

ÜNİTE 1



bölüm 9

KUVVET VE HAREKET

Tork ve Denge

TORK

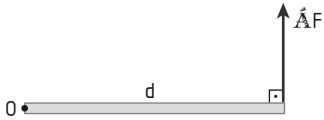
Kuvvetin döndürme etkisine **tork** denir.



Uyguladığımız kuvvetin tork etkisi ile kapı menteşe etrafında dönerek açılır.

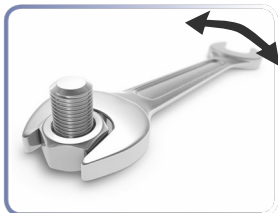
h Tork vektörel bir büyüklüktür. $\vec{A}$ $\vec{\tau}$ ile gösterilir.

h Torkun SI'daki birimi Newton·metre'dir.

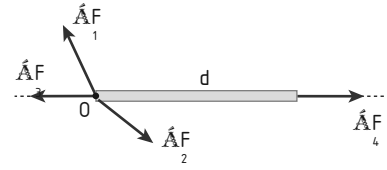


$$\vec{A}\vec{\tau} = \vec{A}\vec{d} \times \vec{A}\vec{F}$$

h Kuvvetin büyüklüğü F, kuvvetin döndürme etkisi olan dik uzaklık d olmak üzere torkun büyüklüğü $\vec{t} = d \cdot F$ bağıntısıyla hesaplanır.

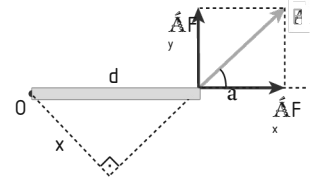


Dönme eksenine uygulanan ya da uzantısı dönme ekseninden geçen kuvvetin torku sıfırdır.



F_1, F_2, F_3 ve F_4 kuvvetlerinin O noktasına göre torkları sıfırdır.

h Bir çubuğa uygulanan kuvvet şekildeki gibi çubuğa dik değil ise O noktasına göre torkun büyüklüğü iki yolla hesaplanabilir.

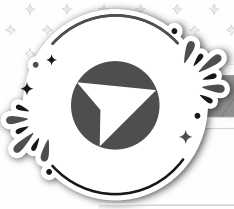


L Kuvvet dik bileşenlerine ayrılır. Düşey bileşenin tork etkisi vardır. Torkun büyüklüğü $\vec{t} = F_y \cdot d = F \cdot \sin \alpha \cdot d$ ile hesaplanır.

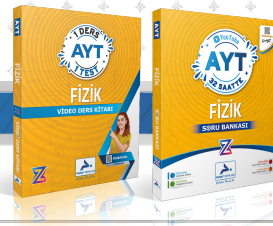
L O noktasından kuvvetin uzantısına dik uzaklık çizilir. Bu durumda O noktasına göre tork $\vec{t} = F \cdot x$ olur. Oluşan dik üçgen-de $x = d \cdot \sin \alpha$ dır.

Tarihsel Süreç

- h Tork kavramı, kuvvetlerin dönmeye nasıl neden olduğunu açıklayan kaldıraç ilkesini geliştiren Arşimet ile Antik Yu-nan'da ortaya çıktı.
- h Rönesans döneminde, Leonardo da Vinci gibi düşünürler dönme içeren mekanik sistemleri inceledi.
- h 17. Yüzyılda Isaac Newton, yasalarını dönme dinamikleri-ni içerecek şekilde genişletti.
- h 18. Yüzyılda Euler ve d'Alembert torku resmileştirdi.
- h 19. Yüzyıla gelindiğinde, tork matematiksel olarak tam anlamıyla tanımlanmış ve hem klasik mekanik hem de elekt-romanyetizmaya uygulanmıştır.

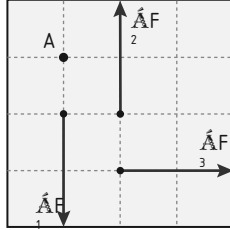


Tork ve Denge



Örnek

Eşit kare bölmelerden oluşan bir levha ve bu levha ile aynı düzlemde bulunan $\vec{A}F_1$, $\vec{A}F_2$ ve $\vec{A}F_3$ kuvvetleri şekildeki gibi verilmiştir.

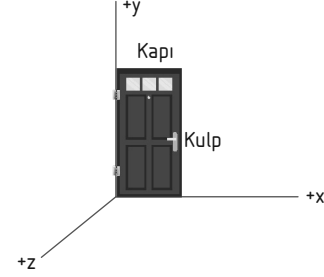


Bu kuvvetlerin A noktasına göre torklarının büyüklüğü sırasıyla T_1 , T_2 ve T_3 olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $t_3 > t_2 > t_1$ B) $t_1 = t_2 = t_3$ C) $t_2 = t_3 > t_1$
D) $t_1 = t_2 = t_3$ E) $t_2 > t_3 > t_1$

Örnek

xyz dik koordinat sisteminin xy düzleminde bulunan kapı, y ekseninde serbestçe dönebilmektedir. Kapı, kulpuna +z yönünde uygulanan kuvvetle bir miktar açılıyor.

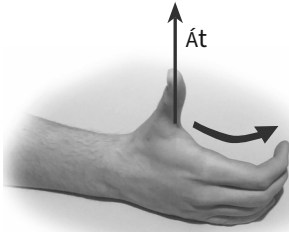


Buna göre kuvvetin, dönme eksenine göre oluşturduğu torkun yönü nedir?

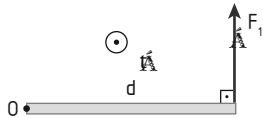
- A) +x B) +y C) +z D) -y E) -z

TORKUN YÖNÜ

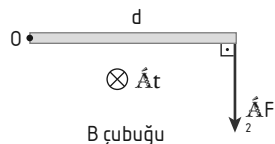
- h Tork vektörü, kuvvet ve cismin bulunduğu düzleme dik bir vektördür ve yönü sağ el kuralı ya da vidanın hareket yönü ile bulunur.
- h Dört parmak dönme yönünde kıvrıldığında sağ elin baş parmağı tork vektörünün yönünü gösterir.



- h $\vec{A}F_1$ ve $\vec{A}F_2$ kuvvetlerinin O noktalarına göre torklarının yönü; A çubuğu için sayfa düzlemine dik ve "dışa" (Ø) doğru, B çubuğu için sayfa düzlemine dik ve "içe" (⊗) doğrudur.



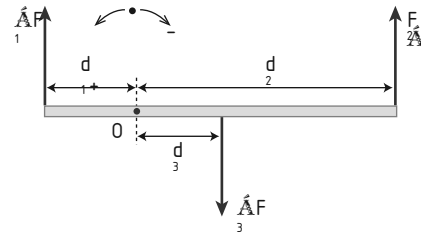
A çubuğu



B çubuğu

BİLEŞKE TORK

- h Bir cisim birden fazla kuvvetin döndürme etkisi altında ise bileşke (net) tork hesaplanır.



- h Kuvvetlerin O noktasına göre net torku;

$$St = -F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 - F_3 \cdot d_3 \text{ tür.}$$

NOT

- h Bir sistemin bir noktaya göre bileşke torku bulunurken; bir yönde döndürmek isteyen kuvvetler ile zıt yönde döndürmek isteyen kuvvetlere artı (+) ve eksi (-) işareti verilir. Çıkan sonucun işaretine göre dönme yönü bulunur.
- h Sistemin dönme yönü ile sistemin torkunun yönü aynı şey değildir!



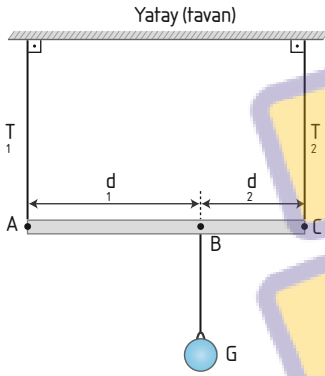
DENGENİN 2. ŞARTI (TORK DENGESİ)

- h Bir cisme etki eden kuvvetlerin herhangi bir noktaya göre bileşke torkunun sıfır olması durumuna **tork dengesi** denir.

$$\sum \tau = 0$$

Denge ile İlgili Bir Örnek

Ağırlığı G olan cisim ağırlığı önemsiz yatay bir çubuğa asılarak şekil-deki gibi dengelenmiş ve dikey iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri T_1 ve T_2 olsun.



- h Dengenin 1. şartına göre; $T_1 + T_2 = G$

- h Dengenin 2. şartına göre;

$$A \text{ noktasına göre: } G \cdot d_1 = T_2 \cdot (d_1 + d_2)$$

$$B \text{ noktasına göre: } T_1 \cdot d_1 = T_2 \cdot d_2$$

$$C \text{ noktasına göre: } G \cdot d_2 = T_1 \cdot (d_1 + d_2)$$

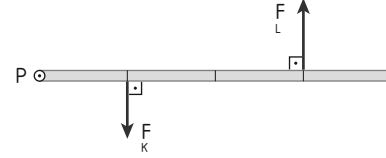
bağıntıları yazılabilir.

NOT

- h Dengenin ikinci şartına uyan bir sistemde kuvvetlerin uzay-daki tüm noktalara göre torklarının bileşkesi sıfırdır. Soru çözümlerinde en uygun noktaya göre tork dengesi yazılabilir.

ÖSYM Benzeri

P noktasından geçen bir mil etrafında sürtünmesiz yatay düzlemde kolayca dönebilen, eşit bölmelendirilmiş ve ağırlığı ihmal edilen katı çubuk, şekilde gösterildiği gibi kendisine dik olarak uygulanan F_K ve F_L kuvvetlerinin etkisiyle dengede durmaktadır.



F_K kuvvetinin P noktasına göre torku $\hat{A}\tau$ olduğuna göre,

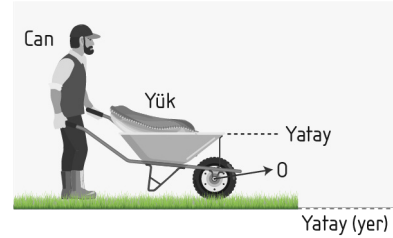
- $F_K > F_L$ dir.
- F_L kuvvetinin P noktasına göre torku $-\hat{A}\tau$ 'dur.
- Çubuğa P noktasından F_L yönünde kuvvet etki eder.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÖSYM Benzeri

Can, bir el arabasını, dikey doğrultulu sabit büyüklükte kuvvet uygulayarak şekildeki gibi dengede tutmaktadır.

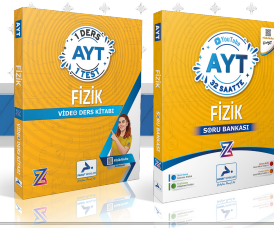
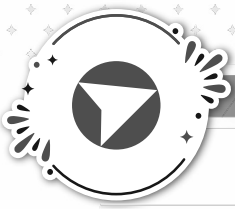


Can, yükü arabanın tekerine doğru bir miktar kaydırarak aynı biçimde dengede tutarsa ilk duruma göre;

- Can'ın el arabasını dengede tutmak için uyguladığı kuvvet,
- Can'ın el arabasına uyguladığı kuvvetin O noktasına göre torku,
- el arabasına etki eden net tork

niceliklerinden hangileri değişmez?

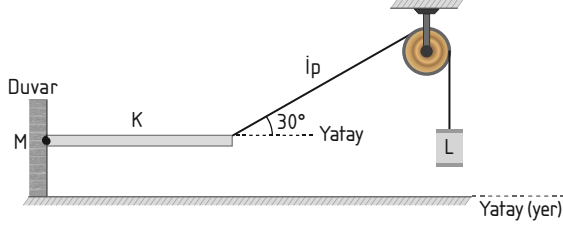
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III



Tork ve Denge

ÖSYM Benzeri

M menteşesine bağlı ucu çevresinde serbestçe dönebilen düzgün ve türdeş K kalası, diğer ucuna bağlı bir ipe asılan L cismi ile şekildeki konumda dengededir.

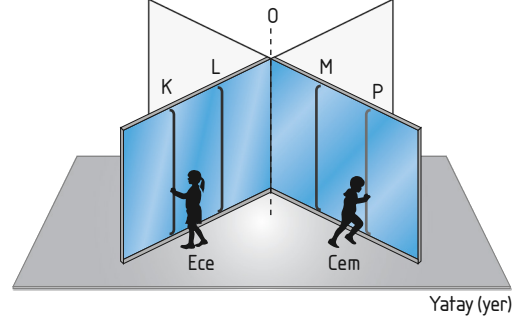


K kalasının ağırlığı 20 N olduğuna göre, L cisminin ağırlığı kaç N'dir? ($\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$; $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$; sürtünmeler önemsizdir.)

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

ÖSYM Benzeri

Bir mağazanın döner kapısı şekildeki gibidir. O eksenini etrafında serbestçe dönebilen özdeş kanatların üzerindeki K, L, M ve P kulplarından K ile P'nin O eksenine uzaklıkları 2d, L ile M'nin O eksenine uzaklıkları d'dir. Kapiya, şekildeki konumlarda bulunan Ece ve Cem kuvvet uygulamaktadır.



Buna göre aynı anda;

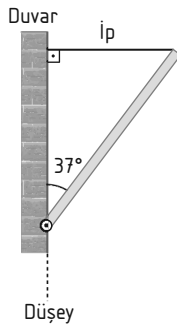
- Ece, K kulpundan F büyüklüğündeki kuvvetle çekme; Cem, P kulpundan F büyüklüğündeki kuvvetle çekme,
- Ece, L kulpundan 2F büyüklüğündeki kuvvetle çekme; Cem, P kulpundan F büyüklüğündeki kuvvetle çekme,
- Ece, K kulpundan F büyüklüğündeki kuvvetle itme; Cem, M kulpundan 2F büyüklüğündeki kuvvetle çekme

eylemlerinden hangileri gerçekleştirilirse kapı O eksenini etrafında döner? (Kuvvetler kanatlara dik olarak uygulanıyor.)

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

Örnek

Bir ucundan duvara menteşelenmiş, diğer ucundan da ipe bağlanmış türdeş çubuk, düşey düzlemde şekildeki gibi dengelenmiştir.



İpte oluşan gerilme kuvveti 12 N olduğuna göre çubuğun ağırlığı kaç N'dir? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$; Sürtünmeler önemsenmiyor.)

- A) 18 B) 24 C) 30 D) 32 E) 36

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- Anahtar kullanmak, kapıları açmak, bisiklette pedal çevirmek, levye kullanmak ve musluğu açmak torkun günlük hayattaki örnekleridir.
- Rüzgâr türbinleri, drone pervaneleri ve jiroskop tork etkisi ile işleyen teknolojik ürünlerdir.



Dron