

DENEY 3. NEWTON'UN HAREKET YASALARI

Amaç:

Bu deneyin amacı, hareket ile nedenleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Deneyde, Newton'un ikinci hareket yasasını incelemek için, eğik düzlem durumundaki bir hava masasının üzerine yerleştirilen Atwood Makinası kullanılacaktır.

Araç ve Gereçler:

Hava Masası Deney Düzenegi.

Düşük-sürtünmeli düşük-eylemsizlik momentli makara, kalibreli ağırlık seti, iplik, laboratuvar terazisi.

Genel Bilgiler:

Başlangıçta hareketsiz halde olan bir cismi hareket ettirebilmek için, ona bir **kuvvet** uygulanması gerekir. Kuvvet bir vektör niceliklidir ve SI birimi **Newton**'dur (*N*).

Bir cisme etkiyen bir kaç kuvvetin vektörel toplamına bu kuvvetlerin **bileşkesi** denir. Bir cismi ivmelendirmek için bir bileşke kuvvet gereklidir. İvmenin hız değişiminin hızı olduğunu hatırlayın. Deneyimlerimizden biliyoruz ki, başlangıçta hareketsiz duran bir cismi harekete geçirmek için ona bir bileşke kuvvetin etki etmesi gerekir; ve bunun sonucunda cisim giderek hızlanır. Benzer şekilde, zaten hareket halinde olan bir cismi yavaşlatmak veya durdurmak için de bir bileşke kuvvet gereklidir. Kuşkusuz, hareket etmekte olan bir cismin hareketinin yönünü değiştirmek için de ona bir bileşke kuvvet uygulanması gerekmektedir. Bütün bu durumlarda, cisim, bileşke kuvvetin etkimesi altında ivmelenir (hızını değiştirir).

Bir cismin ivmesi onun üzerine etkiyen \vec{F} bileşke kuvvetinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Bu kuvvet ikiye katlandığında, ivme de iki katına çıkar. Bu demektir ki, kuvvetin büyüklüğünün ivmenin büyüklüğüne oranı bir sabittir. Bu orana cismin **kütlesi** (*m*) denir. Dolayısıyla,

$$m = F / a \quad \text{ya da} \quad F = ma$$

yazabiliriz. Bu ilişki, Newton'un İkinci Hareket Yasası olarak bilinir. \vec{a} 'nın da \vec{F} 'nin de vektör olduklarına ve bu vektörlerin aynı yönde olduklarına dikkat edin.

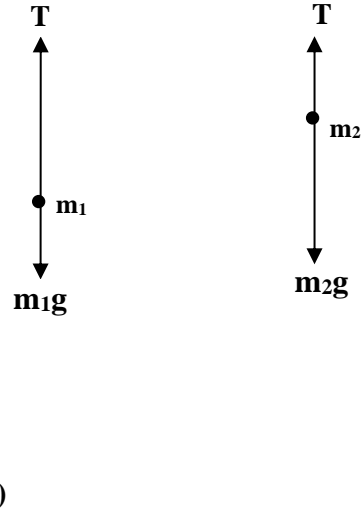
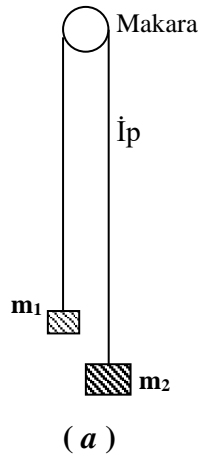
xy-düzleminde hareket etmekte olan bir cismin üzerine bir kaç kuvvet etki ederken, bileşenler yöntemi ile, ΣF_x kuvvetlerin x-bileşenleri, ΣF_y kuvvetlerin y-bileşenleri olmak üzere,

$$\Sigma F_x = ma_x, \quad \Sigma F_y = ma_y$$

bulunur.

Atwood Makinası

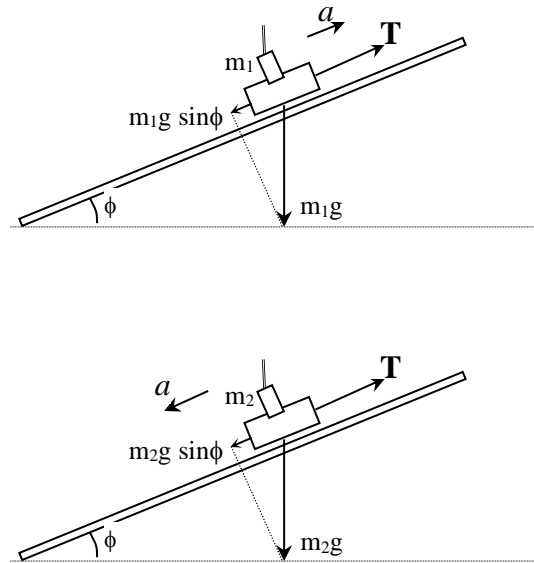
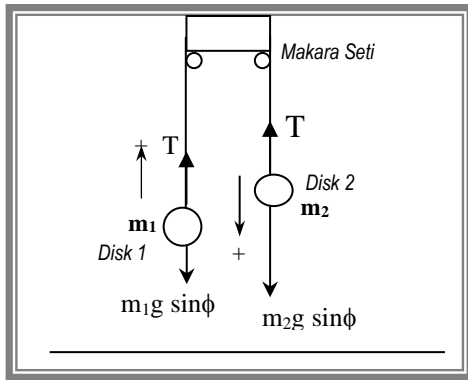
Basit bir Atwood Makinası aşağıdaki Şekil 1.a'da görüldüğü gibi bir makaradan geçen bir ip ile bağlanmış m_1 ve m_2 ($m_2 > m_1$) gibi iki kütleden oluşur. İki kütleli bu sistem hareketsiz durumda iken serbest bırakıldığında, daha ağır olan m_2 kütlesi **sabit** ivme ile aşağı doğru, m_1 kütlesi ise **aynı ivme** ile yukarı doğru hareket eder. Her bir kütle üzerine etkiyen kuvvetler Şekil 1.b'de gösterilmiştir. *T* ipteki gerilmedir. m_2 kütlesi aşağı doğru ivmelenmesi, onun bu yönde bir bileşke kuvvete maruz kaldığını ve $m_2g > T$ olduğunu gösterir. Benzer nedenle, m_1 kütlesi için $m_1g < T$ olduğu anlaşılır.



Şekil 1: Atwood Makinası. (a) Kurulum. (b) İki kütle üzerine etkiyen kuvvetler.

Sistemin a ivmesi sabit olduğu için, ve her iki kütle de durmakta iken harekete geçtiğinden, $y = \frac{1}{2} at^2$ ilişkisinin geçerli olduğunu kolayca görebiliriz.

Eğim açısı ϕ olmak üzere eğik düzlem durumuna getirilmiş olan bir hava masası üzerinde basit bir Atwood Makinası yapmak için, sistem Şekil 2.a'daki gibi kurulur. Burada makinadaki iki kütlelerin yerini hava masasının iki diski alır. Disklerden birinin üzerine ek kütleler konularak o diskin kütlesi artırılır.



Şekil 2: Eğimli bir Hava Masasının üzerinde bir Atwood Makinasının deneysel kurulumu.

Şekil 2.b'de gösterildiği gibi, daha büyük olan m_2 kütleline eğik düzlem üzerinde iki kuvvet etki etmektedir: ipteki, yukarı doğru çeken T çekme kuvveti, ve m_2 kütleline ağırlığının ($m_2 g \sin \phi$) bileşeni.

Bu kütle aşağı doğru ivmelendiği için, T çekme kuvveti $m_2 g \sin \phi$ 'den daha küçüktür; dolayısıyla m_2 kütesine etki eden bileşke kuvvet için şu eşitliği yazabiliriz:

$$m_2 g \sin \phi - T = m_2 a$$

Aynı yaklaşımla, m_1 kütesine etkiyen bileşke kuvvetin

$$T - m_1 g \sin \phi = m_1 a$$

olduğunu görebiliriz.

Bu iki eşitliği taraf tarafa toplayıp T 'yi elimine ederek, ivmeyi

$$a = \frac{(m_2 - m_1) g \sin \phi}{m_1 + m_2}$$

olarak bulabiliriz.

a 'nın bu değerini kullanarak ipteki çekme kuvveti için

$$T = \frac{2m_2 m_1 g \sin \phi}{m_1 + m_2}$$

elde ederiz.

Bu eşitliklerde, g 'nin yerçekimi ivmesi ($=9.8 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$) ve ϕ 'nin hava masasının eğim açısı olduğunu hatırlayalım.

Deneyin 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 ölçün.
 $h = \dots\dots\dots \text{cm}$ $d = \dots\dots\dots \text{cm}$
4. Önce iletken karbon kağıdı, ardından da veri kağıdınızı hava masasının cam levhasının üzerine koyun.
5. Ark üreticinin frekansını $f=10 \text{ Hz}$ olarak ayarlayın.
6. Makara setinizi cam tablanın üst kenarının ortasına takın. Uçlarını disklere bağladığınız ipi Şekil 2.a'da görüldüğü gibi makaralardan geçirin. Sağdaki diskin (m_2) üzerinde ek kütleler olduğuna dikkat edin.
7. Soldaki (kütlesi daha küçük olan) diski (m_1) tabla üzerinde en aşağı pozisyona, diğer diski ise en yukarı pozisyona koyun. Sadece hava pompasını çalıştırarak, sistemi serbest bırakın ve iki diskin hareketini gözlemleyin. Bu hareketi tanıyabilmek için, bu denemeyi

bir kaç kez tekrarlayın ve sonuncusunda diskleri serbest bırakırken ark üreticini de çalıştırın.

8. Kayıt kağıdınızı tabladan kaldırın ve kaydedilen ark izlerini gözden geçirin. Disklerin ne tür bir yol izlediğini ve her iki diskin de aynı tür hareketi yapıp yapmadığını kontrol edin.

Veriler ve Sonuçlar:

Ölçüm ve Hesaplamalar:

1. İlk noktadan başlayarak, iki diskin bıraktığı noktaları kayıt kağıdının üzerinde 0, 1, 2, ..., n olarak numaralandırın. (Her diskin izlediği yolun ilk noktası 0 noktası olacaktır. Bu noktayı sıfır konumu ve sıfır zamanı için referans noktası olarak kullanın). Pozitif y-eksenini hareketin yönü olarak kabul edip, disklerin izlediği her iki yol üzerindeki beş veri noktasının konumunu ve zamanını 0 noktasına göre ölçün ve ölçümlerinizi aşağıda verilen Tablo 1'e yazın.

Tablo 1

Nokta No	<i>m₁ kütlesi</i>			<i>m₂ kütlesi</i>		
	<i>Y_n(cm)</i>	<i>t_n(sn)</i>	<i>t_n²(sn²)</i>	<i>Y_n(cm)</i>	<i>t_n(sn)</i>	<i>t_n²(sn²)</i>
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						

2. Tablo 1'e kaydettiğiniz verileri kullanarak *m₁* ve *m₂* kütlelerinin her ikisi için, milimetrik kağıtlara ayrı ayrı $y - t^2$ grafiklerini çizerek grafiğin eğiminden disklerin ivmeleri (*a₁*, *a₂*) belirleyin. Bulduğunuz *a₁*, *a₂* değerlerinin aritmetik ortalaması, deneysel ivme değerini verecektir.
3. Bulduğunuz deneysel ivme değerini kullanarak deneysel yerçekimi ivmesini hesaplayınız bulduğunuz değer ile yer çekimi ivmesinin teorik değeri arasında hata hesabı yapınız.
4. İpte oluşan gerilme kuvvetini (yer çekimi ivmesinin deneysel değerini kullanarak) hesaplayınız.