



ÜNİTE I

NEWTON'UN HAREKET KANUNLARI

1. Newton'un I. Hareket Kanunu ve Uygulamaları
2. Newton'un II. Hareket Kanunu ve Uygulamaları
 - a) Sabit Bir Kuvvet Etkisinde Hız Değişmeleri
 - b) İvmenin, Kuvvetin Büyüklüğüne Bağlılığı
3. Newton'un III. Hareket Kanunu ve Uygulamaları
4. Sürtünmeli Yüzeylerde Hareket
 - a) Sürtünme Kuvveti ve Kayma Sürtünmesi
 - b) Sürtünme Kanunları
 - c) Sürtünme Kat Sayısı
5. Eylemsizlik (Atalet) ve Çekim Kütlesi

ÖZET

ÖĞRENDİKLERİMİZİ PEKİŞTİRELİM

DEĞERLENDİRME SORULARI

- Ünite I ile İlgili Problemler
- Ünite I ile İlgili Test Soruları

**BU ÜNİTEDE NELER ÖĞRENECEĞİZ?**

Bu bölümü çalıştığınızda;

- Newton'un I., II. ve III. Yasalarını kavrayacak,
- Kuvvetin hareket üzerindeki etkilerini matematiksel ifadelerle açıklayacak,
- Hareket problemlerini Newton Yasalarından yararlanarak çözecek,
- Hava, yer vb. ortamlarda sürtünme kuvvetlerinin cisimlerin hareketleri üzerindeki etkilerini açıklayacak,
- Dinamiğin temel prensibinden yararlanarak kuvvet, kütle, ivme kavramları arasındaki ilişkileri kurabilecek, ilgili işlemleri yapacaksınız.

**BU ÜNİTEYİ NASIL ÇALIŞMALIYIZ?**

- Bu bölümü kavrayabilmek için birinci dereceden iki bilinmeyenli denklem sistemlerini matematik ders kitabınızdan çalışarak çözebilmeniz gereklidir.
- Vektörlerin toplanmasını ve bileşenlerine ayrılmasını ayrıca düzgün değişen doğrusal hareketi hatırlamanız yararlı olacaktır.

1- NEWTON'UN I. HAREKET KANUNU VE UYGULAMALARI



Önceki bölümde hareketi **kinematik** açıdan ele almış ve yer değiştirme, hız, ivme ve zaman arasındaki bağıntıları incelemiştik. Bu bölümde ise **hareketteki değişmelerin nedenleri** araştırılarak, kuvvet-hareket ilişkisi üzerinde durulacaktır. Mekaniğin bu bölümüne **dinamik** adı verilir.

I. KANUN (EYLEMSİZLİK PRENSİBİ)



Bir cisim üzerine hiç bir kuvvet etki etmiyorsa veya cisim üzerine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise cisim durumunu değiştirmez. Duruyorsa durmaya devam eder; sabit hızla hareket ediyorsa aynı hızla hareketini sürdürür.



Dünyanın, kendi eksenini etrafında neden sürekli sabit bir hızla hareket ettiğini düşündünüz mü?

Çünkü dünyaya etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfırdır.

Masa üzerinde duran bir kitap, kendisine hiçbir kuvvet etki etmediği sürece yerinde kalmayı sürdürecektir.



Yatay ve doğrusal bir yolda sabit hızla giden bir otomobilin hareketini Newton'un I. Hareket Kanunu çerçevesinde nasıl yorumlarsınız?



Otomobil üzerine etki eden net kuvvet sıfır olduğu için sabit hızla hareket eder. Net kuvvetin sıfır olmasının nedeni ise otomobil motorunun sağladığı çekme kuvvetinin otomobile etki eden sürtünme kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde olmasıdır.

2- NEWTON'UN II. HAREKET KANUNU VE UYGULAMALARI

II. KANUN (DİNAMİĞİN TEMEL PRENSİBİ)



Bir cisim üzerine sabit bir kuvvet etki ederse cisim etkiyen kuvvet yönünde sabit bir ivme kazanır.

Cisme etkiyen net kuvvetin (bileşke kuvvetin) cisme kazandırdığı ivmeye oranı sabittir. Bu sabit oran cismin içerdiği madde miktarına yani kütesine eşittir.

Kuvvet, kütle ve ivme arasındaki bağıntı $F = m.a$ ile ifade edilir.

Nicelik	Kütle	İvme	Kuvvet
Sembol	m	a	F
Birim	kg	m/s ²	kg m/s ²

Tablo 1.1: Birim Tablosu



1kg'lık kütleye 1m/s² lik ivme kazandıran kuvvet 1 newton (N) değerindedir. 1 N= 1kg m/s² dir.

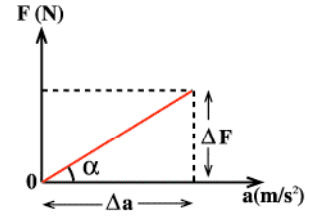


$F = m \cdot a$ bağıntısından ivme birimi m/s² yerine, $a = \frac{F}{m} = \frac{N}{kg}$ da kullanılabilir.
Problem çözümlerinde buna dikkat edilmelidir.

Dinamiğin temel prensibini bir de Grafik 1.1'deki kuvvet-ivme grafiği ile açıklayalım.

Bir cisme uygulanan F kuvveti ile cismin kazandığı ivmenin değişim grafiğinde,

$$\tan \alpha = \text{eğim} = \frac{\Delta F}{\Delta a} = \text{sabit} = \text{kütledir.}$$



Grafik 1.1:Kuvvet-ivme grafiği



Kuvvet-ivme grafiğinin eğimi cismin kütlesini verir.

ÖRNEK 1

2 kg kütleli bir cismin, zıt yönlü 12 N ve 8 N'luk iki kuvvetin etkisi altında kazanacağı ivme kaç N/kg'dır?

ÇÖZÜM

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$F_1 = 12 \text{ N}$$

$$F_2 = 8 \text{ N}$$

$$a = ?$$

Cisme etkiyen bileşke kuvvet,

$$F = F_1 - F_2$$

$$F = 12 - 8$$

$$F = 4 \text{ N} \text{ değerinde olup büyük kuvvetin yönündedir.}$$

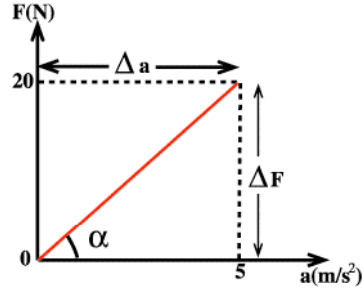
Cismin ivmesi ise;

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4}{2}$$

$$a = 2 \text{ N/kg} \text{ değerinde ve büyük kuvvet yönündedir.}$$

ÖRNEK 2

Kuvvet - ivme değişimi Grafik 1.2'deki gibi olan cismin kütlesi kaç kg'dır?



Grafik 1.2

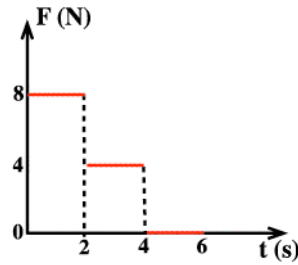
ÇÖZÜM

Doğrunun eğimi kütley verir.

$$\tan \alpha = \frac{\Delta F}{\Delta a} = \frac{20 - 0}{5 - 0} = 4 \text{ kg}$$

ÖRNEK 3

Grafik 1.3'te sürtünmesiz yatay bir düzlemde duran 2 kg'lık bir cisme uygulanan yatay bir kuvvetin zamana göre değişimi verilmiştir. Buna göre ivme-zaman grafiğini çiziniz.



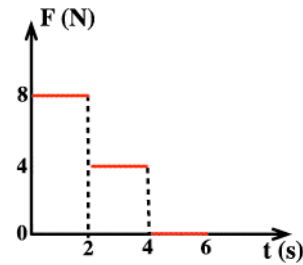
Grafik 1.3

ÇÖZÜM

$$2-0 \text{ s arası ivme, } a_1 = \frac{F}{m} = \frac{8}{2} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$4-2 \text{ s arası ivme, } a_2 = \frac{F}{m} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$6-4 \text{ s arası ivme, } a_3 = \frac{F}{m} = \frac{0}{2} = 0$$



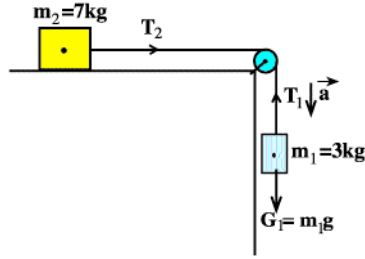
Grafik 1.3.a

ÖRNEK 4

Şekil 1.1'deki sürtünmesiz sistemin;

- İvmesini
- İpteki gerilme kuvvetlerini bulunuz. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ÇÖZÜM



Şekil 1. 1.a

a. Sistemi hareket ettiren net kuvvet,

$$G_1 - T_1 = m_1 a$$

$$G_1 - m_2 a = m_1 a$$

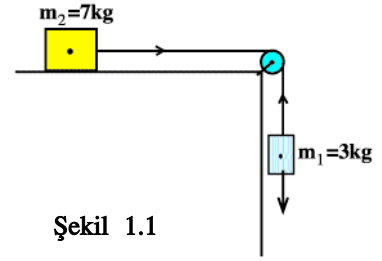
$$m_1 g = m_1 a + m_2 a$$

$$m_1 g = a (m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} \text{ bulunur.}$$

$$a = \frac{3 \cdot 10}{3 + 7} = \frac{30}{10}$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2 \text{ dir.}$$



Şekil 1.1

b. $T_2 = m_2 a$

$$T_2 = 7 \cdot 3$$

$$T_2 = 21 \text{ N}$$

$$T_1 = T_2 \text{ den}$$

$T_1 = 21 \text{ N}$ bulunur.
veya

$$G_1 - T_1 = m_1 a$$

$$m_1 g - T_1 = m_1 a$$

$$3 \cdot 10 - T_1 = 3 \cdot 3$$

$$30 - T_1 = 9$$

$$T_1 = 30 - 9$$

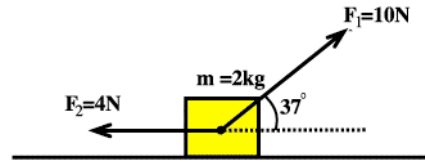
$$T_1 = 21 \text{ N olur.}$$

ÖRNEK 5

Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 2 kg kütleli cisme F_1 ve F_2 kuvvetleri

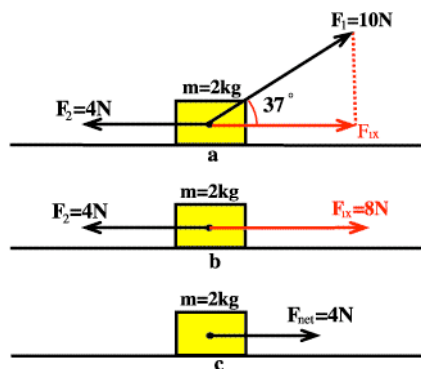
Şekil 1.2'deki gibi etki ettiğinde cismin ivmesi kaç m/s^2 olur?

$$\left(\begin{array}{l} \sin 37^\circ = 0,6 \\ \cos 37^\circ = 0,8 \end{array} \right)$$



Şekil 1. 2

ÇÖZÜM



Şekil 3. 2.a.b.c

F_1 kuvvetinin yatay bileşeni

$$F_{1x} = F_1 \cos 37^\circ$$

$$F_{1x} = 10 \cdot 0,8$$

$$F_{1x} = 8 \text{ N olur.}$$

F_{1x} ile F_2 kuvvetleri aynı doğrultulu, zıt yönlü olduğundan,

$$F_{\text{net}} = F_{1x} - F_2$$

$$F_{\text{net}} = 8 - 4$$

$$F_{\text{net}} = 4 \text{ N olur.}$$

Cismin ivmesi,

$$F_{\text{net}} = m a \text{ dan}$$

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m}$$

$$a = \frac{4}{2}$$

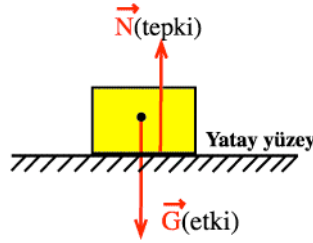
$$a = 2 \text{ N/kg (m/s}^2) \text{ olarak bulunur.}$$

3- NEWTONUN III. HAREKET KANUNU VE UYGULAMALARI

III. KANUN (ETKİ-TEPKİ PRENSİBİ)



Bir cisim, ikinci bir cisim üzerine uyguladığı kuvvet (etki) değerinde fakat zıt yönde tepki görür.



Şekil 1. 3: Newton'un III. Hareket Kanunu

Şekil 1.3'te e cismin yüzeye etkisi ve yüzeyincisme olan tepkisi görülmektedir. Etki kuvveti ile tepki kuvveti aynı doğrultulu, zıt yönlü, eşit büyüklükte iki vektördür.

$$\vec{N} = - \vec{G}$$



- *Etki kuvveti olduğu sürece tepki kuvveti vardır. Etki kuvveti kalktığı anda tepki kuvveti de yok olur.*



- *Etki kuvveti ile tepki kuvveti farklı cisimlere uygulanır. Etki kuvveti yüzeye, tepki kuvveti ise cisme etkir. Bunun için bu kuvvetlerin bileşkeleri alınmaz.*

4- SÜRTÜNMELİ YÜZEYLERDE HAREKET

a. Sürtünme Kuvveti ve Kayma Sürtünmesi



Cisimler, hareket ettirmek istendiğinde veya hareket ederken cismin, hareketine karşı bir kuvvetle karşılaşır. Cisimle temas ettiği yüzey arasında olan ve cismin hareket yönü ile zıt yönlü olan kuvvet sürtünme kuvvetidir.



Sürtünme kuvveti hareketli bir cismi durdurmaya veya durmakta olan bir cismin harekete geçirilmesini önlemeye çalışan kuvvettir.

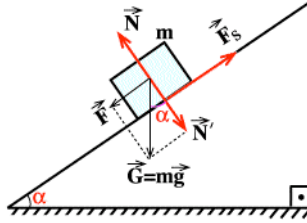


Buradaki k sabitine, sürtünme kat sayısı denir. Birimsiz olan bu kat sayı sürtünen yüzeylerin cinsine ve yapısına bağlıdır.



Eğik düzlem

Yatayla α açısı yapacak şekilde duran düzleme eğik düzlem denir.



Şekil 1. 5: Eğik düzlem üzerinde bulunan cisme etki eden kuvvetler

Şekil 1.5'te; görüldüğü gibi cisimle yüzey arasındaki sürtünme kat sayısı k olan eğik düzlem üzerine kütlesi m olan bir cisim bırakılsın. Bu cisme etki eden düşey doğrultuda ve aşağı yönlü olan \vec{G} kuvvetini (cismin ağırlığı), biri düzleme dik \vec{N}' , diğeri düzleme paralel \vec{F} kuvveti olmak üzere iki bileşene ayıralım. Cismin \vec{G} ağırlığı yerine bu bileşenler alınabilir. Bu bileşenlerden, \vec{N}' eğik düzlemin \vec{N} tepki kuvveti ile dengelenirken sürtünmesiz eğik düzlemde \vec{F} bileşeni dengelenmediğinden cisme ivme kazandırır. Şekil 3.5'ten \vec{F} kuvvetinin büyüklüğü,

$$F = mg \sin \alpha \text{ olur.}$$

\vec{G} kuvvetinin eğik düzlemin yüzeyine dik bileşeni olan \vec{N} kuvveti, sürtünme kuvvetini oluşturur ($\vec{N}' = \vec{N}$). Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, $F_{\text{sür}} = k N = k m g \cos \alpha$ 'dır.

Eğik düzlem üzerine bırakılan m kütlesi aşağı doğru hareket edebileceğinden sürtünme kuvveti olan $\vec{F}_{\text{sür}}$, cismin hareket yönüne ters yöndedir.

Eğik düzlemde hareket eden cisme, hareket doğrultusunda $\vec{F}_{\text{sür}}$ ve \vec{F} kuvvetleri etki etmektedir.

$\vec{F}_{\text{sür}}$ ve \vec{F} kuvvetlerinin büyüklüğüne göre cismin hareketini inceleyelim.

1. $\vec{F}_{\text{sür}} > \vec{F}$ ise ; cisim hareket etmez.
2. $\vec{F}_{\text{sür}} = \vec{F}$ ise ; cisim Newton'un I. Hareket Kanunu'na göre davranır.
3. $\vec{F}_{\text{sür}} < \vec{F}$ ise ; Cisim aşağı doğru

$F_{\text{net}} = F - F_{\text{sür}} = mg \sin \alpha - k m g \cos \alpha = m g (\sin \alpha - k \cos \alpha)$ kadarlık net kuvvetin etkisi altında hareket eder.

Cismin ivmesi; $a = \frac{F_{\text{net}}}{\Sigma m} = \frac{mg (\sin \alpha - k \cos \alpha)}{m} = g (\sin \alpha - k \cos \alpha)$ olur.

5- EYLEMSİZLİK (ATALET) VE ÇEKİM KÜTLESİ



Newton'un II. Hareket Kanununa göre, $m = F/a$ dan bulunan kütleyle, cismin eylemsizlik kütlesi denir. Aynı cismin, eşit kollu terazide tartılarak bulunan kütlelerine ise çekim kütlesi adı verilir.



Yapılan deneyler sonunda, bir cismin eylemsizlik ve çekim kütlelerinin birbirine eşit olduğu görülmüştür. Bu nedenle aralarında ayırım yapmaksızın sadece "kütle" ifadesini kullanacağız.

ÖRNEK 6

Yatay bir düzlemde durmakta olan 5 kg kütleli bir cisim 12 N'luk yatay ve sabit bir kuvvetle çekiliyor. Cisim 4 saniyede 16 m yer değiştirdiğine göre;

- Cismin ivmesini,
- Cisimle yüzey arasındaki sürtünme kat sayısını bulunuz. ($g=10$ N/kg alınacak)

ÇÖZÜM

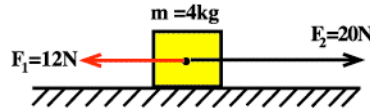
$$\begin{aligned} \text{a. } x &= \frac{1}{2} a t^2 \text{ den} \\ 16 &= \frac{1}{2} a 4^2 \\ 16 &= \frac{1}{2} a 16 \\ a &= 2 \text{ m / s}^2 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } a &= \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{F_{\text{uy}} - F_{\text{sür}}}{m} \\ 2 &= \frac{12 - F_{\text{sür}}}{5} \\ F_{\text{sür}} &= 2 \text{ N bulunur.} \\ F_{\text{sür}} &= k N \text{ eşitliğinde N yerine} \\ N &= G = m g \text{ yazılırsa,} \\ F_{\text{sür}} &= k m g \\ 2 &= k \cdot 5 \cdot 10 \\ k &= 0,04 \text{ olarak bulunur.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 7

Yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde duran 4 kg kütleli bir cisim Şekil 1.6'daki gibi 20 N ve 12 N'luk yatay iki kuvvetin etkisindedir. Cismin ivmesi kaç m/s^2 dir?

ÇÖZÜM



Şekil 3.6

$$F_{\text{net}} = F_2 - F_1$$

$$F_{\text{net}} = 20 - 12$$

$$F_{\text{net}} = 8 \text{ N}$$

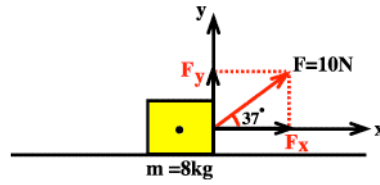
F_{net} ya da bileşke kuvvetin yönünün, büyük kuvvet yönünde olacağını hatırlayınız.

Cismin ivmesi ise, $a = \frac{F_{\text{net}}}{m}$ 'den $a = \frac{8}{4}$ $a = 2 \text{ m/s}^2$ bulunur.

İvmenin yönünün de büyük kuvvet yönünde (F_2) olacağını hatırlayınız.

ÖRNEK 8

Şekil 1.7'de gösterilen 8 kg kütleli bir cismin, yatayla 37° açı yapan 10 N'luk bir kuvvetin etkisi altında, sürtünmesiz yatay düzlemdeki ivmesinin yönü ve büyüklüğü nedir? ($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)



Şekil 1.7

ÇÖZÜM

İvmenin yönü F kuvvetinin yatay bileşeni F_x yönündedir.

$$F_x = m a$$

$$F \cdot \cos 37^\circ = m a$$

$$10 \cdot 0,8 = 8 a$$

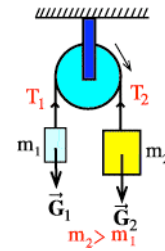
$$8 = 8 a$$

$$a = 1 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

ÖRNEK 9

Şekil 1. 8'deki sürtünmesiz sistemin;

- İvmesini
- İplerdeki gerilme kuvvetlerini bulunuz.



Şekil 1.8

ÇÖZÜM

$$a. a = \frac{F_{\text{net}}}{\Sigma m} = \frac{G_2 - G_1}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 g - m_1 g}{m_1 + m_2} = \frac{(m_2 - m_1) g}{m_1 + m_2}$$

- İplerdeki T_1 ve T_2 gerilme kuvvetleri ise, m_2 kütlesi için (Hareket G_2 yönünde olduğu için), $G_2 - T_2 = m_2 a$

m_1 kütlesi için (hareket T_1 yönünde olduğu için), $T_1 - G_1 = m_1 a$ eşitliklerinden bulunur.

ÖRNEK 10

Ağırlığı 200 N olan bir yük, en fazla 500 N'a kadar dayanabilen bir kablo ile yukarı doğru çekiliyor. Yükle ilgili ivme değeri **en fazla** kaç m/s^2 olur? ($g = 10 m/s^2$ alınacak)

ÇÖZÜM

$$G = mg \text{ 'den}$$

$$200 = m \cdot 10$$

$$m = 20 \text{ kg bulunur.}$$

Newton'un II. Hareket Kanununa göre,

$$F_{\text{net}} = m a \text{ 'dan}$$

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{T - G}{m} = \frac{500 - 200}{20} = \frac{300}{20}$$

$$a = 15 m/s^2 \text{ bulunur.}$$



ÖZET

Newtonun I. Hareket Kanunu (Eylemsizlik prensibi): Üzerine etki eden net kuvvet sıfır olan bir cisim ya durur ya da sabit hızla hareket eder.

Newtonun II. Hareket Kanunu (Dinamiğin temel prensibi): Sabit bir kuvvetin etkisi altındaki bir cisim, bu kuvvet yönünde sabit bir ivme kazanır.

Newtonun III. Hareket Kanunu (Etki-tepki prensibi) : Etkileşen iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte fakat zıt yönde kuvvet uygular.

Newtonun II. Hareket Kanunu uygulanırken:

- Uygun bir koordinat sistemi seçilir.
- Cisme etki eden tüm kuvvetler üzerinde gösterilir.
- Gerekiyorsa kuvvetler eksenler boyunca bileşenlerine ayrılır.
- Hareket yönündeki bileşke kuvvet bulunarak

$$F = m a$$

bağıntısından ivme hesaplanır.

Sürtünme kuvveti daima hareketi engelleyici yöndedir. Hareket başlayana kadar **statik sürtünme kuvveti**, hareket başladıktan sonra **kinetik sürtünme kuvveti** etkili olur. Sürtünme kuvveti,

$$F_{\text{sür}} = k N$$

bağıntısıyla bulunur.

ÖĞRENDİKLERİMİZİ PEKİŞTİRELİM

- 1- 4 m/s' lik sabit hızla hareket eden 2 kg kütleli bir cisme etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü nedir?

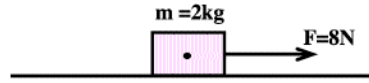
ÇÖZÜM

Newtonun I. Hareket Kanunu uyarınca, “üzerindeki kuvvet sıfır olan bir cisim ya durur ya da sabit hızla hareket eder.” Bu durumda bileşke kuvvetin büyüklüğü **sıfırdır**.

- 2- Yatay düzlem üzerinde durmakta olan 2 kg'lık bir cisme 8 N'luk bir kuvvet;
- a. Yatay doğrultuda etki ettiğinde,
- b. Yatayla 37° lik açı yapacak doğrultuda etki ettiğinde cismin ivmesi kaç m/s² olur? (Cos 37° = 0,8)

ÇÖZÜM

a. $F = ma$
 $a = \frac{F}{m} = \frac{8\text{N}}{2\text{kg}} = 5 \text{ m/s}^2$

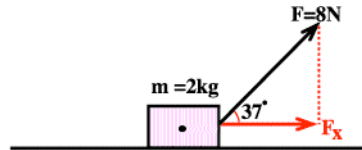


Şekil 1.9.a

- b. Bu durumda kuvvetin yalnızca yatay bileşeni etkilidir.

$\cos 37^\circ = \frac{F_x}{F}$ den yatay bileşen $F_x = F \cos 37^\circ = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ N}$ bulunur.

$F_x = m a$ dan ivme $a = \frac{F_x}{m} = \frac{6,4}{2} = 3,2 \text{ m/s}^2$ bulunur.



Şekil 1.9.b

- 3- Bir F kuvveti m_1 kütesine 4 m/s^2 , m_2 kütesine ise 12 m/s^2 değerinde ivme kazandırmaktadır. Aynı kuvvet $(m_1 + m_2)$ kütesine kaç m/s^2 lik ivme kazandırır?

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} \frac{F}{a} &= \frac{F}{a_1} + \frac{F}{a_2} & \frac{1}{a} &= \frac{3+1}{12} \\ \frac{1}{a} &= \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} & 4a &= 12 \\ \frac{1}{a} &= \frac{1}{4} + \frac{1}{12} & a &= 3 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

(3) (1)

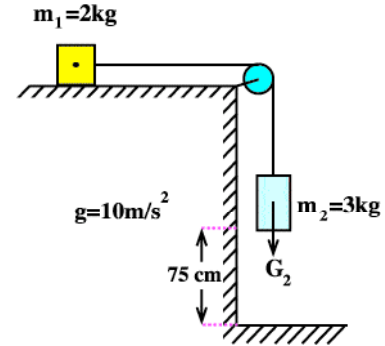
- 4- Şekil 1.10'daki sistem serbest bırakıldığında m_2 kütesi kaç m/s ' lik hızla yere çarpar?

ÇÖZÜM

$$a = \frac{G_1}{\Sigma m} = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{3 \cdot 10}{2 + 3} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m/s}^2$$

zamansız hız bağıntısından

$$\begin{aligned} v^2 &= 2 a x & v &= \sqrt{3^2} \\ v &= \sqrt{2 a x} & v &= 3 \text{ m/s olarak bulunur.} \\ v &= \sqrt{2 \cdot 6 \cdot 0,75} \\ v &= \sqrt{9} \end{aligned}$$



Şekil 1.10

- 5- 4. soruda görülen şekildeki m_1 kütleli cisimle yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı $0,5$ ise sistemin ivmesi kaç m/s^2 olur?

ÇÖZÜM

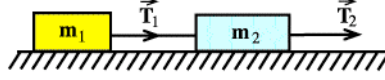
$$F_{\text{sür}} = k N \quad a = \frac{G_2 - F_{\text{sür}}}{\Sigma m} = \frac{m_2 g - F_{\text{sür}}}{m_1 + m_2} = \frac{3 \cdot 10 - 10}{2 + 3} = \frac{30 - 10}{5}$$

$$F_{\text{sür}} = k m_1 g$$

$$F_{\text{sür}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 10 \quad a = \frac{20}{5} = 4 \text{ m/s}^2 \text{ dir.}$$

$$F_{\text{sür}} = 10 \text{ N}$$

- 6- Şekil 1.11'deki m_1 ve m_2 kütleli iki blok sürtünmesiz bir yüzey üzerinde düzgün olarak ivmeleniyorlar. İplerdeki gerilmelerin oranı (T_1/T_2) nedir?

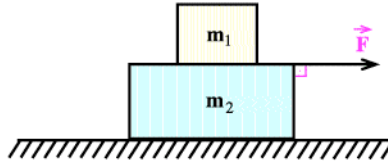


Şekil 1.11

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} T_1 &= m_1 a \\ T_2 &= (m_1 + m_2) a \\ \frac{T_1}{T_2} &= \frac{m_1 a}{(m_1 + m_2) a} \\ \frac{T_1}{T_2} &= \frac{m_1}{m_1 + m_2} \text{ 'dir.} \end{aligned}$$

7. Sürtünmesiz yatay düzlem üzerine Şekil 1.12'deki gibi yerleştirilen m_1 ve m_2 kütleli cisimler \vec{F} kuvveti ile harekete geçiriliyor. Buna göre cisimler arasındaki sürtünme katsayısını bulacağınız bağıntıyı yazınız.



Şekil 1.12

ÇÖZÜM

Cisimler birlikte hareket etmektedirler.

$$a_{\text{sistem}} = \frac{F_{\text{net}}}{\Sigma m} = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

m_1 kütleli cismin hareketini sağlayan kuvvet, $F_{\text{sür}}$ kuvvetidir.

$F_{\text{sür}} = m_1 a_{\text{sistem}}$ ile $F_{\text{sür}} = k m_1 g$ denklemlerini eşitlersek

$$k m_1 g = m_1 \frac{F}{m_1 + m_2}$$

$$k = \frac{F}{(m_1 + m_2) g} \text{ olur.}$$

- 8- Yatay bir yolda 30 m / s sabit hızla gitmekte olan 1000 kg kütleli bir otomobil fren yapıyor ve düzgün yavaşlayarak 150 m yol alarak duruyor. Otomobilin fren kuvveti kaç N'dur?

ÇÖZÜM

$$v^2 = 2 a x$$

$$(30)^2 = 2 \cdot a \cdot 150$$

$$a = 3 \text{ m / s}^2$$

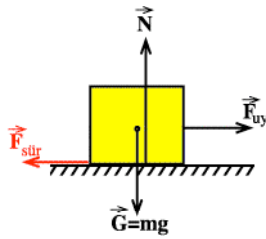
$$F = m a$$

$$F = 1000 \cdot 3$$

$$F = 3000 \text{ N}$$

- 9- Sürtünme kat sayısı 0,2 olan yatay konumdaki bir masa üzerinde duran 4 kg'lık bir bloka 2 m/s² lik ivme verebilecek yatay kuvvetin büyüklüğü kaç N'dur? (g= 10 m/s²)

ÇÖZÜM



Şekil 1. 13

Cisme etki eden net kuvvet,

$$F_{\text{net}} = F_{\text{uy}} - F_{\text{sür}}$$

$$F_{\text{net}} = m a$$

$$F_{\text{net}} = 4 \cdot 2$$

$$F_{\text{net}} = 8 \text{ N'dur.}$$

$$F_{\text{sür}} = k N = k m g$$

$$F_{\text{sür}} = 0,2 \cdot 4 \cdot 10$$

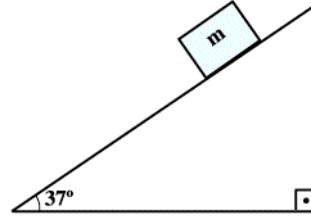
$$F_{\text{sür}} = 8 \text{ N}$$

$$F_{\text{uy}} = F_{\text{net}} + F_{\text{sür}}$$

$$F_{\text{uy}} = 8 + 8$$

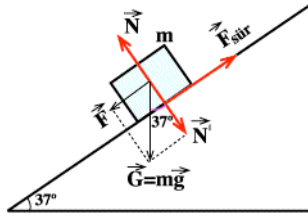
$$F_{\text{uy}} = 16 \text{ N 'dur.}$$

- 10- Şekil 1.14'teki eğik düzlem üzerinde bulunan m kütleli cisim serbest bırakılıyor. Cismin ivmesi kaç m/s^2 olur? ($k = 0,5$, $g = 10 m/s^2$, $\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)



Şekil 1.14

ÇÖZÜM



Şekil 1.14. a

Cisme etki eden net kuvvet F ile $F_{\text{sür}}$ kuvvetinin bileşkesidir.

$$F_{\text{net}} = F - F_{\text{sür}}$$

$$F_{\text{net}} = G \sin \alpha' - k N$$

$$F_{\text{net}} = m g \sin \alpha - k m g \cos \alpha$$

$$F_{\text{net}} = m g (\sin \alpha - k \cos \alpha)$$

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} \text{ 'den}$$

$$a = \frac{m g (\sin \alpha - k \cos \alpha)}{m}$$

$$a = g (\sin \alpha - k \cos \alpha)$$

$$a = 10 (0,6 - 0,5 \cdot 0,8)$$

$$a = 2 m/s^2 \text{ olur.}$$



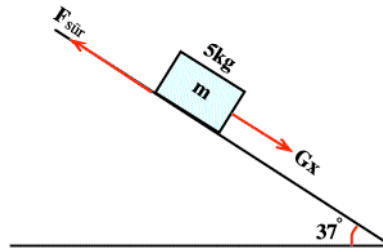
DEĞERLENDİRME SORULARI

a) BÖLÜMLE İLGİLİ PROBLEMLER

- 1- Yatayla 37° lik açı yapan Şekil 1.15'teki düzlem üzerinde serbest bırakılan 5 kg kütleli cismin ivmesi 2 m/s^2 dir.

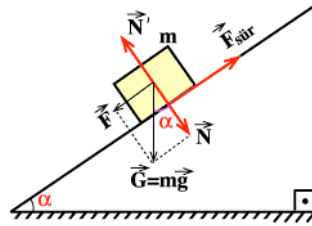
Buna göre cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N'dur?

$$(\sin 37^\circ = 0,6, \cos 37^\circ = 0,8 \text{ ve } g = 10 \text{ m/s}^2)$$



Şekil 1. 15

- 2- Kütleli 600 kg olan bir rokete, $2 \cdot 10^4$ N'luk sabit bir kuvvet 3 s etki ettiğinde, kaç m/s'lik hıza ulaşır?
- 3- Şekil 1.16'daki α açılı eğik düzlemde aşağı doğru hareket eden cisme etkiyen kuvvetlerden kaç tanesi doğru olarak verilmiştir?



Şekil 1. 16

I. $\cos \alpha = \frac{N}{G}$

III. $N = G \cos \alpha$

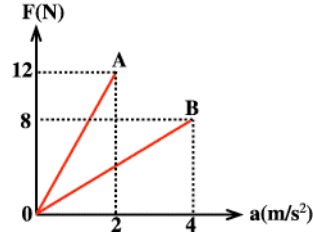
V. $F_{\text{sürtünme}} = k G \cos \alpha$

II. $\sin \alpha = \frac{F}{G}$

IV. $F = G \sin \alpha$

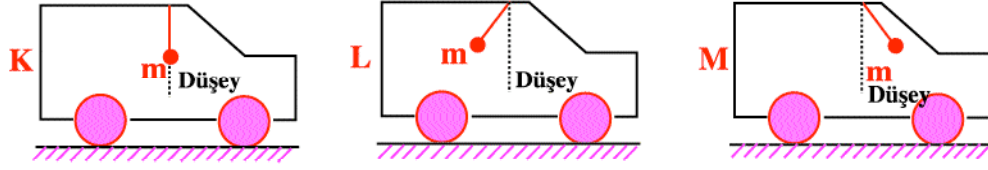
VI. $a = \frac{G \sin \alpha - k G \cos \alpha}{m}$

- 4- Paraşütü ile birlikte kütlesi 60 kg olan kişi, uçaktan atladıktan bir süre sonra ivmesi 5 m/s^2 oluyor. Buna göre paraşütcüye etki eden ortalama hava sürtünmesi kaç N' dir? ($g = 10 \text{ N/kg}$ alınacak)
- 5- A ve B cisimlerinin kuvvet-ivme grafiği Grafik 1.4'teki gibidir. m_A / m_B kaçtır?



Grafik 1. 4

- 5- Şekildeki araçların tavanlarında ip ile asılı bulunan m kütleli cisimlerin denge konumları verilmiştir. Araçların hızları ile ilgili verilenlerden hangisi ya da hangileri doğrudur?



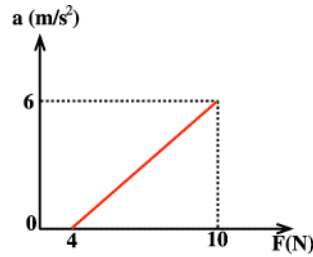
- I. K aracı sabit hızla hareket etmektedir.
 II. L aracı düzgün hızlanmaktadır.
 III. M aracı düzgün yavaşlamaktadır.

- A) yalnız I
 B) I ve II
 C) I ve III
 D) I, II ve III

- 6- 60 kg'lık bir koşucu, harekete başladıktan 4 saniye sonra 20 m/s hıza ulaşıyor. Koşu süresince koşucunun yere uyguladığı ortalama kuvvet kaç N'dur?

- A) 80 B) 240 C) 300 D) 600

- 7- Yatay bir düzlemde durmakta olan bir cisme uygulanan yatay kuvvete göre ivme grafiği şekilde görülmektedir. Sürtünme kuvveti kaç N'dur?

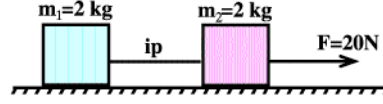


- A) 4 B) 6 C) 8 D) 10

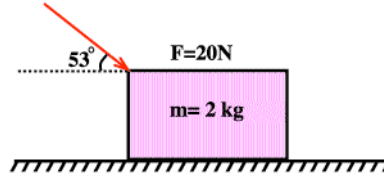
- 8- Testin 7. sorusundaki verilene (şekle) göre cismin kütlesi kaç kg'dır?

- A) 1 B) 1,5 C) 1,66 D) 2,5

- 9- Sürtünmesiz yatay yüzey üzerinde 20 N'luk sabit bir kuvvet etkisiyle hareket eden sistemin ivmesi kaç m/s^2 dir?



- A) 2 B) 4 C) 10 D) 12
- 10- Sürtünme kat sayısı 0,25 olan yüzeyde durmakta olan 2 kg kütleli cisme 20 N'luk bir kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor. Cisme etkiyen sürtünme kuvveti kaç N'dur? (Cos $53^\circ = 0,6$, Sin $53^\circ = 0,8$ ve $g = 10\text{N/kg}$)



- A) 5 B) 8 C) 9 D) 10

