

# FİZİK

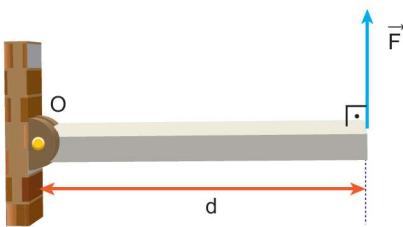
## TORK ve DENGİ

Tork (Moment) - Dengede Olan Sistemlerde Tork - Kesişen Kuvvetlerde  
Denge - Dengede Olan Sistemlerde Etki Tepki

### ► TORK (MOMENT)

Kuvvetin döndürücü etkisine tork (moment) denir.  $\vec{\tau}$  sembolüyle gösterilir. Birimi N. m'dir.

Cisim üzerinde uygulanan kuvvet cisime dönme hem de öteleme hareketi yaptırılabilir. Cismin üzerinde öteleme dengesi sağlanıp, dönme dengesi sağlanamayabilir. Örneğin; pencere koluna uygulanan kuvvet, musluğa uygulanan kuvvet gibi...



$\vec{F}$  kuvvetinin O noktasına göre torku;

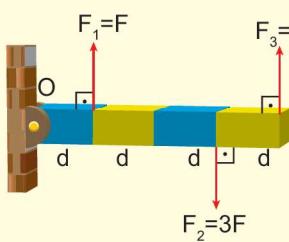
$$\tau = F \cdot d$$

$\tau$ : Tork (N.m)

F: Kuvvet (N)

d: Dik uzaklık (m)

#### Örnek 1:



O noktası etrafında dönebilen eşit bölmeli çubuğa şekildeki gibi  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  kuvvetleri uygulanıyor.

Buna göre;  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  kuvvetlerinin O noktasına göre, torklarını bulunuz?

$F_1$  kuvvetinin torku,  $\tau_1 = Fd$

$F_2$  kuvvetinin torku,  $\tau_2 = 3F \cdot 3d = 9Fd$

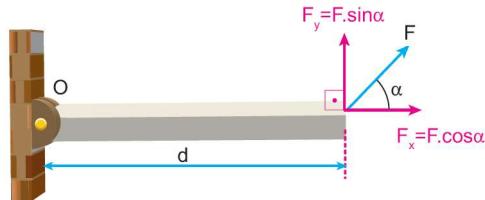
$F_3$  kuvvetinin torku,  $\tau_3 = F \cdot 4d = 4Fd$

Cevap:  $T_1 = Fd$

$T_2 = 9Fd$

$T_3 = 4Fd$

#### Not

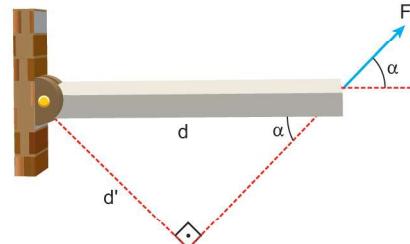


Uzantısı veya kendisi dönme noktasından geçen kuvvetin torku sıfırdır.

$$\tau_x = 0$$

F kuvvetinin O noktasına göre torku;

$$\tau_y = F_y \cdot d = F \sin \alpha \cdot d$$



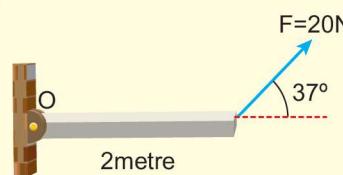
F kuvvetinin O noktasına göre torku;

$$\tau = F \cdot d'$$

$$\sin \alpha = \frac{d'}{d}$$

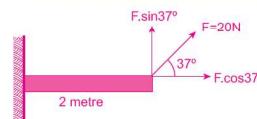
$$\tau = F \cdot d \cdot \sin \alpha$$

#### Örnek 2:



O noktası etrafında serbestçe dönebilen çubuğa F kuvveti şekildeki gibi uygulanıyor.

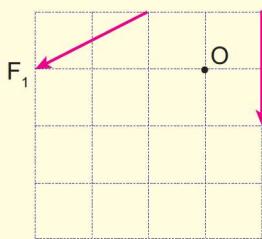
Buna göre, F kuvvetinin O noktasına göre torkunun büyüklüğü kaç N.m'dir? ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$ )



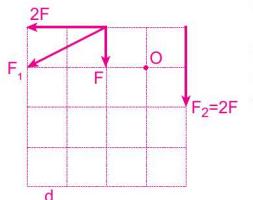
Cevap: 24 N.m

$$\tau = F \cdot \sin 37^\circ \cdot d$$

### Örnek 3:



Eşit bölmelere ayrılmış düzlemede  $F_1$  kuvvetinin O noktasına göre torkunun büyüklüğü  $\tau_1$ ,  $F_2$ 'nin ise  $\tau_2$  dir.  
Buna göre,  $\frac{\tau_1}{\tau_2}$  oranı kaçtır?

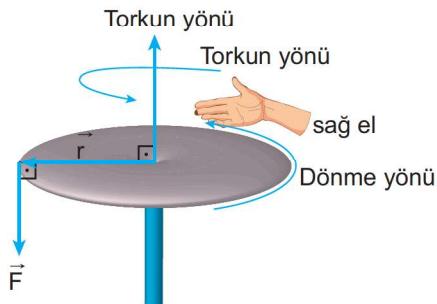


$$\tau_1 = F \cdot d + 2Fd = 3Fd$$

$$\tau_2 = 2F \cdot d = 2Fd$$

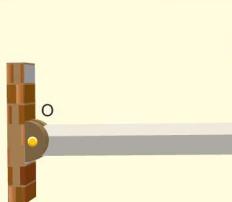
$$\text{Cevap: } \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{3}{2}$$

### Torkun Yönü



Torkun yönü sağ el kuralıyla bulunur. Sağ elin dört parmağı dönme yönünü gösterirken baş parmak torkun yönünü gösterir.

### Örnek 4:



O noktası etrafında serbestçe dönen çubuga F kuvveti şekildeki gibi uygulanıyor.

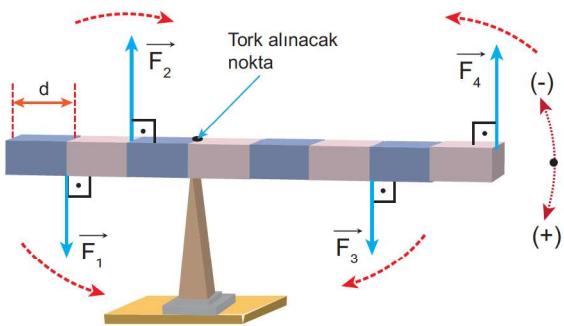
Buna göre, çubuga etki eden torkun yönü nedir?

( $\odot$  sayfa düzleminden dışarı,  $\otimes$  sayfa düzleminden içeri)

- A)  $+x$       B)  $+y$       C)  $-y$       D)  $\odot$       E)  $\otimes$

Sağ elin 4 parmağı dönme yönünde iken sağ elin baş parmağı torkun yönünü verir. Bu durumda torkun yönü  $\odot$  olur.

### Bileşke Tork



Bileşke tork bulunurken öncelikle sabit bir nokta seçilip daha sonra kuvvetlerin döndürme yönleri belirlenmelidir.

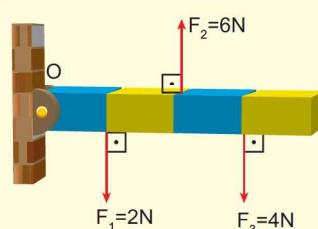
Şekilde  $F_2$  ve  $F_3$  kuvvetleri aynı yönlü dönmeye sağlamaktır,  $F_1$  ve  $F_4$  kuvvetleri ise bunlara zıt yönlü dönmeye sağlamaktadır.

### Bileşke tork;

$$\sum \tau = -F_1 \cdot 2d + F_2 \cdot d + F_3 \cdot 3d - F_4 \cdot 5d$$

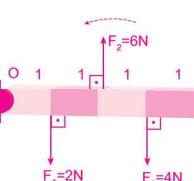
şeklinde yapılır.

### Örnek 5:



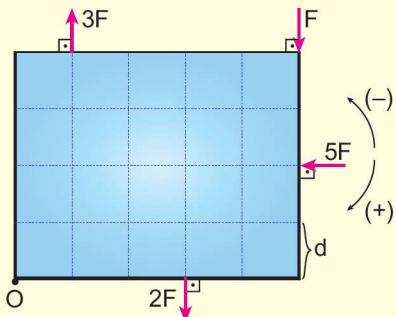
O noktasından menteşelenmiş eşit bölmeli ağırlıksız çubuga şekildeki gibi  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  kuvvetleri etki etmemektedir.

Buna göre, O noktasına göre bileşke torkun büyüklüğü nedir? (Her bölmenin uzunluğu 1 metredir)



$$\begin{aligned}\Sigma \tau &= 2 \cdot 1 + 4 \cdot 3 - 6 \cdot 2 \\ &= 2 + 12 - 12 \\ &= 2 \text{ N.m}\end{aligned}$$

Cevap: 2N.m

**Örnek 6:**

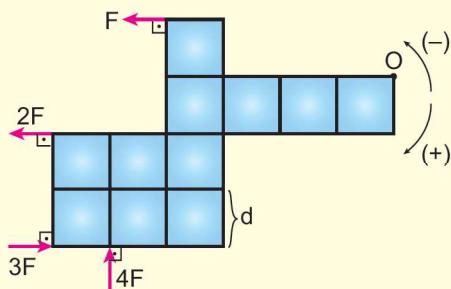
O noktasına etrafında dönebilen, eşit bölmeli ağırlıksız levha-ya şekildeki kuvvetler uygulanmıştır.

Buna göre, O noktasına göre bileşke torkun büyüklüğü kaç  $F \cdot d$  dir?

Cevap:  $-2F \cdot d$

*Şekildeki levhayı  $F$  ve  $2F$  kuvvetleri (+) yönde,  $3F$  ve  $5F$  kuvvetleri (-) yönde döndürür.*

$\sum \tau = F \cdot 5d + 2F \cdot 3d - 3F \cdot d - 5F \cdot 2d = -2F \cdot d$  bulunur.

**Örnek 7:**

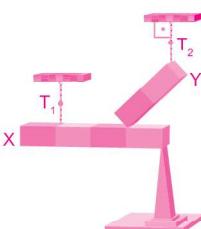
O noktasına etrafında dönebilen eşit bölmeli ağırlıksız levha-ya şekildeki kuvvetler uygulanmıştır.

Buna göre, O noktasına göre bileşke torkun büyüklüğü kaç  $F \cdot d$  dir?

Cevap:  $+12F \cdot d$

*Şekildeki levhayı  $2F$  ve  $4F$  kuvvetleri (+) yönde,  $F$  ve  $3F$  kuvvetleri (-) yönde döndürür.*

$\sum \tau = 2F \cdot d + 4F \cdot 5d - F \cdot d - 3F \cdot 3d = +12F \cdot d$  bulunur.

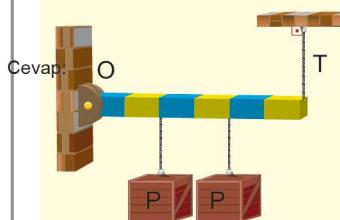


Eşit bölmeli homojen X, Y çubuklarının ağırlığı eşit ve  $2P$ 'dir.

Çubuklar şekildeki gibi konulduğunda dengede olduğuna göre, iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyüklüklerinin oranı  $\frac{T_1}{T_2}$  kaçtır?

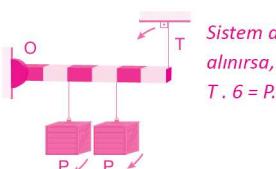
**DENGEDE OLAN SİSTEMLERDE TORK**

- Dönme noktasına göre, bileşke (toplam) tork sıfırdır. (Aynı yönde döndüren kuvvetlerin torku zıt yönde döndüren kuvvetlerin torkuna eşit büyüklüktedir.)
- Bileşke (toplam) kuvvet sıfırdır. (Aynı yönlü kuvvetlerin toplamı zıt yönlü kuvvetlerin toplamına eşittir.)

**Örnek 8:**

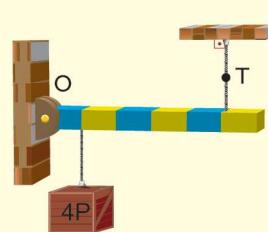
O noktası etrafında dönebilen ağırlığı önemsenmeyen eşit bölmeli çubuk P ağırlıkları ve ip yardımıyla şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, ipde oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü  $T$  kaç  $P$ 'dir?



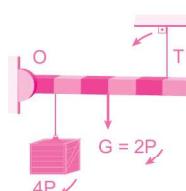
Cevap:  $T = P$

*Sistem dengede olduğundan O noktasına göre tork alınır,*  
 $T \cdot 6 = P \cdot 2 + P \cdot 4 \Rightarrow T = P$  olur.

**Örnek 9:**

O noktasına etrafında dönebilen 2P ağırlığındaki eşit bölmeli türdeş çubuk şekildeki gibi  $4P$  ağırlığı ve ip yardımıyla dengededir.

Buna göre, ipde oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü  $T$  kaç  $P$ 'dir?



Cevap:  $T = 2P$

*Sistem dengede olduğuna göre,*  
 $T \cdot 5 = 4P \cdot 1 + 2P \cdot 3$   
 $5T = 10P \Rightarrow T = 2P$  olur.

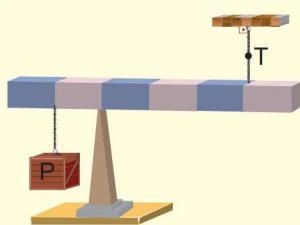
$$Y \text{ çubuğu için, } T_2 \cdot 2 = 2P \cdot 1$$

$$T_2 = P \Rightarrow N_Y = P$$

$$X \text{ çubuğu için, } T_1 \cdot 3 = 2P \cdot 2 + P \cdot 1$$

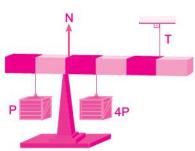
$$T_1 = \frac{5P}{3} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3}$$

### Örnek 10:



4P ağırlığındaki homojen eşit bölmeli çubuk, P ağırlığı, destek ve ip yardımıyla şekildeki gibi dengedir.

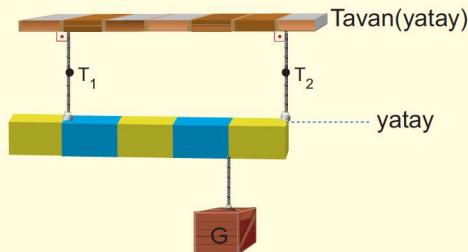
Desteğin tepki kuvvetinin büyüklüğü N, ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T ise  $\frac{N}{T}$  oranı nedir?



*İpe göre tork alınırsa,  
4P . 2 + P . 4 = N . 3  $\Rightarrow$  N = 4P  
Kuvvet dengesi şartından,  
 $N + T = P + 4P \Rightarrow T = P$   
 $\frac{N}{T} = 4$*

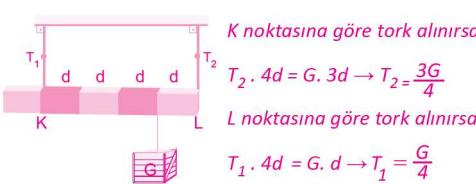
Cevap:  $\frac{N}{T} = 4$

### Örnek 12:



Ağırlığı önemsiz eşit bölmeli çubuk G ağırlıklı cisim ve ipler yardımıyla şekildeki gibi dengedir.

Buna göre, iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri  $T_1$  ve  $T_2$ 'nin G cinsinden değeri nedir?

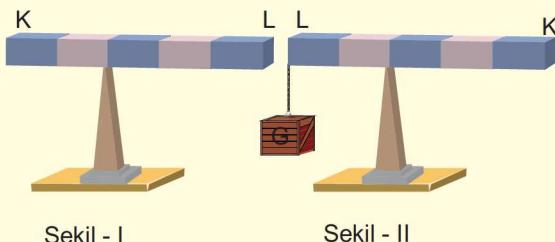


$$\text{Cevap: } T_2 = \frac{3G}{4}$$

$$T_1 = \frac{G}{4}$$

$$T_1 \cdot 4d = G, d \rightarrow T_1 = \frac{G}{4}$$

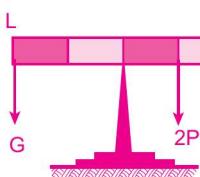
### Örnek 11:



Ağırlığı 2P olan eşit bölmeli KL kalası Şekil - I deki gibi yatay dengedir.

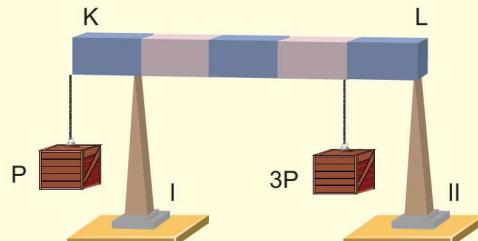
Kalasa G ağırlıklı cisim asıldığında Şekil - II deki gibi denge sağlanabildiğine göre, G ağırlığı kaç P'dir?

Cevap:  $G = P$  bulunur.



**K** Kalasın Şekil - I de' dengede kalabilmesi için ağırlık merkezinin destek üzerinde olması gerekdir. Ağırlık merkezi K ucundan 2 bölmeye sağıdadır.  
Kalas dengede ise;  
 $G \cdot 2 = 2P \cdot 1$   
 $G = P$  bulunur.

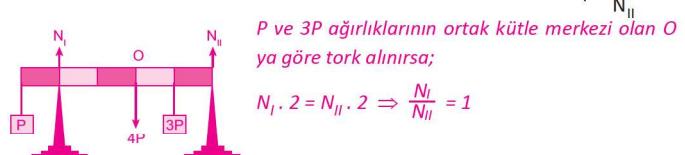
### Örnek 13:



Ağırlığı önemsiz eşit bölmeli homojen çubuk P, 3P ağırlıkları ve destekler yardımıyla şekildeki gibi dengedir.

Desteklerin tepki kuvvetlerinin büyüklükleri  $N_I$  ve  $N_{II}$  olduğuna göre  $\frac{N_I}{N_{II}}$  oranı kaçtır?

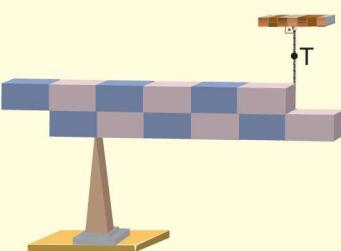
Cevap:  $\frac{N_I}{N_{II}} = 1$



*P ve 3P ağırlıklarının ortak kütle merkezi olan O ya göre tork alınırsa;*

$$N_I \cdot 2 = N_{II} \cdot 2 \Rightarrow \frac{N_I}{N_{II}} = 1$$

**Örnek 14:**



Birbirine perçinlenmiş  $P$  ağırlıklı homojen ve eşit bölmeli çubuklar destek ve ip yardımıyla şekildeki gibi dengede iken desteğin tepki kuvveti  $N$ , ipteki gerilme kuvveti  $T$  dir.

Buna göre,  $N$  ve  $T$  nin büyüklüklerinin oranı  $\frac{N}{T}$  kaçtır?

$$\text{Cevap: } \frac{N}{T} = \frac{5}{3} \text{ bulunur.}$$

$$\begin{aligned} N \cdot 4 &= P \cdot 3 + P \cdot 2 \\ 4N &= 5P \\ N &= \frac{5P}{4} \\ \frac{5P}{4} + T &= 2P \\ T &= 2P - \frac{5P}{4} = \frac{3P}{4} \quad \frac{N}{T} = \frac{5}{3} \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

**Örnek 15:**



Her birinin ağırlığı  $P$  olan homojen küplerle oluşturulan sistem yatay dengededir.

Buna göre, iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyütüklerinin oranı  $\frac{T_1}{T_2}$  kaçtır?

$$\text{Cevap: } \frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{3}$$

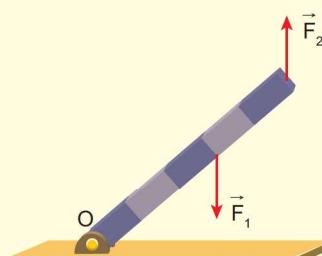
$$\begin{aligned} \text{Sistemdeki ağırlıkların kütle merkezi } O \text{ noktası olur. } O \text{ noktasına göre tork alınırsa,} \\ T_1 \cdot 3 = T_2 \cdot 2 \\ \frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{3} \end{aligned}$$

**Not**

$G$  ağırlıklı türdeş çubuk dengede ise;

$$\begin{aligned} \text{Kuvvetler paralel olduğu için,} \\ \frac{d}{2d} = \frac{|OA|}{|OB|} = \frac{x}{2x} \text{ olmalıdır.} \\ \text{Sistem dengede ise;} \\ G \cdot x = F \cdot 2x \text{ olmalıdır.} \end{aligned}$$

**Örnek 16:**



Buna göre, kuvvetlerin büyüklüklerinin oranı  $\frac{F_1}{F_2}$  kaçtır?

$$\begin{aligned} \frac{3d}{5d} = \frac{|OA|}{|OB|} \rightarrow \frac{|OA|}{|OB|} = \frac{3x}{5x} \\ \text{Sistem dengede ise;} \\ F_1 = 3x = F_2 \cdot 5x \\ \frac{F_1}{F_2} = \frac{5}{3} \end{aligned}$$

$$\text{Cevap: } \frac{F_1}{F_2} = \frac{5}{3}$$

**Örnek 17:**

Ağırlığı önemsiz eşit bölmeli çubuk ile  $X$ ,  $Y$  ve  $Z$  cisimleri şekildeki gibi dengeleştirilmiştir.



Buna göre,  $\frac{m_x}{m_z}$  oranı aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) 2      B)  $\frac{5}{2}$       C) 3      D)  $\frac{7}{2}$       E) 4

Desteğe göre tork alınıp  $Y$  işleme katılmazsa;

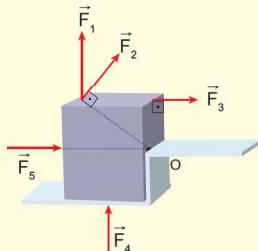
$$2m_x = 4m_z \Rightarrow \frac{m_x}{m_z} = 2 \text{ çıkar. Yalnız } Y \text{ işleme katılmadığı için oran hiçbir zaman}$$

2 olamaz. 2'den daha büyük olmalıdır.

## Not

Bir cisme uygulanan kuvvetin torku sabit kalacak şekilde uygulanan kuvvetlerin minimum olması için kuvvetin döme noktasına dik uzaklığı en büyük olmalıdır.

## Örnek 18:



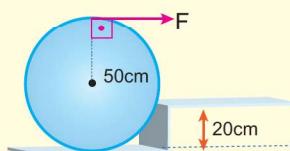
Şekildeki kuvvetler ayrı ayrı uygulanarak küp basamaktan çıkartılmaya çalışılıyor.

**Buna göre, küpü basamaktan çıkartabilecek minimum kuvvet hangisidir?**

Cevap:  $F_2$ .

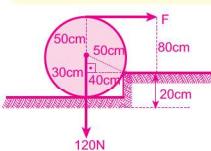
Küpü basamaktan çıkarabilecek minimum kuvvetin döme noktasına uzaklığının en büyük olması gereklidir. Döme noktasına dik uzaklığı en fazla olan kuvvet  $F_2$  dir.

## Örnek 19:



Şekilde ağırlığı 120 N olan homojen küreye uygulanan  $F$  kuvveti küreyi basmaktan ancak çıkartılmamaktadır.

**Buna göre,  $F$  kuvvetinin büyüklüğü kaç Newtondur?**

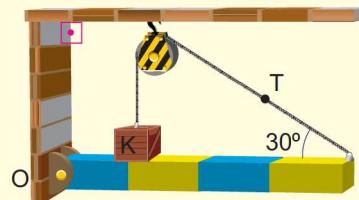


$$120 \cdot 40 = F \cdot 80$$

$$F = 60 \text{ Newton}$$

Cevap:  $F = 60 \text{ Newton}$

## Örnek 20:

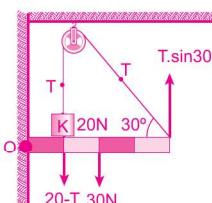


O noktasında etrafında dönebilen ağırlığı 30N olan homojen eşit bölmeli çubuk ile 90N ağırlığındaki K cinsi şekildeki gibi dengededir.

**Buna göre, ip teki gerilme kuvvetinin büyüklüğü  $T$  kaç Newtondur?**

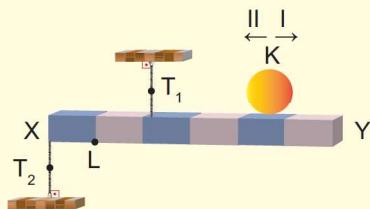
( $\sin 30^\circ = 0,5$ )

- A) 25      B) 30      C) 35      D) 40      E) 50



Çubuk dengede ise O noktasına göre tork alındığında,  
 $T \cdot \sin 30^\circ \cdot 4 = 30 \cdot 2 + (90 - T) \cdot 1$   
 $2T = 60 + 90 - T$   
 $3T = 150$   
 $T = 50 \text{N bulunur.}$

## Örnek 21:



Ağırlığı ömensiz, düzgün, türdeş XY kalası ve K cinsi esnemeyen ipler ile şekildeki gibi dengededir.

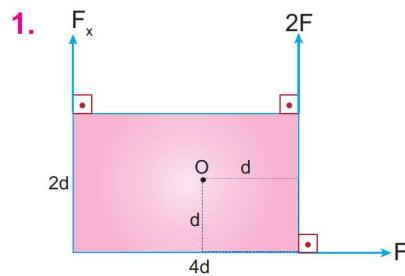
**Buna göre,**

- K cismini I yönünde 1 bölme hareket ettirmek,
- K cismini II yönünde 1 bölme hareket ettirmek,
- $T_2$  ipini düşey olarak L ye bağlamak

İşlemlerinden hangileri tek başına yapılrsa  $T_1$  ip gerilme kuvvetinin büyüklüğü artar?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
 D) I ve III      E) I, II ve III

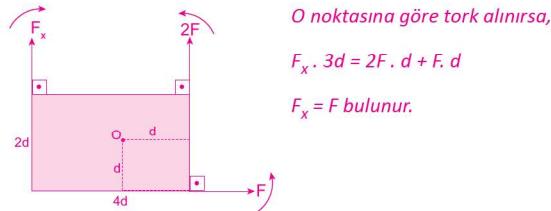
- K cismi I. yönünde hareket ettiğinde  $T_2$  ip gerilme kuvveti artar. Kuvvet dengesinden  $T_1$  ip gerilme kuvveti artar.
- K cismi II. yönünde hareket ettiğinde  $T_2$  ip gerilme kuvveti azdır. Kuvvet dengesinden  $T_1$  ip gerilme kuvveti azalır.
- $T_2$  ipi L ye bağlanırsa  $T_2$  ip gerilme kuvveti artar. Kuvvet dengesinden  $T_1$  ip gerilme kuvveti artar.



O noktası etrafında dönen ağırlığı önemizsiz levhaya şekildeki gibi  $F$ ,  $2F$  ve  $F_x$  kuvvetleri uygulandığında levha dengede kalıyor.

Buna göre,  $F_x$  kuvvetinin büyüklüğü kaç  $F$ 'dir?

- A) 1      B)  $\frac{3}{2}$       C)  $\frac{2}{3}$       D)  $\frac{4}{3}$       E)  $\frac{3}{5}$

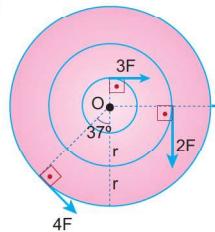


O noktasına göre tork alınır,

$$F_x \cdot 3d = 2F \cdot d + F \cdot d$$

$$F_x = F \text{ bulunur.}$$

2.



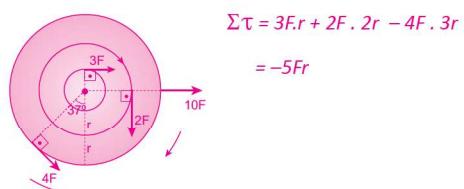
O noktası etrafında dönen ağırlığı önemizsiz levhaya  $3F$ ,  $4F$ ,  $2F$  ve  $10F$  kuvvetleri şekildeki gibi uygulanıyor.

Buna göre, sisteme etki eden bireleşke torkun büyüklüğü nedir?

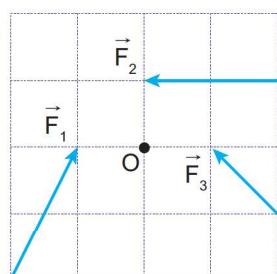
- A)  $4Fr$       B)  $3Fr$       C)  $-Fr$       D)  $-2Fr$       E)  $-5Fr$

$$\Sigma\tau = 3Fr + 2F \cdot 2r - 4F \cdot 3r$$

$$= -5Fr$$



3.



Eşit kare bölmeli düzlemdeki  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  kuvvetlerinin O noktasına göre torklarının büyüklükleri  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  tür.

Buna göre;  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  arasındaki ilişki nedir?

- A)  $T_1=T_2=T_3$       B)  $T_1=T_2>T_3$       C)  $T_1>T_2>T_3$

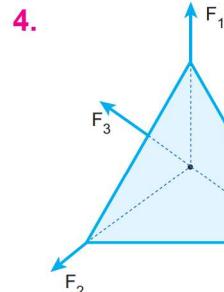
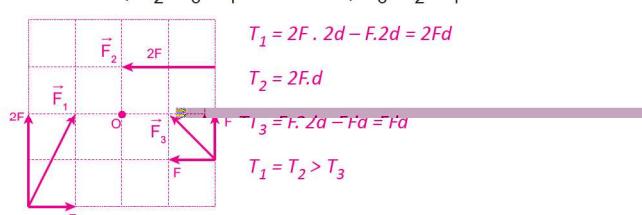
- D)  $T_2>T_3>T_1$       E)  $T_3>T_2>T_1$

$$T_1 = 2F \cdot 2d - F \cdot 2d = 2Fd$$

$$T_2 = 2Fd$$

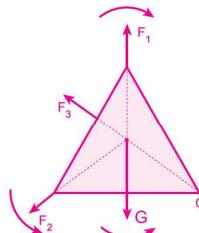
$$T_3 = F \cdot 2d - F \cdot d = Fd$$

$$T_1 = T_2 > T_3$$



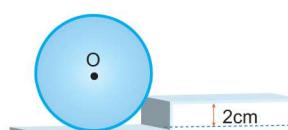
O noktası etrafında dönen ağırlığı önemizsiz levhanın şekildeki konumda dengede kalması için  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  kuvvetlerinden hangileri tek başına uygulanabilir?

- A) Yalnız  $F_1$       B) Yalnız  $F_3$       C)  $F_1$  ve  $F_2$   
D)  $F_2$  ve  $F_3$       E)  $F_1$ ,  $F_2$  ve  $F_3$



Levhanyan dengede kalabilmesi için ağırlığın döndürme yönüne zıt yönde döndüren kuvvet uygulanmalıdır. Bu durumda yalnız  $F_1$  dengede tutabilir.

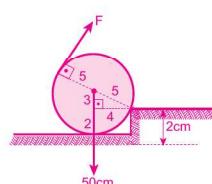
5.



5 cm yarıçaplı türdeş küreyi basamaktan çıkarabilecek minimum kuvvet  $F$  dir.

Kürenin ağırlığı 50 Newton olduğuna göre,  $F$  kuvvetinin büyüklüğü kaç Newtondur?

- A) 15      B) 20      C) 25      D) 30      E) 40

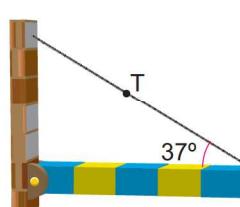


Kuvvetin en küçük olması için kuvvet dönme noktasına en uzak noktadan uygulanmalıdır.

$$F \cdot 10 = 50 \cdot 4$$

$$F = 20 \text{ Newton}$$

6.

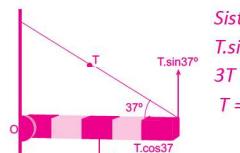


40N ağırlığındaki eşit bölmeli türdeş çubuk şekildeki gibi dengedir.

Buna göre, ipte oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç N'dir?

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

- A)  $\frac{5}{3}$       B)  $\frac{25}{3}$       C)  $\frac{50}{3}$       D)  $\frac{75}{3}$       E)  $\frac{100}{3}$



Sistem dengede olduğundan;

$$T \cdot \sin 37^\circ \cdot 5 = 40 \cdot \frac{5}{2}$$

$$3T = 100$$

$$T = \frac{100}{3} \text{ Newton bulunur.}$$

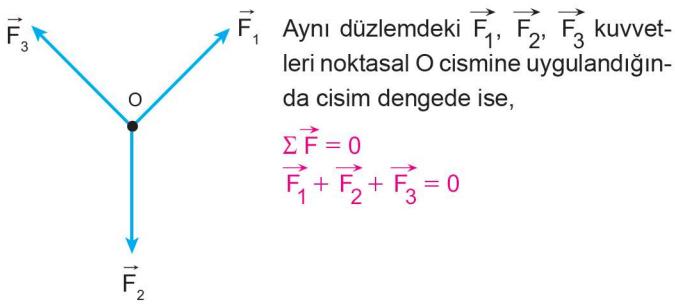


## KESİŞEN KUVVETLERDE DENGİ

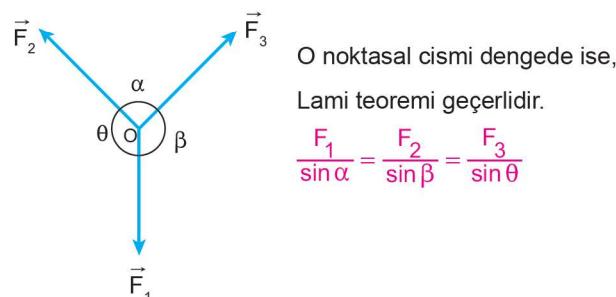
Bir sistemin dengede kalabilmesi için;

- Sistem üzerine üzerine etkiyen net kuvvet sıfır olmalıdır. ( $\sum F = 0$ )
- Sistemin bir noktaya göre toplam torku sıfır olmalıdır. ( $\sum \tau = 0$ )

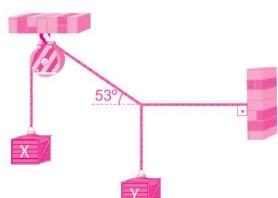
Cismin üzerine etkiyen net kuvvetlerin toplamı ve kuvvetlerin net torku sıfır ise cisim üzerinde hem öteleme hem de dönme dengesi sağlanır.



### Lami Teoremi



Öğretmen Sorusu

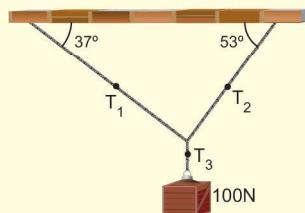


80 Newton ağırlığındaki Y cismi ile  $P_x$  ağırlıklı X cismi şekildeki gibi dengededir.

Buna göre,  $P_x$  kaç Newtondur?  
(Sürtünmeler önemsizdir.)

- A) 40      B) 60      C) 75      D) 100      E) 125

### Örnek 22:



100N ağırlığındaki cisim şekildeki gibi dengededir.

Buna göre;  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklüklerini bulunuz. ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\sin 53^\circ = 0,8$ )

$$T_3 = 100 \text{ N}$$

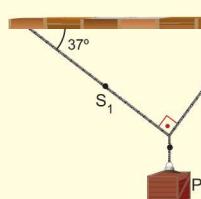
$$\frac{T_1}{\sin 143^\circ} = \frac{T_2}{\sin 127^\circ} = \frac{T_3}{\sin 90^\circ}$$

$$\frac{T_1}{0,6} = \frac{T_2}{0,8} = \frac{100}{1}$$

$$T_1 = 60 \text{ N}, T_2 = 80 \text{ N} \text{ bulunur.}$$

Cevap:  $T_1 = 60 \text{ N}$ ,  $T_2 = 80 \text{ N}$

### Örnek 23:



25 Newton ağırlığındaki P cismi ipler yardımıyla şekildeki gibi dengededir.

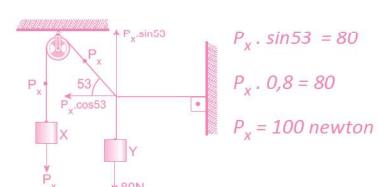
$S_1$  ve  $S_2$  ipleri en fazla 16N büyüklüğündeki gerilme kuvvette dayanabildiğine göre iplerin kopma durumu için ne söylenebilir?

$$\frac{S_1}{\sin 143^\circ} = \frac{S_2}{\sin 127^\circ} = \frac{P}{\sin 190^\circ}$$

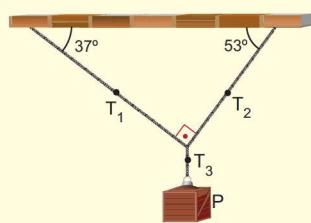
$$\frac{S_1}{0,6} = \frac{S_2}{0,8} = \frac{25}{1}$$

$$S_1 = 15 \text{ N}, S_2 = 20 \text{ N} \text{ bulunur.}$$

İpler en fazla 16N büyüklüğüne dayanabildiğine göre,  $S_2$  ipi önce kopar.  $S_2$  ipi koptuktan sonra  $S_1$  ipine 25N büyüklüğünde gerilme kuvveti etki eder ve  $S_1$  ipide kopar.



### Örnek 24:



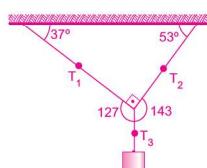
P ağırlıklı cisim şekildeki gibi dengede olduğuna göre, iperdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleriyle ilgili,

$$\text{I. } T_1 + T_2 + T_3 = 0$$

$$\text{II. } T_1 > T_2$$

$$\text{III. } \frac{T_2}{T_3} = \frac{4}{5}$$

İfadelerinden hangileri doğrudur?



$$\begin{aligned} \frac{T_1}{\sin 143^\circ} &= \frac{T_2}{\sin 127^\circ} = \frac{T_3}{\sin 90^\circ} = k \\ \frac{T_1}{0,6} &= \frac{T_2}{0,8} = \frac{T_3}{1} = k \end{aligned}$$

$$T_1 = 0,6k \quad T_2 = 0,8k \quad T_3 = k$$

$$\text{I. Sistem dengede ise; } T_1 + T_2 + T_3 = 0 \text{ olmalı (I. yanlış)}$$

$$\text{II. } T_1 = 0,6k$$

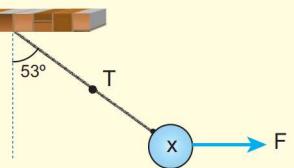
$$T_2 = 0,8k \text{ (II. yanlış)}$$

$$\text{III. } \frac{T_2}{T_3} = \frac{0,8k}{k} = \frac{4}{5} \text{ (III. doğru)}$$

Cevap: Yalnız III

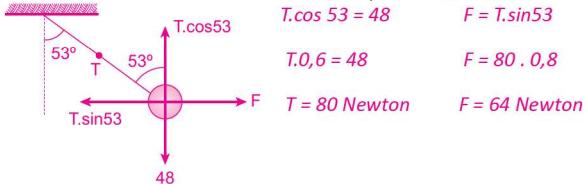
### Örnek 26:

48 Newton ağırlığındaki X cismi yatay doğrultudaki F kuvvetiyle şekildeki gibi dengededir.

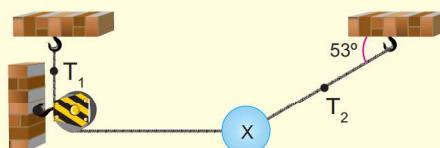


Buna göre, ipdeki gerilme kuvveti T ve F kuvvetinin büyüklükleri kaç N dur? ( $\sin 53^\circ = 0,8$ ;  $\cos 53^\circ = 0,6$ )

Cevap:  $T = 80$  Newton,  $F = 64$  Newton

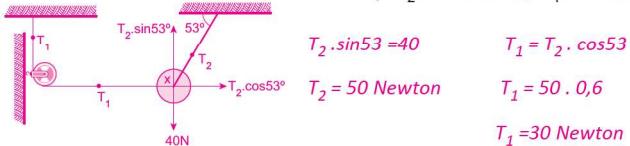


### Örnek 27:

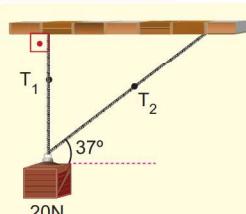


40 Newton ağırlığındaki X cisi şeklindeki gibi dengededir. Buna göre,  $T_1$  ve  $T_2$  ip gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri kaç N dur? ( $\sin 53^\circ = 0,8$ ;  $\cos 53^\circ = 0,6$ )

Cevap:  $T_2 = 50$  Newton,  $T_1 = 30$  Newton



### Örnek 25:



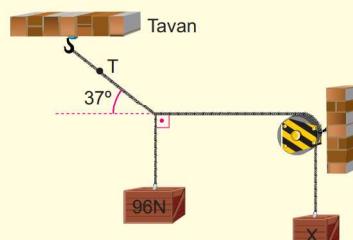
20N ağırlığındaki cisim şeklindeki gibi dengede olduğuna göre,  $T_1$  ve  $T_2$  ip gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri kaç Newtondur?

Cevap:  $T_2 = 0$

$$T_1 = 20\text{N}$$

Dengenin sağlanabilmesi için kuvvet dengesi sağlanmalıdır. Bunun için  $T_2 \cdot \cos 37^\circ$  sıfır olmalıdır. Bunun için  $T_2$  sıfır olmalıdır.  
Bu durumda  $T_1 = 20\text{N}$  olur.

### Örnek 28:



X cisi ve 96 Newton ağırlığındaki cisim şeklindeki gibi dengededir.

Buna göre, X cisinin ağırlığı  $P_x$  ve T ip gerilme kuvvetinin büyüklükleri kaç N dir? ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$ )

Cevap:  $P_x = 128$  Newton,  $T = 160$  Newton

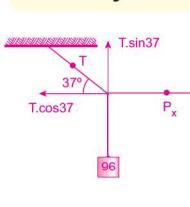
Sistem dengede ise,

$$T \cdot \cos 37^\circ = P_x \quad \text{ve} \quad T \cdot \sin 37^\circ = 96$$

$$160 \cdot 0,8 = P_x \quad T \cdot 0,6 = 96$$

$$P_x = 128 \text{ Newton}$$

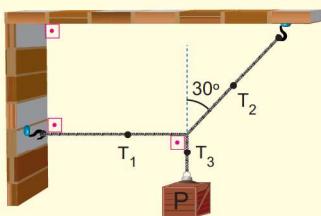
$$T = 160 \text{ Newton}$$



## Not

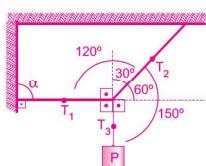
Üç kuvvet dengede ise kuvvetlerle karşılarındaki açılar ters orantılıdır. Açılara bakılarak kuvvetlerin büyüklükleri sıralanabilir.

### Örnek 29:



P ağırlıklı cisim iplerle şekildeki gibi dengede iken iplerde  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  büyüklüğünde gerilme kuvveti oluşuyor.

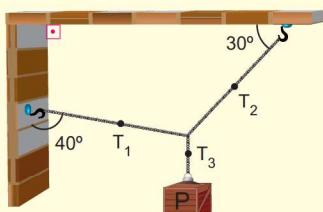
Buna göre;  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  arasındaki ilişki nedir?



$$150 > 120 > 90 \Rightarrow T_2 > T_3 > T_1$$

Cevap:  $T_2 > T_3 > T_1$

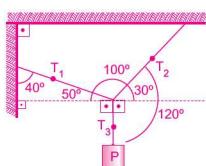
### Örnek 30:



P ağırlıklı cisim ipler yardımcıyla şekildeki gibi dengededir.

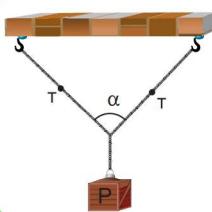
Buna göre, iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  arasındaki bağıntı nedir?

Cevap:  $T_3 > T_1 > T_2$



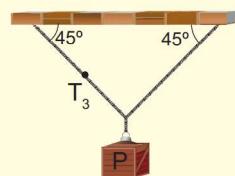
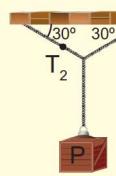
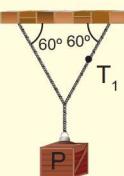
$$140 > 120 > 100 \Rightarrow T_3 > T_1 > T_2$$

## Not



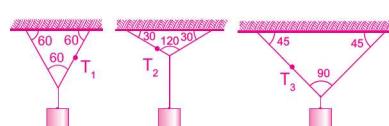
Şekilde  $\alpha$  açısı artırıldığında iplerdeki gerilme kuvvetinin büyüklüğü ( $T$ ) artar.

### Örnek 31:



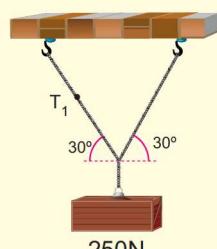
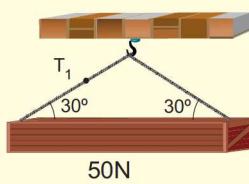
P ağırlıklı özdeş cisimler Şekil I, II ve III deki gibi iplerle tavana asılıyor.

Sistemler dengede olduğuna göre, ip gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  arasındaki ilişki nedir?



Cevap:  $T_2 > T_3 > T_1$   
İki ip arasındaki açı arttıkça ip gerilme kuvveti artar. Bu bilgiye göre,  
 $T_2 > T_3 > T_1$  olur.

### Örnek 32:

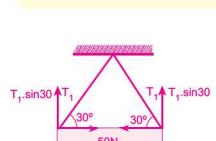


Şekil I

Şekil II

Ağırlıkları 50N ve 250N olan cisimler şekil I ve şekil II deki gibi dengede iken iplerde oluşan gerilme kuvvetlerin büyüklükleri  $T_1$  ve  $T_2$  dir.

Buna göre,  $\frac{T_1}{T_2}$  oranı kaçtır?



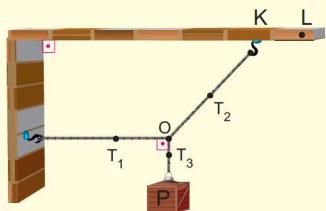
$$2. T_1 \sin 30 = 50$$

$$T_1 = 50N$$

$$T_2 = 250N$$

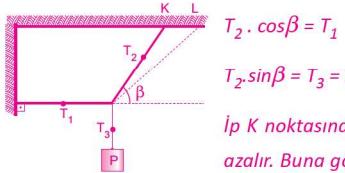
Cevap:  $\frac{1}{5}$

### Örnek 33:



P ağırlıklı cisim şekildeki gibi dengede iken ip gerilme kuvvetleri  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  oluyor.

$T_2$  ipinin boyu uzatılarak L noktasına O noktasının yeri değiştirilmeden bağlandığında  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  ip gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri nasıl değişir?



Cevap:  $T_3 = P$  değişmez.

$T_2$  artar.

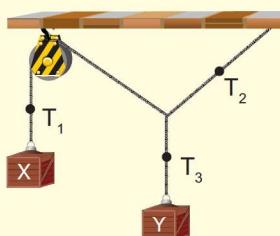
$T_1$  artar.

İp K noktasından L noktasına getirildiğinde  $\beta$  açısı azalır. Buna göre;  $\sin\beta$  azalır,  $T_3 = P$  değişmez.  $\cos\beta$  artar. Buna göre,

$T_2 \cdot \sin\beta = T_3$  bağıntısından  $T_2$  artar.

$T_2 \cdot \cos\beta = T_1$  bağıntısında  $T_2$  ve  $\cos\beta$  artarsa  $T_1$  artar.

### Örnek 34:



Ağırlığı  $P_x$ ,  $P_y$  olan X, Y cisimleri ile kurulan şekildeki sürütmesiz sistem dengedir.

Buna göre, Y cisminin altına Y ile özdeş bir cisim asıldığında,

- I.  $T_1$  değişmez.
- II.  $T_2$  artar.
- III.  $T_3$  artar.

yargılardan hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

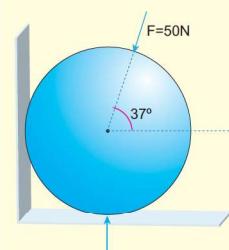
$T_1$  gerilme kuvveti ucundaki ağırlık değişmediği için değişmez.  $T_3$  ip gerilme kuvveti ucundaki ağırlık arttığı için artar.  $T_2$  ip gerilmesi için bir şey söyleyenemez.

## DENGEDE OLAN SİSTEMLERDE ETKİ TEPKİ

Bir cismin herhangi bir yüzeye uyguladığı dik kuvvette etki, yüzeyin cisme uyguladığı dik kuvvette tepki denir.

Etki ile tepki kuvvetleri her zaman eşit büyüklüktedir.

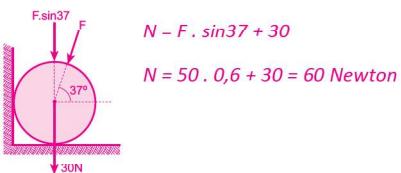
### Örnek 35:



Sürtünmelerin önemsenmediği düzenekte ağırlığı 30N olan türdeş küreye F kuvveti şekildeki gibi uygulanmaktadır.

Buna göre, yatay zeminin cisme uyguladığı tepki kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur? ( $\sin 37^\circ = 0,6$ )

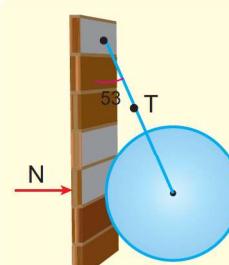
Cevap: 60 Newton



$$N = F - F \cdot \sin 37 + 30$$

$$N = 50 \cdot 0,6 + 30 = 60 \text{ Newton}$$

### Örnek 36:



Sürtünmelerin önemsenmediği düzenekte 100N ağırlığındaki türdeş küre şekildeki gibi dengededir.

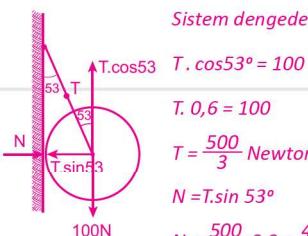
Buna göre, ip gerilme kuvveti T ve duvarın tepki kuvveti N kaç Newtondur?

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

Cevap:  $T = \frac{500}{3}$  Newton

Sistem dengede ise,

$$N = \frac{500}{3} \cdot 0,8 = \frac{400}{3} \text{ Newton}$$



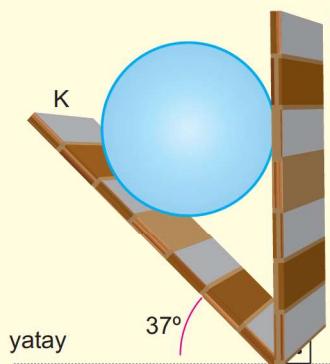
$$T \cdot \cos 53^\circ = 100$$

$$T = \frac{500}{3} \text{ Newton}$$

$$N = T \cdot \sin 53^\circ$$

$$N = \frac{500}{3} \cdot 0,8 = \frac{400}{3} \text{ Newton}$$

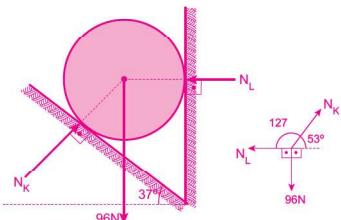
**Örnek 37:**



96 Newton ağırlıklı homojen küre K, L duvarları arasında şekildeki gibi dengede iken duvarların tepki kuvvetlerinin büyüklükleri  $N_K$ ,  $N_L$  oluyor.

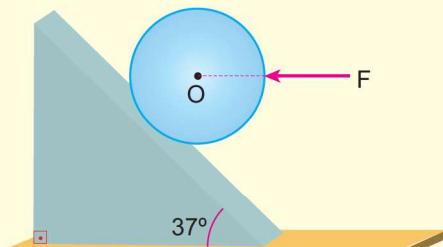
Sürtünmeler önemsenmediğine göre,  $\frac{N_K}{N_L}$  oranı nedir?

Cevap:  $\frac{5}{3}$



$$\begin{aligned} \frac{N_K}{\sin 90^\circ} &= \frac{96}{\sin 127^\circ} = \frac{N_L}{\sin 143^\circ} \\ N_K &= \frac{96}{0,8} = 120 \text{ N} \\ \frac{N_L}{0,6} &= \frac{96}{0,8} \Rightarrow N_L = 72 \text{ N} \end{aligned}$$

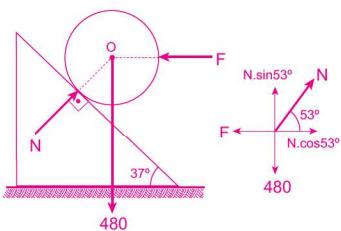
**Örnek 38:**



480 Newton ağırlığındaki O merkezli homojen küre yatay doğrultudaki F kuvvetiyle şekildeki gibi dengededir.

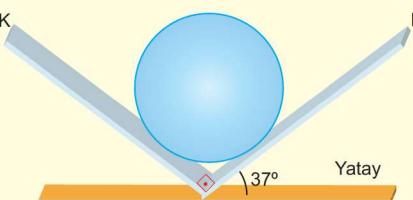
Sürtünmeler önemsenmediğine göre, F kuvvetinin büyüklüğü kaç Newtondur? ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$ )

Cevap:  $F = 360$



$$\begin{aligned} 480 &= N \sin 53^\circ \Rightarrow N = 600 \\ F &= N \cos 53^\circ \Rightarrow F = 360 \end{aligned}$$

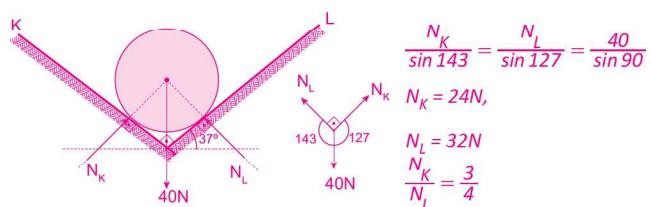
**Örnek 39:**



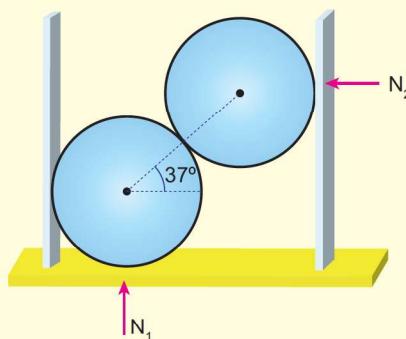
Ağırlığı 40 Newton olan homojen küre K, L düzlemleri arasında şekildeki gibi dengedeyken yüzeylerin tepki kuvvetlerinin büyüklükleri  $N_K$ ,  $N_L$  oluyor.

Sürtünmeler önemsenmediğine göre,  $\frac{N_K}{N_L}$  oranı nedir?

- A) 1      B)  $\frac{2}{3}$       C)  $\frac{3}{4}$       D)  $\frac{4}{5}$       E) 2



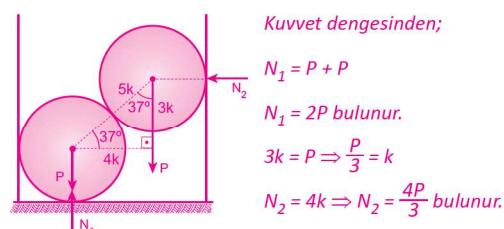
**Örnek 40:**



Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda P ağırlıklı özdeş ve türdeş kulerler şekildeki gibi dengedelerdir.

Yüzeylerin tepki kuvvetlerinin büyüklükleri  $N_1$  ve  $N_2$  kaç P dir?

Cevap:  $N_1 = 2P$



Kuvvet dengesinden;

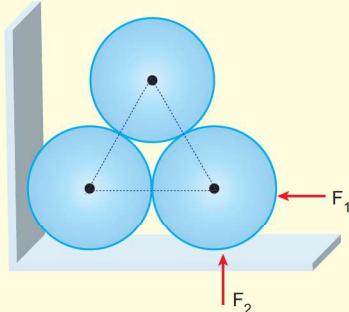
$$N_1 = P + P$$

$$N_1 = 2P \text{ bulunur.}$$

$$3k = P \Rightarrow \frac{P}{3} = k$$

$$N_2 = 4k \Rightarrow N_2 = \frac{4P}{3} \text{ bulunur.}$$

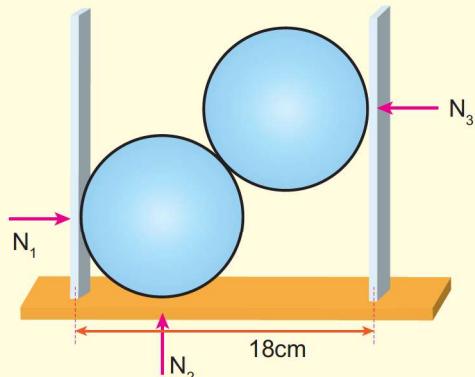
$$N_2 = \frac{4P}{3}$$

**Örnek 41:**

Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda P ağırlıklı özdeş ve türdeş küreleri dengelenen minimum kuvvetin büyüklüğü  $F_1$  olmaktadır.

Yatay zeminin kürelerden birbirine uyguladığı tepki kuvvetinin büyüklüğü  $F_2$  olduğuna göre,  $\frac{F_1}{F_2}$  oranı kaçtır?

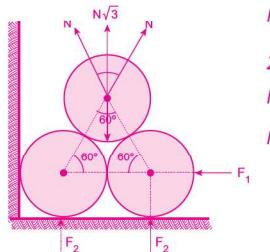
- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$       C)  $\frac{1}{3\sqrt{3}}$       D)  $\sqrt{3}$       E) 1

**Örnek 42:**

20 Newton ağırlığındaki özdeş ve türdeş 5cm yarıçaplı küreler şekildeki gibi dengedir.

Sürtünmeler önemsenmediğine göre;  $N_1$ ,  $N_2$  ve  $N_3$  tepki kuvvetlerinin büyüklükleri kaç N dur?

$$\text{Cevap: } N_1 = \frac{80N}{3}, N_2 = 40N, N_3 = \frac{80N}{3}$$

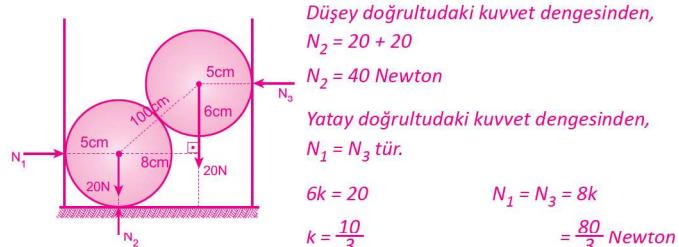


$$N \cos 60^\circ = F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{P}{2\sqrt{3}}$$

$$2F_2 = 3P \Rightarrow F_2 = \frac{3P}{2}$$

$$N\sqrt{3} = P$$

$$N = \frac{P}{\sqrt{3}}$$



Düşey doğrultudaki kuvvet dengesinden,  
 $N_2 = 20 + 20$   
 $N_2 = 40 \text{ Newton}$

Yatay doğrultudaki kuvvet dengesinden,  
 $N_1 = N_3$  tür.

$$6k = 20$$

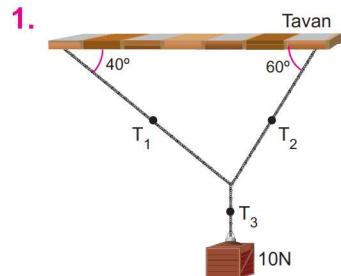
$$N_1 = N_3 = 8k$$

$$k = \frac{10}{3}$$

$$= \frac{80}{3} \text{ Newton}$$

**Örnek Cevapları**

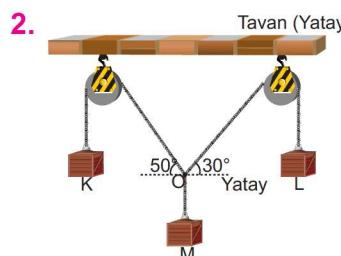
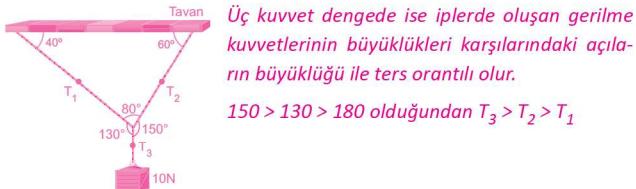
4. D      17. A      20. E      21. D      34. C      39. C      41. C



G ağırlıklı cisim şekildeki gibi tavana asıldığında iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyüklüğü  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  oluyor.

Buna göre;  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  arasındaki ilişki nedir?

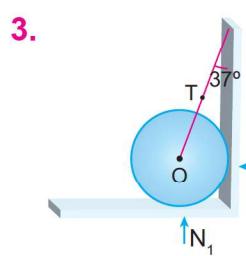
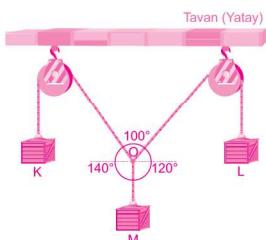
- A)  $T_1 = T_2 = T_3$     B)  $T_1 > T_2 > T_3$     C)  $T_2 > T_3 > T_1$   
D)  $T_3 > T_1 > T_2$     E)  $T_3 > T_2 > T_1$



$G_K$ ,  $G_L$  ve  $G_M$  ağırlıklarındaki cisimlerin asılmasıyla oluşan sistem şekildeki gibi dengedir.

Buna göre, cisimlerin ağırlıkları arasındaki ilişki nedir?

- A)  $G_K > G_L > G_M$     B)  $G_L > G_M > G_K$     C)  $G_M > G_K > G_L$   
D)  $G_K = G_L = G_M$     E)  $G_L > G_K = G_M$

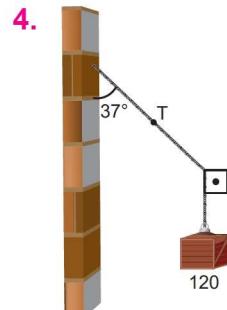


100N ağırlığındaki O merkezli küre şekildeki gibi dengedeyken ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü 25N oluyor.

Buna göre, yüzeylerin tepki kuvvetlerinin büyüklüklerinin oranı  $\frac{N_1}{N_2}$  nedir?

- A)  $\frac{17}{16}$     B)  $\frac{4}{5}$     C)  $\frac{4}{3}$     D)  $\frac{4}{5}$     E) 1

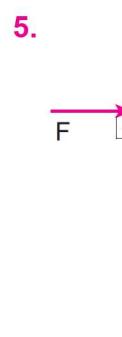
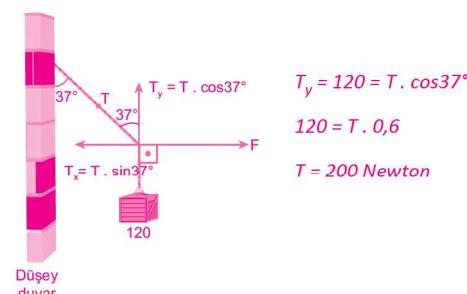
$$\begin{aligned} T \cdot \cos 37^\circ + N_1 &= 100 \\ 25 \cdot 0,8 + N_1 &= 100 \\ N_1 &= 80 \\ N_2 &= T \cdot \sin 37^\circ \\ N_2 &= 100 \cdot 0,6 \\ N_2 &= 60 \\ \frac{N_1}{N_2} &= \frac{4}{3} \end{aligned}$$



120 N ağırlığındaki cisim yatay doğrultuda uygulanan F büyüklüğündeki kuvvet ile şekildeki gibi dengede iken düşey duvara bağlı ipde T büyükliğinde gerilme kuvveti oluşmaktadır.

Buna göre, T kaç N'dir? ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$ )

- A) 140    B) 200    C) 240    D) 250    E) 300



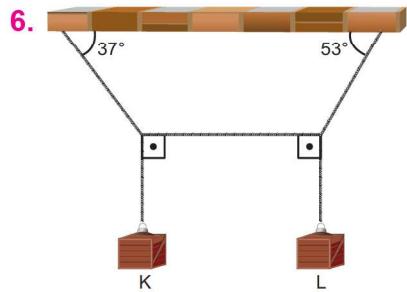
Sürtünmelerin önemsenmediği düzenekte ağırlıkları 10N olan türdeş iki küre şekildeki gibi dengedendir.

Buna göre, düşey düzlemin ve yatay düzlemin tepki kuvvetlerinin büyüklükleri oranı  $\frac{F}{N}$  oranı kaçtır?

- A)  $\frac{1}{3}$     B)  $\frac{2}{3}$     C) 1    D)  $\frac{3}{2}$     E) 3

$$N = 20 \text{ newton}$$

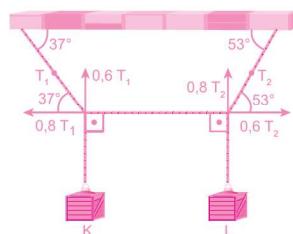
$$\begin{aligned} T \cdot \cos 53^\circ &= 10 \\ T \cdot \frac{3}{5} &= 10 \\ \frac{50}{3} \cdot \frac{4}{5} &= F \\ F &= \frac{2}{3} \\ \frac{F}{N} &= \frac{2}{3} \end{aligned}$$



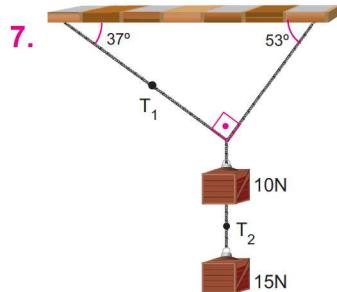
$G_K, G_L$  ağırlıklı cisimlerle oluşturulan şekildeki sistem dendedir. Buna göre, cisimlerin ağırlıklarının oranını  $\frac{G_K}{G_L}$  nedir?

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

- A)  $\frac{9}{16}$       B)  $\frac{3}{4}$       C) 1      D)  $\frac{4}{3}$       E)  $\frac{16}{9}$



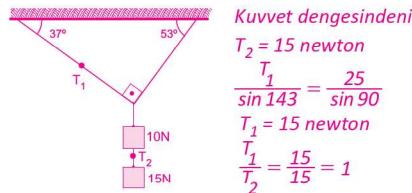
$$\begin{aligned} G_K &= 0,6 T_1 \\ G_L &= 0,8 T_2 \\ 0,8 T_1 &= 0,6 T_2 \Rightarrow T_1 = 3k, T_2 = 4k \text{ olur.} \\ \frac{G_K}{G_L} &= \frac{0,6 \cdot 3k}{0,8 \cdot 4k} \Rightarrow \frac{G_K}{G_L} = \frac{9}{16} \end{aligned}$$



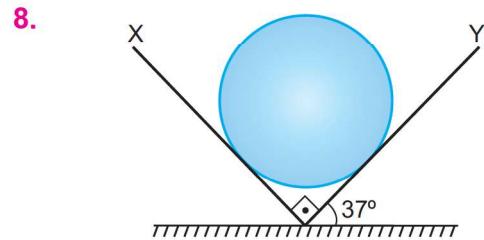
10N ve 15N ağırlıklı cisimlerle kurulan şekildeki sistem dendede iken iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri  $T_1, T_2$  oluyor.

Buna göre,  $\frac{T_1}{T_2}$  oranı nedir?

- A) 1      B)  $\frac{2}{3}$       C)  $\frac{3}{4}$       D)  $\frac{3}{5}$       E)  $\frac{4}{3}$



$$\begin{aligned} \text{Kuvvet dengesinden} \\ T_2 &= 15 \text{ newton} \\ \frac{T_1}{\sin 143} &= \frac{25}{\sin 90} \\ T_1 &= 15 \text{ newton} \\ \frac{T_1}{T_2} &= \frac{15}{15} = 1 \end{aligned}$$

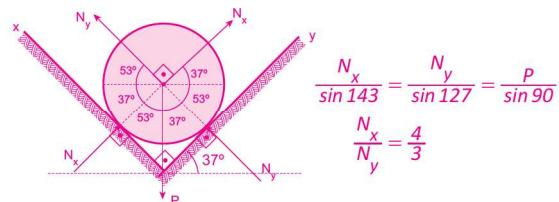


P ağırlıklı küresel ve türdeş cisim X ve Y düzlemlerinin arasında şekildeki gibi dengede iken yüzeylerin tepki kuvvetleri nin büyüklükleri  $N_X$  ve  $N_Y$  oluyor.

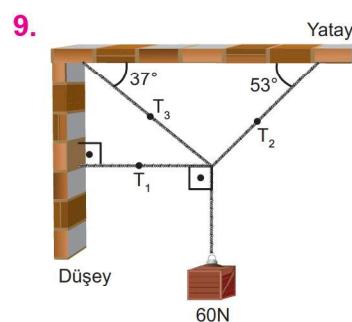
Sürtünmeler önemsendiğinde göre,  $\frac{N_X}{N_Y}$  oranı nedir?

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

- A)  $\frac{2}{3}$       B)  $\frac{4}{3}$       C)  $\frac{1}{2}$       D) 2      E) 5



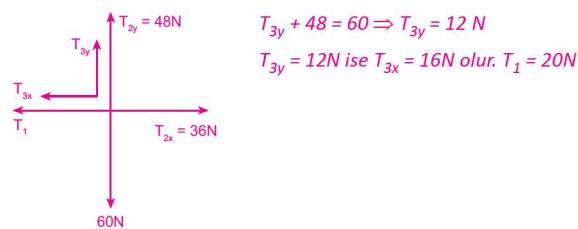
$$\begin{aligned} \frac{N_x}{\sin 143} &= \frac{N_y}{\sin 127} = \frac{P}{\sin 90} \\ \frac{N_x}{N_y} &= \frac{4}{3} \end{aligned}$$



60N ağırlığındaki cisim yatay ve düşey duvarlar arasına şekildeki gibi asıldığında  $T_2 = 60N$  oluyor.

Buna göre,  $T_1$  ip gerilmesinin büyüklüğü kaç N'dir?

- A) 9      B) 12      C) 16      D) 20      E) 25



$$\begin{aligned} T_{3y} + 48 &= 60 \Rightarrow T_{3y} = 12 \text{ N} \\ T_{3y} = 12 \text{ N} \text{ ise } T_{3x} &= 16 \text{ N olur. } T_1 = 20 \text{ N} \end{aligned}$$