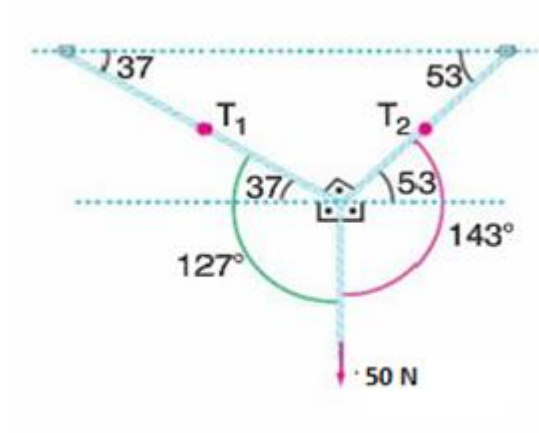
$$N_L = 50 \text{ N}$$

ÖRNEK:



50Newton ağırlıklı cisim şekildeki ipler yardımı ile dengede olduğuna göre,
İp gerilmeleri kaç Newtondur?

ÇÖZÜM:

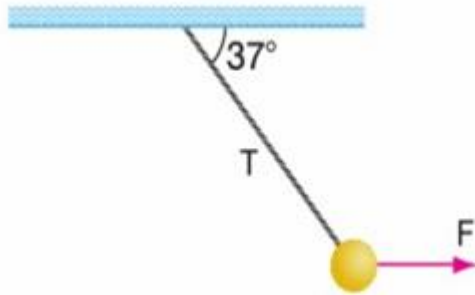


$$\frac{50}{\sin 90} = \frac{T_1}{\sin 143} = \frac{T_2}{\sin 127}$$

$$T_1 = 30 \text{ N}$$

$$T_2 = 40 \text{ N}$$

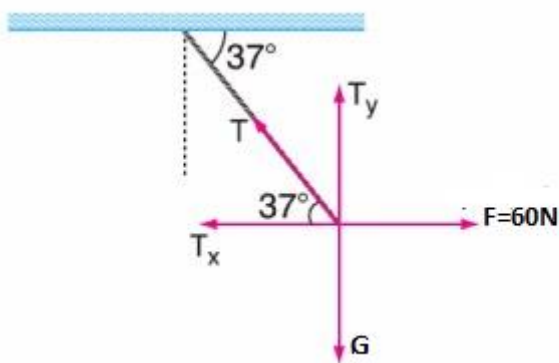
ÖRNEK:



60Nluk F kuvveti ile dengelenen cismin ağırlığı kaç Newton'dur?

($\sin 53 = 0,8$ $\sin 37 = 0,6$)

ÇÖZÜM:



$$T_x = F$$

$$T_x = 60$$

$$T \cdot 0,8 = 60$$

$$T = 75 \text{ N}$$

$$T_y = G$$

$$T \cdot 0,6 = G$$

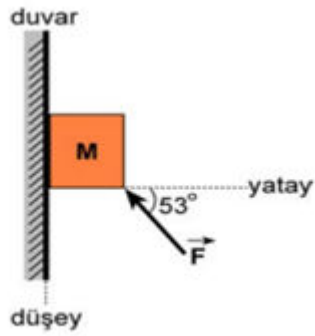
$$G = 90 \text{ N}$$

ÖRNEK:2013LYS

Kütle 3 kg olan bir M cismi yatayla 53° açı yapacak

biçimde uygulanan kuvvetiyle şekildeki gibi

hareketsiz tutuluyor.



Duvar ile cisim arasındaki statik sürtünme katsayısı

F olduğuna göre, cismin düşmemesi için

uygulanması gereken F kuvvetinin büyüklüğü

en az kaç N olmalıdır?

$$(\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8; \sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6;$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2)$$

A) 20

B) 30

C) 40

D) 50

E) 60

ÇÖZÜM:

$$G - F_y = F_{\text{SÜRTÜNME}}$$

$$mg - F \cdot 0,8 = k \cdot F \cdot 0,6$$

$$30 - 0,8 \cdot F = 0,2 \cdot F$$

$$F = 30 \text{ N}$$

Cevap B şıkkıdır.