

**11. SINIF FİZİK DERSİ  
UZAKTAN EĞİTİM SÜRESİNCE  
İŞLENİLEN KONU VE KAZANIMLAR**

**FİZİK ÖĞRETMENİ;  
HÜSEYİN HÜSEYİNOĞLU**

**AĞABEY  
ÖZBEY  
ANADOLU  
LİSESİ**



# VEKTÖRLER

★ Fizikte kullanılan büyüklükler skaler ve vektörel olmak üzere ikiye ayrılır.

**Skaler büyüklükler:** Sayı ve birim kullanılarak belirtilebilen büyüklüklere SKALER büyüklük denir.

**Vektörel büyüklükler:** Büyüklüğü, başlangıç noktası, yönü ve doğrultusu olan büyüklüklere VEKTÖREL büyüklük denir.

## Skaler Büyüklükler

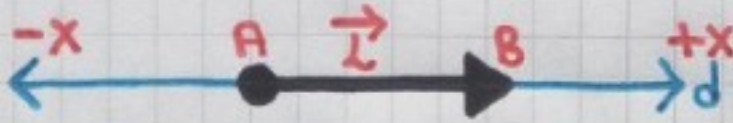
- Kütle
- Işık şiddeti
- Sıcaklık
- Akım şiddeti
- Madde miktarı
- uzunluk
- Zaman
- Alınan yol
- Sürat
- Öz ısı
- İş - Enerji

## Vektörel Büyüklükler

- Kuvvet
- Ağırlık
- Hız
- ivme
- Momentum
- Tork
- Elektriksel Alan

## VEKTÖRLERİN GÖSTERİMİ

★ Vektörler, yönlendirilmiş doğru parçalarıyla gösterilirler.



Vektörler; başlangıç noktası, doğrultu, yön ve büyüklük özelliklerine sahiptirler.

**Büyüklük (şiddet):**  $|\vec{L}| = |AB|$

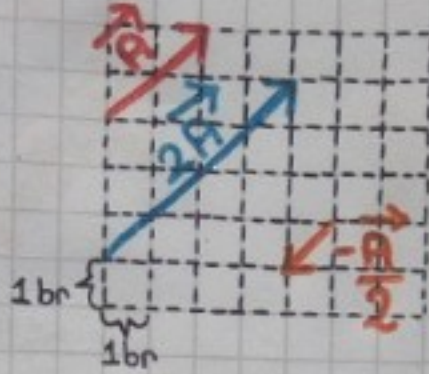
**Doğrultu:**  $\vec{L}$  vektörünün doğrultusu d'dir.

**Yön:**  $\vec{L}$  vektörünün yönü A'dan B'ye doğrudur.

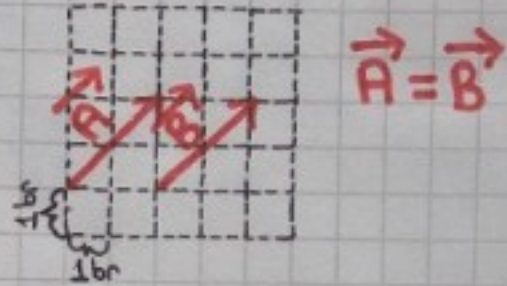
**Başlangıç Noktası:**  $\vec{L}$  vektörünün başlangıç noktası A noktasıdır.

## VEKTÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

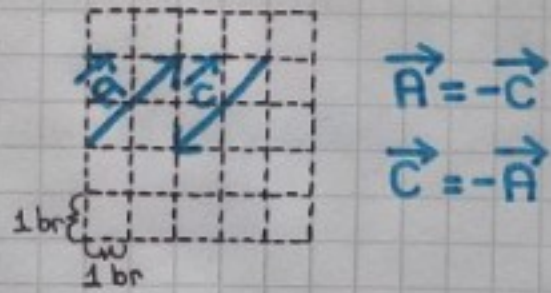
- 1) Vektörler birbirleriyle toplanabilirler. Toplama işleminin sonunda yeni bir vektör elde edilir.
- 2) Vektörler bir sayıyla çarpılabilir veya bölünebilir. Sayı pozitif ise vektörün sadece büyüklüğü, negatif ise hem yönü hem de büyüklüğü değişir.



- 3) Doğrultuları ve yönleri aynı, şiddetleri eşit olan vektörlere eşit vektörler denir.



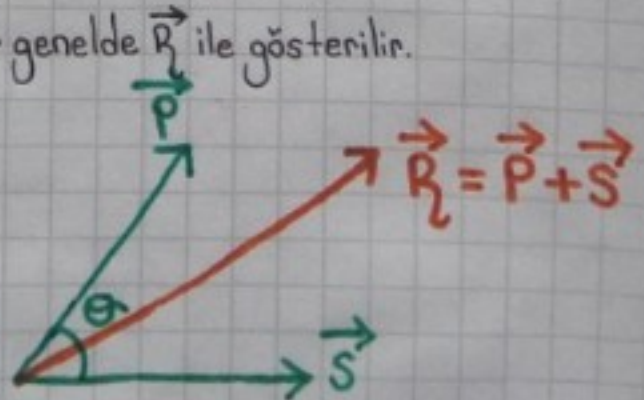
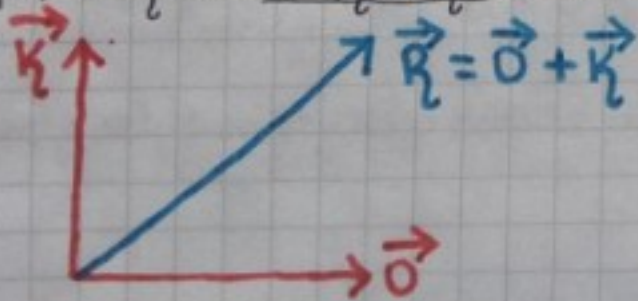
- 4) Doğrultuları aynı, şiddetleri eşit, yönleri zıt olan vektörlere zıt (ters) vektörler denir.



## VEKTÖRLERİN TOPLANMASI

### 1) Paralelkenar Yöntemi;

- ★ Toplam vektöre, bileşke vektör denir. Bileşke vektör genelde  $\vec{R}$  ile gösterilir.

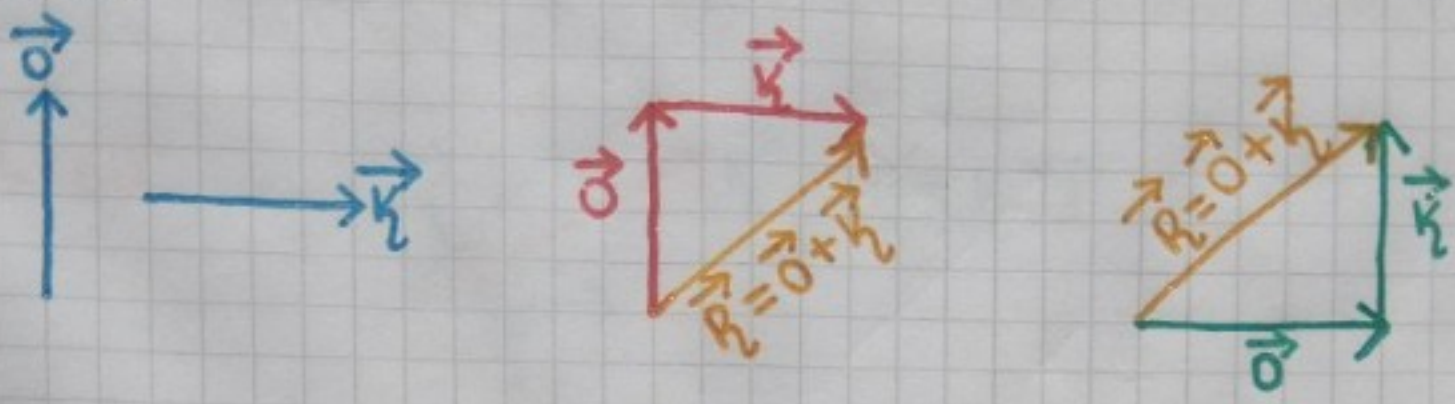


- ★ Birbirine dik iki vektörün bileşkesinin büyüklüğü  $R^2 = O^2 + K^2$  Pisagor bağıntısıyla bulunur.

- ★ Aralarında  $\theta$  açısı bulunan iki vektörün büyüklüğü  $R^2 = P^2 + S^2 + 2 \cdot P \cdot S \cdot \cos \theta$  bağıntısıyla bulunur.

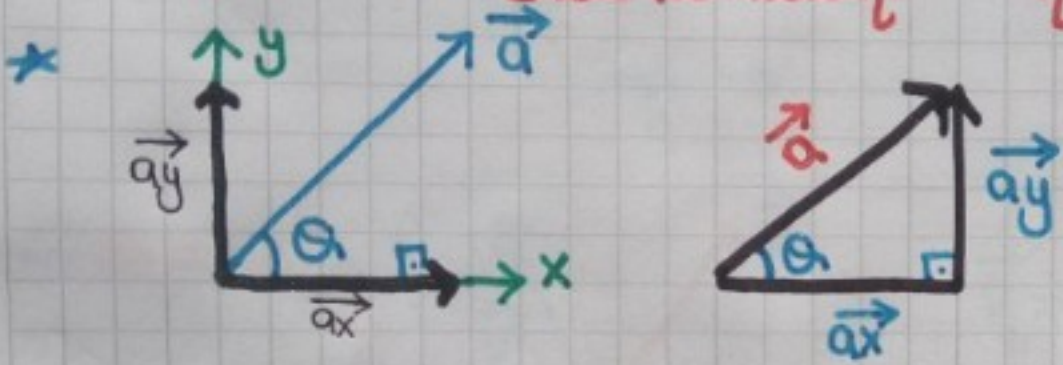
## "ÜÇ ÜÇÜ EKLEME (Göçgen) Yöntemi"

★ Bir vektörün başlangıç noktası diğerinin bitim noktasına gelecek şekilde vektörler uç uç eklenir. İlk vektörün başlangıç noktasını son vektörün bitim noktasına birleştiren vektör, bileşke vektörü verir.



! Vektörlerin toplanma sırası önemli değildir.

## "BİLEŞENLERE AYIRMA" Yöntemi



★ İki boyutlu Kartezyen koordinat sisteminde bir vektörün bileşenleri bulunurken;  $\vec{a}$  vektörünün başından X ve Y eksenlerine dik inilir.

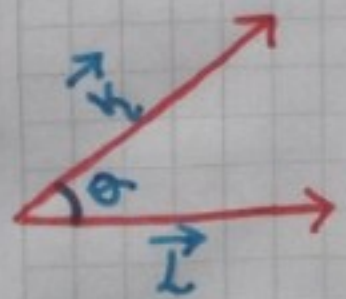
★ Bileşenlerin vektörel toplamı yine  $\vec{a}$  vektörünü verir.  $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$

★ Bileşenlerin büyüklüğü;  
 $\vec{a}_x = \vec{a} \cdot \cos \theta$   
 $\vec{a}_y = \vec{a} \cdot \sin \theta$

## BİLEŞKE VEKTÖRÜNÜN BÜYÜKLÜĞÜ

★ İki vektörün bileşkesinin büyüklüğünün bulunabilmesi için vektörlerin büyüklükleri ve aralarındaki açının verilmesi gerekir.

★ Bileşke vektörün büyüklüğü cosinus teoremi ile bulunur.



$$R^2 = k^2 + L^2 + 2 \cdot k \cdot L \cdot \cos \theta$$

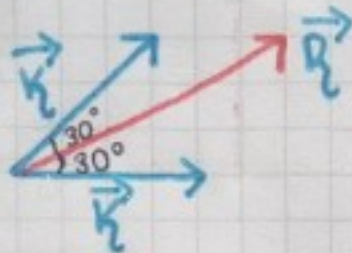
## ÖZEL DURUMLAR

1)  $\theta = 0^\circ$



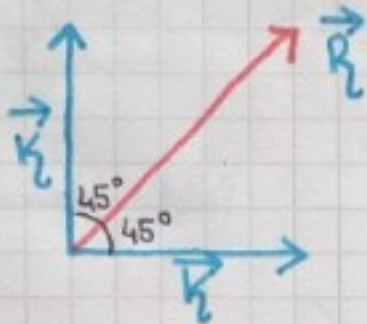
$$\vec{R} = 2k$$

2)  $\theta = 60^\circ$



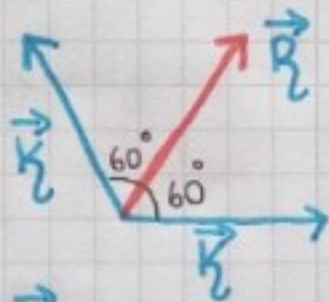
$$\vec{R} = k\sqrt{3}$$

3)  $\theta = 90^\circ$



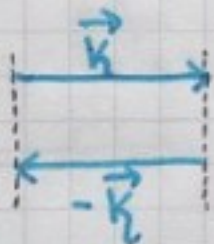
$$\vec{R} = k\sqrt{2}$$

4)  $\theta = 120^\circ$



$$\vec{R} = k$$

5)  $\theta = 180^\circ$

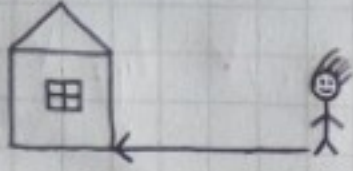


$$\vec{R} = 0$$

★ ! İki vektör arasındaki açı arttıkça bileşke vektörün büyüklüğü azalır.

# BAĞIL HAREKET

★ Bir cismin hareketini tanımlamak için duruyor kabul edilen noktaya **referans noktası**, cismin seçilen referans noktasına göre hareketine **bağıl hareket**, bu hareketin hızına **bağıl hız** denir.



★ İki hareketlinin birbirine göre hareketidir.

★ Hareket göreceli bir kavramdır.

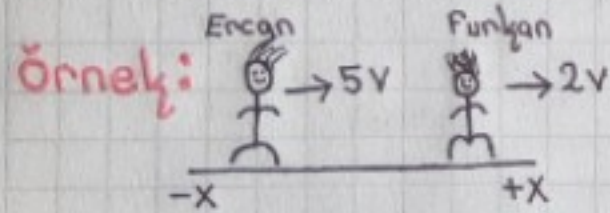
$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{gözlenen}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

Örnek: Baran'ın Ercan'a göre hızı?

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{Baran}} - \vec{v}_{\text{Ercan}}$$

Örnek: Gülcan, Halime'yi nasıl görür?

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{Halime}} - \vec{v}_{\text{Gülcan}}$$

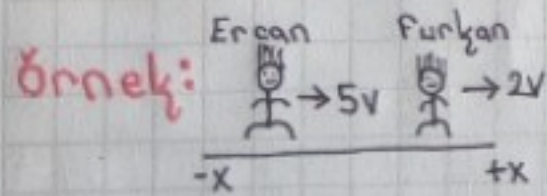


Ercan'ın Furkana göre hızı kaç v'dir?

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{Ercan}} - \vec{v}_{\text{Furkan}}$$

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = 5v - 2v = 3v$$

$$3v \rightarrow +x \text{ yönünde}$$



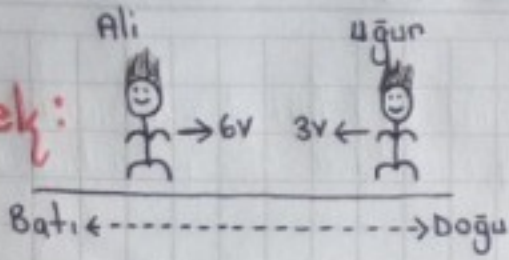
Furkan'ın Ercan'a göre hızı kaç v'dir?

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{Furkan}} - \vec{v}_{\text{Ercan}}$$

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = 2v - 5v$$

$$-3v \leftarrow -x \text{ yönünde}$$

Örnek:



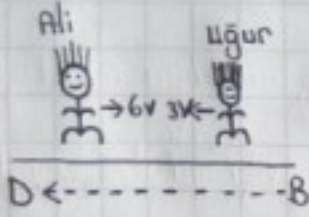
a) Ali'nin Uğur'a göre hızı?

$$\vec{V}_{bağıl} = \vec{V}_{Ali} - \vec{V}_{Uğur}$$

$$\vec{V}_{bağıl} = 6v - (-3v)$$

$$\vec{V}_{bağıl} = 9v \rightarrow \text{Doğu yönünde}$$

Örnek:



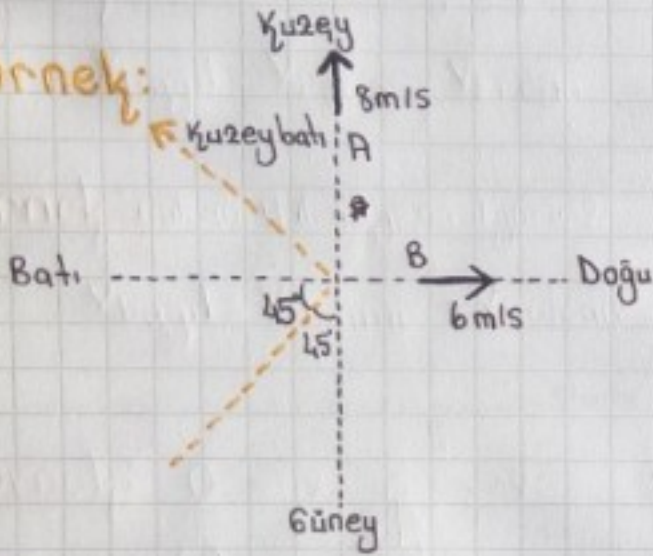
b) Uğur, Ali'yi nasıl görür?

$$\vec{V}_{bağıl} = \vec{V}_{Ali} - \vec{V}_{Uğur}$$

$$\vec{V}_{bağıl} = 6v - (-3v)$$

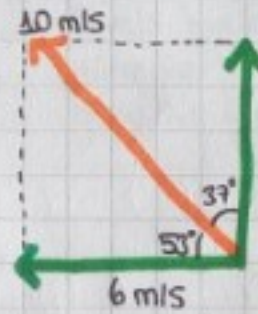
$$\vec{V}_{bağıl} = 9v \rightarrow \text{Doğu yönünde}$$

Örnek:



A'nın B'ye göre hızını ve yönünü bulunuz?

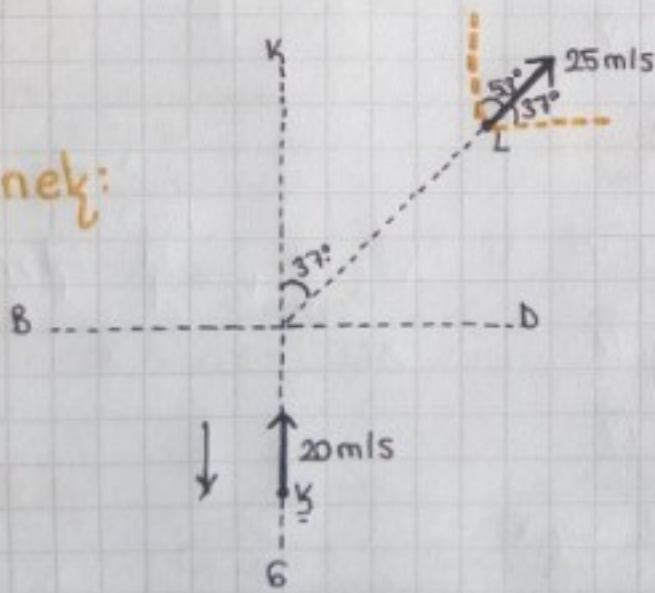
$$V_{bağıl} = V_A - V_B$$



$$V_{BA} = V_A - V_B = 10 \text{ m/s}$$

8 m/s  $\propto$  Kuzeyin 37° batısı  
 $\propto$  Batının 53° kuzeyi

Örnek:



L'nin K'ya göre hızı kaçtır?

$$(\cos 37^\circ = 0.8, \sin 37^\circ = 0.6)$$

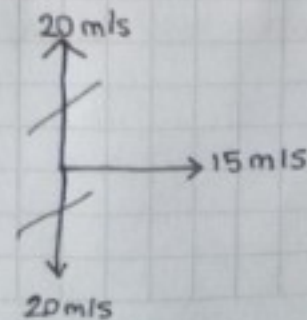
$$V_{bağıl} = V_L - V_K$$

$$25 \cdot \sin 53^\circ$$
$$25 \cdot 0.8 =$$
$$20 \text{ m/s}$$

$$25 \text{ m/s}$$

$$25 \cdot \cos 53^\circ$$

$$25 \cdot 0.6 = 15 \text{ m/s}$$

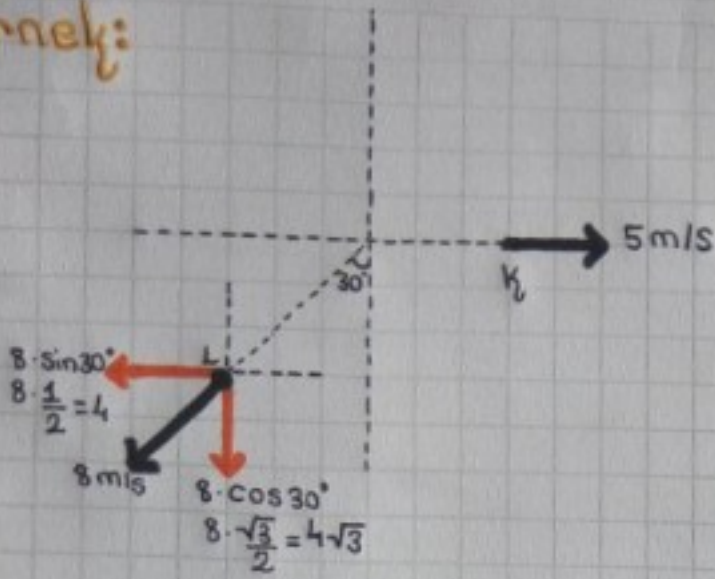


15 m/s  
Doğu  
yönünde

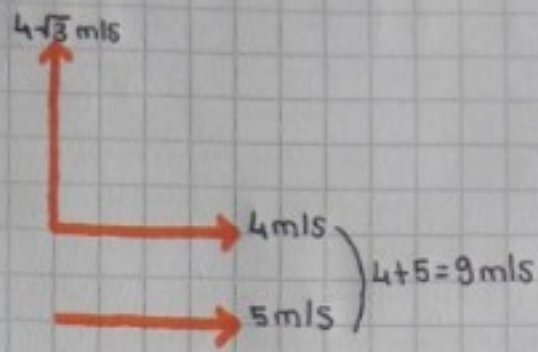
$$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ$$

$$\cos 37^\circ = \sin 53^\circ$$

## Örnek:



K'nın L'ye göre hızını bulunuz? ( $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ )

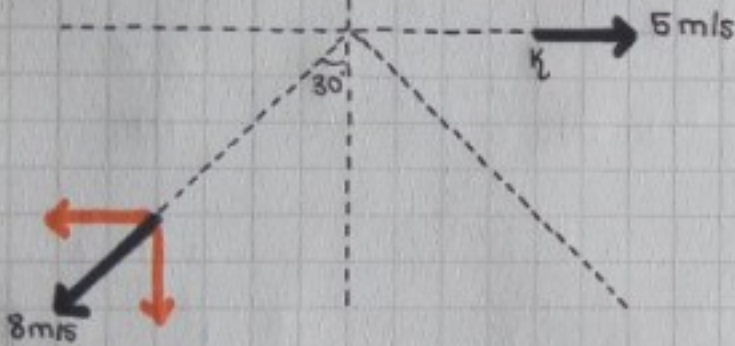


$$(V_{bağıl})^2 = (4\sqrt{3})^2 + 9^2$$

$$V_{bağıl}^2 = 48 + 81 = 129$$

$$V_{bağıl} = \sqrt{129}$$

## Örnek:

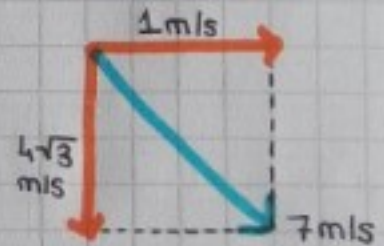
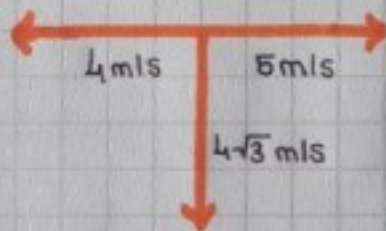
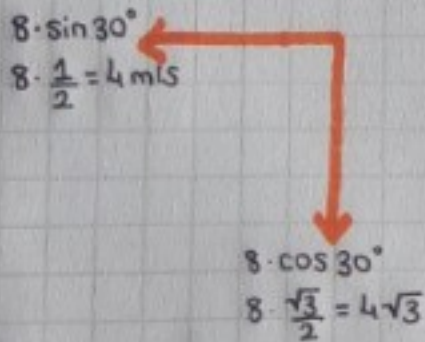


5 m/s hızla hareket eden K gözlemcisi, L aracını güneyin  $30^\circ$  batısına gidiyormuş gibi görüyor. Buna göre VL kaçtır? ( $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ )

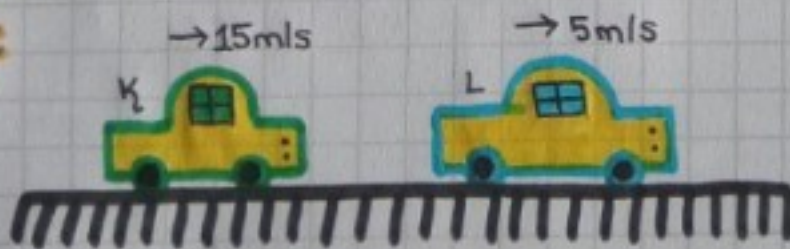
$$V_{bağıl} = V_L - V_K$$

$$V_L = V_{bağıl} + V_K$$

**7 m/s**



## Örnek:



Yatay ve doğrusal yolda hareket eden K ve L arabalarının hızları şekildedeki gibidir.

Buna göre L arabasının şoföründe K arabasını kaç m/s hızla gidiyor görür?

$$V_{bağıl} = V_{gözlenen} - V_{gözlemci}$$

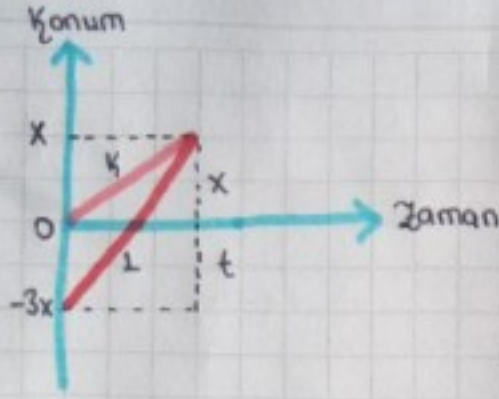
$$V_b = V_K - V_L$$

$$V_b = 15 - 5$$

**V<sub>b</sub> = 10 m/s**



Örnek:



K'nin yere göre hızı V'dir?  
L'nin K'ya göre hızı kaçtır?

$$V_K = \frac{x}{t} = V$$

$$V_{\text{bağıl}} = V_L - V_K$$

$$V_L = \frac{4x}{t} = 4V$$

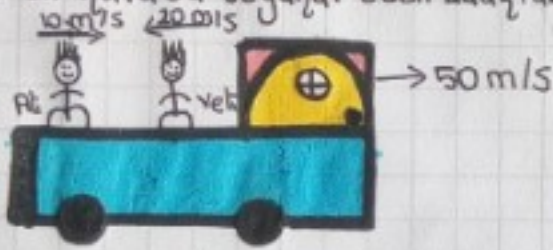
$$V_{\text{bağıl}} = 4V - V = 3V$$

## BİLEŞİK HAREKET

• Birden fazla hareketli aynı anda yapan cismin veya kişinin yaptığı yere göre hareketine bileşik hareket denir.

- Hareket halindeki trenin içinde yürüyen kişi.
- Yürüyen mendirde acelesi olan Beritan.
- Nehirde karşıya geçmeye çalışan Serap.
- Rüzgarlı bir havada seyahat eden uçaktaki Ayla.

Örnek:



Trenin kasasındaki Ali ve Veli'nin hareketleri yere göre hızları kaçtır?

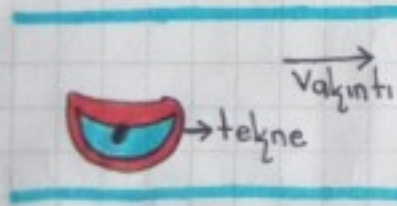
$$\text{Ali} = \begin{array}{c} 10 \text{ m/s} \quad 50 \text{ m/s} \\ \rightarrow \quad \rightarrow \\ \text{---} \end{array}$$

$$V_{\text{yer}} = 10 + 50 = 60 \text{ m/s}$$

$$\text{Veli} = \begin{array}{c} 20 \text{ m/s} \quad 50 \text{ m/s} \\ \leftarrow \quad \rightarrow \\ \text{---} \end{array}$$

$$V_{\text{yer}} = 50 - 20 = 30 \text{ m/s}$$

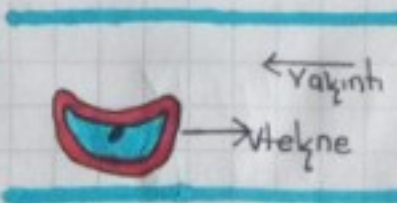
★



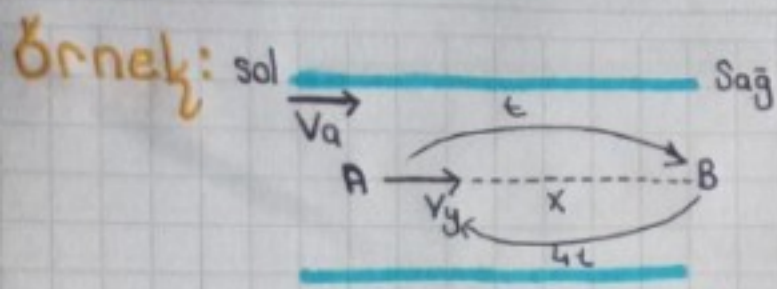
Teknenin suya göre hızı (kendi hızıdır)

Teknenin yere göre hızı ( $V_{\text{yer}} = V_{\text{tekne}} + V_{\text{akıntı}}$ )

★



Teknenin yere göre hızı ( $V_{\text{yer}} = V_{\text{tekne}} - V_{\text{akıntı}}$ )



Suya göre hızı  $V_y$  olan yüzücü A'dan B'ye  $t$  sürede gidip B'den A'ya  $4t$  sürede dönüyor.  $\frac{V_y}{V_a} = ?$  kaçtır?

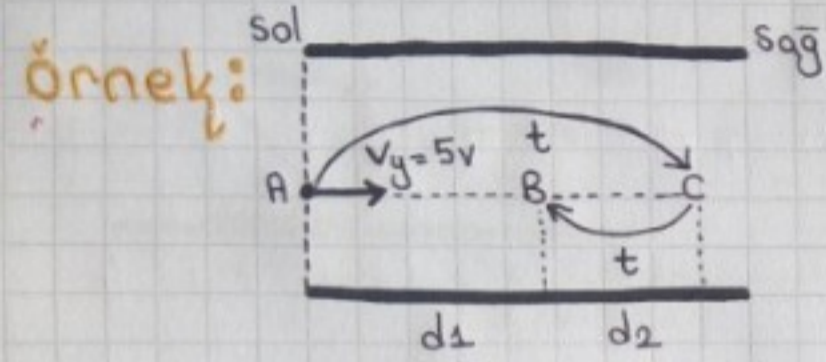
$$x = V \cdot t$$

$$x = (V_y + V_a) \cdot t \quad (V_y + V_a) \cdot t = (V_y - V_a) \cdot 4t$$

$$x = (V_y - V_a) \cdot t \quad V_y + V_a = 4V_y - 4V_a$$

$$5V_a = 3V_y$$

$$\boxed{\frac{V_y}{V_a} = \frac{5}{3}}$$



$d_1$  ve  $d_2$  arasındaki ilişkiyi bulunuz. ( $V_a = v$ )

$$d_1 + d_2 = (V_y + V_a) \cdot t$$

$$d_1 + d_2 = (5v + v) \cdot t$$

$$d_1 + d_2 = 6v \cdot t$$

$$d_1 + 4v \cdot t = 6v \cdot t$$

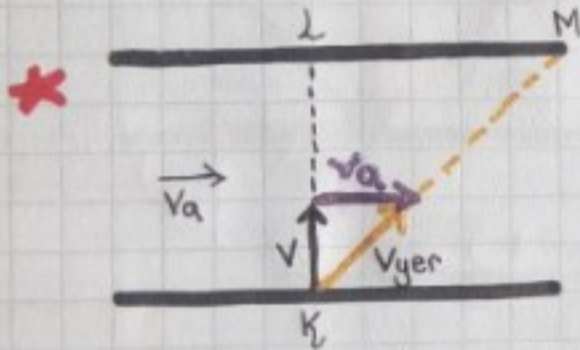
$$d_1 = 2v \cdot t$$

$$d_2 = (5v - v) \cdot t$$

$$d_2 = 4v \cdot t$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{2 \cdot v \cdot t}{4 \cdot v \cdot t} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}$$

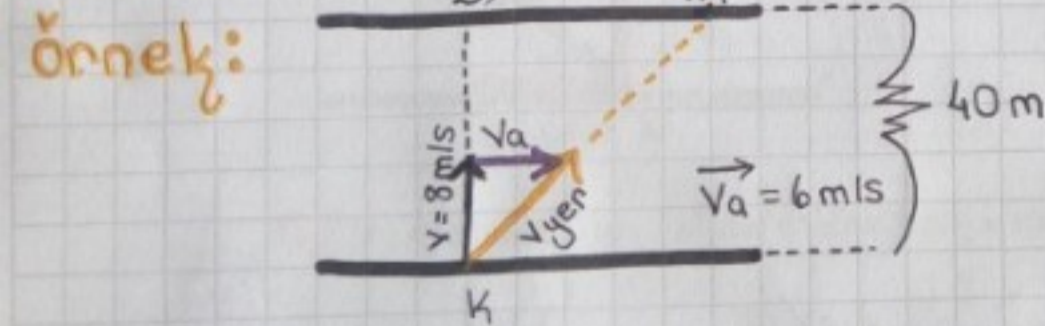
$$2d_1 = d_2$$



$$|KL| = V \cdot t$$

$$|LM| = V_a \cdot t$$

$$|KM| = V_{yer} \cdot t$$



K'dan suya göre 8 m/s hızla harekete geçen tekne L'den kaç metre ötede karşıya çıkar?

$$|KL| = V \cdot t$$

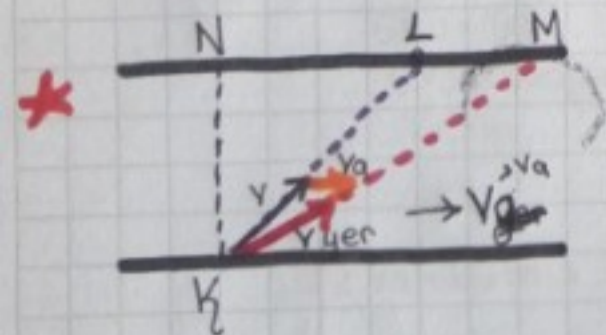
$$40 = 8 \cdot t$$

$$t = 5 \text{ saniye}$$

$$X = V_a \cdot t$$

$$X = 6 \cdot 5$$

$$X = 30 \text{ m}$$

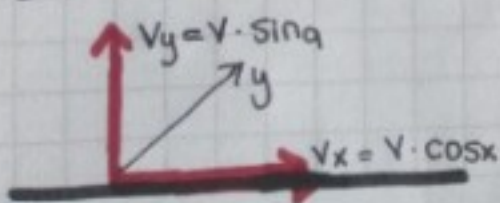


$$|KL| = V \cdot t$$

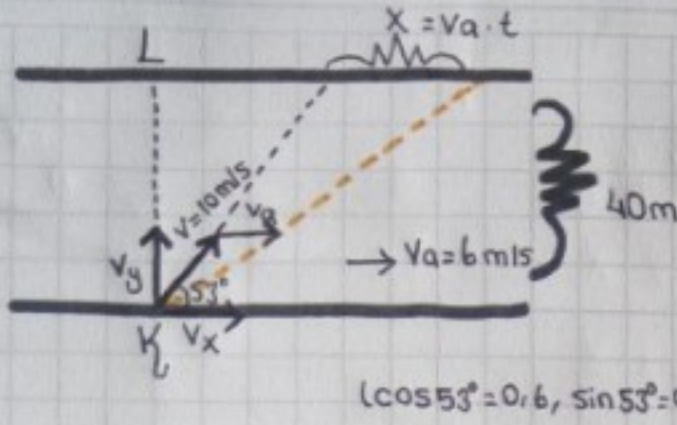
$$|KN| = V_y \cdot t$$

$$|KM| = V_{yer} \cdot t$$

$$|LM| = V_a \cdot t$$



Örnek:



Suya göre hızı verilen tekne M'den kaç metre ötede karşıya çıkar?

$$V_x = V \cdot \cos 53^\circ$$

$$V_x = 10 \cdot 0,6$$

$$V_x = 6 \text{ m}$$

$$V_y = V \cdot \sin 53^\circ$$

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

$$V_y = 8 \text{ m}$$

$$|KL| = V_y \cdot t$$

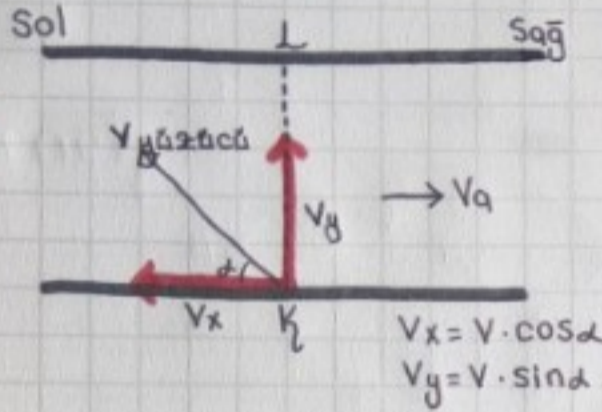
$$40 = 8 \cdot t$$

$$t = 5 \text{ saniye}$$

$$X = V_a \cdot t$$

$$X = 6 \cdot 5$$

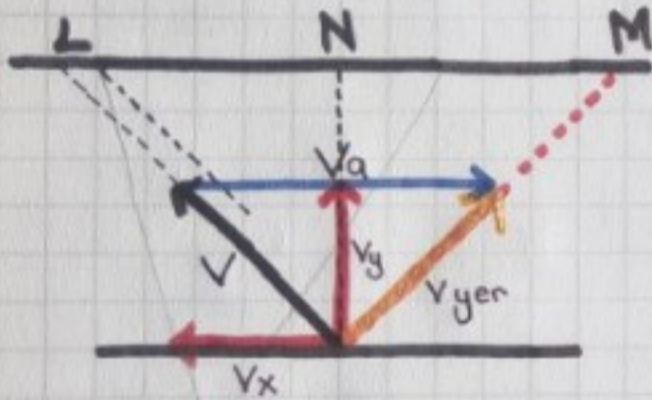
$$X = 30 \text{ m}$$



$|V_x| > |V_a|$  L'nin solunda karşıya çıkar.

$|V_x| = |V_a|$  L noktasında karşıya çıkar.

$|V_a| > |V_x|$  L'nin sağında karşıya çıkar.



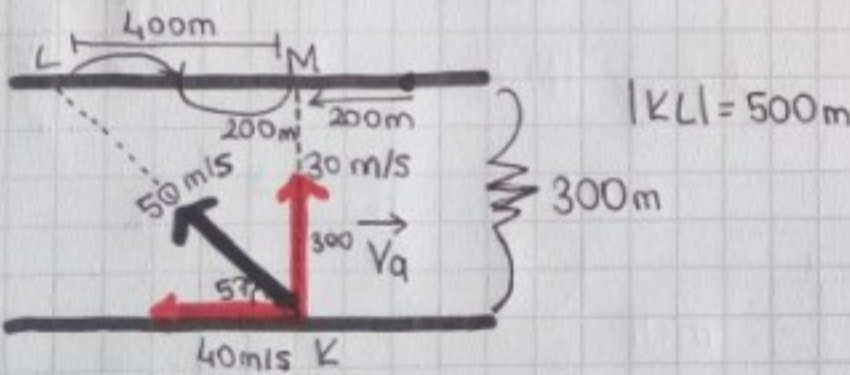
$$|KL| = V \cdot t$$

$$|KM| = V_{yer} \cdot t$$

$$|LM| = V_a \cdot t$$

$$|KN| = V_y \cdot t$$

Örnek:



a)  $V_a = 20 \text{ m/s}$  ise tekne m'den ne kadar uzaklıkta karşıya çıkar?

$$|KL| = V \cdot t$$

$$500 = 50 \cdot t$$

$$t = 10 \text{ saniye}$$

$$V_x > V_a$$

$$X = V_a \cdot t$$

$$X = 20 \cdot 10$$

$$X = 200 \text{ m}$$

↓  
m'nin solunda  
200 m

b)  $V_a = 60 \text{ m/s}$  ise tekne m'den ne kadar uzaklıkta karşıya çıkar.

$$V_a > V_x$$

$$X' = 60 \cdot 10$$

$$= 600 \text{ m}$$

Örnek:



motosikletin ıslanmaması için şemsiyeyi nasıl tutmalı?

Yağmur tanesinin sürücüye göre hızı?

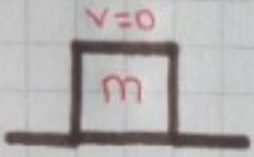
$$V_b = V_y - V_s$$



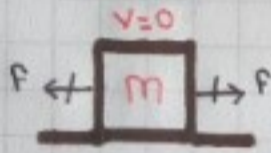
## NEWTONUN HAREKET YASALARI

### 1) Eylemsizlik Yasası

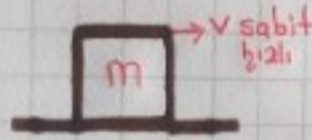
- Cisim duruyorsa durmaya devam eder.
- Cisim hareketli ise sabit hızını korumak ister. Bu olaya eylemsizlik denir.
- $F_{net} = 0$



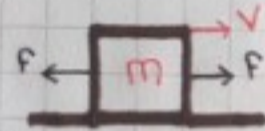
- $F_{net} = 0$
- Cisim durmaya devam eder.



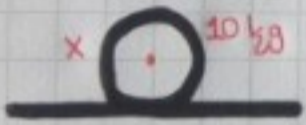
- $F_{net} = 0$
- Cisim durmaya devam eder.



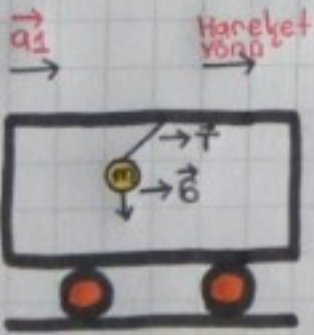
- $F_{net} = 0$
- Cisim sabit hızını korur.



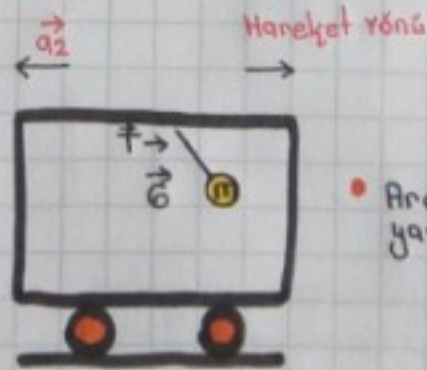
- $F_{net} = 0$
- Cisim sabit hızını korur.



- $F_{ey} = m \cdot a$
- Eylemsizlik kütle ile doğru orantılıdır.



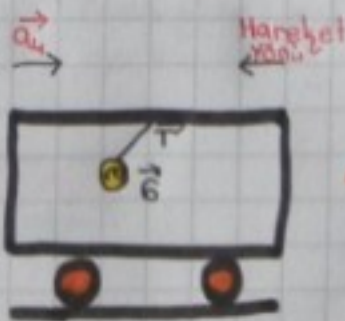
- Araba  $\vec{a}_1$  ivmesiyle hızlanıyor.



- Araba  $\vec{a}_2$  ivmesiyle yavaşlıyor.



- Araba  $\vec{a}_3$  ivmesiyle hızlanıyor.



- Araba  $\vec{a}_4$  ivmesiyle yavaşlıyor.

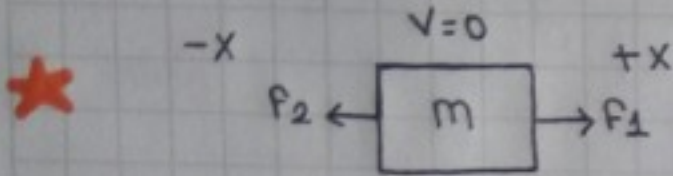
## 2) Dinamiğin Temel Prensipleri

$$F_{net} \neq 0$$

→ cisim net bir kuvvetin etkisindedir.

→ cisim ivmelenir.

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



1)  $F_1 > F_2$  ise

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

$$F_1 - F_2 = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_1 - F_2}{m}$$

★ cisim +x yönünde hızlanır.

2)  $F_1 = F_2$  ise

$$F_{net} = 0$$

★ cisim durmaya devam eder.

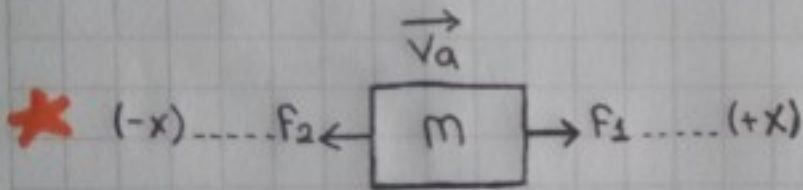
3)  $F_2 > F_1$  ise

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

$$F_2 - F_1 = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_2 - F_1}{m}$$

★ cisim -x yönünde hızlanır.



1)  $F_1 > F_2$  ise

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

$$a = \frac{F_1 - F_2}{m}$$

★ cisim +x yönünde hızlanır.

2)  $F_1 = F_2$  ise

$$F_{net} = 0$$

★ cisim  $v_0$  ile hızını sürdürür.

3)  $F_2 > F_1$  ise

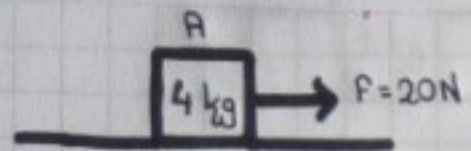
$$F_{net} = m \cdot a$$

$$F_2 - F_1 = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_2 - F_1}{m}$$

★ cisim +x yönünde yavaşlar durur. sonra -x yönünde hızlanır.

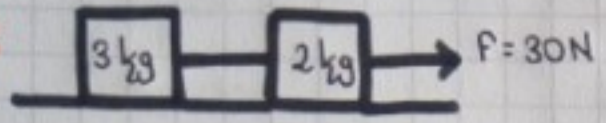
Örnek:



A cismin ivmesi kaç  $m/s^2$ 'dir?

$$F = m \cdot a \quad 20 = 4 \cdot a \quad \boxed{a = 5 m/s^2}$$

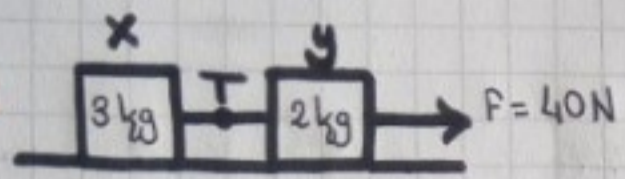
Örnek:



$a = ?$   $6 m/s^2$

$$F = m_T \cdot a \quad 30 = 5 \cdot a \quad \boxed{a = 6 m/s^2}$$

Örnek:

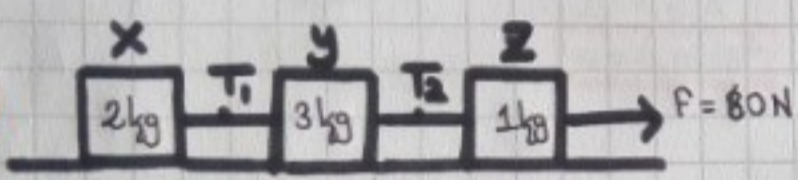


$a = ?$        $T = ?$

$$F = m_T \cdot a \quad 40 = 5 \cdot a \quad \boxed{a = 8 m/s^2}$$

$$T = m_x \cdot a \quad T = 3 \cdot 8 \quad \boxed{T = 24 N}$$

Örnek:



$a = ?$        $\frac{T_1}{T_2} = ?$

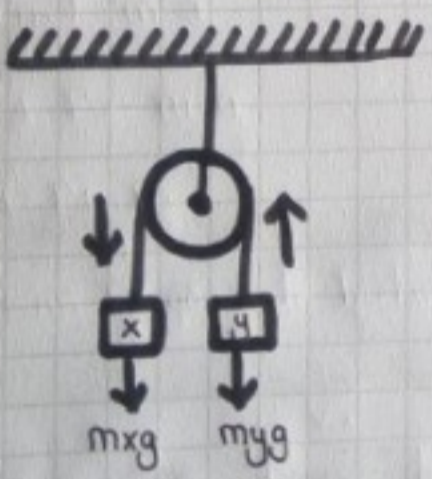
$$F = m_T \cdot a \quad 80 = 6 \cdot a \quad \boxed{a = 10 m/s^2}$$

$$T_1 = m_x \cdot a \quad T_1 = 2 \cdot 10 \quad \boxed{T = 20 N}$$

$$T_2 = (m_x + m_y) \cdot a \quad T_2 = 5 \cdot 10 \quad \boxed{T_2 = 50 N}$$

$$\boxed{\frac{T_1}{T_2} = \frac{20}{50} = \frac{2}{5}}$$

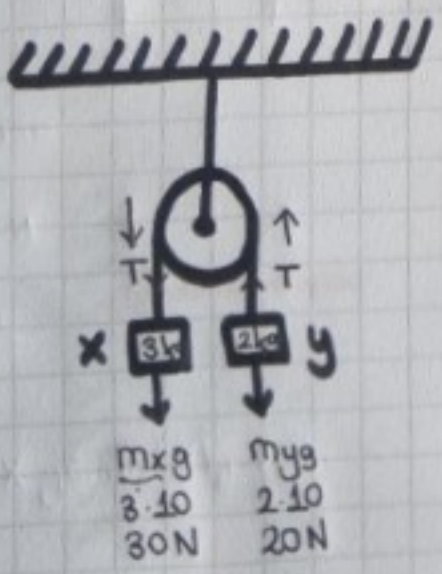
\*



$$F_{net} = m_T \cdot a$$

$$m_x g - m_y g = (m_x + m_y) \cdot a$$

Örnek:



Şekildeki sistem serbest bırakılırsa ip te oluşan ip gerilmesi kaç N'dir? ( $g = 10 m/s^2$ )

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

$$30 - 20 = 5 \cdot a$$

$$\boxed{a = 2 m/s^2}$$

$$m_x g - T = m_x \cdot a$$

$$30 - T = 3 \cdot 2 = 6 \rightarrow \text{veya } T - m_y g = 4$$

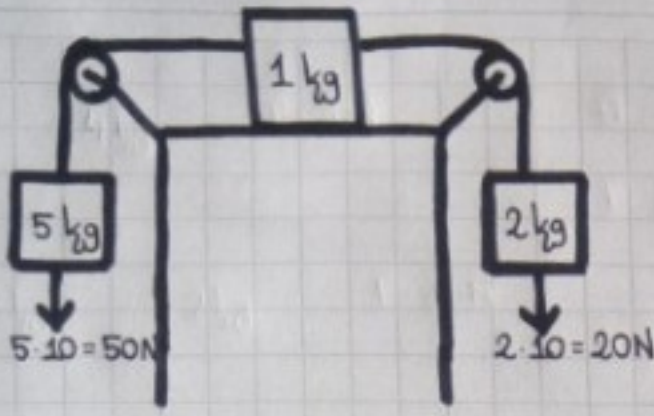
$$\boxed{T = 24 N}$$

$$T - m_y g = m_y \cdot a$$

$$T - 20 = 4$$

$$\boxed{T = 24 N}$$

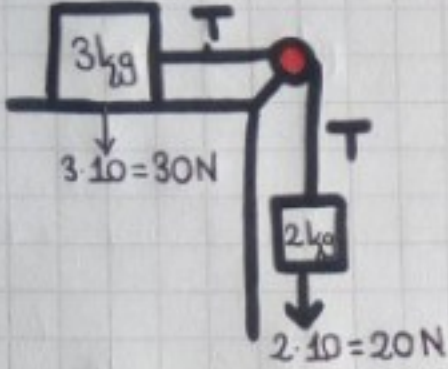
örnek:



Sistem sabit bırakılırsa  $a = ?$

$$F_{net} = m \cdot a$$
$$\frac{30}{50 - 20 = 6 \cdot a}$$
$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

örnek:



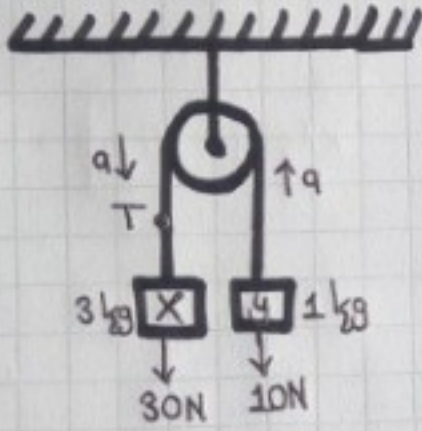
$a = ?$

$$F_{net} = m \cdot a$$
$$20 = 5 \cdot a$$
$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

$T = ?$

$$T = m \cdot a$$
$$T = 3 \cdot 4$$
$$T = 12 \text{ N}$$

örnek:



Sistem serbest bırakılırsa sistemin ivmesi ve T ip genilmesi?

$$F_{net} = m \cdot a$$
$$30 - 10 = 4 \cdot a$$
$$20 = 4a$$
$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$30 - T = 3 \cdot 5$$
$$30 - T = 15$$

$$T = 10 \text{ N}$$

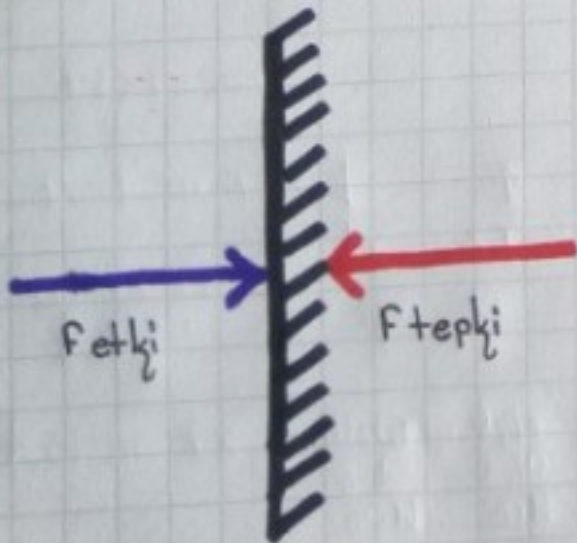
Veya

$$T - 10 = 1 \cdot 5$$
$$T - 10 = 5$$
$$T = 10 \text{ N}$$

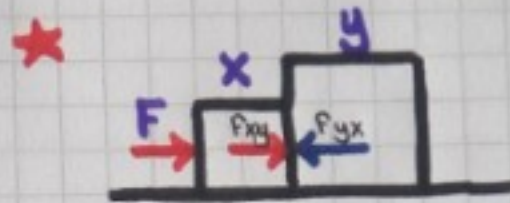
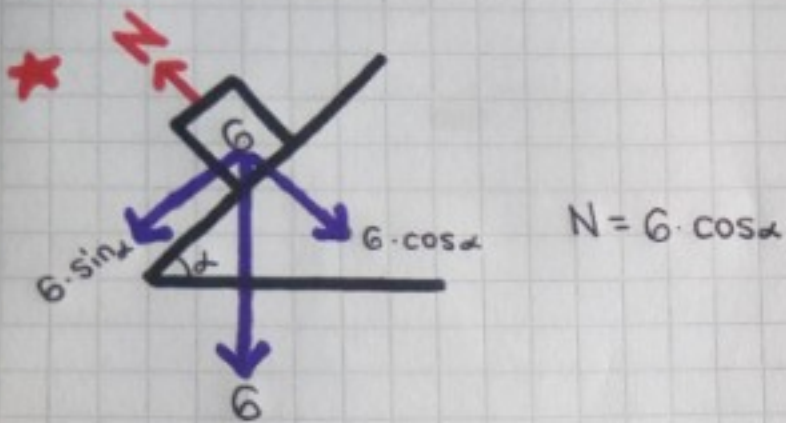
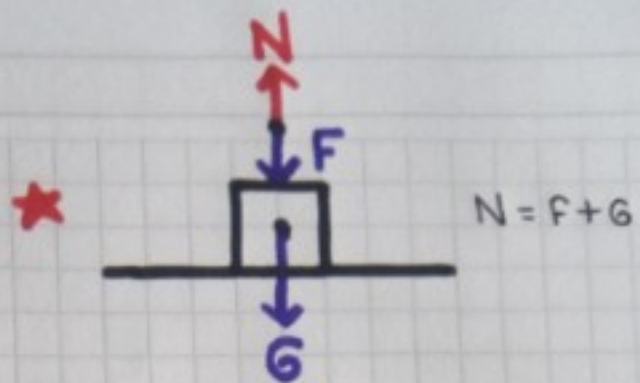
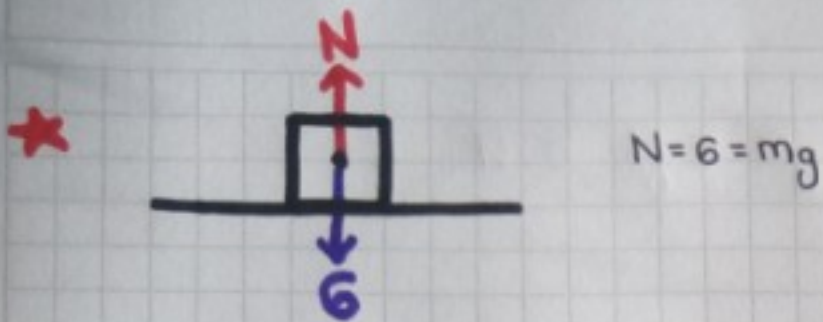
### 3) Etki - Tepki Yasası

Her etkiye karşı bir tepki kuvveti vardır.

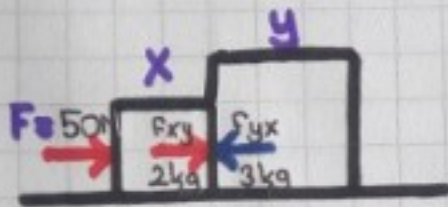
Etki ve Tepki kuvvetleri eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.



$$|F_{etki}| = |-F_{tepki}|$$



Örnek:



X'in y'ye uyguladığı etki kuvveti kaç N'dur?

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

$$50 = 5 \cdot a$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$F_{xy} = F_y \cdot a$$

$$F_{xy} = 3 \cdot 10$$

$$F_{xy} = 30 \text{ N}$$

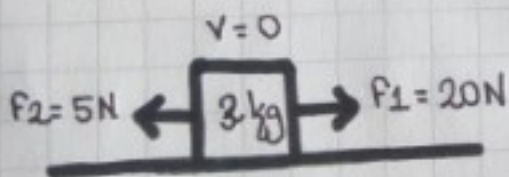
veya

$$F - F_{yx} = m_x \cdot a$$

$$50 - F_{yx} = 2 \cdot 10$$

$$F_{yx} = 30 \text{ N}$$

örnek:



a = ?

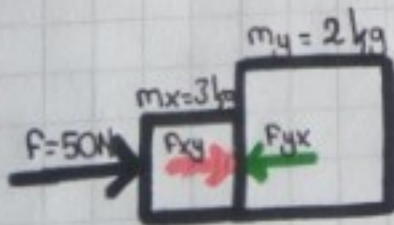
$$F_{net} = m \cdot a$$

$$20 - 5 = 3 \cdot a$$

$$15 = 3a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

örnek:



$F_{xy} = ?$   
 $F_{yx} = ?$

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

$$50 = 5 \cdot a$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$F_{xy} = F_y \cdot a$$

$$F_{xy} = 2 \cdot 10$$

$$F_{xy} = 20 \text{ N}$$

veya

$$F - F_{yx} = F_x \cdot a$$

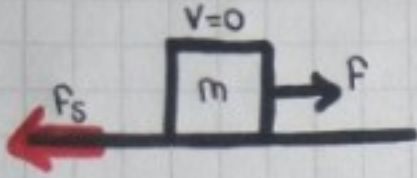
$$50 - F_{yx} = 30$$

$$F_{yx} = 20 \text{ N}$$



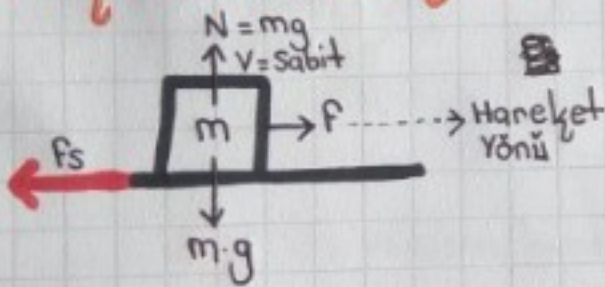
# Sürtünme Kuvveti

## 1) Statik sürtünme kuvveti;



- Sürtülmeli yüzeyde durmakta olan cisme F kuvveti uygulandığında statik sürtünme kuvveti meydana gelir.
- $F_{net} = 0$   
 $F - F_s = 0$   
 $F = F_s$
- Cisme uygulanan kuvvet cismi hareket ettirmiyorsa uygulanan kuvvet kadar sürtünme kuvveti oluşur.

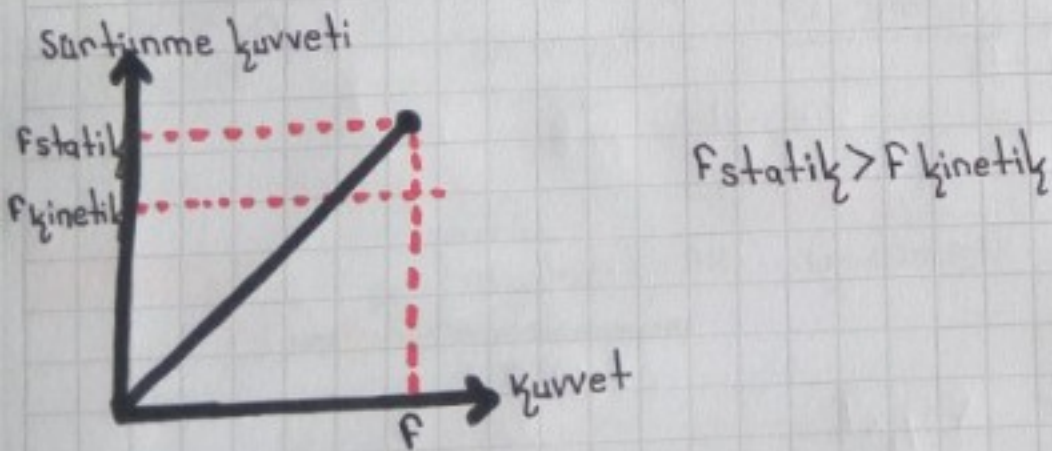
## 2) Kinetik sürtünme kuvveti;



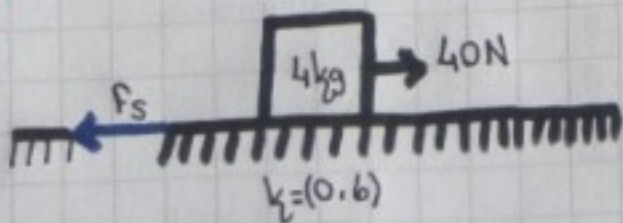
$$F_s = \mu \cdot N$$

Zamanın tepki kuvveti  
Yüzeyin sürtünme katsayısı

$$F_s = \mu \cdot mg$$



## Örnek:



Cismin ivmesi kaç  $m/s^2$ 'dir. ( $g = 10 m/s$ )

$$F_s = \mu \cdot N$$

$$F_s = \frac{6}{10} \cdot 40$$

$$F_s = 24N$$

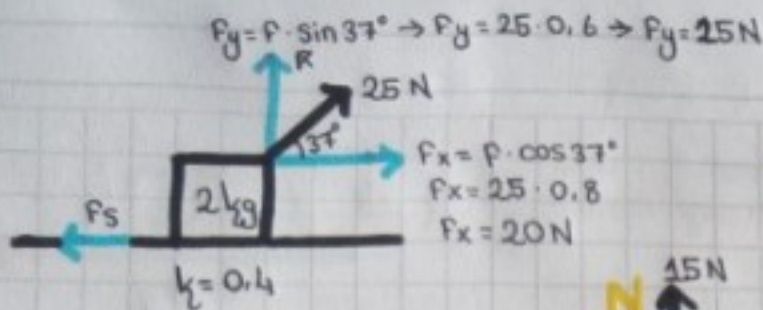
$$F_{net} = m \cdot a$$

$$F - F_s = 4 \cdot a$$

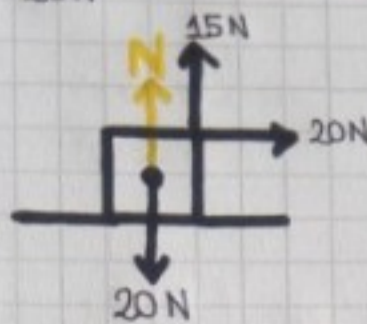
$$40 - 24 = 4a$$

$$a = 4 m/s^2$$

örnek:



cismin ivmesi kaç  $\text{m/s}^2$ 'dir?  
( $\cos 37^\circ = 0.8$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ )



$$F_s = k \cdot N$$

$$F_s = 0.4 \cdot 5$$

$$F_s = 2\text{N}$$

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

$$F_x - F_s = m \cdot a$$

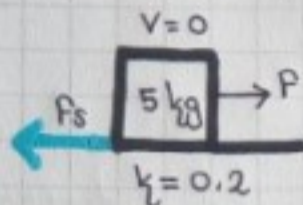
$$20 - 2 = 2 \cdot a$$

$$a = 9\text{m/s}^2$$

$$N = 20 - 15 = 5\text{N}$$

$$a = 9\text{m/s}^2$$

örnek:



1)  $F = 5\text{N}$  ise  $F_s = ?$  **5N**

2)  $F = 8\text{N}$  ise  $F_s = ?$  **8N**

3)  $F = 10\text{N}$  ise  $F_s = ?$  **10N**

4)  $F = 15\text{N}$  ise  $F_s = ?$  **10N**

1)  $F_s > F$   
 $F_{\text{net}} = 0$   
 $F - F_s = 0$   
 $5 - F_s = 0$   
 $F_s = 5\text{N}$

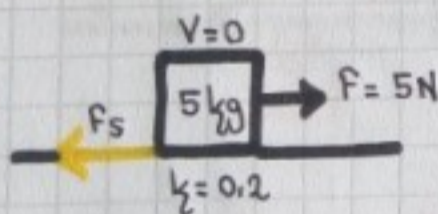
2)  $F_s > F$   
 $F_{\text{net}} = 0$   
 $F - F_s = 0$   
 $8 - F_s = 0$   
 $F_s = 8\text{N}$

3)  $F = F_s$   
 $F_{\text{net}} = 0$   
 $F - F_s = 0$   
 $10 - F_s = 0$   
 $F_s = 10\text{N}$

4)  $F > F_s \rightarrow$  cisim harekete geçer.  
 $F_{\text{net}} = m \cdot a$   
 $F - F_s = m \cdot a$   
 $15 - 10 = 5 \cdot a$   
 $5 = 5a$   
 $a = 1\text{m/s}^2$

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

örnek:



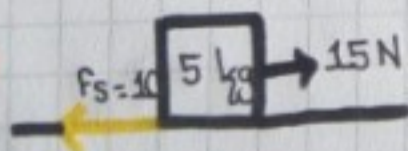
$F_s = ?$   
( $g = 10\text{m/s}^2$ )

$$F_s = k \cdot m \cdot g$$

$$F_s = 0.2 \cdot 5 \cdot 10$$

$$F_s = 10\text{N}$$

örnek:



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

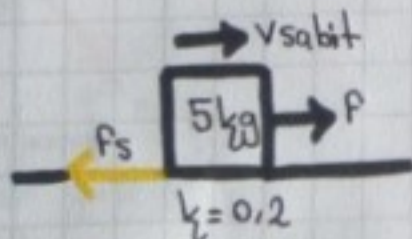
$$F - F_s = m \cdot a$$

$$15 - 10 = 5 \cdot a$$

$$5 = 5a$$

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

örnek:



cisim sabit hızlı hareket ettiğine göre F kaç N'dir? ( $g = 10\text{m/s}^2$ )

$$F_s = k \cdot N = k \cdot mg$$

$$F_s = 0.2 \cdot 5 \cdot 10$$

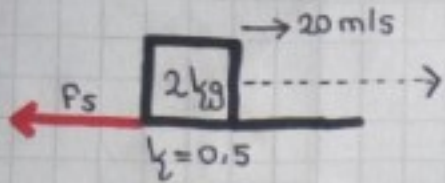
$$F_s = 10\text{N}$$

$$F - F_s = 0$$

$$F - 10 = 0$$

$$F = 10\text{N}$$

örnek:



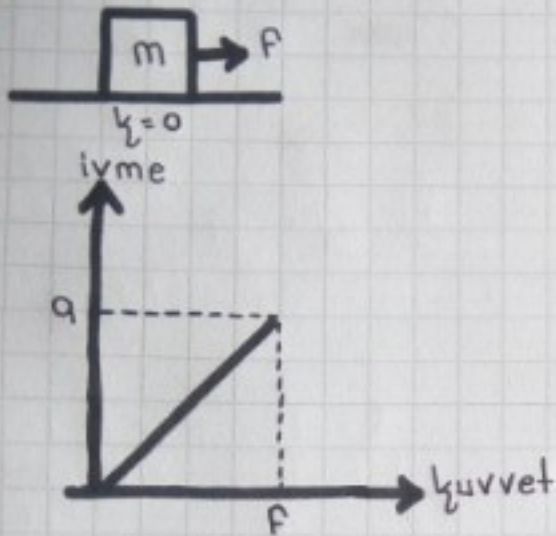
cisim 5 saniye sonra durduğuna göre yavaşlama ivmesi kaç  $m/s^2$ 'dir? ( $g=10 m/s^2$ )

$$F_s = k \cdot mg$$
$$F_s = 0.5 \cdot 2 \cdot 10$$
$$F_s = 10N$$

$$F_{net} = m \cdot a$$
$$-F_s = 2 \cdot a$$
$$-10 = 2a$$
$$a = 5 m/s^2$$

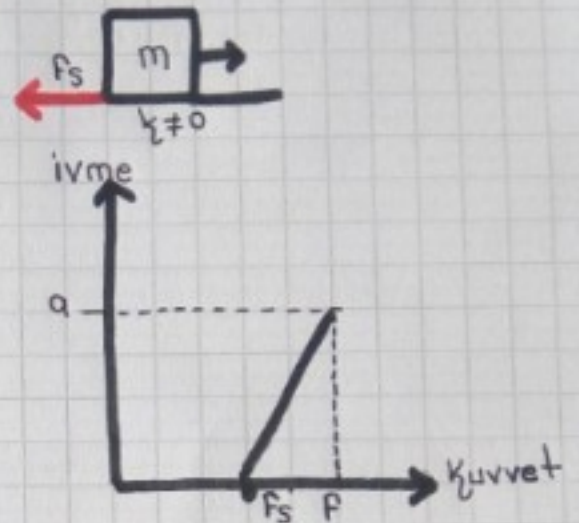
→ öndeki eksi yönüne belirlen!

\*

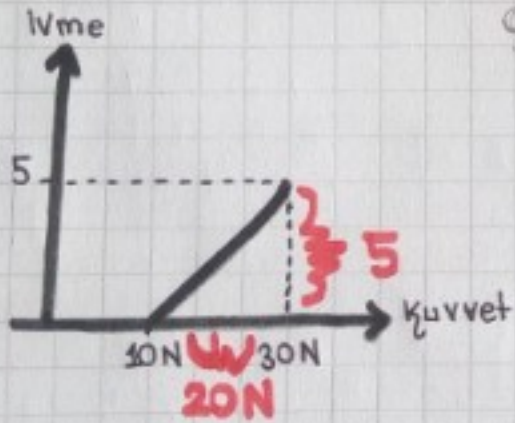


$$egim = \tan \alpha = \frac{a}{F} = \frac{1}{m}$$

\*



örnek:



$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

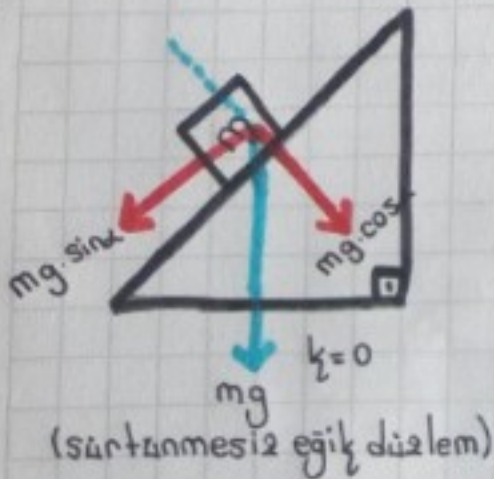
Cismin kütlesi kaç kg'dır?

$$Egim = \tan \alpha = \frac{a}{F} = \frac{1}{m}$$

$$\frac{5}{20} = \frac{1}{m}$$
$$5m = 20$$
$$m = 4 kg$$

$$m = 4 kg$$

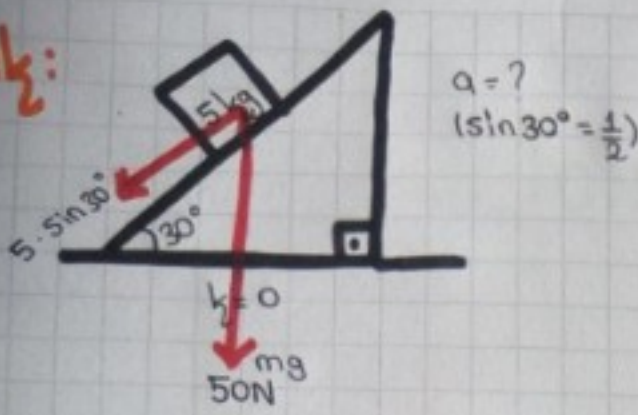
## Eğik Düzlemde Cismin Hareketi



$$F_{net} = m \cdot a$$
$$mg \cdot \sin \alpha = m \cdot a$$
$$a = g \cdot \sin \alpha$$

- Eğik düzlemde cismin ivmesi kütlesine bağlı değildir.
- cismin ivmesi  $g$  (yer çekim ivmesi),  $\sin(\alpha)$  açısına bağlıdır.

Örnek:



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

$$50 \cdot \sin 30 = 5 \cdot a$$

$$50 \cdot \frac{1}{2} = 5 \cdot a$$

$$25 = 5a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

## Sürtünmeli Eğik Düzlem



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

$$mg \cdot \sin \alpha - F_s = m \cdot a$$

$$F_s = k \cdot N$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_s = k \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

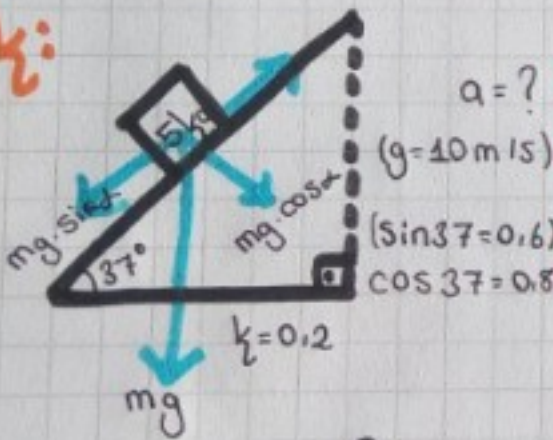
$$mg \cdot \sin \alpha - k \cdot mg \cdot \cos \alpha = m \cdot a$$

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

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

- cismin ivmesi kütleden bağımsızdır.
- (g, alpha açısı ve k)'ya bağlıdır.

Örnek:



$$a = ?$$

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

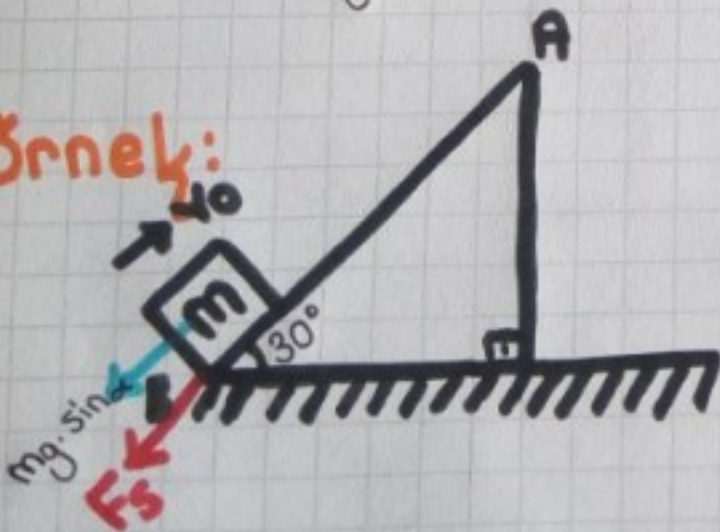
$$a = g (\sin \alpha - k \cdot \cos \alpha)$$

$$a = 10(0,6 - 0,2 \cdot 0,8)$$

$$a = (6 - 1,6)$$

$$a = 4,4 \text{ m/s}^2$$

Örnek:



m kütleli cisim eğik düzlemin B noktasından  $v_0$  hızı ile şekildeki gibi fırlatılıyor. Cisim  $6 \text{ m/s}^2$  ivme ile yavaşlayarak A noktasına kadar çıkıyor. Buna göre A noktasından geri dönerken cismin ivmesi kaçtır?

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

$$mg \cdot \sin \alpha + F_s = m \cdot a$$

$$mg \cdot \sin 30 + F_s = m \cdot a$$

$$m \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} + F_s = m \cdot a$$

$$5m + F_s = m \cdot 6$$

$$m = F_s$$

$$F_{net} = m \cdot a'$$

$$mg \cdot \sin \alpha - F_s = m \cdot a'$$

$$mg \cdot \sin 30 - m = m \cdot a'$$

$$m \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - m = m \cdot a'$$

$$4m = m \cdot a'$$

$$a' = 4 \text{ m/s}^2$$



Cismin çıkış ivmesi kaçtır?

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

$$mg \cdot \sin \alpha + f_s = m \cdot a$$

$$a_{\text{çıkış}} = \frac{mg \cdot \sin \alpha + f_s}{m}$$



Cismin iniş ivmesi kaçtır?

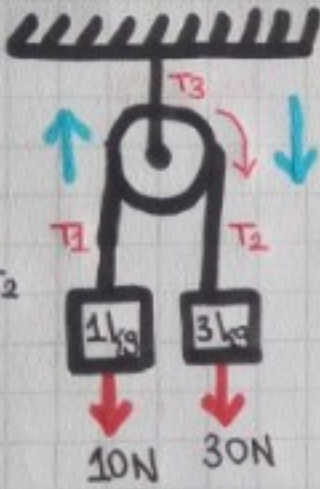
$$F_{net} = m \cdot a$$

$$mg \cdot \sin \alpha - f_s = m \cdot a$$

$$a_{\text{iniş}} = \frac{mg \cdot \sin \alpha - f_s}{m}$$

Örnek:

Sabit makara olduğu için  $T_1 = T_2$



a)  $a = ?$   $5 \text{ m/s}^2$

b)  $T_1 = ?$   $15 \text{ N}$

c)  $T_2 = ?$   $15 \text{ N}$

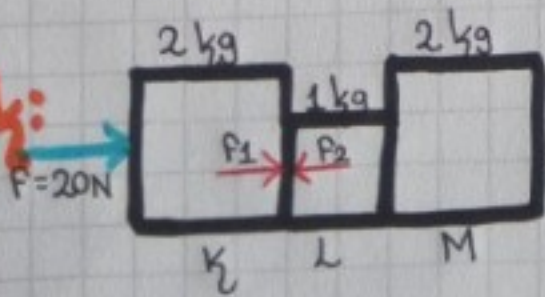
d)  $T_3 = ?$   $30 \text{ N}$

a)  $F_{net} = m \cdot a$   
 $30 - 10 = 4a$   
 $20 = 4a$   
 $a = 5 \text{ m/s}^2$

b)  $F_{net} = m \cdot a$   
 $T_1 - 10 = 1 \cdot a$   
 $T_1 - 10 = 5$   
 $T_1 = 15 \text{ N}$   
 $T_1 = T_2 = 15 \text{ N}$

d)  $T_3 = T_1 + T_2$   
 $T_3 = 15 + 15$   
 $T_3 = 30 \text{ N}$

Örnek:



K'nın L'ye uyguladığı kuvvet kaç N'dur?

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

$$20 = 5 \cdot a$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

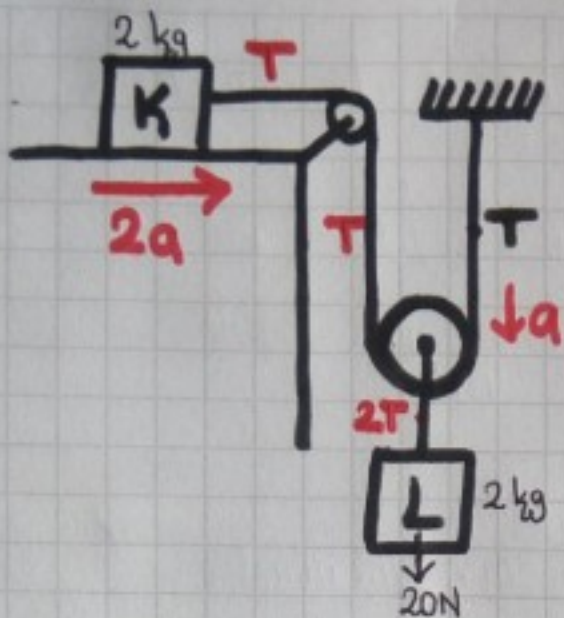
$$|F_1| = |F_2|$$

$$F - F_2 = m_K \cdot a$$

$$20 - F_2 = 2 \cdot 4$$

$$F_2 = 12 \text{ N}$$

örnek:



cisimler serbest bırakıldığında ipteki oluşan gerilme kuvveti kaç N'dur? ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )

$$F_{\text{net}} = m_K \cdot a$$

eşit  $T = 2 \cdot a \cdot 2$

$$T = 2a \cdot 2$$

$$T = 4a$$

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

$$F_{\text{net}} = m_L \cdot a$$

~~$$20 - T = m_L \cdot a$$~~

$$20 - 2T = m_L \cdot a$$

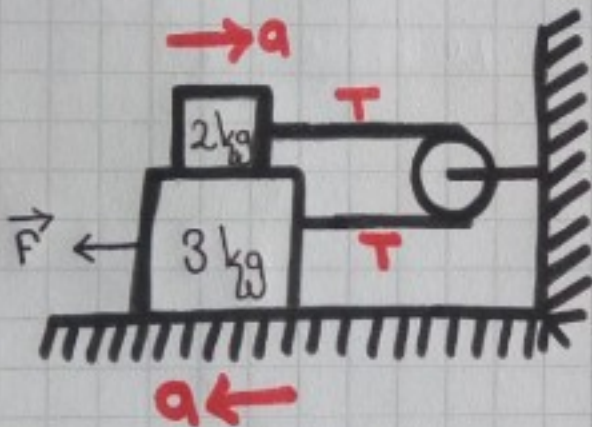
$$T = 2 \cdot 4$$

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

$$20 - 8a = 2a$$

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

örnek:



şekildeki sürtünmesiz sistemde 3 kg'lık cisme  $|F|=20 \text{ N}$ 'lık kuvvet etki ediyor. Buna göre  $T=?$

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

$$T = 2 \cdot a$$

$$20 = 5a$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

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

$$F - T = m \cdot a$$

$$20 - 2a = 3a$$

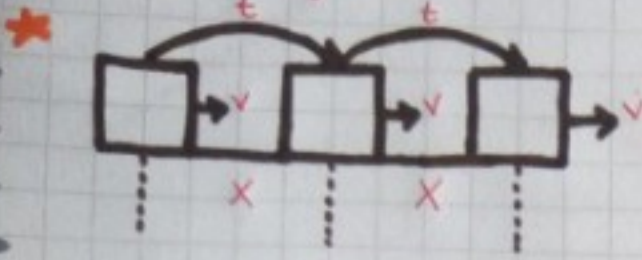
$$T = 2a$$

$$T = 4 \cdot 2$$

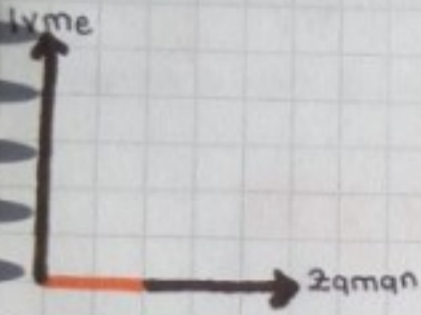
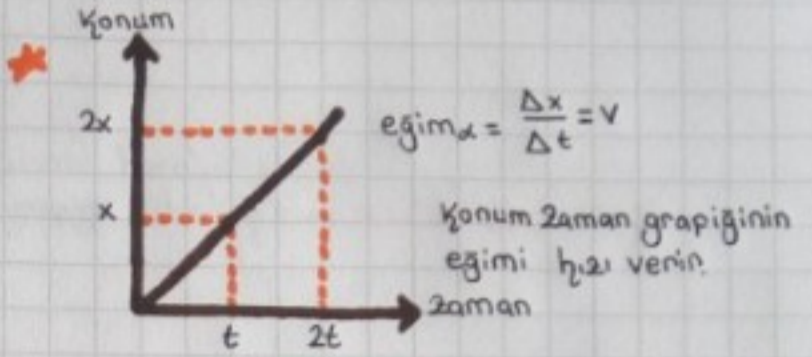
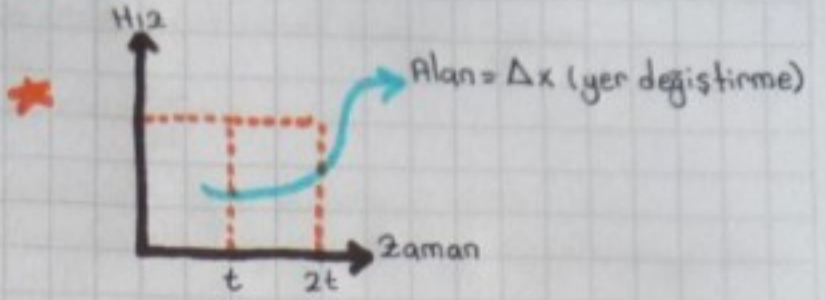
$$T = 8 \text{ N}$$

# SABİT İVMELİ HAREKET

## Sabit Hızlı Hareketi



$$X = v \cdot t$$

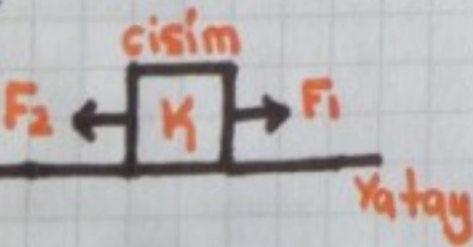
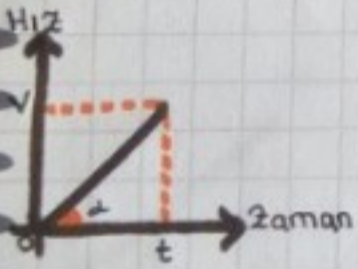


## İVME

- Birim zamandaki hız değişimine ivme denir.
- $a$  ile gösterilir.
- Vektördür.
- Birimi  $m/s^2$ 'dir.
- $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_s - \vec{v}_i}{\Delta t}$

$$egim_{\alpha} = \tan \alpha = \frac{v}{t} = \vec{a}$$

Hız - Zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.

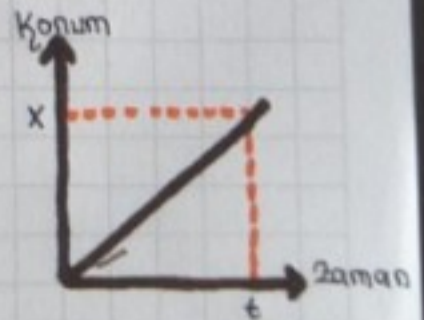


1)  $|F_1| = |F_2|$   
 $F_{net} = 0$   
 $a = 0$

- Cisim duruyorsa durmaya devam eder.
- Cisim sabit hızlı ise sabit hızını korur.

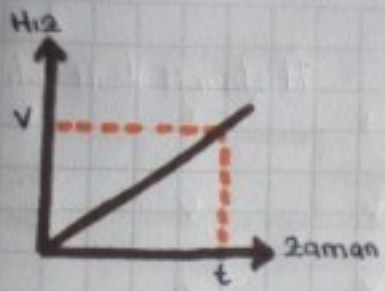
2)  $|F_1| > |F_2|$   
 $F_{net} \neq 0$   
 $F_{net} = m \cdot a$   
 $a = \frac{F_{net}}{m}$

- Cisim hızlanır.
- Cisim ivmelenir.



- eğim sabit ise cisim sabit hızlı hareket yapar.

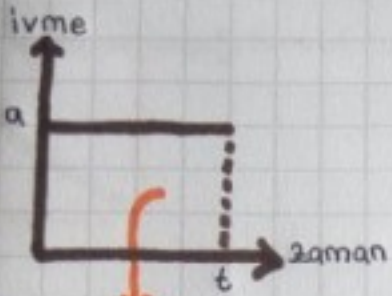
$$egim = \tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v \text{ or } t.$$



• eğim sabit ise cisim sabit ivmeli hareket yapan.

$$\text{eğim} = \tan \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

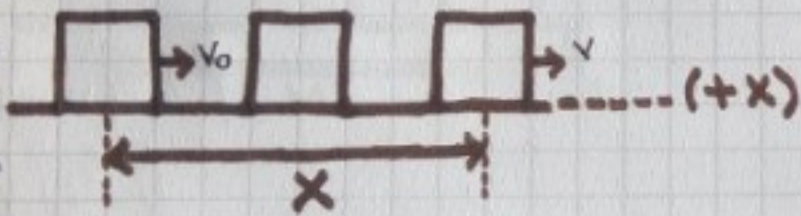
- Hız-zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.
- Hız-zaman grafiğinin altındaki alan  $\Delta x$  (yer değiştirmeyi) verir.



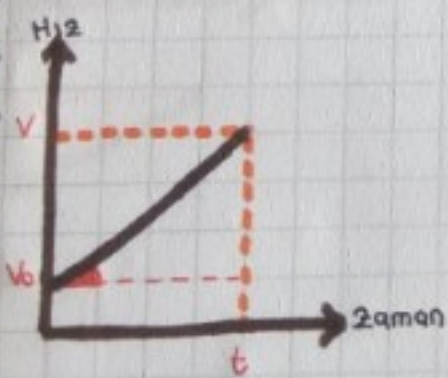
- Cisim sabit ivmeli hareket yapan.
- ivme-zaman grafiğinin altındaki alan HIZ DEĞİŞİMİ VERİR.

$$\text{Alan} = a \cdot t = \Delta v = v_s - v_i$$

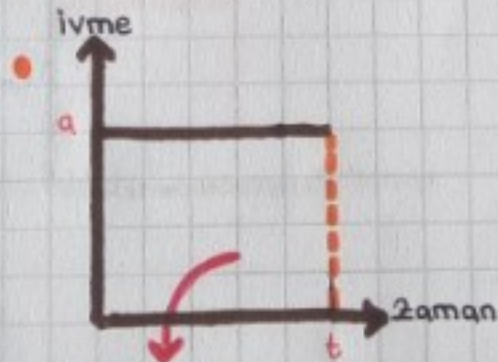
## TEK BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET



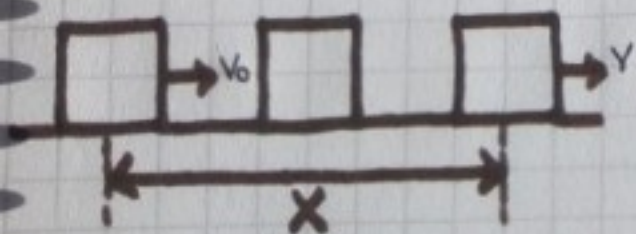
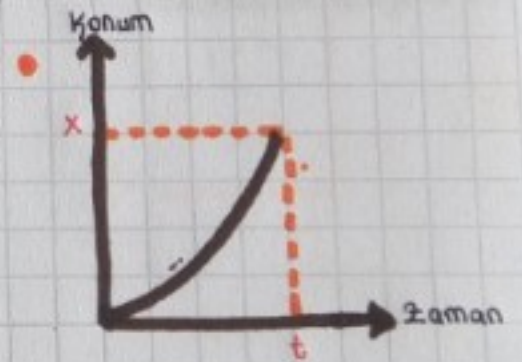
Ana (+x) yönünde hızlanıyor.



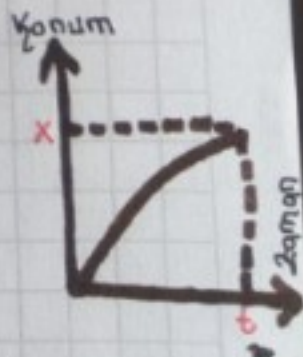
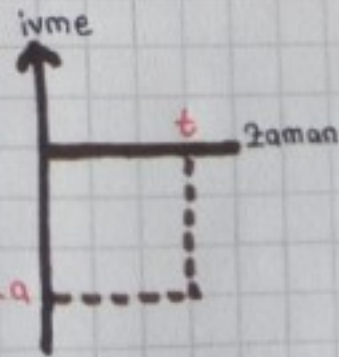
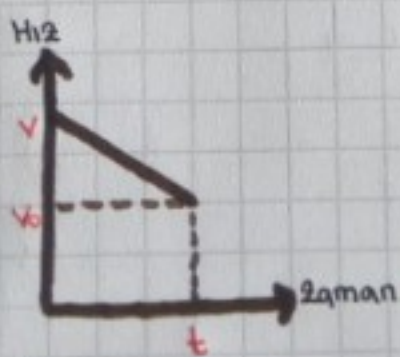
$$\text{Alan} = \Delta x = \frac{(v_0 + v) \cdot t}{2}$$



$$\text{Alan} = \Delta v$$

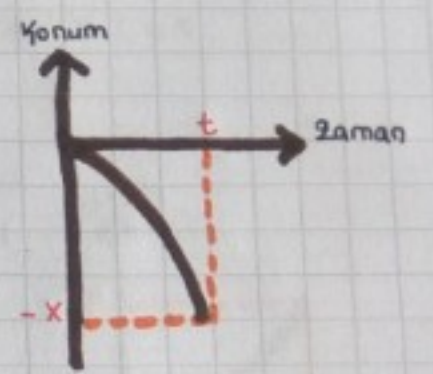
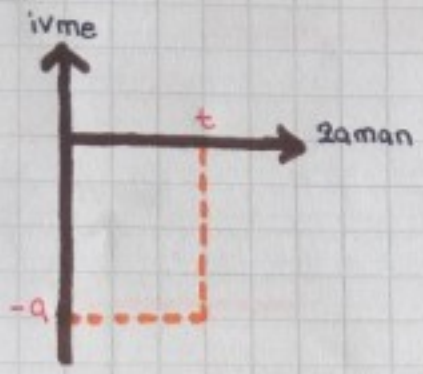
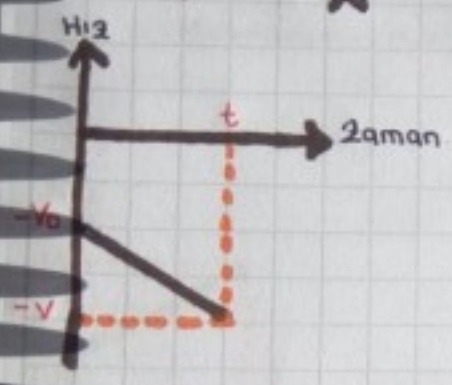
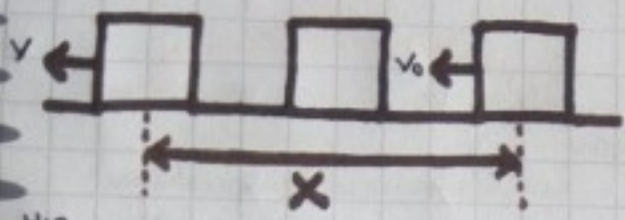


(+x) yönünde yavaşlama

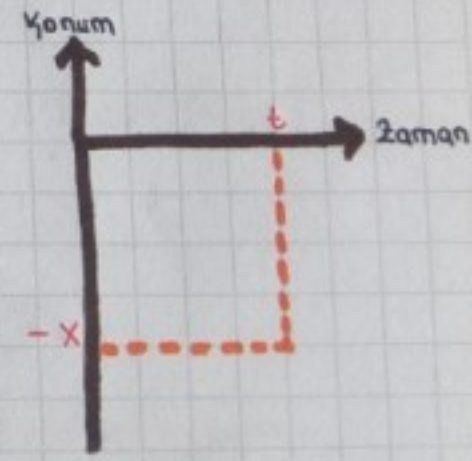
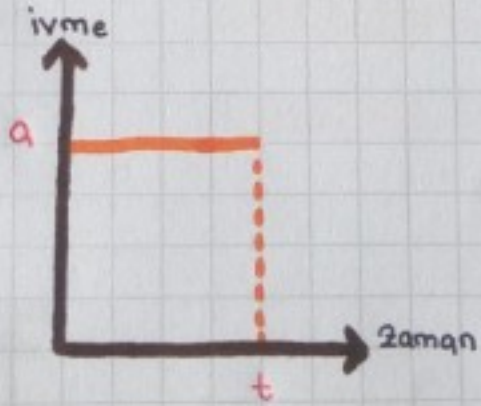
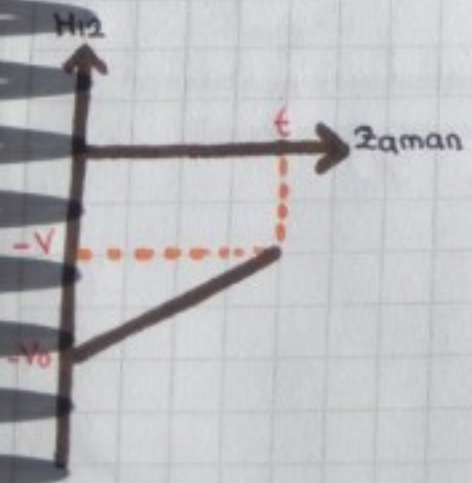
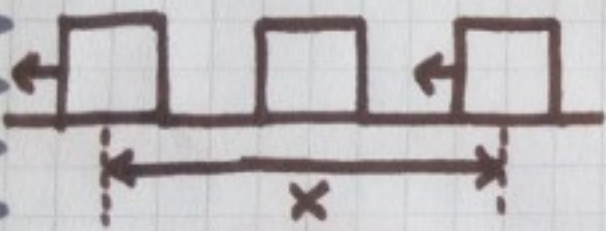




• (-x) yönünde hızlanma



• (-x) yönünde yavaşlama

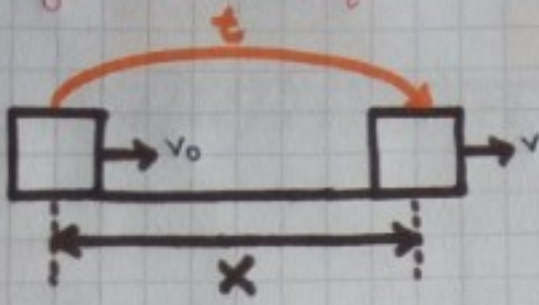


NOT:

- v } Hızlanır
- a }
- v ← } Hızlanır
- a ← }
- v } Yavaşlar
- a ← }

# HAREKETTE KULLANILAN FORMÜLLER

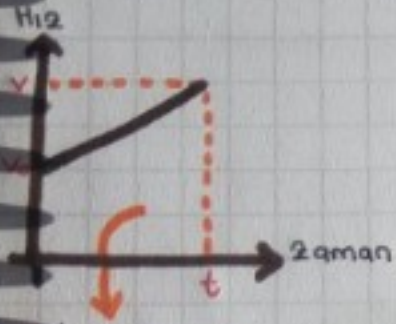
a) Düzgün Hızlanma Hareketi:



Alınan Yol:  $x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

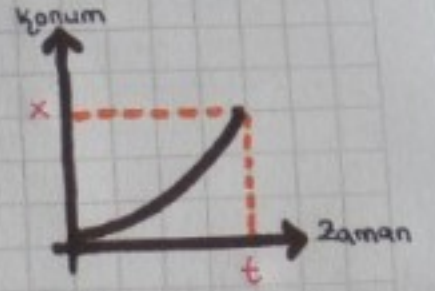
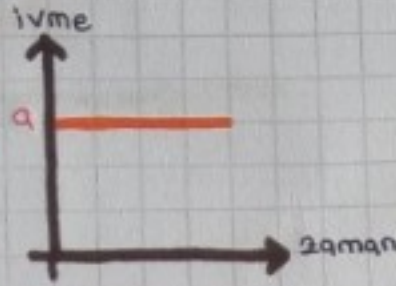
Hız Denklemi:  $v = v_0 + a \cdot t$

Zamansız Hız Denklemi:  $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$

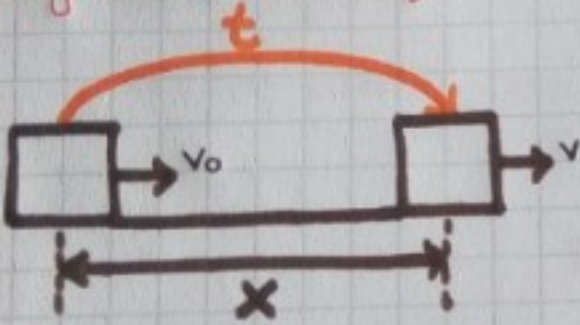


Alan =  $\Delta x = x$

Eğim =  $\tan \alpha = a \rightarrow$  ivme



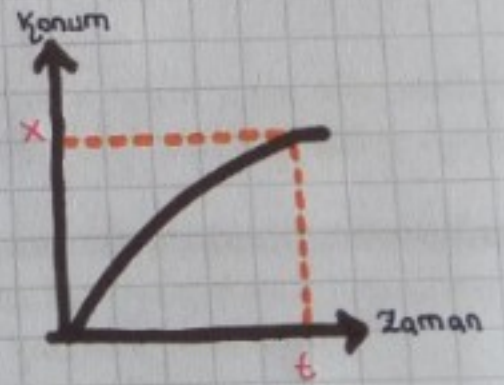
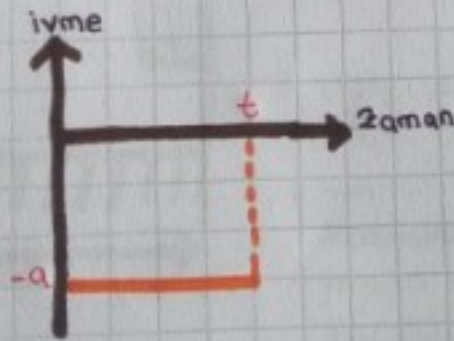
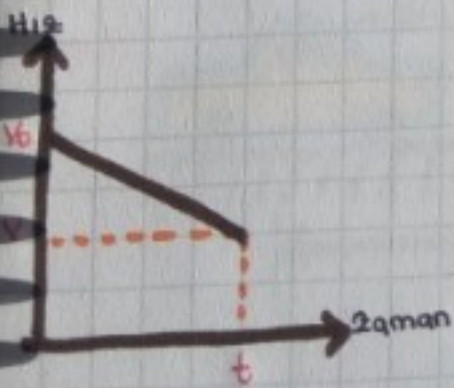
b) Düzgün Yavaşlama Hareketi



Alınan Yol:  $x = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

Hız Denklemi:  $v = v_0 - a \cdot t$

Zamansız Hız Denklemi:  $v^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$



Örnek:

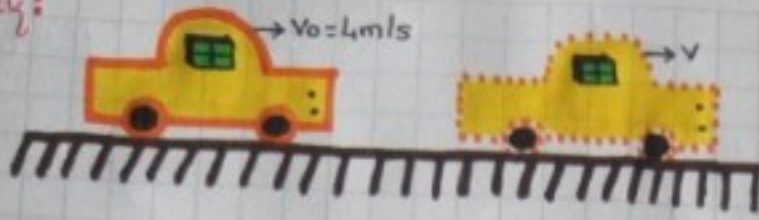


Düzensal bir yolda K noktasında durmakta olan araç  $4 \text{ m/s}^2$  ile hızlanıyor. Araç 5 saniye sonra L noktasında geçiyor ise K'L arası kaç metredir?

$x = \frac{v_0 \cdot t}{0} + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow x = 50 \text{ m}$

$x = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (5)^2$

Örnek:



Doğrusal bir yolda 4 m/s sabit hızla hareket eden araç 2 m/s<sup>2</sup> ivme ile hızlanmaya başlıyor.

Araç hızlanmaya başladıktan 10 saniye sonra hızı kaç m/s'dir?

I. yol:  $v = v_0 + a \cdot t$

$$v = 4 + 2 \cdot 10$$

$$v = 24 \text{ m/s}$$



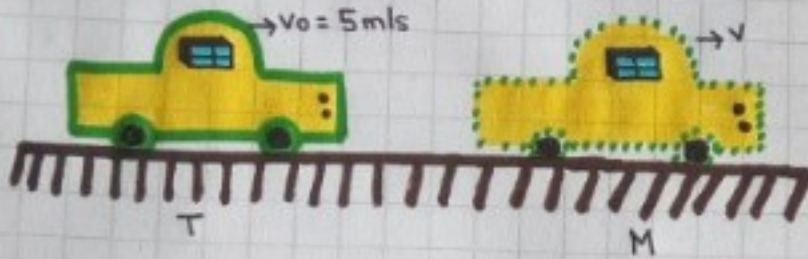
$$\Delta v = 2 \cdot 10 = 20 \text{ m/s}$$

$$v_s - v_i = 20$$

$$v_s - 4 = 20$$

$$v_s = 24 \text{ m/s}$$

Örnek:



Doğrusal yolda 5 m/s sabit hızla hareket eden araç T noktasından geçerken 6 m/s<sup>2</sup> ivme ile düzgün hızlanıyor.

Araç 3 saniye sonra M noktasından geçtiğinden |TM| kaçtır?

I. yol:  $x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

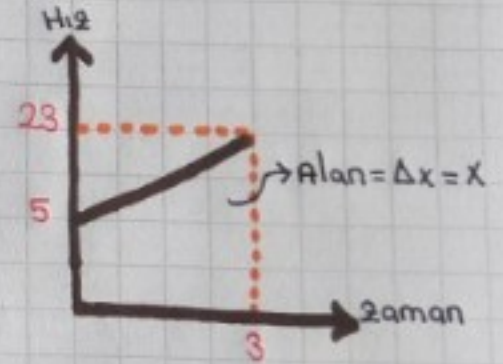
$$x = 5 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot (3)^2$$

$$x = \underline{\underline{42 \text{ m}}}$$

II. yol:  $v = v_0 + a \cdot t$

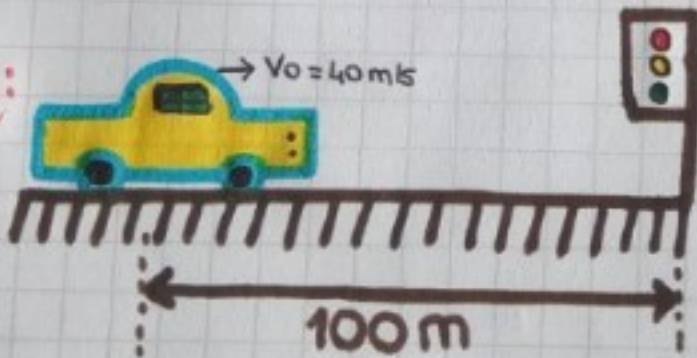
$$v = 5 + 6 \cdot 3$$

$$v = 23 \text{ m/s}$$



$$|TM| = \frac{(5+23) \cdot 3}{2} = \underline{\underline{42 \text{ m}}}$$

Örnek:



Doğrusal yolda 40 m/s hızla giden otomobil ile trafik lambası arasındaki uzaklık 100 m iken ışık yanıyor.

Araç durabilmesi için yavaşlama ivmesinin büyüklüğü en az kaç m/s<sup>2</sup> olmalıdır?

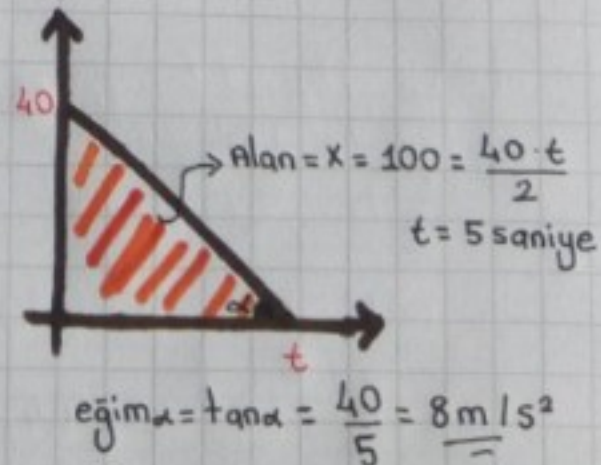
I. yol:  $v_s^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$

$$0 = (40)^2 - 2 \cdot a \cdot 100$$

$$-1600 = -200a$$

$$a = \underline{\underline{8 \text{ m/s}^2}}$$

II. yol:



$$t = 5 \text{ saniye}$$

$$\text{eğim } \alpha = \tan \alpha = \frac{40}{5} = \underline{\underline{8 \text{ m/s}^2}}$$