

HAVZA MESLEK YÜKSEKOKULU



İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PROGRAMI

ISG 104 – FİZİK

Öğr. Gör. Cihan YAYLACI

13.KATI CİSMİN YUVARLANMA HAREKETİ

ÖĞR. GÖR. CİHAN YAYLACI



13.KATI CİSMİN YUVARLANMA HAREKETİ

13.1.Dönme Enerjisi

13.2.Tork

13.3.Tork ve Açısal İvme Bağlantısı

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi

13.5. Genel Tekrar

Kaynaklar



Konuya özgü kavramlar

Katı Cisim, şekli bozulmayan veya cisim üzerindeki noktalar arasındaki veya parçacık çiftleri arasındaki uzaklıkları değişmeyen cisimler denir.

Ortalama açısal hız (ω_{ort}), Δt zaman aralığındaki açısal yer değiştirmenin ($\Delta\theta$), Δt zamanına oranı,

Ani Açısal hız (ω): Δt zamanı limit durumda sıfıra gittiğinde ($\Delta t \rightarrow 0$) açısal yer Değiştirmenin ($\Delta\theta$), zamana oranı,



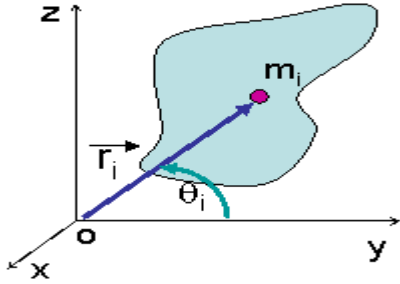
Konuya özgü kavramlar

Ortalama açısal ivme(α_{ort}), Δt zaman aralığındaki açısal hızdaki değişme miktarının ($\Delta\omega$) geçen zamana oranı,

Ani açısal ivme (α), Δt zaman aralığı limit durumda sıfıra gittiğinde ($\Delta t \rightarrow 0$) açısal hızın ($\Delta\omega$) zamana oranı,



13.1. Dönme Enerjisi



O noktasından geçen sabit bir eksen etrafında dönen katı cismin kütlesi m_i olan bir nokta ve bu kütle elemanının kinetik enerjisi:

$$K_i = \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \frac{1}{2} m_i (r \omega_i)^2$$

Katı cismin dönme kinetik enerjisi, katı cisimi oluşturan her bir noktanın kinetik enerjilerinin toplamına eşittir:

$$K_D = \sum_i K_i = \frac{1}{2} \sum_i m_i r_i^2 \omega_i^2$$

Katı cisim üzerindeki her bir nokta için $\omega_i = \omega$ için toplamın dışına alınabilir.

$$K_D = \frac{1}{2} \left(\sum_i m_i r_i^2 \right) \omega^2$$

$$K_D = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Parantez içindeki ifade eylemsizlik momenti olarak adlandırılır (I),

SI birim sisteminde birimi kg m^2 ,



13.2.Tork

Bir eksen üzerinde bulunan bir cisme bir kuvvet uygulandığında, cisim bu eksen etrafında dönme eğilimi gösterir,

Uygulanan bu kuvvetin cisim üzerinde gösterdiği etkiye TORK (moment),

Tork' un büyüklüğü uygulanan kuvvet ile uygulanan kuvvetin doğrultusunun dönme eksenine olan dik uzaklığın (d) çarpımı,

$$\tau = F \cdot d$$

Bu uzaklık moment kolu,

$$\tau = F \cdot r \sin \theta$$

Dönme eksenine göre kuvvetin uygulandığı noktayı gösteren konum vektörü r ve kuvvet ile r arasındaki açı θ olmak üzere

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

iki vektörün vektörel çarpımı



13.3. Tork ve Açısal İvme Bağlantısı

Teğetsel kuvvet F_t , ve teğetsel ivme (a_t) arasındaki ilişki, Newton'un 2. yasasından.

$$F_t = ma_t$$

F_t kuvvetinin merkeze göre uyguladığı tork ($\theta=90^\circ$) olduğundan

$$\tau = rF_t = rma_t = rmr\alpha = mr^2\alpha$$

Teğetsel ivme açısal ivmeye $a_t=r\alpha$ eşitliği ile bağlı olduğundan,

$$\tau = I\alpha$$



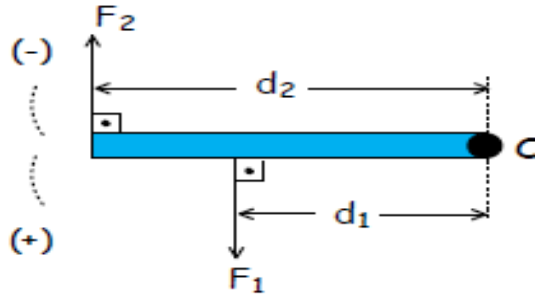
Cisme birden fazla kuvvet uygulanıyorsa kuvvetlerin torklarının bileşkesine bileşke tork denilmektedir.

Bu tür durumlarda öncelik hangi kuvvetlerin dönmeye etki ettikleri tespit edilir,

Dönmeye etki eden kuvvetlerin cismi hangi yöne döndürdükleri belirlenir,

Saat yönü tersi (+) yön, saat yönü ise (-) yön olarak alınır,

Daha sonra vektörel toplam yapılır.

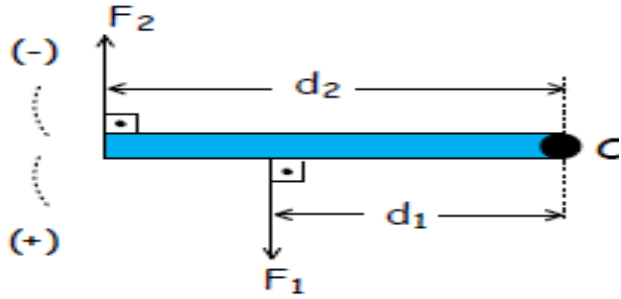


$$\tau_1 = F_1 \cdot d_1$$

$$\tau_2 = F_2 \cdot d_2$$

$$\Sigma \tau = \tau_1 - \tau_2$$

$$\Sigma \tau = F_1 \cdot d_1 - F_2 \cdot d_2$$

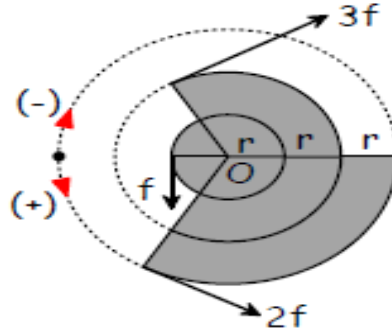


$$\begin{aligned}\tau_1 &= F_1 \cdot d_1 \\ \tau_2 &= F_2 \cdot d_2 \\ \Sigma\tau &= \tau_1 - \tau_2 \\ \Sigma\tau &= F_1 \cdot d_1 - F_2 \cdot d_2\end{aligned}$$

(+) çıkarsa çubuk (+) yönde,

(-) çıkarsa çubuk (-) yönde döner.

0) çıkarsa çubuk dönmez. Dengededir



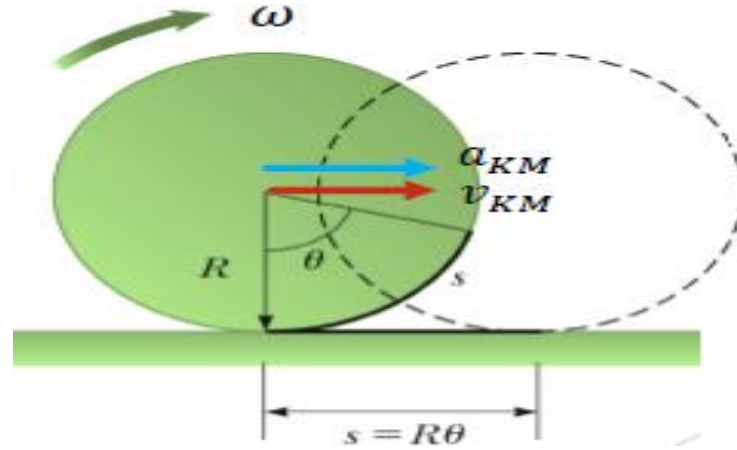
Şekildeki taralı levhaya, kendi düzleminde kalan, f , $2f$, $3f$ büyüklüğünde üç kuvvet etki etmektedir. O noktasından geçen ve levhaya dik olan eksene göre, bu kuvvetlerin bileşke torklarının büyüklüğü nedir ve levha hangi yönde döner?

(1984-ÖYS)

$$\Sigma\tau = f \cdot r + 2f \cdot 3r - 3f \cdot 2r$$

$$\Sigma\tau = (+) fr$$

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi



Yuvarlanma hareketi, öteleme ve dönme hareketlerinin bileşkesi,

Bir cisim yuvarlanırken, kütle merkezi yol alır,

Cismin diğer noktaları da kütle merkezi çevresinde döner.

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi

Yuvarlanma hareketinin Özellikleri :

- I. Cismin her noktası, kütle merkezi çevresinde hem döner, hem de ilerler.
- II. Kütle merkezinin öteleme hızı, çember üzerindeki bir noktanın teğetsel hızına eşit.
- III. Kütle merkezinin sadece öteleme hızı vardır, dönme hızı sıfırdır.
- IV. Herhangi bir noktanın anlık hızı, ötelemenin hızıyla dönmenin teğetsel hızının bileşkesidir.
- V. Yuvarlanan bir cisim, zemine değme noktası çevresinde sadece dönüyormuş gibi düşünülebilir.



13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi

Yuvarlanma hareketinin Özellikleri :

VI. Yuvarlanan bir cismin üzerindeki noktaların anlık hız vektörlerine çizilen dikmeler, cismin zemine değme noktasından geçerler.

VII. Kütle merkezinin aldığı yol, çember üzerindeki bir noktanın aldığı yola eşittir.

VIII. Yuvarlanan bir cismin kinetik enerjisi, öteleme ve dönme kinetik enerjilerinin toplamına eşittir.

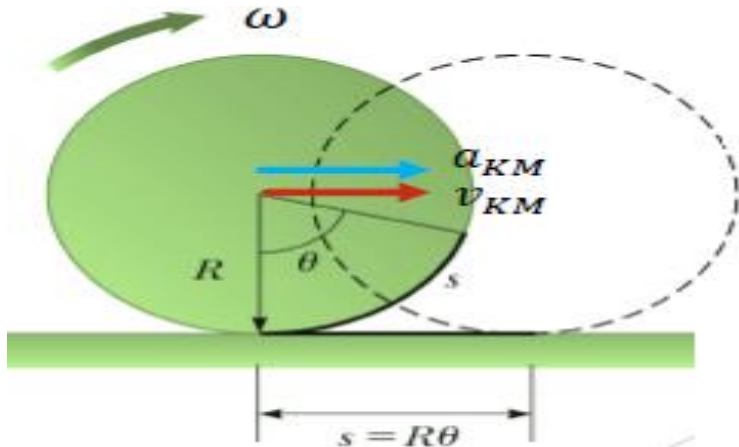


13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi

Yuvarlanma hareketi, dönme ekseninin uzayda sabit olmadığı dönme hareketi,

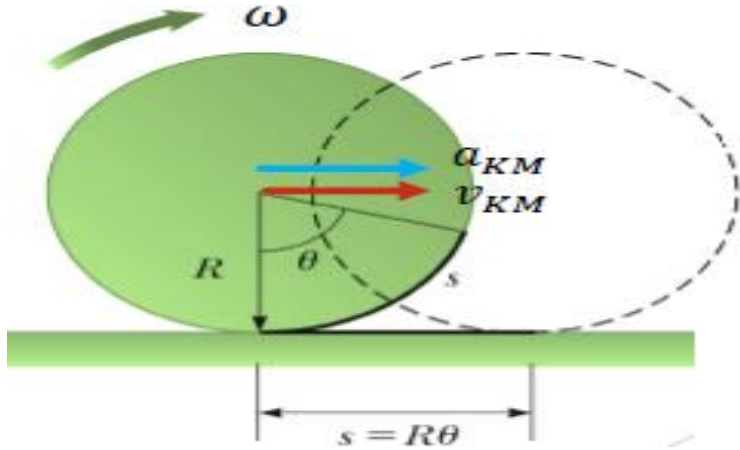
Cismin üzerine etki eden dış torklar yoksa,

katı bir cismin açısal momentumu her zaman korunur,



Cismin düzgün bir yüzey üzerinde kaymadan yuvarlanma, saf yuvarlanma hareketi yaptığını kabul edelim

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi



Cisim döndüğü için ilerliyorsa yuvarlanma hareketi yapar. Bu durumda kütle merkezi de yol almış olur

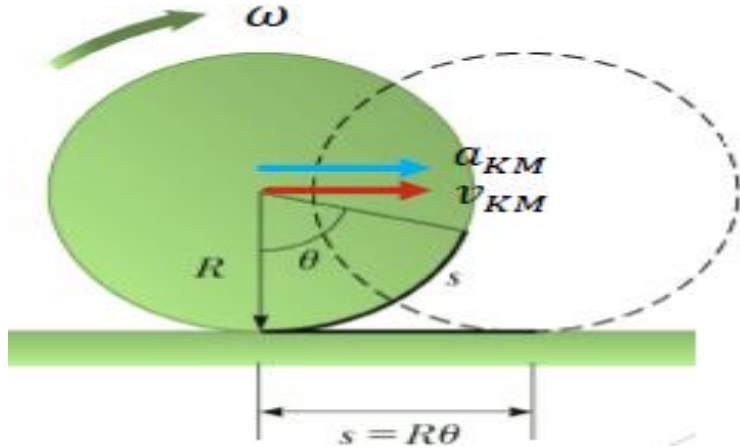
Kütle merkezinin öteleme hızı.

$$s = R\theta$$

$$V_{KM} = R \cdot \omega$$

Kütle merkezinin çizgisel ivmesi, $a_{KM} = R \cdot \alpha$

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi



Yuvarlanan cismin toplam kinetik enerjisi, kütle merkezinin öteleme enerjisinin ve kütle merkezi etrafındaki dönme kinetik enerjisinin toplamı olarak hesaplanır.

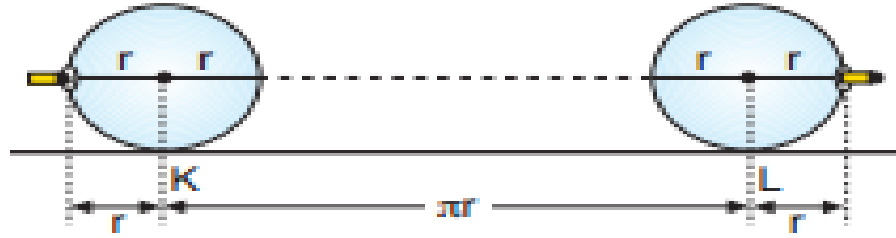
$$K = \frac{1}{2} I_{KM} \omega^2 + \frac{1}{2} M v_{KM}^2$$

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi



A deliğinden kürenin içine giren merminin yine bu delikten dışarı çıkabilmesi için kürenin bu süre içinde yarım devir yapması gerekmektedir. Merminin hızı sabit V olduğuna göre yuvarlanma hareketi yapan kürenin hızıyla arasındaki bağıntıyı türetiniz ?

13.4. Katı Cismin Yuvarlanma Hareketi



A deliğinden kürenin içine giren merminin yine bu delikten dışarı çıkabilmesi için kürenin bu süre içinde yarım devir yapması gerekir.

Mermi şekilde gösterilen $(r + r + \pi r)$ yolunu alırken küre de K noktasından L noktasına yuvarlanma hareketiyle gelir. Merminin hızı sabit,

$$v \cdot t = r + r + \pi r$$

Yuvarlanma hareketi yapan kürenin hızı v' ise;

$$v' \cdot t = \pi \cdot r$$

$$\frac{v' \cdot t}{v \cdot t} = \frac{\pi r}{2r + \pi r}$$

$$V' = (3/5) V$$



KAYNAKLAR

R. A. Serway ve R. J. Beichner (Çeviri Editörü: K. Çolakoğlu), Fen ve Mühendislik için FİZİK-I (Mekanik), Palme Yayıncılık, 2005

Taşar, M.F., Orbay, M. (2009). Genel Fizik-II. Pegem Akademi, Ankara

Fiziğin Temelleri I, Temel Fizik Cilt1, Fishbane, Gasiorowicz, Thornton, 2003

<https://onlinefizikdersi.wordpress.com/tag/iki-boyutta-carpisma/>

<https://onlinefizikdersi.wordpress.com/tag/iki-boyutta-carpisma/>

Fizik Özel Ders Merkezi, 11-1 Kuvvet Ve Hareket, Zafer Zühtü Kaylan

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2134/mod_resource/content/1/Bölüm7-

[Açısal%20Momentum%20ve%20Tork.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2134/mod_resource/content/1/Bölüm7-Açısal%20Momentum%20ve%20Tork.pdf)

