

DENEY-5 DÖNME HAREKETİ

Amaç:

Kütle merkezinden geçen bir eksen etrafında dönen bir diskin dinamiğini incelemek, bu diskin açısal hızını, açısal ivmesini ve eylemsizlik momentini bulmak.

Araç ve Gereçler:

Hava Masası Deney Düzenegi.

Temel Bilgiler:

Bir katı cisim, şekli bozulmayan veya bütün parçacık çiftleri arasındaki uzaklıkların sabit olduğu bir cisim olarak tanımlanır. Sabit bir eksen etrafında dönen katı bir cismin kütle dağılımına bağlı olarak eylemsizlik momenti vardır. Aynı cisim farklı dönme eksenleri için farklı eylemsizlik momentlerine sahip olabilir.

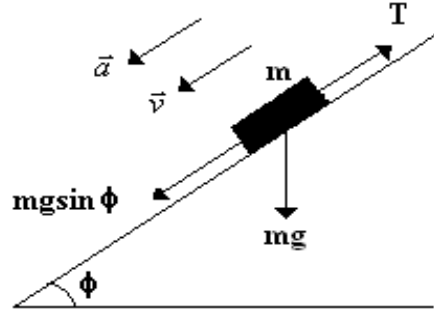
Katı bir cismi sabit eksen etrafında döndürmek için bir kuvvet uygulanmalıdır. Uygulanan bu kuvvetin döndürme etkisine **tork** veya **moment** denir. Uygulanan kuvvetin torku, o kuvvetin büyüklüğüne ve kuvvet koluna bağlıdır. Dönme eksenini ile uygulanan kuvvetin doğrultu çizgisi arasındaki dik mesafeye **kuvvet kolu** denir.

Eğer sabit bir eksen etrafında serbestçe dönme yeteneğine sahip katı bir cisme net bir tork etki ediyorsa, bu cisim açısal bir ivme kazanır.

$$\tau = I\alpha \quad (1)$$

Burada I eylemsizlik momentini, τ torku, α açısal ivmeyi temsil etmektedir.

Kütlesi M ve yarıçapı R olan bir disk eğim verilmiş hava masasının üst tarafına tutturalım. Bu disk kütle merkezinden geçen ve eğim verilmiş hava masasının yüzeyine dik olan eksen etrafında sürtünmeden bağımsız olacak şekilde serbestçe dönebilmektedir. Bu diskin çevresine ip dolayalım ve ipin serbest ucuna m kütleli başka bir disk bağlayalım. Böylece iki diskli bir sistem kurmuş oluruz. Bu sistemi serbest bıraktığımızda m kütleli disk aşağıya doğru ivmelenerek inerken, M kütleli diskte dönmeye başlar.



Şekil 1.

m kütleli diske etki eden kuvvetler Şekil 1’de gösterilmiştir. Newton’un ikinci hareket yasasını kullanarak

$$mg \sin \phi - T = ma \quad (2)$$

bulunur. Burada ϕ hava masasının eğimi ve T de ipteki gerilmeyi göstermektedir. M kütesine etki eden tork ise,

$$\tau = RT = I\alpha \quad (3)$$

şeklindedir. α , M kütleli diskin açısal ivmesidir ve m kütleli diskin çizgisel ivmesine

$$a = R\alpha \quad (4)$$

bağıntısıyla bağlıdır.

M kütleli diskin eylemsizlik momenti

$$I = \frac{MR^2}{2} \quad (5)$$

şeklindedir. Açısal ivme ve gerilme kuvveti denklem (2), (3), (4) ve (5)’i kullanarak sırasıyla,

$$\alpha = \frac{2m(g \sin \phi - a)}{MR} \quad (6)$$

ve

$$T = m(g \sin \phi - a) = \frac{MR\alpha}{2} \quad (7)$$

şeklinde elde edilir.

Eğer M kütleli disk $t_1 = 0$ anında w_0 açısal hızı ile harekete başlıyor ve sabit bir açısal ivme ile hızlanıyorsa, $t_2 = t$ anında açısal hızı

$$w = w_0 + \alpha t \quad (8)$$

olur.

Aynı zamanda w açısal hızını, denklem (6)’yı kullanarak;

$$w = w_0 + \frac{2m(g \sin \phi - a)t}{MR} \quad (9)$$

şeklinde de ifade edebiliriz. Eğer M kütleli diskin başlangıçtaki açısal hızı sıfır ($w_0 = 0$) ise;

$$w = \alpha t = \frac{2m(g \sin \phi - a)t}{MR} \quad (10)$$

olur.

M kütleli diskin dönme hareketinden dolayı bir kinetik enerjisi vardır. m kütleli disk hem kinetik enerjiye hem de potansiyel enerjiye sahiptir. Sistemin toplam kinetik enerjisi şöyle yazılır:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Iw^2 \quad (11)$$

m kütleli diskin çizgisel hızı ve M kütleli diskin açısal hızı arasındaki bağıntı ise;

$$v = R\omega \quad (12)$$

şeklindedir. Sistem ilk olarak hareketsiz ise $t_1 = 0$ anında sistemde sadece potansiyel enerji vardır. Sistemin toplam enerjisi U_T olsun. Eğer m kütleli diskin ilk konumu potansiyel enerji için referans noktası kabul edilirse sistemin başlangıçtaki toplam enerjisi $U_T = 0$ olur. m kütleli diskin aşağı doğru inip potansiyel enerji kaybettikçe iki diskin de kinetik enerjisi artar. m kütleli diskin, eğim verilmiş hava masası üzerinde d kadar yol aldığını varsayalım. Bu noktadaki toplam enerji

$$-mgd \sin \phi + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = 0 \quad (13)$$

olur.

Denevin Yapılışı:

1. Önce hava masasını yatay duruma getirmek için ayaklarını özenle ayarlayın.
2. Hava masasını eğimli duruma getirmek için arka ayağının altına bir blok yerleştirin.
3. Deney 1’de tanımlanan **h** ve **d** mesafelerini ölçerek eğim açısının sinüsünü ($\sin \phi$) hesaplayınız.

h=.....cm

d=.....cm

$\sin \phi$ =.....

4. Önce iletken karbon kağıdı, ardından da veri kağıdınızı hava masasının cam levhasının üzerine koyun.
5. Ark üreticinin frekansını $f=10$ Hz olarak ayarlayın.

6. M kütleli makarayı eğimlenmiş hava masasının üst tarafına kütle merkezi etrafında serbestçe dönebilecek şekilde yerleştirip ipini etrafına dolayınız. Bu ipin boş kalan ucuna kütlesi disklerden birini bağlayıp, eğimlenmiş hava masası üzerinde en üst pozisyonda hareketsiz kalacak şekilde ayarlayınız. Diğer disk cam levhanın bir köşesine koyun ve altına katlanmış bir kağıt parçası yerleştirerek hareketsiz kalmasını sağlayın
7. Hava pompası ve ark üreticini aynı anda çalıştırarak, diskin aşağıya doğru indiğini ve M kütleli makaranın da döndüğünü gözlemleyiniz.

Ölçüm ve Hesaplamalar:

1. Deney kâğıdını çıkarınız ve m kütlesinin izlerini inceleyiniz, m kütlesinin hareketinin çeşidi nedir?
2. Hareketin yönünü pozitif y yönü alarak izlerin konumunu belirleyiniz. Sonra her izin konumunu ve m kütlesinin o konuma ulaşma zamanını Tablo 1'ekaydediniz.

Tablo 1.

<i>Nokta No</i>	<i>y</i>	<i>t</i>	<i>t²</i>
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

3. Tablodaki verileri kullanarak konumun zamanın karesine karşı grafiğini çiziniz. Bu grafiğin eğimini kullanarak hareketin çizgisel ivmesini hesaplayınız.
4. Diskin yarıçapını (R) ölçünüz. Hava masasının yatayla yaptığı açı ϕ 'yi bulduktan sonra açısal ivmeyi (α) denklem (6)'yı kullanarak hesaplayınız. Açısal ivmeyi denklem (4)'ü kullanarak tekrar hesaplayınız ve bulduğunuz değerleri karşılaştırınız.
5. Denklem (7)'den ipteki gerilme kuvvetini hesaplayınız.
6. M kütleli diskin eylemsizlik momentini hem denklem (3) hem de denklem (5)'i kullanarak iki yoldan hesaplayınız. Sonra bu iki değeri karşılaştırınız.
7. (13) eşitliğini kullanarak toplam enerjinin korunduğunu gösteriniz.