

**2017 GÜZ DÖNEMİ MÜTF EEM BÖLÜMÜ FİZİK-1 DERSİ**  
**UYGULAMA SORULARI VE ÇÖZÜMLERİ**  
**(Prof.Dr.Fusun SERTELLER-Arş.Gör. Kenan SAVAŞ)**

**İçindekiler**

1	Vektörler I temel bilgiler.....	2
2	Vektörler II vektör analizi .....	5
3	Tek boyutta hareket konum, hız ve temel bilgiler.....	8
4	Tek boyutta hareket ivme ve temel bilgiler.....	14
5	Sabit ivmeli hareket konum, hız ve zaman değişimleri .....	22
6	Sabit ivmeli hareket serbest düşme ve grafikler .....	28
7	İki boyutta hareket konum ve hız .....	34
8	İki boyutta hareket ivme, ortalama ve anlık ivme .....	40
9	Eğik atış menzil, maksimum yükseklik.....	46
10	Düzgün dairesel hareket.....	51
11	Bağıl hareket Bir boyutta.....	57
12	Bağıl hareket İki boyutta.....	64

# 1 Vektörler I temel bilgiler

## 1. Problem-1 Sorusu

$A = 20i - 10j + 30k$  ve  $B = -6i + 15j - 2k$  vektörleri veriliyor.

- A ve B vektörlerinin büyüklüğünü bulunuz.
- $A + B + C = 0$  olacak şekilde C vektörünü bulunuz.

## 2. Problem-1 Çözümü

a)  $A = 20i - 10j + 30k$

$$|A| = \sqrt{(400+100+900)} = \frac{\sqrt{1400}}{1} = 37.42$$

$$B = -6i + 15j + -2k$$

$$|B| = \sqrt{(36+225+4)} = \sqrt{265} = 16.28$$

b)  $A + B + C = 0$

$$A+B = (20-6)i + (-10+15)j + (30-2)k = 14i + 5j + 28k$$

$$C = -14i - 5j - 28k$$

$$R = -C$$

## 3. Problem-1 Sorusu

$A = 20i - 10j + 30k$  ve  $B = -6i + 15j - 2k$  vektörleri veriliyor.

- A ve B vektörlerinin büyüklüğünü bulunuz.
- $A + B + C = 0$  olacak şekilde C vektörünü bulunuz.

## 4. Problem-1 Çözümü

a)  $A = 20i - 10j + 30k$

$$|A| = \sqrt{(400+100+900)} = \frac{\sqrt{1400}}{1} = 37.42$$

$$B = -6i + 15j + -2k$$

$$|B| = \sqrt{(36+225+4)} = \sqrt{265} = 16.28$$

$$\mathbf{b) A + B + C = 0}$$

$$\mathbf{A+B = (20-6)i + (-10+15)j + (30-2)k = 14i + 5j + 28k}$$

$$\mathbf{C= - 14i - 5j - 28k}$$

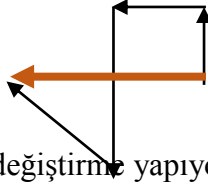
$$\mathbf{R= -C}$$

### 5. Problem-2 Sorusu

Bir golf oyuncusu 4 vuruşta topu deliğe sokmayı başarıyor. 1.atış 3m kuzeye, 2.atış 4m batıya, 3.atış 6m güneye ve 4.atış 53 derece açıyla kuzey batıya giderek deliğe isabet ediyor. Bu golf oyuncusun tek atışta topu deliğe sokması için nasıl bir atış gerçekleştirmesi gerekir?

### 6. Problem-2 Çözümü

**Cevap= 8m batıya**



### 7. Problem-3 Sorusu

Bir cisim ardışık üç yerdeğiştirme yapıyor. Bunlar sırasıyla;

$$d_1=12i + 25j + 10k \text{ cm}$$

$$d_2=23i - 17j + 6k \text{ cm}$$

$$d_3= -10i + 2j + -4k \text{ cm}$$

Olduğuna göre toplam yer-değiştirme vektörünün bileşenlerini ve büyüklüğünü bulunuz.

### 8. Problem-3 Çözümü

$$R = d_1+d_2+d_3 = (12+23-10)i + (25-17+2)j + (10+6-4)k$$

$$=(25i + 10j + 12k)\text{cm}$$

$$R_x = 25\text{cm}$$

$$R_y = 10\text{cm}$$

$$R_z = 15\text{cm}$$

$$R=\sqrt{(625+100+225)} = \sqrt{950} = 30.82$$

### SORU-1-

$P = (-1, 2)$ ,  $R = (4, 0)$  ve  $S = (6, 2)$  noktaları veriliyor.  $(PQ) \rightarrow$  ve  $(RS) \rightarrow$  yönlü doğru parçaları aynı vektörü temsil edebilmeleri için Q noktasını bulunuz.

### ÇÖZÜM-1-

$Q = (q_1, q_2)$  olsun.

•  $\overrightarrow{PQ} = (q_1 - p_1, q_2 - p_2) = (q_1 - (-1), q_2 - 2)$

•  $\overrightarrow{RS} = (s_1 - r_1, s_2 - r_2) = (6-4, 2-0) = (2, 2)$

- $\overrightarrow{PQ}$  ve  $\overrightarrow{RS}$  yönlü doğru parçalarının aynı vektörü temsil edebilmeleri için  $q_1 + 1 = 2$  ve  $q_2 - 2 = 2$  eşitliklerinden  $q_1 = 1$  ve  $q_2 = 4$  bulunur.

### SORU-2-

$A=12i+9j-3k$  ve  $B=3i-6j+15k$  vektörleri veriliyor.

a) Vektörlerin büyüklüklerini bulunuz.

b)  $A+B=2C$  olacak şekilde  $C$  vektörünü bulunuz.

### ÇÖZÜM

a)  $A=12i+9j-3k$   $B=3i-6j+15k$

$|A| = \sqrt{(144+81+9)} = \sqrt{234} = 15.29$

$|B| = \sqrt{(9+36+225)} = \sqrt{270} = 15.43$

b)  $A+B = (12+3)i+(9-6)j+(-3+15)k=15i+3j+12k$

olduğuna göre  $C=7.5i+1.5j+6k$

### SORU 3

$A= 4i + 6j$  ,  $B=4i$  ,  $a_j$

Vektörleri birbirine dik olduğuna göre  $a$  sayısı kaçtır?

### ÇÖZÜM

İki vektör arasında ki açığı veren bağıntı :

$\cos x = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|}$  vektörlerin birbirine dik olması için  $\cos x = 0$  olmalıdır. Buna göre :

$$\frac{4 \cdot 4 + 6 \cdot a}{\sqrt{16+36} \cdot \sqrt{16+a^2}} = 0$$

$$16+6a=0 \quad a = -2,66$$

## 2 Vektörler II vektör analizi

### Problem 1

A ve B birer vektördür.

$$A = 3i + 2j + 5k$$

$$B = 4i + 7j - 2k$$

- A + B vektörünün boyu kaç birimdir?
- A ve B vektörleri arasındaki açının kosinüs değeri kaçtır?

### Çözümü

a.) Bu sorunun cevabı için önce elmaları elmalarla, Armutları armutlarla toplamalıyız  $(3 + 4)i + (2 + 7)j + (5 - 2)k = 7i + 9j + 3k$  ve bundan sonra karelerinin toplamının karekökü bize istediğimiz cevabı verecektir.

$$\sqrt{(49+81+9)} = 12,20 \text{ birim}$$

b.) Bu sorunun cevabı için ise elmaları çarpıp armutların çarpımı ile toplamalıyız  $3 \times 4 + 7 \times 2 + 5 \times (-2) = 16$  bu sonucu da ayrı ayrı vektörlerin boyunun çarpımına bölersek kosinüs değeri bulunacaktır.

$$16 \div \sqrt{(38 \times 69)} = 0,3125$$

### Problem 2

Üç boyutlu uzayda u ve v diye iki vektör olsun. Bunların vektörel çarpımlarının uzunluğunun  $(|u \wedge v|)$  ayrı ayrı vektörlerini uzunlukları ile aralarındaki açının sinüsünün çarpımına eşit olduğunu kanıtlayın.

### Çözümü

1. Bu kanıtlamayı yapmak için birinci olarak

$u \times v = |u| |v| \sin \theta$  eşitliği bilinmeli ve ikinci olarak  $|u \wedge v|^2 = |u|^2 |v|^2 - (u \cdot v)^2$  (Lagrange özdeşliği) bilinmelidir.

2. Ondan sonra eşitlikteki ( $u \times v$ ) özdeşlikte yerine koyduğumuzda vektörlerin vektörel çarpımlarının uzunluğunun ( $|u \wedge v|$ ) ayrı ayrı vektörlerini uzunlukları ile aralarındaki açının sinüsünün çarpımına eşit olduğunu kanıtlarız.

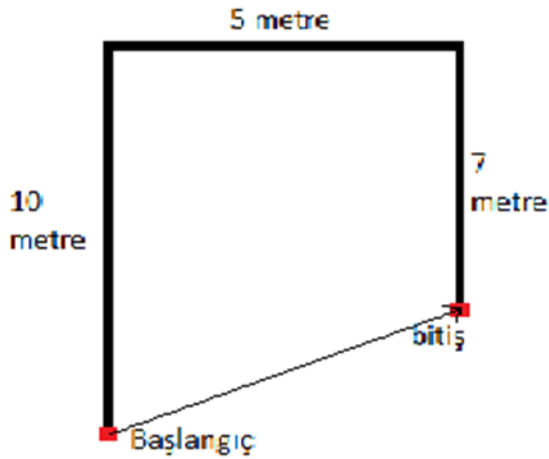
### Problem 3

Bir tilki avcısı mağarada mahsur kalıyor. Dışarı çıkacak yolu bulmak için elindeki pusula ile kuzeye doğru 10 metre yürüyüp sonra 90 derece sağa dönüyor ve 5 metre daha yürüyor. Tekrar 90 derece sağa dönüp 7 metre yürüyor. Avcının yer değiştirme vektörü(a) ve büyüklüğü nedir?

### Çözümü

Eğer kuzey yönündeki birim vektöre (k) doğu yönündeki birim vektöre (d) dersek yer değiştirme vektörümüz, son konum – ilk konumdan  $a = 5d + 3k$  olarak bulunur ve büyüklüğü de

$(3 \times 3 + 5 \times 5)$  toplamının karekökünden gelir. Sonucumuz  $(\sqrt{34}$  metre) bulunur.



7

### 6. Problem-1 Sorusu:

$$\vec{V} = x^2$$

7. Problem-1 Çözümü:  
=  $2yi + 3yj$  vektör alanının diverjansını bulunuz:

$$\text{div}(\vec{V}) = \nabla \cdot \vec{V} = \frac{\partial}{\partial x} (x^2) + \frac{\partial}{\partial y} (3y)$$

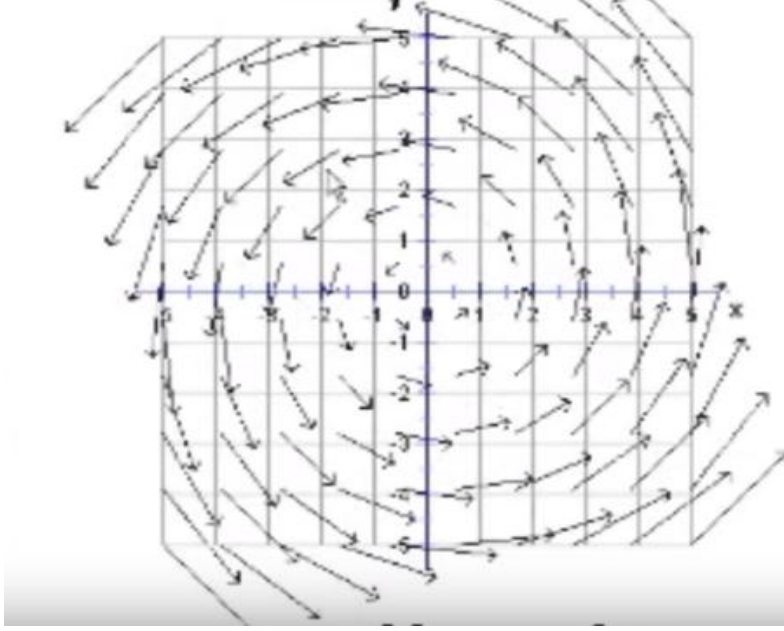
### 8. Problem-2 Sorusu:

9. Problem-2 Çözümü

=  $-yi + xi$  vektör alanının rotasyonelini hesaplayınız.

$$\text{Rotasyonel}(\vec{V}) = \vec{\nabla} \times \vec{V} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ -y & x & 0 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned}
&= \\
&\left(\frac{a}{a_y}(0) - \frac{a}{a_z}(x)\right)i - \left(\frac{a}{a_x}(0) - \frac{a}{a_z}(-y)\right)j + \left(\frac{a}{a_x}(x) - \frac{a}{a_y}(-y)\right)k \\
&= 1 - (-1) = 2
\end{aligned}$$



Rotasyoneli 2 olan vektörlerin grafikteki dönme görüntüsü yukarıdaki gibidir. Rotasyonel tüm vektör alanı boyunca aynıdır. Alanda her şey eşit miktarda döner. Dönme saat yönünün tersine doğrudur.

#### 10. Problem-3 Sorusu:

$\vec{V} = (x^2 y \sin z)i + (xy^2 z)j + \cos(x) \cdot \cos(y)z$  vektör alanının rotasyonelini bulunuz

#### 11. Problem-3 Çözümü XXXXXX

$$\begin{aligned}
\text{Rotasyonel}(\vec{V}) = \vec{\nabla} \times \vec{V} &= \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x^2 \sin z & xy^2 z & \cos x \cdot \cos y \end{vmatrix} \\
&= \\
&= i \left( \frac{\partial}{\partial y} (\cos x \cos y) - \frac{\partial}{\partial z} (xy^2 z) \right) - j \left( \frac{\partial}{\partial x} (\cos x \cos y) - \frac{\partial}{\partial z} (x^2 y \sin z) \right) + k \left( \frac{\partial}{\partial x} (xy^2 z) - \frac{\partial}{\partial y} (x^2 y \sin z) \right)
\end{aligned}$$

$$(-\cos x \sin y - xy^2)i - (-\sin x \cos y - x^2 y \cos z)j + (y^2 z - x^2 \sin z)k$$

### 3 Tek boyutta hareket konum, hız ve temel bilgiler

1. Problem-1 Sorusu DOĞRUSAL BİR YÖRÜNGEDE DURMAKTAN HAREKETE GEÇEN BİR OTOMOBİLİN İVME-ZAMAN GRAFİĞİ VERİLMİŞTİR. BUNA GÖRE OTOMOBİLİN HIZ ZAMAN GRAFİĞİNİ ÇİZİNİZ.

Problem-1 Çözümü TEMEL FORMÜL  $V = a.t$

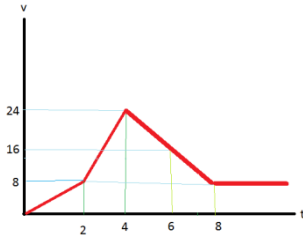
$$t=0-2 \text{ sn} \quad \Delta V=4 \times 2 = 8 \text{ m/s}$$

$$t= 2-4 \text{ sn} \quad \Delta V= 2 \times 8 = 16 \text{ m/s}$$

$$t= 4-6 \text{ sn} \quad \Delta V= 2 \times (-4) = -8 \text{ m/s}$$

$$t= 6-8 \text{ sn} \quad \Delta V=2 \times (-4) = -8 \text{ m/s}$$

$$t= 8-10 \text{ sn} \quad \Delta V= 0 \text{ m/s}$$



2. Problem-2 Sorusu DÜZ BİR YOLDA DURAKTAN YOLCU ALDIKTAN SONRA HAREKETE GEÇEN OTOBÜS 10 SANİYE BOYUNCA 4 M/S<sup>2</sup> İVME Sİ İLE HIZLANIYOR SONRA 5 SANİYE BOYUNCA SABİT HIZLA GİDİP BİR SONRAKİ DURAKTA DURMAK İÇİN FRENE BASIYOR 8 M/S<sup>2</sup> İVME Sİ İLE YAVAŞLAYARAK TAM DURAKTA DURUYOR BUNA GÖRE 2 DURAK ARASINDAKİ MESAFE NE KADARDIR.

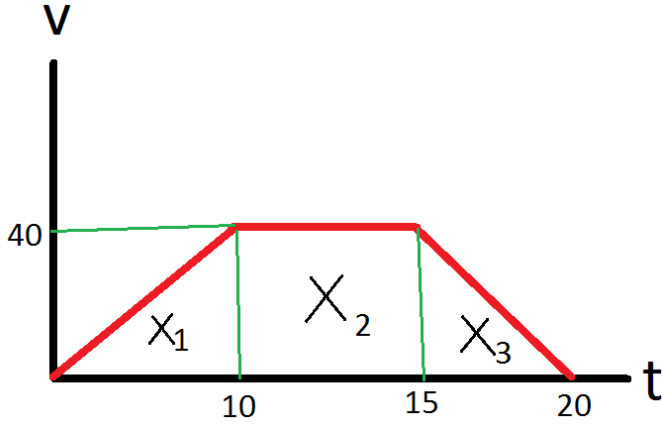
- Problem-2 Çözümü
- $V=a.t$
- $t \text{ 10 için} = 4.10 = 40 \text{ m/s}$
- $t \text{ 10-15 sn için} = 5.0 = 50 \text{ m/s}$
- $t \text{ 15-20 sn için} = (-8).5 = -40 \text{ m/s}$

$$X = V.t$$

$$X_1 = 40.10/2 = 200 \text{ m}$$

- $X_2 = 5.40 = 200 \text{ m}$
- $X_3 = 5.40/2 = 100 \text{ m}$   $X_{\text{toplam}} = 200+200+100=500 \text{ m}$





### 3. Problem-3 Sorusu

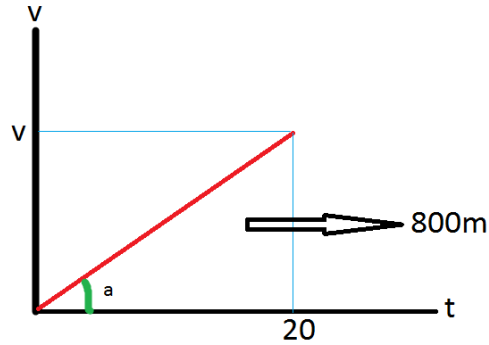
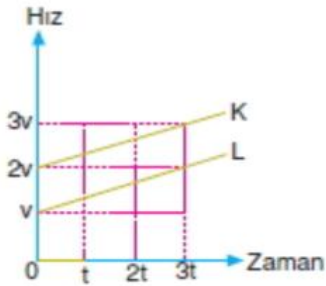
**Problem-3 Cözümü:  $X = V \cdot t$**

$$\underline{800 = V \cdot 20 / 2}$$

$$\underline{V = 80 \text{ m/s}}$$

$$\underline{\text{Tana} = V / 20}$$

$$\underline{\text{Tana} = 80 / 20} \quad a = 4 \text{ m/s}$$



### 1. Problem-1 Sorusu

Başlangıçta yanyana bulunan K ve L araçlarının hız zaman grafiği  
şekildeki gibidir.

**Buna göre ;**

- K aracı L ye göre hızlanmaktadır.
- K aracı ve L aracı arasındaki mesafe sürekli artmaktadır.
- Araçların ivmeleri eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız a
- B) a ve b
- C) a ve c
- D) b ve c
- E) a,b ve c

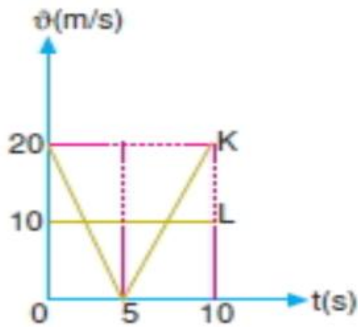
**2. Problem-1 Çözümü**

- a) K ve L' nin grafikleri arasındaki açı eşit olduğundan hızları arasındaki fark her zaman aynıdır. L' ye göre K nın hızı sabittir. (a yanlış)
- b) K' nın hızı L' den fazla olduğu için aralarındaki mesafe sürekli artar. (b doğru)
- c) Grafikler birbirine paralel olduklarından eğimleri ve dolayısıyla ivmeleri eşittir. (c doğru)

**Cevap D**

**3. Problem-2 Sorusu**

$t=0$  anında yan yana bulunan K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir.



**Buna göre 10 saniye sonra araçların birbirlerine göre konumları nedir?**

- A) Yanyanadırlar.
- B) K aracı 25m öndedir.
- C) L aracı 25m öndedir.
- D) K aracı 50m öndedir.
- E) L aracı 50m öndedir.

**8. Problem-2 Çözümü**

$$X_k = (20 \cdot 5 / 2) + (20 \cdot 5 / 2) = 50 + 50 = 100 \text{m}$$

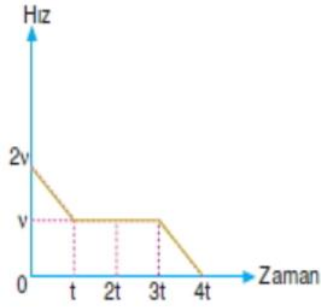
$$X_1 = 10 \cdot 10 = 100 \text{m}$$

Yer deęiřtirmeler eşit olduğundan araçlar son durumda tekrar yan yanadırlar.

**Cevap A.**

### 9. Problem-3 Sorusu

Doğrusal bir yörüngede hareket eden bir aracın hız zaman grafiği şekildeki gibidir.



**Buna göre;**

- a) Cisim sürekli yavaşlamıştır.
  - b) Cisim 4t sürede aldığı yolun yarısını 1,5t sürede almıştır.
  - c) Cisim (-) yönde hareket etmiştir.
- yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

- A) Yalnız a
- B) Yalnız b
- C) Yalnız c
- D) a ve b
- E) b ve c

### 10. Problem-3 Çözümü

a) Hareketli 0-t ve 3t-4t aralıklarında yavaşlamış. t-3t aralığında ise sabit hızlıdır (a yanlış)

b) 1,5 t anına kadar aldığı yol x ise 4t anına kadar aldığı yol 2x olur.

$$X = (2v+v)t/2 + vt/2 = 2vt$$

$$X_{4t} = (2v+v)t/2 + v2t + vt/2 = 4vt$$

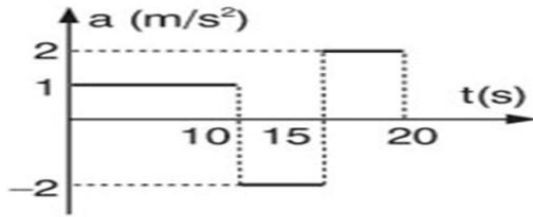
(b doğru)

c) Grafiğin alanı zaman ekseninin üstünde kaldığı için hareketli (+) yönde hareket etmiştir.

(c doğru)

**Cevap B**

**4. Problem-1 Sorusu**



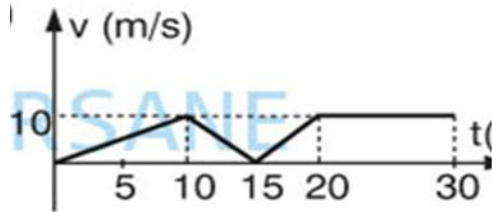
**t=0 anında hızı sıfır olan**

**Bir cismin ivme-zaman**

**grafığı şeklindeki gibidir.**

**Bu cismin hız-zaman grafiği nasıldır?**

**5. Problem-1 Çözümü**



- İvme-zaman grafiğinin altında kalan alan bize hızı verir.

- $V=a.t$
- $0-10 t \rightarrow v=10.1=10m/s$
- $10-15 t \rightarrow v=5.(-2)=-10m/s$
- $15-20 t \rightarrow v=5.2=10m/s$

**6. Problem-2 Sorusu**

**A**

**B**

---

**İki araç aynı anda 60km/s**

**ve 90km/s hızlarla A dan B ye**

**doğru yola çıkıyor. Hızlı olan araç**

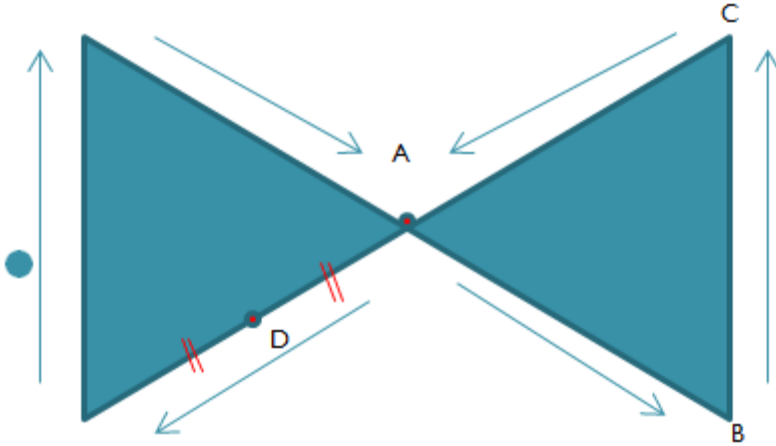


c)konum denkleminin zamana göre türevi hız denklemdir. x in t ye göre türevi alınırsa,

$$V(t)= 8.t^3+5$$

## 4 Tek boyutta hareket ivme ve temel bilgiler

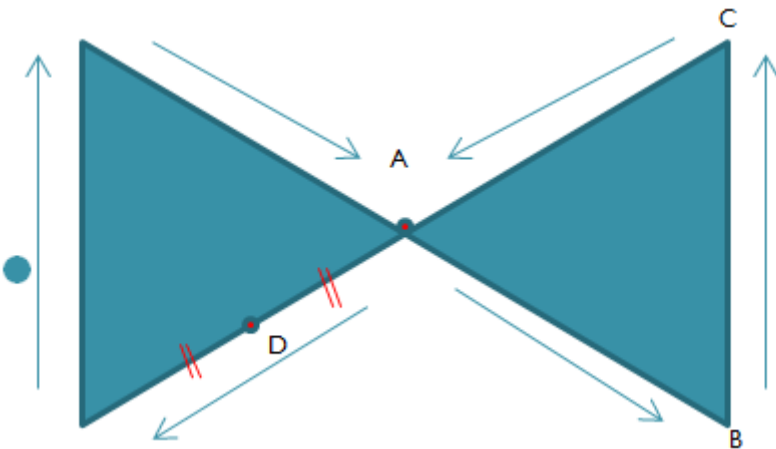
### • Problem-1 Sorusu:



Şekildeki pist iki eş eşkenar üçgenden oluşmuştur. Bir kenarı 200 metre olan pistte yarışmacılar şekildeki okları takip ederek yarışı tamamlıyorlar. A noktasından başlayan 1.yarışmacı B,C,A ve D noktalarını 1dk 10sn de geçiyor. Sonra yarışı D noktasında bekleyen 2. yarışmacıya devrediyor. 2. yarışmacı 1. yarışmacının hızının 7 katı büyüklüğünde süratle B noktasına vararak yarışmayı bitiriyor. Yarışma kaç saniyede bitmiştir?

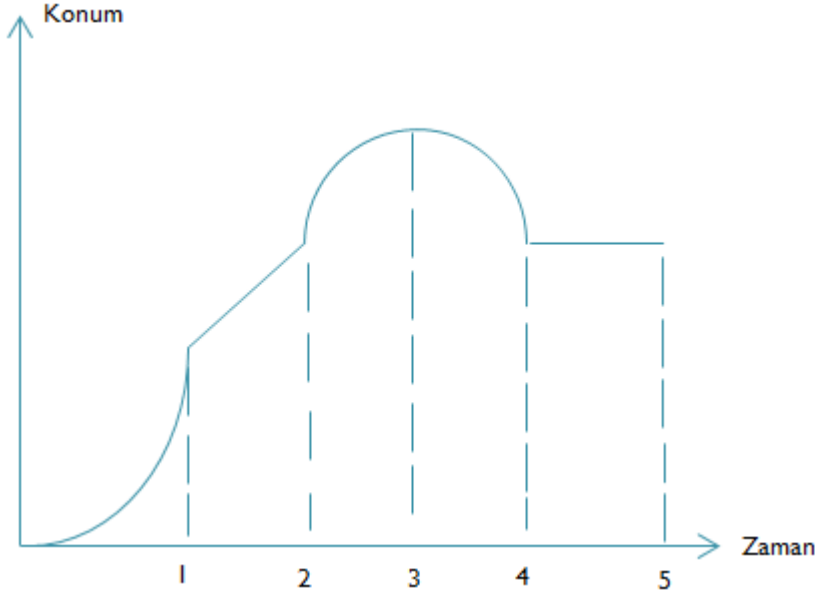
A)100 B)120 C)140 D)160 E)180

### • Problem-1 Çözümü:



- 1.Yarışmacı A dan hareket edip B ye sonra C ye sonra A ya dönüp D ye gidiyorsa;
- 1. Yarışmacının yer değiştirmesi  $[AD]=100m$  dir.

- Yolun tamamını 70 saniyede tamamlıyorsa 1. yarışmacının hızı  $10/7$  m/s dir.
- 2. Yarışmacı 1. yarışmacının hızının 7 katı büyüklüğünde süratle gidiyorsa 2. yarışmacının süratı  $10/(7 \times 7) = 10/49$  m/s dir.
- 2. Yarışmacı 10m/s süratle okları takip ederse B noktasına  $700/10 = 70$ s de varır.
- Yarışma  $70 + 70 = 140$ s biter. Cevap C seçeneğidir.
- **Problem-2 Sorusu:**



Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) (0-1) aralığında ivme artmaktadır
- B) (1-2) aralığında hız + yönde artmaktadır
- C) (2-3) aralığında hız + yönde artmaktadır
- D) (3-4) aralığında hız – yönde azalmaktadır
- E) (4-5) aralığında hızı sabittir

- **Problem-2 Çözümü:**

- 0-1 aralığında grafik eğik bir şekilde artmıştır. Bundan dolayı 2. mertebeden türev aldığımızda ivme sabit bir değer çıkması gerekir.
- 1-2 aralığında grafik düzgün artmıştır. Yani her geçen zaman içinde aynı oranda yol gitmiştir. Bundan dolayı hız sabit olmalıdır.
- 2-3 aralığında grafik eğik bir şekilde artmıştır. Fakat bu hızın arttığı anlamına gelmez. Örnek vermek gerekirse başlangıç hızı 40 m/s olsun 1 saniye sonra 30 m/s ye düşerse bu sefer her saniye başında 30m gitmesi anlamına gelir. Yani biz her

saniye hızımızı azaltsak dahi alınan yol belli bir yere kadar artmaya devam eder. En sonunda hız sıfır olur ve hareketli sabit kalır.

- 3-4 aralığında aynı mantıkla – yönde giderek artmaktadır
- 4-5 aralığında konum hiç değişmediğinden hız 0'dır. Bu yüzden hız sabittir. Doğru cevap E seçeneğidir

• **Problem-3 Sorusu:**



80 km/sa sabit hızla gelen bir tren bir sonraki durakta arıza geçirir ve frenleri tutmaz. Bunu gören Superman treni durdurmaya çalışır ve trene 2000N kuvvet uygular. Trenin ağırlığı 1 ton olduğuna göre Superman treni en erken ne zaman durdurur? (Sürtünmeler önemsiz, Superman o anda ki konumu önemsiz, Superman kuvveti uyguladığı andan itibaren süre işleyecek)

• **Problem-3 Çözümü:**

- Trene 2000N kuvvet uygulanıyorsa ilk önce  $F=m.a$  yaparak trenin ivmesini bulalım;
- $2000=1000xa \Rightarrow -2 \text{ m/s}^2$  ("-" olmasının nedeni hareket yönüne zıt yönde ivme kazandığı için)
- Yani trenin her saniyede 2 m/s azalacak demektir
- Bu treninde hızı 80km/sa ise bunu m/s cinsinden yazmamız gerekir  
 $(80 \times 1000) / (60 \times 60) \approx 22,2 \text{ m/s}$
- Buradan  $22,2 / 2 \approx 11,1s$  buluruz

• **Problem-1 :**

Doğrusal hareket yapan bir maddesel noktanın konum-zaman bağıntısı

$x = \sin \omega t$  ise en büyük ivme aşağıdakilerden hangisidir?

( $\omega = sbt > 0$ )

A)  $\omega^2$

B)  $-\omega^2$



C)  $\omega^2 + 1$

D)  $\omega^2 - 1$

E)  $1/\omega^2$

**Problem-1 Cözümü:**

Konum denkleminin zamana göre ikinci türevi anlık ivmeyi verir.

$$x = \sin(\omega t)$$

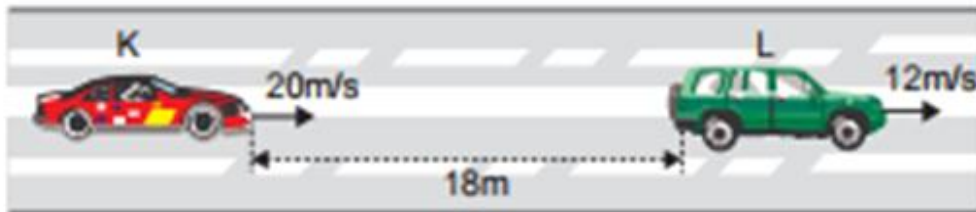
$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 \cdot \sin(\omega t)$$

$$-1 \leq \sin(\omega t) \leq +1$$

$$-\omega^2 \leq -\omega^2 \cdot \sin(\omega t) \leq +\omega^2$$

En büyük değer  $\omega^2$  'dir.

**Problem-2 :**



Doğrusal yolda hareket etmekte olan K ve L araçları şekildeki konumda iken K aracı  $2\text{m/s}^2$  'lik ivmeyle yavaşlamaya başlıyor.

**Buna göre K aracı L aracına en az kaç metre yaklaşır ?**

- A)2      B)3      C)4      D)5      E)6

• **Problem-2 Cözümü (1)**

K aracı ile L aracının arasındaki uzaklık en az olduğu an,K aracının hızı 12m/s olur.

$$V=V_0-at$$

$$12=20-2t$$

$$t = 4 \text{ s}$$

K aracı L aracına en az

$$\Delta x=(18+12.4) - (20.4 - (\frac{1}{2}).2.16)$$

$$=66-64$$

$$= 2 \text{ m yaklaşabilir.}$$

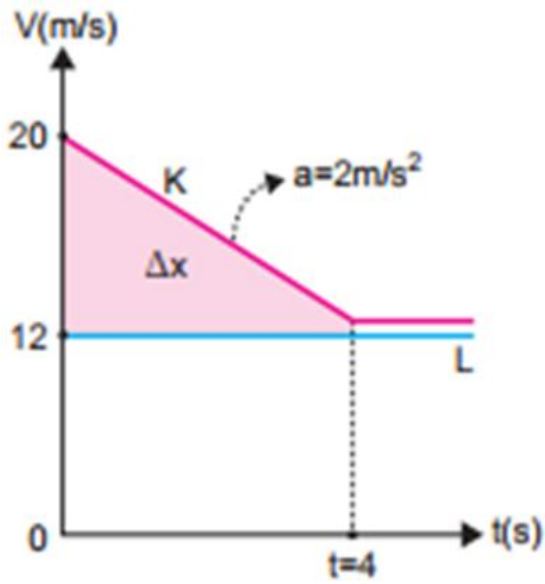
### **Problem-2 Cözümü (2)**

Araçların hız zaman grafikleri  
şekildeki gibidir. Taralı alan ,

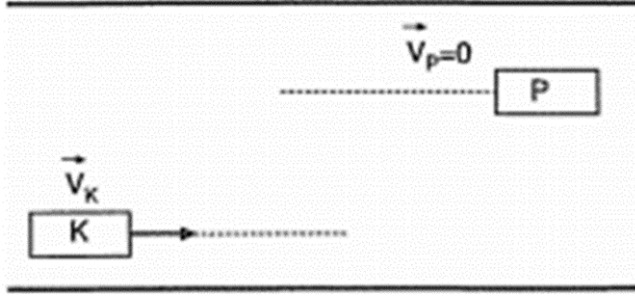
$$\Delta x= 8.4/2 = 16\text{m olur.}$$

K aracı L'ye ,

$$18 - 16 = 2\text{m yaklaşabilir.}$$



### **Problem-3 :**



Şekildeki gibi düz bir yolda,  $V_K$  sabit hızıyla giden K arabasının  $a$  ivmesiyle yavaşlamaya başladığı anda , durmakta olan P arabası da  $a$  ivmesiyle K aracına doğru hızlanmaya başlıyor.

Arabalar karşılaştıklarında hızları eşit olduğuna göre , ivmelenmeye başladıkları andan karşılaştıkları ana kadar aldıkları yolların  $X_K/X_P$  oranı nedir ?

- A) 4
- B) 3
- C) 2
- D) 1/3
- E) 1/4

### **Problem-3 Cözümü(1)**

Arabalar karşılaşına dek geçen süre her ikisi için de aynıdır.

Karşılaştıkları anda K ' nin hızı  $V = V_K - at$

Karşılaştıkları anda P ' nin hızı  $V_{PS} = at$

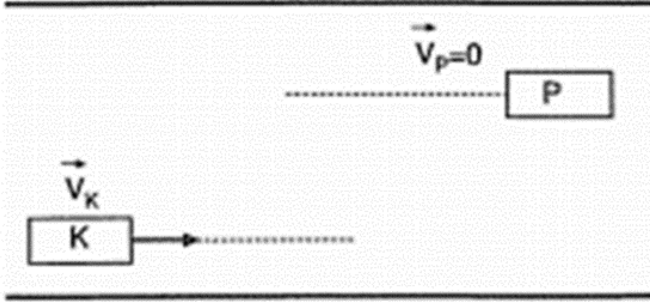
$$V = V_{PS} \rightarrow V_K - at = at \rightarrow V_K = 2at$$

K'nın aldığı yol  $X_K = V_K \cdot t - \frac{1}{2}at^2$

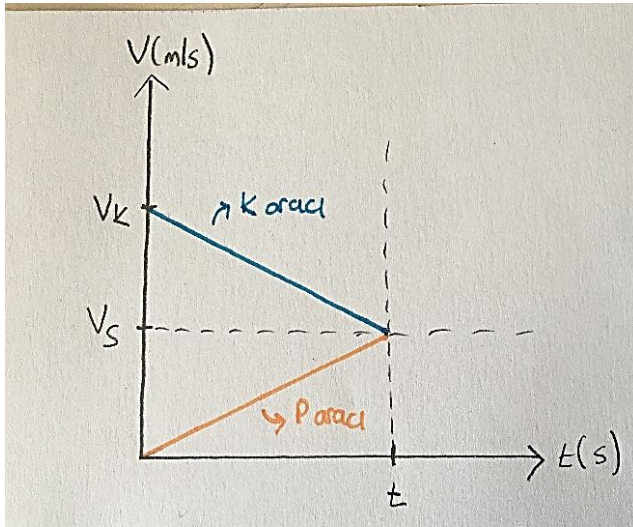
$$X_K = 2at \cdot t - \frac{1}{2}at^2 = \frac{3}{2}at^2$$

P' nin aldığı yol  $X_P = \frac{1}{2}at^2$

$$\frac{X_K}{X_P} = \frac{\frac{3}{2}at^2}{\frac{1}{2}at^2} = 3$$



Problem -3 Çözümü(2):



$$-a = \frac{V_S - V_K}{t}$$

$$a = \frac{V_S}{t}$$

$$V_S = V$$

$$V_K = 2V$$

$$\frac{\frac{Vt}{2} + Vt}{\frac{Vt}{2}} = 3$$

Problem-1 Sorusu:

+x yönünde 40m/s büyüklüğündeki sabit hızla hareket eden K aracı aynı yönde 10m/s büyüklüğündeki sabit hızla hareket eden 300 metre ilerideki L aracını gördüğü anda sabit ivmeyle yavaşlamaya başlıyor.

K aracının L aracına çarpmaması için yavaşlama ivmesi en az kaç m/s<sup>2</sup> büyüklüğünde olmalıdır?

(4)

**PROBLEM-1 ÇÖZÜMÜ:**

$$10.t=x$$

$$40.t/2=300+x \quad 20t=300+10t \quad 10t=300 \quad t=30$$

K aracının ivmesi:  $V/t$

$a=40/30=4/3$  (Bu değerde K L aracına çarpar . Çarpmaması için ivme değeri  $4/3$  ten büyük olmalıdır.)

$$a>4/3$$

(5)

**Problem-2 Sorusu:**

Düz bir yolda durgun halden harekete geçen cisim  $3\text{m/s}^2$  lik ivme ile harekete geçip hızı  $12\text{m/s}$  ye ulaştıktan sonra bir süre sabit hızla gidiyor .Daha sonra  $2\text{m/s}^2$  lik ivme ile düzgün olarak yavaşlayıp duruyor. Cisim tüm hareket süresince 180metre yer değiştirdiğine göre sabit hızlı giderken kaç metre yer değiştirmiştir?

(6)

**Problem-2 Çözümü:**

$$V = a.t$$

$$V=12 \text{ m/s} \quad a=3\text{m/s}^2 \quad t=4 \text{ sn}$$

Sabit hızlı iken ivmesi sıfırdır.

6 saniye de durması için ivmenin  $2\text{m/s}^2$  olması gerekiyor.

$$\text{HIZLANIRKEN : } X=V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2 \quad \frac{1}{2}.3.16=24\text{m}$$

$$\text{YAVAŞLARKEN: } X=V_0.t - \frac{1}{2}.a.t^2 \quad 12.6 - \frac{1}{2}.2.36 =36\text{m}$$

$$24+36+x=180 \quad x=120$$

(7)

### Problem-3 Sorusu:

50 m/s lik sabit hızla gitmekte olan bir kamyon kırmızı ışıkta durmakta olan bir otomobilin yanına geldiği anda yeşil yanıyor ve otomobil 5m/s<sup>2</sup> lik ivme ile aynı yönde hızlanmaya başlıyor.Kamyon ile otomobilin hızları birbirine eşit olduğu anda aralarında ki uzaklık kaç metredir?

(8)

### Problem-3 Çözümü:

Kamyonun hızı sabit olduğundan otomobil 50 m/s hıza ulaştığında hızları birbirine eşit olur . İlk hızsız olarak harekete başlayan otomobilin hızı ;

$$V=a.t \quad 50\text{m/s}=5\text{m/s}^2 .t \quad t=10 \text{ sn}$$

T=10 sn sonunda 50 m/s ye ulaşırBu zaman içinde iki aracın aldığı yollar;

$$\text{KAMYON: } x=V.t \quad x=50.10 \quad x=500\text{m}$$

$$\text{OTOMOBİL: } x=\frac{1}{2}.a.t^2 \quad x=\frac{1}{2}.5.10^2 \quad x=250\text{m}$$

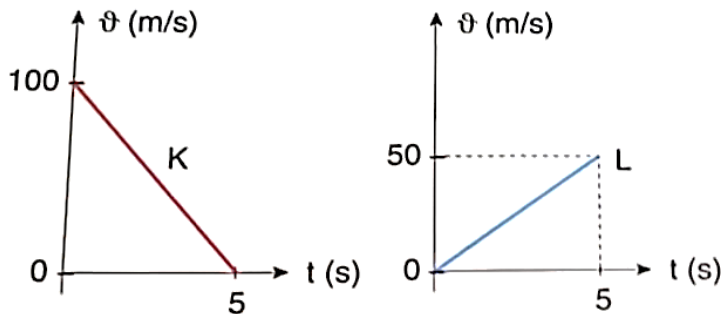
ARALARINDAKİ UZAKLIK:

$$500-250=250\text{m}$$

(9)

## 5 Sabit ivmeli hareket kanun, hız ve zaman değişimleri

Problem-I Sorusu:



K ve L araçlarına ait hız – zaman grafikleri yukarıdaki gibidir.

$t=0$  anında aynı noktadan aynı yönde geçen bu araçların 5 s sonunda aralarındaki uzaklık kaç m'dir?

A)125

B)175

C)200

D)250

E)500

Problem-I Çözümü:

$X=V.t$  bağıntısından;

1.Grafikteki araba ( K )

$100.5/2 = 250$  m yol alır. ( Üçgenin alanı )

2.Grafikteki araba ( L )

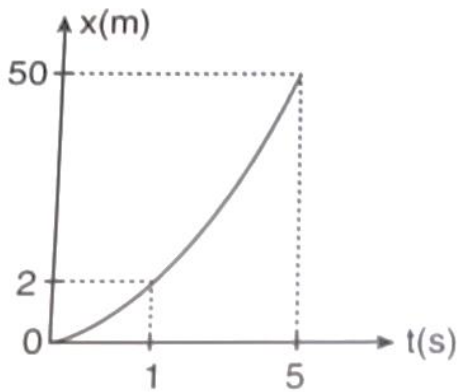
$5.50/2 = 125$  m yol alır. ( Üçgenin alanı )

Başlangıçta yan yana olduklarına göre son anda;

$250 - 125 = 125$  m uzaklık olur.

Cevap A şıkkı 125'tir.

Problem-II Sorusu:



Doğrusal bir yolda düzgün hızlanan bir aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre aracın 4.saniyedeki hızı kaç m/s'dir?

A)8 B)10 C)14 D)16 E)20

Problem-II Çözümü:

$X=1/2.a.t^2$  bağıntısından;

( $t=5$  ,  $x=50$  grafikte verilmiş)

$$50=1/2.a. 25$$

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

İvmesi bulunur.

$V=a.t$  bağıntısından;

$$V=4.4=16 \text{ m/s ( 4.saniyedeki hızı )}$$

Bulunur.

Cevap D şıkkı 16'dır.

Problem-III Sorusu:

15 m/s 'lik ilk hıza sahip bir cismin hızı düzgün artarak 35 m/s oluyor.

Cisim bu arada 250 m yol aldığına göre, cismin hızlanma ivmesi kaç  $\text{m/s}^2$

'dir?

A)1 B)3/2 C)2 D)5/2 E)3

Problem-III Çözümü:

$$V_{ort} = 15+35/2 = 25 \text{ m/s}$$

$X = V_{ort} . t$  bağıntısından ;

$$250 = 25 . t$$

$t = 10 \text{ s}$  bulunur.

$a = \text{Toplam hız değişimi} / \text{Toplam zaman değişimi}$

$$a = 35 - 15 / 10 = 2 \text{ m/s}^2$$

Bulunur.

Cevap C şıkkı 2'dir.

***Problem.1***



Bir bisiklet yarışında birinci bisikletli 15m/s hızla ilerliyor. Aralarında 120 metre mesafe varken 2. bisikletli depara kalkıyor ve  $a=2$  ivmeyle 5 saniyede 1. bisikletliyi yakalıyor. 2. bisikletlinin başlangıç hızı nedir?

**Problem.1 Çözüm**

2. Bisikletli 1. bisikletliyi 5 saniyede yakalıyorsa ikisinin de 5 saniye içerisinde aldıkları yolların eşit olması gerekiyor.

1. Bisikletli için;  $x=v \cdot t$

2. Bisikletli için;  $x=(Vilk \cdot t) + (1/2 \cdot a \cdot t^2)$  Bağıntılarının

birbirine eşit çıkması gerekiyor. İşlemler yapıldığında;

$$15 \cdot 5 = (Vilk \cdot 5) + (5^2)$$

$$75 = 25 + 5(Vilk)$$

$$50 = 5 \cdot Vilk$$

$$10 = Vilk$$

$$10 \text{ m/s}$$

$$Vilk = 10$$

$$m/s$$

$$bulunur.$$

**Problem.2**

Doğrusal bir yolda 72 km/h hızla giden araç önüne çıkan geyiği gördüğü anda fren yapıp düzgün yavaşlayarak 4 saniyede duruyor. Araç durana kadar kaç metre yol alır?

**Problem.2 Çözüm**

Araç duruyorsa son hızı 0 olmalıdır.  $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$  ' dir  $V_{son} = Vilk - a \cdot t$

$$0 = 20 - 4 \cdot a$$

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

$$\text{alınan yol; } x = (Vilk \cdot t) - (1/2 \cdot a \cdot t^2)$$

$$x = 20 \cdot 4 - 8 \cdot 5$$

$$x = 40 \text{ metre olur.}$$

Bağıntısında;

ise;

Durana kadar

Bağıntısında;

ise;  $x = 80 - 40$

**Problem.3**

Doğrusal bir yolda 20m/s hızla hareket eden bir araç  $t=0$  anında  $a=2$  ivmesiyle yavaşlamaya başlıyor. Aracın birinci saniye içerisinde aldığı yol  $X_1$ , 3. saniye içerisinde aldığı yol  $X_2$ ' dir. Buna göre  $X_1/X_2$  oranı kaçtır?

**Problem.3 Çözüm**

Aracın 1. saniye içerisinde aldığı yol,

$$X_1 = (Vilk \cdot t) - (1/2 \cdot a \cdot t^2) \quad X_1 = 20 - (1) \quad X_1 = 19$$

metre olur.

Aracın 3. saniye içerisinde aldığı yol, 3 saniyede aldığı yoldan 2 saniyede aldığı yol çıkarılarak bulunur.

$$X_2 = [(v_{ilk} \cdot T_3) - (1/2 \cdot a \cdot T_3^2)] - [(v_{ilk} \cdot T_2) - (1/2 \cdot a \cdot T_2^2)] \quad X_2 = [(20 \cdot 3) - (3^2)] - [(20 \cdot 2) - (2^2)]$$

$$X_2 =$$

$$51 -$$

$$36$$

$$X_2 =$$

$$15$$

metr

e

olur

X1/

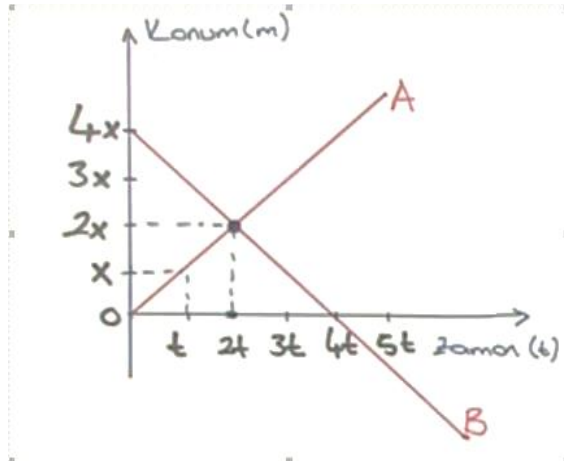
$$X_2 =$$

$$19/1$$

$$5$$

olur.

**Problem.1**



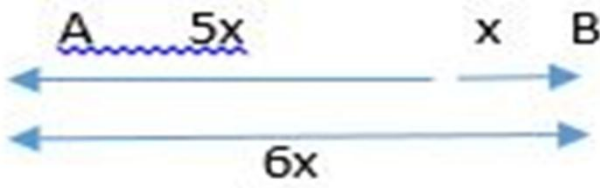
**0-5t aralığında konum zaman grafikleri verilen A ve B hareketlilerinin 5t anında aralarındaki**

**uzaklık kaç x olur ?**

- a)2   b)3   c)6   d)12   e)18

04/10

**Problem.1 Çözüm**



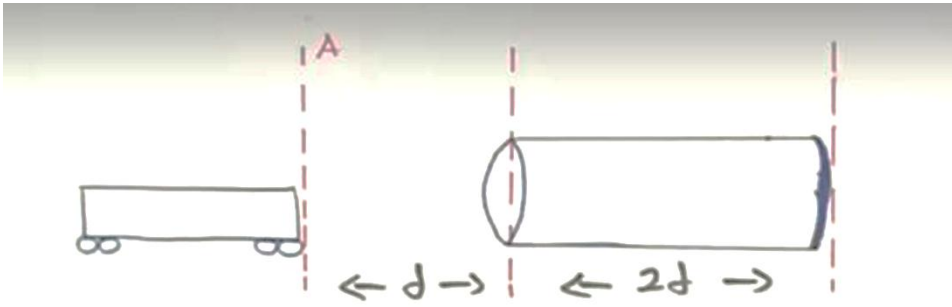
İki hareketli de  $t$  zamanda  $x$  kadar yol almıştır. A hareketlisinin  $5t$  anında konumu  $5x$  olur. B hareketlisinin  $5t$  anında konumu  $-x$  olur. Aralarındaki uzaklık  $6x$  olur.

05/10

**Problem.2**

Sabit  $V$  hızına sahip bir trenin ön ucu A düzeyinden tünelin başlangıcına  $2t$  sürede ulaşıyor ve tren tüneli şekildeki konumda  $7t$  sürede tamamen terk ediyor. Buna göre trenin boyu kaç  $d$  olur?

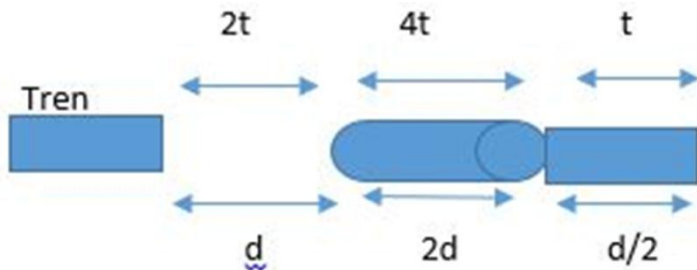
- a)  $2d$    b)  $d$    c)  $d/2$    d)  $2d/3$    e)  $d/3$



06/10

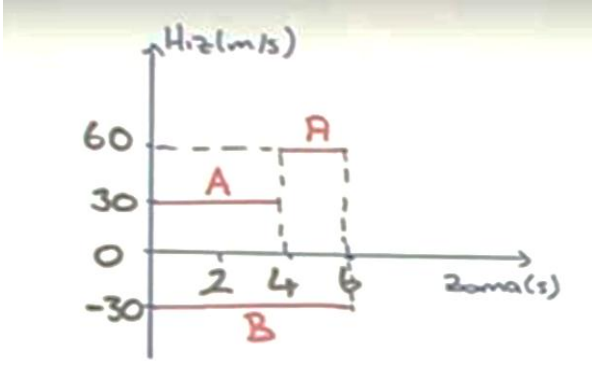
**Problem.2 Çözüm**

$d$  kadar yolu  $2t$  sürede alan tren  $2d$  yolu  $4t$  sürede alır. Tren tüneli  $7t$  sürede tamamen terk ettiğine göre geriye kalan  $t$  sürede tüneli terk etmiştir. Buradan da trenin boyu  $d/2$  olur.



07/10

**Problem.3**

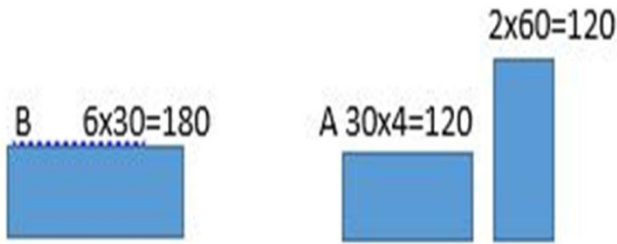


Hız-zaman grafikleri şekileki gibi verilen A ve B araçları  $t=0$  anında yanyanadır .Buna göre 6. saniye anında araçlar arasındaki uzaklık kaç m'dir?

- a)120 b)220 c)250 d)400 e)420

08/10

**Problem.3 Çözüm**



$$A = 120 + 120 = 240$$

$$B = 180 \quad \text{Ters yön olduğu için toplanır.} \quad 240 + 180 = 420$$

## 6 Sabit ivmeli hareket serbest düşme ve grafikler

### 1. Problem-1 Sorusu

2. h yüksekliğinden serbest bırakılan bir cisim, yere düşmeden önceki son 2 saniyede 80 m yol alıyor. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

Buna göre h yüksekliğinin  $V_{\text{çarpma}}$  hızına oranı nedir?

### 3. Problem-1 Çözümü

$$V_{\text{çarpma}} = -gt$$

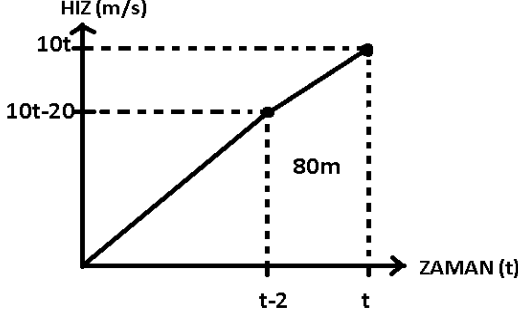
$$-(-10) \cdot 5 = 50 \text{ m/s}$$

$$\frac{10t - 20 + 10t}{2} \cdot 2 = 20t - 20$$

$$20t - 20 = 80$$

$$100 = 20t$$

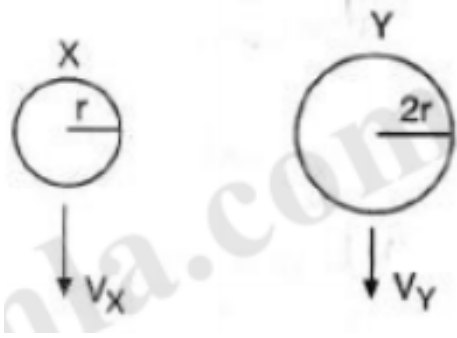
$$t = 5s$$



#### 4. Problem-2 Sorusu

Aynı maddeden yapılmış X ve Y küresel cisimlerinin yarıçapları sırasıyla  $r$  ve  $2r$ 'dir.

Serbest düşmeye bırakılan bu cisimlerin limit hızları  $V_x$  ve  $V_y$  olduğuna göre  $\frac{V_x}{V_y}$  oranı kaçtır?



#### 5. Problem-2 Çözümü

$$m_x = V_x \cdot d_x = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot d \text{ olsun}$$

$$m_y = V_y \cdot d_y = \frac{4}{3} \pi \cdot 8r^3 \cdot d \text{ olur}$$

$$A_x = \pi \cdot r^2 = A \text{ olsun}$$

$$A_y = 4\pi r^2 = 4A \text{ olur}$$

$$V_x = \frac{\sqrt{g m_x}}{K A_x} = \frac{\sqrt{m g}}{K A}$$

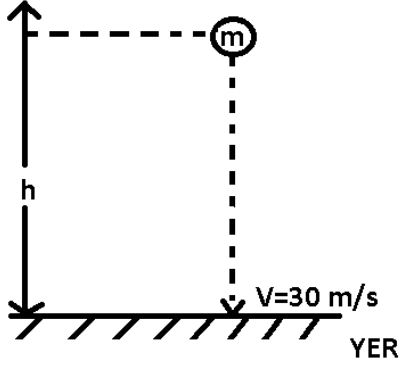
$$V_y = \frac{\sqrt{g m_y}}{K A_y} = \frac{\sqrt{8m g}}{K 4A}$$

$$\frac{V_x}{V_y} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

### 6. Problem-3 Sorusu

h yüksekliğinden şekildeki gibi serbest bırakılan cisim yere 30 m/s hızla çarpıyor.

h yüksekliği kaç m'dir?



### 7. Problem-3 Çözümü

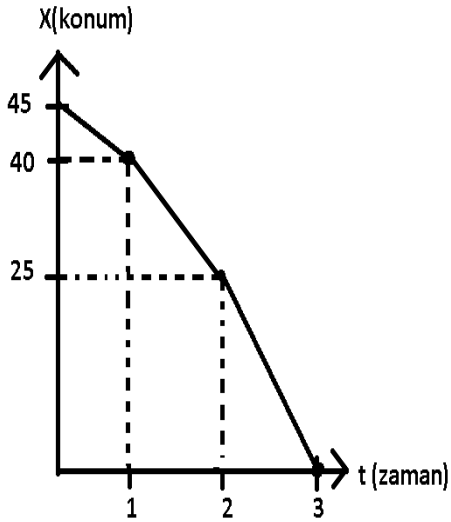
Zamansız hız formülünden yararlanalım.

$$V^2 = V_0^2 + 2gh$$

$$30^2 = 2 \cdot 10 \cdot h$$

$$900 = 20h$$

$$h=45 \text{ m}$$



### 9. Problem-1 Sorusu

Bir cisim  $h$  kadar yükseklikten serbest bırakıldığında son saniyede 65m yol alarak yere düşüyor.

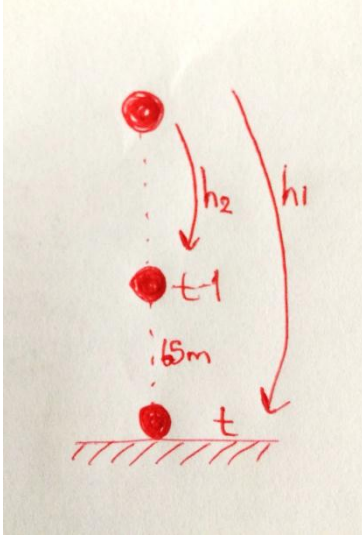
a) Cismin uçuş süresi kaç saniyedir?9

b) Cismin yere çarpma hızı kaç m/s'tir?

c) Cismin serbest bırakıldığı yükseklik kaç m'dir?

(g=10)

### 10. Problem-1 Çözümü



$$\begin{aligned}h_1 - h_2 &= 65 \\ \frac{1}{2} g t^2 &\text{den} \\ \frac{1}{2} 10 t^2 - \frac{1}{2} 10 (t-1)^2 &= 65 \\ 5 t^2 - 5 (t-1)^2 &= 65 \text{ (5'leri sadeleştir)} \\ t^2 - (t-1)^2 &= 13 \\ t^2 - t^2 + 2t - 1 &= 13 \\ 2t - 1 &= 13 \\ 2t &= 14\end{aligned}$$

a)

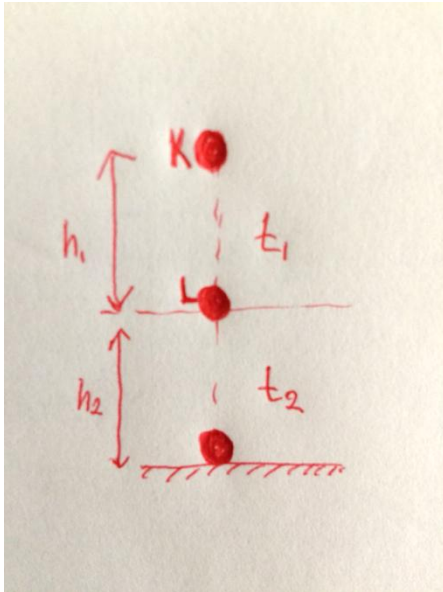
- B)  $V = gt$
- $v = 10.7$
- $v = 70 \text{ m/s}$

- $h = \frac{1}{2} g t^2$
- $h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 7^2$
- $h = 245$

b)

c)

### 11. Problem-2 Sorusu



K noktasından serbest bırakılan bir cismin L noktasına gelme süresi  $t_1$  ve L'den yere düşme süresi  $t_2$ 'dir.  $t_1/t_2 = 2$  ise  $h_1/h_2$  oranı kaçtır?

### 12. Problem-2 Çözümü

$$13. h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2$$

$$14. h_1 = 5(2t)^2 = 20t^2$$

$$15. h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$$

$$16. h_2 = 5(3t)^2 - 20t^2 = 45t^2 - 20t^2 = 25t^2$$

$$17. h_1/h_2 = 20t^2/25t^2 = 20/25 = 0,8$$

### 18. Problem-3 Sorusu

Bir anne balkondan çocuğuna su şişesi atıyor ve su şişesi yere 100m/s hızla yere çarpıyor. (g=10)

A) Cisim kaç saniye havada kalmıştır?

B) Cisim kaç Cismin serbest bırakıldığı yükseklik?

### 19. Problem-3 Çözümü

A)

$$V = g \cdot t$$

$$100 = 10 \cdot t$$

$$t=10s$$

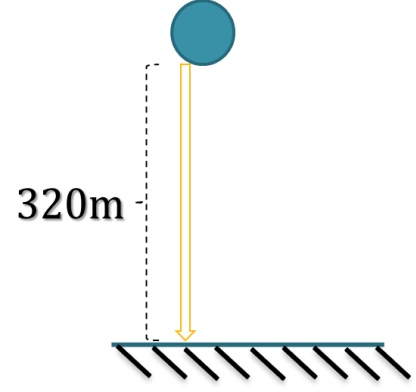
**B)**

$$v^2=2gh$$

$$v^2=2 \cdot 10 \cdot h$$

$$100^2=2 \cdot 10 \cdot h$$

$$h=500m$$



### Problem-1 Sorusu

Yerden 320 m yüksekten serbest bırakılan bir cisim

kaç s sonra yere çarpar, hızı kaç m/s olur?

### Problem-1 Çözümü

Cisim serbest düşme hareketi yapacağından

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$320 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2$$

$$t=8,08s$$

$$v = g \cdot t$$

$$=79,19m/s$$

### Problem-2 Sorusu

Bir tuğla ilk hızsız olarak bir binanın damından bırakılmıştır. Tuğla 3,5s de yere çarpar. Hava direncini ihmal ederek tuğlayı serbest düşüşte kabul edebilirsiniz. Binanın yüksekliği kaç metredir?

### Problem-2 Çözümü

$$v_0=0$$

$$t=3,5 s$$

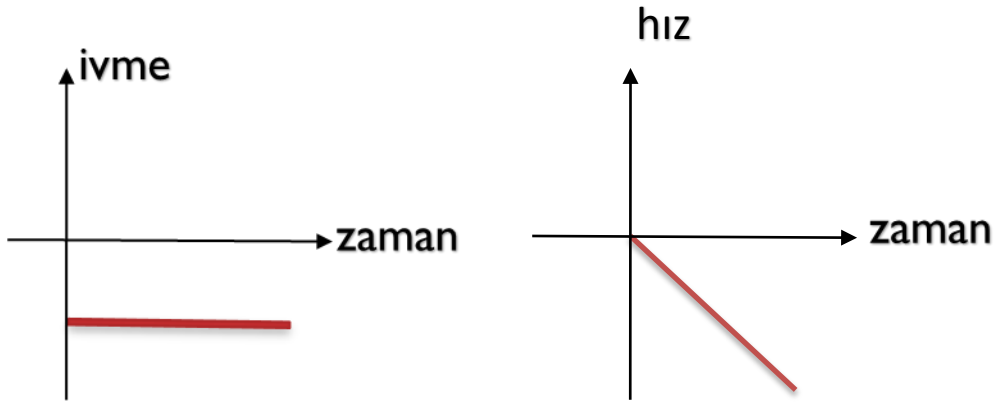
$$a=9,8 m/s^2$$

$$y-y_0 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (9,8 m/s^2) \cdot (3,5s)^2$$

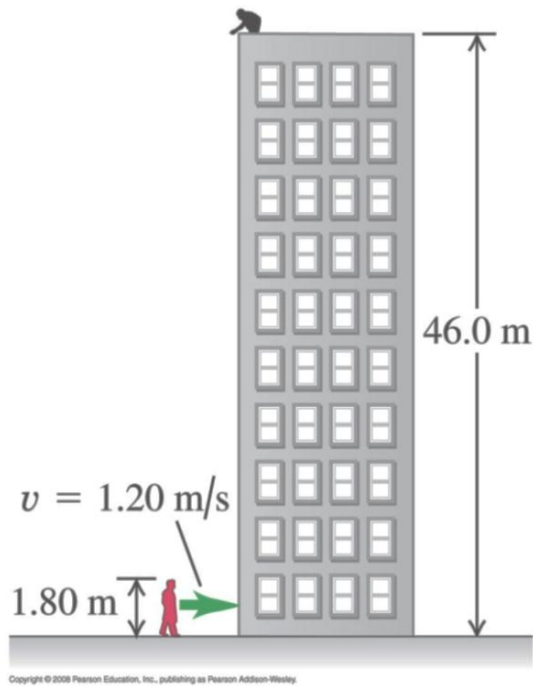
$$=60,02m$$





### Problem-3 Sorusu

Binanın damında, yerden 46 m yüksektesiniz. Arkadaşınız binanın yanında sabit 1,2 m/s süratle yürümektedir, boyu 1,80m dir. Eğer elinizdeki yumurtanın onun başına düşmesini istiyorsanız arkadaşınız neredeyken yumurtayı bırakmalısınız? Yumurtanın serbest düşme yapacağını varsayınız.



### Problem-3 Sorusu

$$\vartheta=0 \quad a=9,8 \text{ m/s}^2$$

$$y-y_0=44,2\text{m}$$

$$y-y_0= \vartheta_0 .t +\frac{1}{2}.a. t^2$$

$$t=\sqrt{2 \cdot (y-y_0)}$$

a

=3 s

$$x-x_0 = v_0 \cdot t = (1.20 \text{ m/s}) \cdot (3.00 \text{ s}) = 3.60$$

## 7 İki boyutta hareket konum ve hız

### SORU 1:

Varil yüklü bir tır , birden fren yapıyor ve birkaç varil dışarı fırlıyor. Biri yatay doğrultuda  $v_i = 15 \text{ m/s}$  ilk hızla kenardan uçuyor. Varilin  $t = 5.00 \text{ s}$  deki hızını ve süratini hesaplayın.

### ÇÖZÜMÜ:

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

$$V = 15i - 50j$$

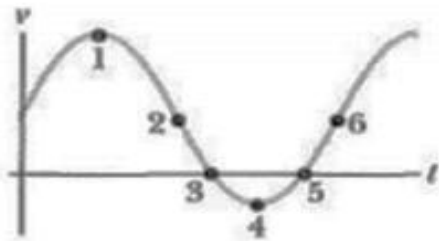
$$v = \sqrt{15^2 + (-50)^2}$$

$$V = 51 \text{ m/s}$$

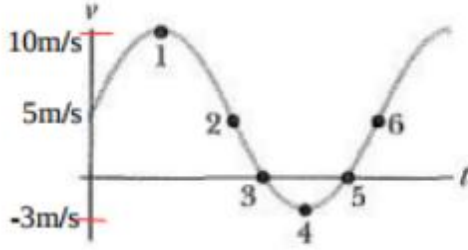
### SORU 2:

Şekilde x eksenini boyunca hareket eden bir parçacığın hız fonksiyonunun değişimi görülüyor. 1. nokta eğri üzerindeki en yüksek nokta, 4. nokta en alçak nokta, 2. ve 6. noktalar ise eşit seviyedeki noktalardır.

(a)  $t=0$ 'daki ve 4. noktadaki hareket yönü nedir ? (b) Numaralandırılmış noktaların hangisinde parçacık hareket yönünü değiştirmektedir açıklayınız ?



### ÇÖZÜMÜ:



↑ x ekseninin üzerinde; yani v hızının pozitif olduğu yukarı kısımda hareket pozitif yöndedir.  
 ↓ x ekseninin altında; yani v hızının negatif olduğu aşağı kısımda hareket negatif yani ters yöndedir.

Bütün hareketi açıklayacak olursak: 5m/s hızı ile harekete başlayan hareketli hızını 1.noktada 10m/s'ye çıkarmıştır. Eğim ise t=0 dan 1.noktaya kadar bir artış trendindedir. Bu eğri üzerinde rastgele iki nokta seçilip eğimdeki bu iki noktanın birbirlerine göre artış veya azalışa bakılarak yorumlanabilir. Basit olarak 5m/s den 10m/s hıza çıkan cismin hızlandığıda söylenebilir. 1.noktadan 2.noktaya ise hız pozitif yönde azalmaya başlamıştır. 3. noktaya kadar yavaşlamaya devam eden cismin 3.noktada hızını sıfıra indirerek durduğu görülür. Bu andan itibaren artık hız yani cisim yön değiştirmiş olup negatif yönde yani ilk hareket yönünün aksi istikamette hızlanmaya başlamıştır. Bu harekete - yönde hızlanan harekette diyebiliriz. 4. noktadan sonra cisim -yönde yavaşlayan hareket yapmaktadır, zira 5. noktada hızının tekrar sıfıra inip, cismin durduğu çok açıktır. 5. noktada cisim durup tekrar 3.noktadaki gibi yön değiştirip pozitif yönde gitmektedir. 5.ve 6. noktalar arasında ise hızlandığı görülmektedir. Bu yine iki rastgele referans noktası seçip, eğimin trendine bakarak yapılacak analizde ispatlanabilir.

### SORU 3:

Bir spor araba ani fren yapıyor ve bagajdaki valizler yola savruluyor. Biri yatay doğrultuda  $v_i = 6\text{m/s}$  ilk hızla kenardan uçuyor. Herhangi bir anda hızın x- ve y-bileşenlerini ve herhangi bir an için toplam hızı belirleyin.

### ÇÖZÜMÜ:

$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t$$

$$v_{ys} = v_{yi} + a_y t$$

$$V_i = 10\text{m/s}$$

$$a_x = 0$$

$$v_{yi} = 0$$

$$a_y = -g$$

$$v_{xs} = v_i = 10\text{m/s}$$

$$v_{ys} = -gt$$

$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t$$

$$V = v_i i - gt j$$

$$V = 10i - 10t j$$

### Problem-1 Sorusu:

### Örnek.

İki-boyutta hareket eden bir cismin konumu  $\vec{r}(t) = (2t\hat{i} + t^2\hat{j})m$  denklemine göre değişiyor olsun. Herhangi bir andaki hızı nedir?

### Problem-1 Cözümü:

*Çözüm.*

Bu soruyu çözmek için anlık hızım, yörünge fonksiyonu  $x(t)$ 'nin zamana göre birinci mertebeden türevi olarak tanımlandığı gözönüne alınırsa, tanımdan şu bulunur:

$$\begin{aligned}\vec{v}(t) &= \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t} \\ &= (2\hat{i} + 2t\hat{j})m/s.\end{aligned}$$

Mesela,  $t = 1s$  anında cismin hızı  $\vec{v} = (2\hat{i} + 2\hat{j})m/s$  bulunur.

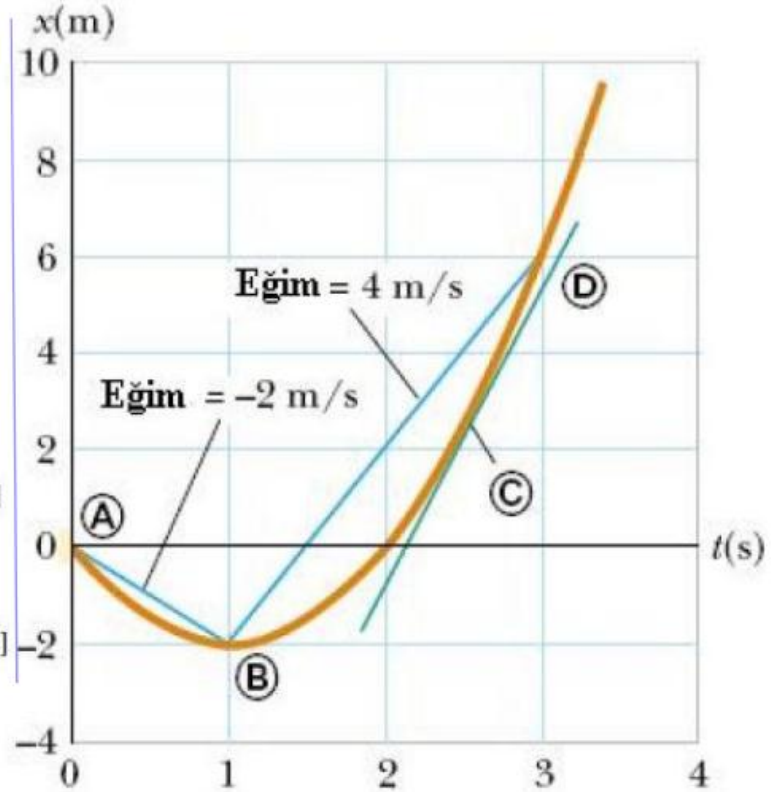
### Problem-2 Sorusu:

Bir cismin konum-zaman grafiği  $x(t) = -4t + 2t^2$  fonksiyonu ile verilmektedir. T-saniye cinsindedir.

- $0 \leq t \leq 1$  ve  $1 \leq t \leq 3$  zaman aralıklarındaki yerdeğiştirmeyi hesaplayınız.
- $0 \leq t \leq 1$  ve  $1 \leq t \leq 3$  zaman aralıklarındaki ortalama hızı hesaplayınız.

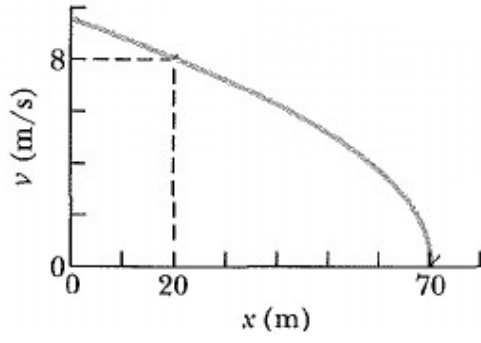
$$\begin{aligned}\Delta x_{A \rightarrow B} &= x_f - x_i = x_B - x_A \\ &= [-4(1) + 2(1)^2] - [-4(0) + 2(0)^2] \\ &= -2 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta x_{B \rightarrow D} &= x_f - x_i = x_D - x_B \\ &= [-4(3) + 2(3)^2] - [-4(1) + 2(1)^2] \\ &= +8 \text{ m}\end{aligned}$$



### Problem-3 Sorusu:

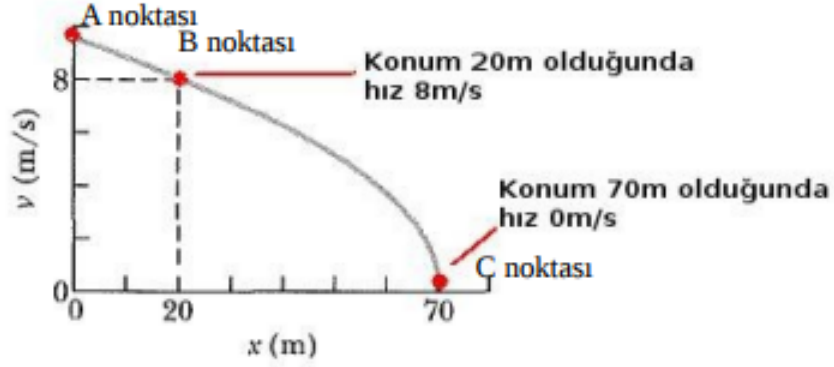
Soru 5) **Sabit ivmeyle** x eksenini boyunca hareket eden bir parçacığın hız-konum grafiği aşağıda görülmektedir. Bu parçacığın  $x=0$ 'daki hızı nedir ?



**Problem-3 Çözümü:**

Cevap 5) Aşağıdaki grafikten hızın konuma bağlı fonksiyonunu görmekteyiz ve işaretlenen 3 noktadan son ikisinin değerleri grafiksel olarak okunabilmektedir.  $x=0$ 'daki hızı ise sorulmaktadır.

Hız-konum arasındaki ilişkiyi veren :  $v_{son}^2 = v_{ilk}^2 + 2a \cdot \Delta x$  formülü kullanılmalıdır.



Eğer yukardaki A, B ve C noktalarını çözümümüzde kullanırsak, yukardaki formülümüzdeki bilinmeyen ivme( $a$ ) terimini önce bulup, sonrasında da A noktasındaki hıza ulaşabiliriz.

yol, hız  
A( 0,  $v$ )  
B(20, 8) = B( $x_2, v_{son}$ )  
C(70, 0) = C( $x_1, v_{ilk}$ )

Koordinatları bilinen iki nokta olan B ve C'yi alıp, grafikten okunan değerleri formülde yerine koyarsak:

$$v_{son}^2 = v_{ilk}^2 + 2a \cdot \Delta x$$
$$8^2 = 0^2 + 2 \cdot a \cdot (x_2 - x_1) = 0^2 + 2 \cdot a \cdot (20 - 70)$$
$$a = 64 / (-100) = -0.64 \text{ m/s}^2$$

İkinci adımda ise bize sorulan hızıda içeren A noktası ile B veya C den birini seçerek, başka bir nokta ikilisi belirlerizki, bunu yine aynı formülümüze yukarıda bulduğumuz ivme ile birlikte entegre edelim. Eğer A ile B noktalarını seçersek:

yol, hız  
A( 0,  $v$ ) = C( $x_1, v_{ilk}$ )  
B(20, 8) = B( $x_2, v_{son}$ )

$$v_{son}^2 = v_{ilk}^2 + 2a \cdot \Delta x$$
$$8^2 = v^2 + 2 \cdot (-0.64) \cdot (x_2 - x_1) = 0^2 + 2 \cdot (-0.64) \cdot (20 - 0)$$
$$v^2 = 89.6$$
$$v \cong 9.47 \text{ m/s}$$

## 20. Problem-1 Sorusu

Bir parçacık 20 m/s'lik x bileşenli ve -15 m/s'lik y bileşenli ilk hızla  $t=0$ 'da başlangıç noktasından harekete geçmektedir. Parçacık sadece  $a_x=4 \text{ m/s}^2$  ile verilen ivmenin z bileşeniyle xy düzleminde hareket etmektedir.

a) Zamanın fonksiyonu olarak herhangi bir andaki hızın bileşenlerini ve toplam hız vektörünü bulunuz.

b)  $t=5$  saniye de parçacığın hızının büyüklük, yön ve doğrultusunu hesaplayınız.

### 21. Problem-1 Çözümü

22. a)  $v_{0x} = 20 \text{ m/s}$   $a_x = 4 \text{ m/s}^2$   
 $v_{0y} = -15 \text{ m/s}$   $a_y = 0 \text{ m/s}^2$

Herhangi bir andaki hızın bileşenleri

x-bileşeni:  $v_x = v_{0x} + a_x t$   $v_x = 20 + 4t \text{ m/s}$

y-bileşeni:  $v_y = v_{0y} + a_y t$   $v_y = -15 + 0 \cdot t \text{ m/s} = -15 \text{ m/s}$

Vektörel olarak  $v = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} = (20 + 4t)\hat{i} - 15\hat{j} \text{ m/s}$  bulunur

b)

$v = (20 + 4t)\hat{i} - 15\hat{j} \text{ m/s}$

$t = 5 \text{ s}$  deki hızı:

$v = [(20 + 4 \cdot (5))\hat{i} - 15\hat{j}] = 40\hat{i} - 15\hat{j} \text{ m/s}$ .

Yönü:

$\theta = \tan^{-1}(v_y / v_x) = \tan^{-1}((-15 \text{ m/s}) / (40 \text{ m/s})) = -21^\circ$

Hızı:

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{40^2 + (-15)^2}$

### 23. Problem-2 Sorusu

Karpuz yüklü bir kamyonet, ani fren yapıyor ve bazı karpuzlar dışarı fırlıyor. Biri yatay doğrultuda  $V_{\hat{i}} = 10 \text{ m/s}$  ilk hızla kenardan uçuyor. Karpuzun herhangi bir t zamanı için x- ve y-koordinatlarını ve herhangi bir t zamanı için konum vektörü r 'yi bulunuz.

### 24. Problem-2 Çözümü

$X_s = x_i + v_{xi}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

$X_s = v_i t$

$Y_s = y_i + v_{yi}t + \frac{1}{2}a_y t^2$

$Y_s = -\frac{1}{2}gt^2$

$$R_s = x_s i + y_s j$$

$$R_s = 10t i - 5t^2 j$$

### 25. Problem-3 Sorusu

Eğer  $r = bt^2 i + ct^3 j$  olarak verilmiş ve b ve c birer pozitif sabitse, hız vektörü ne zaman x ve y-eksenleri ile  $45^\circ$  açı yapar?

### 26. Problem-3 Çözümü

$v = dr/dt$  Bu vektör x ve y eksenleri ile  $45^\circ$  açı yaptığında x ve y bileşenleri eşit olur

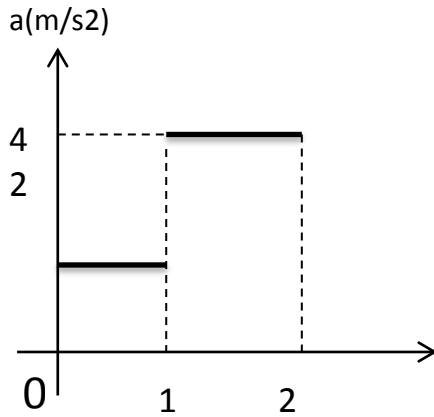
$$v = 2bt i + 3ct^2 j$$

$v_x = v_y$  olması için

$t = 2b/3c$  olması gerekmektedir.

## 8 İki boyutta hareket ivme, ortalama ve anlık ivme

### 5. Problem-1 Sorusu



İlk hızı sıfır(0) olan ve ivme-zaman grafiği şekilde gibi olan bir hareketlinin;

- 2 saniye sonundaki hızı kaç m/s dir?
- Bu süre sonunda aldığı yol kaç metredir?

### 6. Problem-1 Çözümü

a) Hareketlinin 0 ile 1s arasındaki ivmesi  $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$  ve buna karşı gelen süre  $t_1 = 1 \text{ s}$

Hareketlinin 1s ile 2s arasındaki ivmesi  $a_2 = 4 \text{ m/s}^2$  ve buna karşı gelen süre  $t_2 = 1 \text{ s}$  dir.



Hareketlinin her iki ivmelenmesinden dolayı ulaştığı hız bunların toplamıdır.

$$v = a_1 \cdot t_1 + a_2 \cdot t_2$$

$$v = 2 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 6 \text{ m/s olur.}$$

**b)** Bu süre zarfında ( $t=2\text{s}$  de) aldığı yolu iki parça halinde bulabiliriz.

Hareketli 0 ile 1s arasında  $a=2 \text{ m/s}^2$  ivme ile hareket yaptığı için aldığı yol

$$y_1 = a \cdot t^2 / 2$$

$$y_1 = 2 \cdot 1^2 / 2 = 1 \text{ metre}$$

Hareketlinin 1. saniyede  $v_0 = 2 \text{ m/s}$  lik hıza sahipken,  $a = 4 \text{ m/s}^2$  ivme ile 1s boyunca hızlanarak aldığı yol

$$y_2 = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

$$y_2 = 2 \cdot 1 + 4 \cdot 1^2 / 2 = 4 \text{ metre}$$

$$\text{Alınan Toplam Yol} = y_1 + y_2$$

$$= 1 \text{ m} + 4 \text{ m}$$

$$= 5 \text{ metre}$$

### **7. Problem-2 Sorusu**

**Bir cisim  $x = 3t^2 - 2t + 3$  denklemine göre x ekseninde hareket etmektedir.**

a)  $t=2 \text{ s}$  ve  $t=3 \text{ s}$  arasında cismin ortalama ivmesini hesaplayınız.

b)  $t=2 \text{ s}$  ve  $t=3 \text{ s}$  anlarında cismin ani ivmesini hesaplayınız.

### **8. Problem-2 Çözümü**

a) Anlık hız, konum denkleminin zamana göre türevidir.

$$v = 6t - 2$$

$$2. \text{ saniyedeki anlık hız: } v_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$3. \text{ saniyedeki anlık hız: } v_3 = 16 \text{ m/s}$$

$$a_{ort} = \Delta v / \Delta t$$

$$= (v_3 - v_2) / \Delta t$$

$$= (16 - 10) / (3 - 2)$$

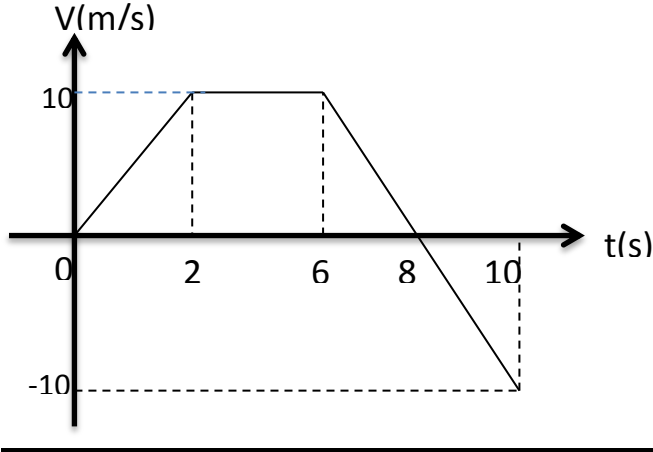
$$= 6 \text{ m/s}^2$$

b) Anlık ivme, cismin hızının zamana göre türevidir.

$$a=6 \quad (t=2 \text{ ve } t=3 \text{ için})$$

Buna göre bütün zaman dilimlerinde anlık ivme 6 dır.

### 9. Problem-3 Sorusu



Doğrusal yörüngede  $x=0$  konumundan harekete geçen bir otomobilin hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir.

**Buna göre, otomobilin ivme-zaman grafiğini çiziniz.**

### 10. Problem-3 Çözümü

$$v= a.t \rightarrow a= v/t$$

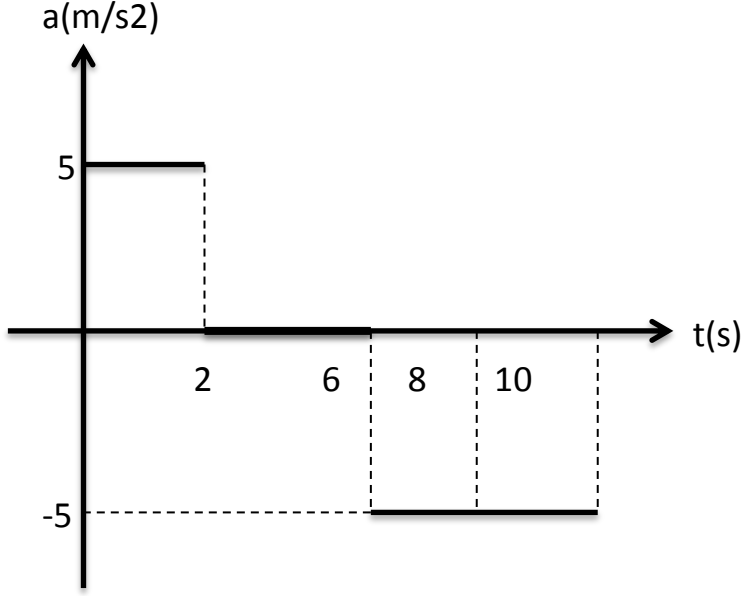
olduğu için hız-zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.

$$0-2 \text{ s} \rightarrow a_1= 10/2= 5$$

$$2-6 \text{ s} \rightarrow a_2= 0$$

$$6-8 \text{ s} \rightarrow a_3= 0-10/2= -5$$

$$8-10 \text{ s} \rightarrow a_4= -10/2= -5$$



### Problem-1 Sorusu

Bir parçacık 20 m/s'lik x bileşenli ve -15 m/s'lik y

bileşenli ilk hızla t=0'da başlangıç noktasından harekete geçmektedir.

Parçacık sadece a x =4 m/s<sup>2</sup> ile verilen ivmenin z bileşeniyle xy düzleminde hareket etmektedir. Zamanın fonksiyonu olarak herhangi bir andaki hızın bileşenlerini ve t=2'deki ivmesi?

### Problem-1 Çözümü:

$$\underline{V_{0x} = 20 \text{ m/s } a_x = 4 \text{ m/s}^2}$$

$$\underline{V_{0y} = -15 \text{ m/s } a_y = 0 \text{ m/s}^2}$$

Herhangi bir andaki hızın bileşenleri

$$\underline{x\text{-bileşeni: } V_x = V_{0x} + a_x t}$$

$$\underline{V_x = 20 + 4t \text{ m/s}}$$

$$\underline{y\text{-bileşeni: } V_y = V_{0y} + a_y t}$$

$$\underline{V_y = -15 + 0 \cdot t \text{ m/s} = -15 \text{ m/s}}$$

Vektörel olarak  $v = V_x \hat{i} + V_y \hat{j} = (20 + 4t)\hat{i} - 15\hat{j} \text{ m/s}$  bulunur.

$$\underline{T=2 \text{ için } 28 - 15 / 2 = 6.5}$$

### Problem-2 Sorusu:

Karpuz yüklü bir kamyonet,

ani fren yapıyor ve bazı karpuzlar dışarı fırlıyor. Biri yatay doğrultuda  $V_i = 10\text{m/s}$  ilk hızla kenardan uçuyor. Karpuzun  $t = 5.00\text{ s}$  deki ivmesini hesaplayın.

### Problem-2 Çözümü

$$V_{xs} = V_{xi} + a_x t$$

$$V_{ys} = V_{yi} + a_y t$$

$$V_{xs} = V_i = 10\text{m/s}$$

$$a_x = 0$$

$$V_{yi} = 0$$

$$a_y = -g$$

$$V_{xs} = 10\text{ m/s}$$

$$V_{ys} = -gt$$

$$V \text{ vektörü} = 10i - 10tj$$

$$T=5 \text{ için ; } (10^2 + 50^2)^{1/2} = 51\text{m/s} \quad V=a.t \quad a=10.2 \text{ m/s}^2$$

4/5

### Problem-3 Sorusu

Herhangi bir  $t$  anında hız denklemi  $V_x = (40 - 5t^2)$  m/s olan bir hareketlinin  $t=2$  anındaki ivmesi nedir ?

### Problem-3 Çözümü

Herhangi bir zamandaki hız  $(40 - 5t^2)$  ve bundan sonraki bir  $t + \Delta t$  zamanındaki hız  $40 - 5(t + \Delta t)^2 = 40 - 5t^2 - 10t\Delta t - 5(\Delta t)^2$

Bundan dolayı ; hızın  $\Delta t$  aralığındaki değişimi :

$$\Delta V_x = V_{xf} - V_{xi} = -10t\Delta t - 5(\Delta t)^2 \text{ m/s}$$

Bu denklemi  $\Delta t$ 'ye bölüp  $\Delta t \rightarrow 0$ 'a giderken limitini alırsak bize ivmeyi verir

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (-10t - 5\Delta t) = -10t \text{ m/s}^2$$

$$T=2 \text{ için } a = -20 \text{ m/s}^2$$

### Problem-1 Sorusu

- Bir parçacık  $20\text{ m/s}$ 'lik  $x$  bileşenli ve  $-15\text{ m/s}$ 'lik  $y$  bileşenli ilk hızla  $t=0$ 'da başlangıç noktasından harekete geçmektedir. Parçacık sadece  $a_x=4\text{ m/s}^2$  ile verilen ivmenin  $z$  bileşeniyle  $xy$  düzleminde hareket etmektedir.

a) Zamanın fonksiyonu olarak herhangi bir andaki hızın bileşenlerini ve toplam hız vektörünü bulunuz.

b) t=5 saniye de parçacığın hızının büyüklük, yön ve doğrultusunu hesaplayınız.

**Problem-1 Çözümü:**

**a)**  $v_{0x}= 20 \text{ m/s}$   $a_x=4 \text{ m/s}^2$

$v_{0y}=-15 \text{ m/s}$   $a_y=0 \text{ m/s}^2$

Herhangi bir andaki hızın bileşenleri

x-bileşeni:  $v_x=v_{0x}+a_x t$   $v_x=20+4t \text{ m/s}$

y-bileşeni:  $v_y=v_{0y}+a_y t$   $v_y=-15+0.t \text{ m/s}=-15 \text{ m/s}$

Vektörel olarak  $v=v_x \hat{i}+v_y \hat{j}=(20+4t)\hat{i}-15\hat{j} \text{ m/s}$  bulunur.

**b)**  $v=(20+4t)\hat{i}-15\hat{j} \text{ m/s}$

t=5 s deki hızı:

$v=[(20+4.(5s))\hat{i}-15\hat{j}] = 40\hat{i}-15\hat{j} \text{ m/s}$ . Hız bileşenleri:  $v_x=40 \text{ m/s}$ ,  $v_y=-15 \text{ m/s}$ .

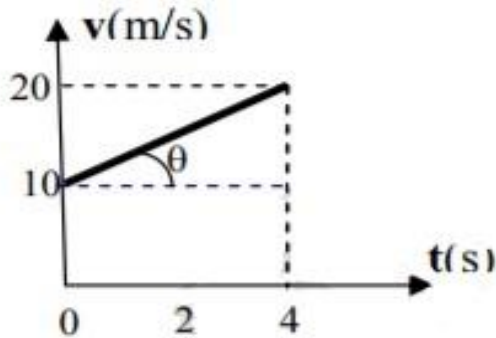
Yön =>  $\theta=\tan^{-1}(v_y/v_x)= \tan^{-1}[(-15 \text{ m/s})/(40 \text{ m/s})]=-21^\circ$

Hızın büyüklüğü(sürat) =>  $|v|=\sqrt{[(v_x)^2+(v_y)^2]} = \sqrt{[(40\text{m/s})^2+(-15\text{m/s})^2]}$

$|v|=43 \text{ m/s}$  bulunur.

**Problem-2 Sorusu:**

Hız-zaman grafiği şekilde verilen bir araç 4s de kaç metre yol almıştır?



**Problem-2 Çözümü**

Araç 10m/s başlangıç hızıyla 4s boyunca a ivmesi ile hızlanmıştır.

Hızlanma İvmesi ;  $a = \tan \theta = 10/4 = 2,5 \text{ m/s}^2$

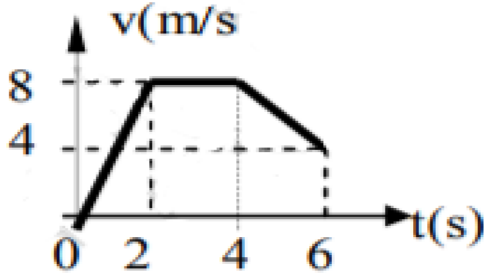
Aldığı Yol;

$$y=v_0.t + at^2/2 \quad \text{den}$$

$$y=10.4+2,5.4^2/2$$

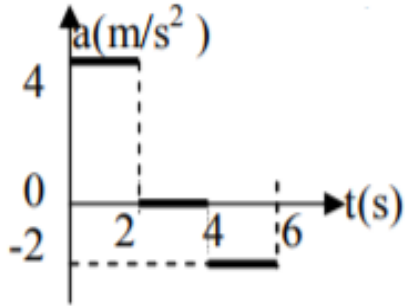
$$y=40+20 =60 \text{ m}$$

### Problem-3 Sorusu



Hız-zaman grafiği verilen hareketlinin ivme-zaman grafiğini çiziniz.

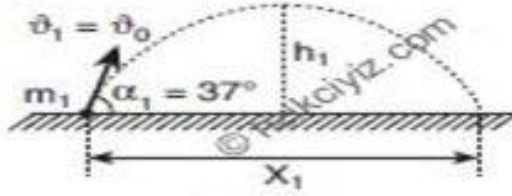
### Problem-3 Çözümü



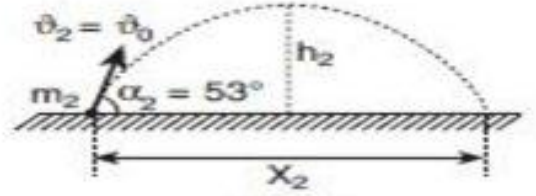
- Hareketli 0 ile 2s arasında  
 $a = 8/2 = 4 \text{ m/s}^2$  ivmesi ile hızlanmış,
- Hareketli 2s ile 4s arasında sabit hızlı hareket yapmış,
- Hareketli 4s ile 6s arasında  
 $a = (8-4)/2 = -4 \text{ m/s}^2$  ivmesi ile yavaşlamıştır

## 9 Eğik atışmenzil, maksimum yükseklik

- Problem-1 Sorusu:



Şekil - I



Şekil - II

Şekillerdeki gibi eşit büyüklükte hızlarla atılan  $m_1$ ,  $m_2$  kütleli cisimlerin maksimum yükseklikleri  $h_1$ ,  $h_2$  menzil uzaklıkları  $X_1$ ,  $X_2$  dir.

$X_1/X_2$  Oranını bulunuz ( Hava sürtünmesi önemsizdir)

• **Problem-1 Çözümü:**

- Yatay bir düzlem üzerindeki bir noktadan aynı  $V_0$  hızıyla atılmak koşulu ile  $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  açıları altında eğik atılan cisimler  $\alpha_1 + \alpha_2 = 90$  derece olduğunda aynı yatay yolları alırlar .

$$X_1 = X_2$$

- $X_1/X_2 = 1$

• **Problem-2 Sorusu:**

400 m/s hızla hareket eden uçak yerden 1000 metre yükseklikteki hedefe doğru ilerlemektedir. Hedefteki tank ise uçağa zıt yönlü 4 m/s hızla ilerlediğine göre , uçak ile tankın arası kaç metre olduğunda uçak bombayı bırakmalıdır ?  $g = 10 \text{ m/s}^2$



• **Problem-2 Çözümü:**

- Bombanın uçuş süresi =  $h = 1/2gt^2$
- $1000 = 1/2 \cdot 10 \cdot t^2$
- $t = 10 \text{ sn.}$
- $X_{\text{MENZİL}} = V \cdot t$   
=  $400 \cdot 10$   
= 4000 metre
- Tankın aldığı yol =  $X_{\text{tank}} = V \cdot t$   
=  $4 \cdot 10$   
= 40 metre

Uçak ve tank birbirine zıt olduklarına göre 4040 metre uzaklıktan bombayı bırakmalıdır.

• **Problem-3 Sorusu:**

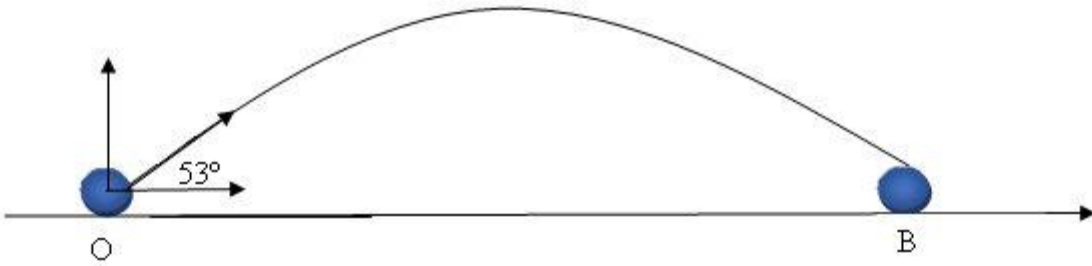
- Yatayla  $30^\circ$  açı yapacak şekilde atılan bir cisim en fazla 45 m yükselebildiğine göre bu cisim yatay doğrultuda kaç m yol alır?

( $\sin 30^\circ = 0,5$ ,  $\cos 30^\circ = 0,87$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

• **Problem-3 Çözümü:**

- Cismin atıldığı hızı bulalım, bunun için zamansız hız denklemini kullanalım.
- $V^2 = V_{0y}^2 - 2.g.h$
- Cisim en yüksek noktasına geldiğinde hızı 0 olur.
- $0 = V_{0y}^2 - 2.10.45$
- $V_{0y}^2 = 900$
- $V_{0y} = 30 \text{ m/s}$
- Cismin atıldığı hızın düşey bileşeni 30 m/s dir. Şimdi cismin atıldığı hızı bulalım.
- $V_0.\sin 30 = V_{0y}$
- $0,5V_0 = 30$
- $V_0 = 60 \text{ m/s}$
- Cisim 60 m/s hızla atılmıştır. Şimdi bu hızın yatay  $V_{0x}$  bileşenini bulalım.
- $V_{0x} = V_0.\cos 30$
- $V_{0x} = 60.0,87$
- $V_{0x} = 52,2$
- Şimdi cismin havada kalma süresini bulalım, bunun için  $V = V_{0y} - gt$  denklemini kullanalım.
- Cisim en tepe noktasında iken hızı 0 idi.
- $0 = 30 - 10t$
- $t = 3 \text{ s}$
- Cisim en tepe noktasına 3 saniyede çıkmış, uçuş süresi çıkış süresinin 2 katı olduğundan 6 saniye havada kalmıştır. Bu sürede x doğrultusunda aldığı yol,
- $X = 6.52,2$
- $X = 313,2 \text{ m}$  bulunur.

**27. Problem-1 Sorusu**



Bir cisim yukarıdaki şekilde görülen O noktasından yatay düzlemle  $53^\circ$  açı yapacak şekilde atılıyor. Cisim en fazla 20 m yükselebiliyor.

Buna göre cismin yere düştüğü B noktasının O noktasına uzaklığı kaç m'dir?

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

**28. Problem-1 Çözümü**



Cisim en yüksek noktasında yerden 20 m yüksekliktedir. Aynı zamanda bu noktada hızının  $V_{0y}$  bileşeni 0 değerini alır. İlk hızını bulmak için zamansız hız denklemini kullanabiliriz.

$$V_y^2 = V_{0y}^2 - 2 \cdot g \cdot h$$

$$0 = V_{0y}^2 - 2 \cdot 10 \cdot 20$$

$$V_{0y} = 20 \text{ m/s}$$

Bulduğumuz bu değer cismin ilk hızının düşey doğrultudaki bileşenidir. Bu bileşenden yararlanarak cismin ilk hızını bulabiliriz.

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin 53$$

$$20 = V_0 \cdot 0,8$$

$$V_0 = 25 \text{ m/s}$$

Şimdi hızın x doğrultusundaki bileşenini bulalım.

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos 53$$

$$V_{0x} = 25 \cdot 0,6$$

$$V_{0x} = 15 \text{ m/s bulunur.}$$

Şimdi cismin yatayda ne kadar mesafe aldığını bulacağız. Cismin yatayda aldığı yol X;

$X = V_{0x} \cdot t$  formülü ile bulunur. Öyleyse bize t değeri lazım.

Cismin tepe noktasında hızı 0 olduğundan ve düşey doğrultudaki hız denklemini  $V_{0y} = V_0 - gt$  olduğundan;

$$0 = V_{0y} - 10t$$

$$20 = 10t$$

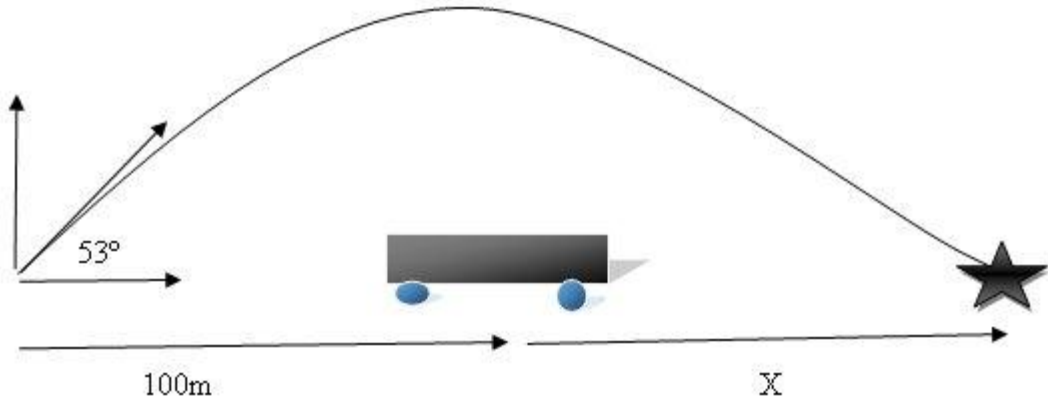
$$t = 2 \text{ saniye}$$

$$t_{\text{uçuş}} = 2 \cdot t_{\text{çıkış}} \text{ olduğundan}$$

$$t_{\text{uçuş}} = 4 \text{ saniye bulunur.}$$

$$X = 15 \cdot 4 = 60 \text{ m bulunur.}$$

## 29. Problem-2 Sorusu



Bir cisim 100 m / sn lik bir hızla şekildeki gibi yatayla  $53^\circ$  lik açı yapacak şekilde atılıyor. Cisim atıldığı anda 100 m ilerdeki bir araba  $v$  hızı ile ilerlemektedir. Cismin arabanın içine düşmesi için arabanın hızını ( $v$ ) bulunuz ( $g = 10 \text{ m/sn}$   $\cos 53 = 0,6$   $\sin 53 = 0,8$ )

### 30. Problem-2 Çözümü

Menzili:  $x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_{\text{uçuş}}$

$$100 + x = 100 \cdot 0,6 \cdot t_{\text{uçuş}}$$

$$T_{\text{uçuş}} = 2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha / g = 2 \cdot 100 \cdot 0,8 / 10 = 16 \text{ sn}$$

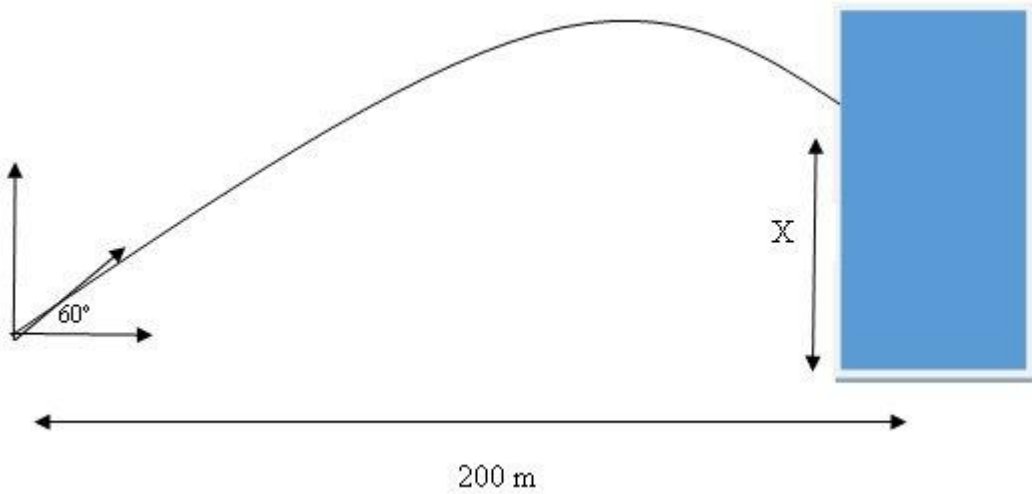
$$100 + x = 100 \cdot 0,6 \cdot t_{\text{uçuş}}$$

$$100 + x = 60 \cdot 16 \quad x = 860 \text{ m}$$

Arabanın hareketi

$$860 = v \cdot 16 \quad v = 860 / 16 = 53,75 \text{ m/s}$$

### 31. Problem-3 Sorusu



Bir cisim yatayla  $60^\circ$  yapacak şekilde yukarı doğru  $40 \text{ m / sn}$  hızla atılıyor. Cisim  $200 \text{ m}$  uzakta bir binanın penceresine çarpıyor.

- Atıldıktan kaç sn sonra pencereye çarpar?
- Pencere cismin atıldığı seviyeden kaç m yüksekliktedir?
- Cisim pencereye hangi hızla çarpmıştır.

### 32. Problem-3 Çözümü

a)  $\alpha=60^\circ$   $v_0=40 \text{ m/s}$   $x=100 \text{ m}$   $t=?$

$$X=v_0 \cdot \cos 60 \cdot t$$

$$200=40 \cdot \cos 60 \cdot t$$

$$T=5 \text{ sn}$$

b)  $y=v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - 1/2 \cdot g \cdot t^2$   
 $y=40 \cdot 0,866 - 1/2 \cdot 9,8 \cdot 25$

$$y=47 \text{ m}$$

c)  $v^2=v_0^2-2 \cdot g \cdot h$

$$v^2=40^2-2 \cdot 9,8 \cdot 47$$

$$v=26 \text{ m/sn}$$

## 10 Düzgün dairesel hareket

### Problem -1- Sorusu

Sürtünmesiz masa üzerinde  $V$  hızıyla düzgün dairesel hareket yapan  $2 \text{ kg}$  kütleli cisim tutan ipin diğer ucuna  $6 \text{ kg}$  kütleli bir cisim asılarak dengeleniyor.

Buna göre,  $V$  hızının değeri kaç  $\text{m/s}$ 'dir?

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

### Problem -1- Çözümü

Sistemin dengede kalması için  $2 \text{ kg}$  kütleli cismin merkezci kuvveti ile  $6 \text{ kg}$  kütleli cismin ağırlığının birbirine eşit olmalıdır.

Buna göre;

$$F_{\text{mer}} = G$$

$$m' \cdot v^2/r = m'' \cdot g$$

$$2 \cdot v^2/3 = 6 \cdot 10$$

$$2.v^2 = 180$$

$$v^2 = 90$$

$$v = 90^{1/2} \text{ olur.}$$

### **Problem –2- Sorusu**

Merkezinden geçen eksen çevresinde dönebilen tablada, eksenden 2 metre uzaklıkta bir cisim bulunmaktadır.

Cisimle tabla arasındaki sürtünme katsayısı  $k=0,2$  olduğuna göre, cisim dışa doğru kaymaya başladığı anda tablanın açısal hızı kaç rad/s'dir?

### **Problem –2- Çözümü**

Dışa doğru kaymaya başlanılan anda sürtünme kuvveti ile merkezci kuvvet birbirine eşittir.

Buna göre;

$$F_{sür} = F_{mer}$$

$$k.m.g = m.w^2.r$$

$$k.g = w^2.r$$

$$0,2.10 = w^2.2$$

$$w = 1 \text{ olur}$$

### **Problem –3- Sorusu**

Yarıçapı 1 metre olan dairesel yörüngede düzgün dairesel hareket yapan cismin frekansı  $1/4 \text{ s}^{-1}$  olduğuna göre, cismin çizgisel hızı kaç m/s'dir?

### **Problem –3- Çözümü**

Periyot =  $1/\text{Frekans}$  eşitliğinden dolayı bu cismin periyodu 4'tür ve;

Periyot =  $2.\pi.r/V$  formülünden

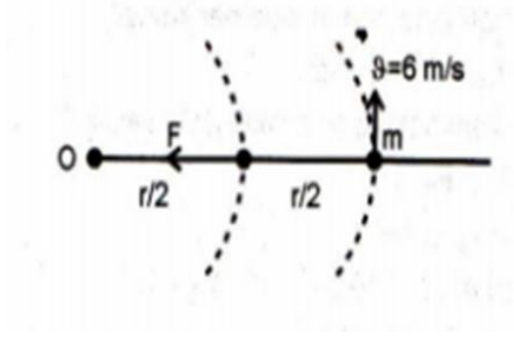
$$4 = 2.3.1/V \text{ denklemi yazılır.}$$

Bu denklemden de  $V = 3/2 = 1,5$  gelir.

### **Problem-1 Sorusu:**

- 1 metre uzunluğundaki bir ipin ortasına ve bir ucuna kütleleri 100 gram olan toplar asılıyor. Bir çocuk ipi boş ucundan tutarak uçtaki topun çizgisel hızı 6 m/s olacak şekilde yatay düzlemde çeviriyor. Çocuğun ipe uyguladığı kuvvet kaç newtondur?

**Problem-1 Çözümü:**



topların açısal hızları eşittir

$\omega = 6 / 1 = 6 \text{ m/s}$  açısal hızdır

çocuğun ipe uyguladığı

kuvvet merkezci kuvvetlerin toplamına eşittir.

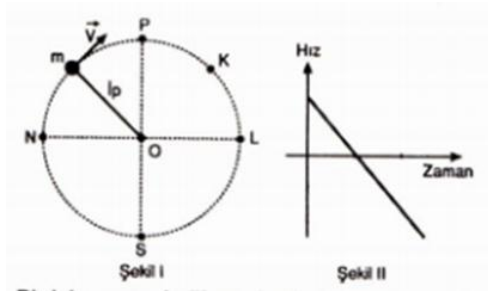
$$F = F_{M1} + F_{M2}$$

$$= m\omega^2 r/2 + m\omega^2 r$$

$$= (0,1) \cdot 6^2 \cdot (0,5) + (0,1) \cdot 6^2 \cdot 1$$

$$= 5,4 \text{ Newton olur.}$$

**Problem-2 Sorusu:**



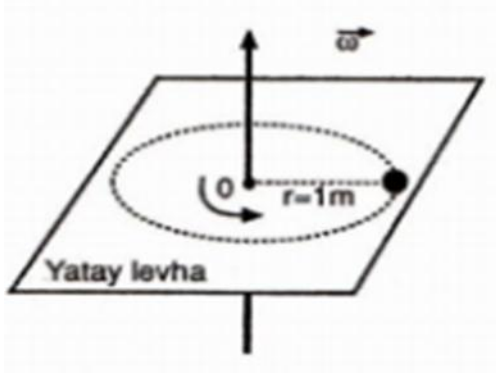
bir ipin ucuna bağlı bir m cismi, düşey düzlemde Şekil I deki gibi O noktası çevresinde döndürülürken ipten kurtuluyor. Cismin bundan sonraki hareketinin hız-zaman grafiği Şekil II deki gibi oluyor.

Buna göre cisim ipten hangi noktada kurtulmuştur?

**Problem-2 Çözümü:**

şekildeki hız-zaman grafiği düşey ekseninde yukarı atılan bir cismin hız-zaman grafiğidir.cismin düşey yukarı atış hareketi yapabilmesi için cisim N noktasından geçtiği anda ipten kurtulmuş olması gerekmektedir.

**Problem-3 Sorusu:**



yatay bir levha düşey bir eksen etrafında  $\omega$  açısal hızı ile dönmektedir. Dönme ekseninde  $r=1\text{ m}$  uzaklıktaki bir cisimle levha arasındaki statik sürtünme katsayısı 0,4tür.

Cismin kaymadan levha ile birlikte dönebilmesi için açısal hızının büyüklüğünün sınır değeri kaç rad/s olmalıdır?

**Problem-3 Cözümü:**

Harekete neden olan net kuvvet

$$F_{net}=F_s=F_M$$

Cismin tabla ile birlikte dönebilmesi için

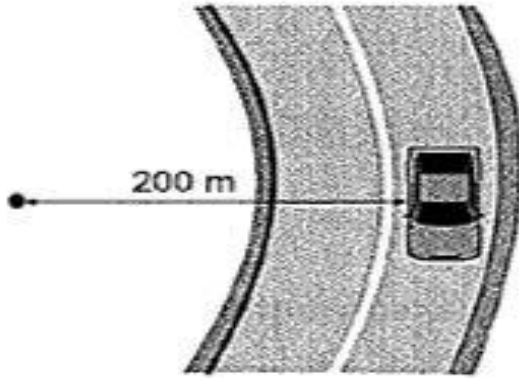
$$F_S \geq F_M$$

$$kmg \geq mw^2 r$$

$$(0,4).m.10 \geq m.w^2.1$$

$$w \leq 2 \text{ rad/s olur}$$

**Problem-1 Sorusu**



➤

- Tekerlekler ve yol arasındaki sürtünme katsayısı 0,2 olan bir arabanın 200 metre yarıçaplı yatay bir virajı savrulmadan geçebilmesi için hızının en büyük değeri kaç m/s olmalıdır?

- **Problem-1 Cözümü:**

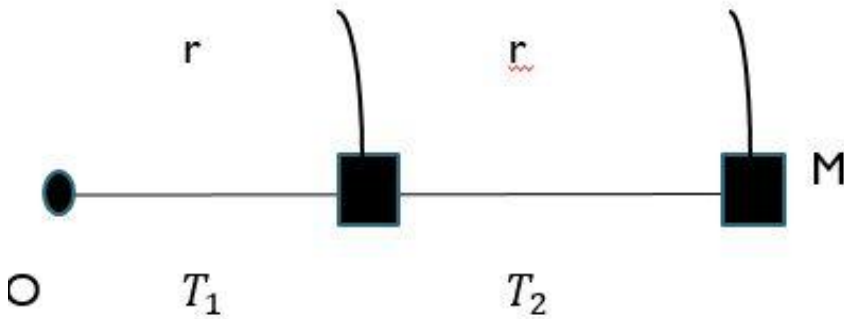
Arabanın virajı güvenle dönebilmesi için,

$$\frac{mv^2}{r} < kmg \quad \frac{mv^2}{r} = kmg$$

$$v^2 = kgr \quad v^2 = 0,2 \cdot 10 \cdot 200$$

$$v^2 = 400 \quad v = 20 \text{ m/s}$$

- **Problem-2 Sorusu:**



Cisimler düzgün çembersel hareket yapıyorlar. Buna göre ip gerilimleri arasındaki ilişki nedir?

$$\frac{T_1}{T_2} = ?$$

- **Problem-2 Cözümü:**

$$T_2 = mw^2 2r$$

$$T_1 - T_2 = mw^2 r$$

$$\frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{mw^2 2r}{mw^2 r}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2}$$

- **Problem-3 Sorusu:**

800 kg ağırlığındaki bir araç yarıçapı 32 m olan bir viraja girecektir. Yol ile aracın lastikleri arasındaki sürtünme katsayısı 0,5 olduğuna göre aracın bu virajda yapabileceği maksimum çizgisel hızı kaç m/s'dir?

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

- **Problem-3 Cözümü:**

Merkezcil kuvvet sürtünme kuvvetine eşittir.

$$F_m = F_s$$

$$F_s = mgk$$

$$F_s = 800 \cdot 10 \cdot 1,5$$



- Yukarıda görselde A i. Grafiği anlatan denklemi parçacığı S1 ortamında denklemini yazınız.

$$F_S = 4000$$

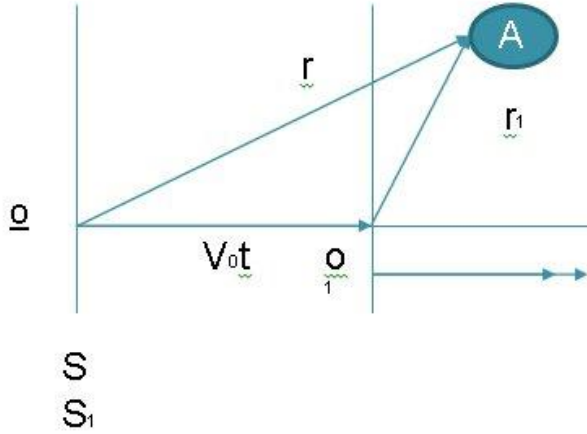
Aracın hızından kaynaklanan kuvvet sürtünme kuvvetini aşmamalıdır.

$$F_m = m \frac{v^2}{r} \quad 800 \cdot \frac{v^2}{r} = 4000$$

$$v = 4\sqrt{10}$$

## 11 Bağıl hareket Bir boyutta

- Problem-1 Sorusu:



O ve O1 noktalarında gözlemciler vardır.  $r$  ve  $r_1$  S ve S1 ortamlarına göre konum vektörleridir.  $t$  zaman sonra ki  $V_0$  konum vektörü ise  $V_0t$  dir.

Sağa doğru  $V_0$  sabit hızıyla **ii.** Hızın ve ivmenin iki sağa doğru giderken aynı gözlemlci tarafından nasıl zamanda serbest düşme ölçüldüğünü ifade eden yapmaktadır. denklemleri yazınız.

Problem-1 Çözümü:

➤ İlk soruda grafikta ‘Galile Koordinat Dönüşümü’ vardır .

Buna göre denklem;  $r' = r - V_0 t$  dir.

➤ İkinci soruda hız ve ivmenin gözlemciler göre nasıl değiştiğini ifade etmemiz söylenmiş.

$r' = r - V_0 t$  denkleminde zamana göre türev alıp hıza gecerim.

$dr'/dt = dr/dt - V_0$  olur. Son duramda  $V' = V - V_0$  olur.  $V'$  ,  $S'$  ortamında ki gözlemcinin parçığı gördüğü hız,  $V$ ,  $S$  ortamın daki gözlemcin gördüğü hız  $V_0$  ise gerçek hızdır. İvme ise  $V_0$  in sabit olduğu göz önünde bulundurularak, denklemin türevi alınır.

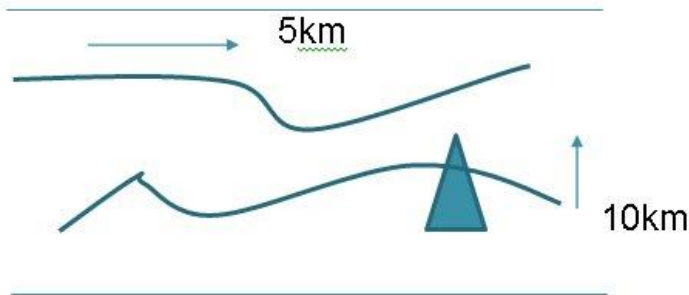
$dV'/dt = dV/dt$  olur . Son durumda anlaşılan o ki referans sistemlerinin farklı olmasını hız ve konum ile ilişkilendirirken

İvmei ilişkilendirmeyiz. Yani iki gözlemcide ivmeyi aynı ölçer.

● Problem-2 Sorusu:

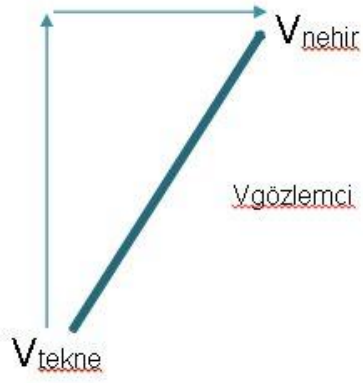
● Bir nehir üzerinde kuzeye

bir tekne nehri geçmeye çalışırken nehre göre 10 km/saat hız yapar. Nehrin yere göre hızı ise saate 5km/saat dir. Tekneye kıyıda bakan bir gözlemciye göre teknenin hızı nedir?



Problem-2 Çözümü:

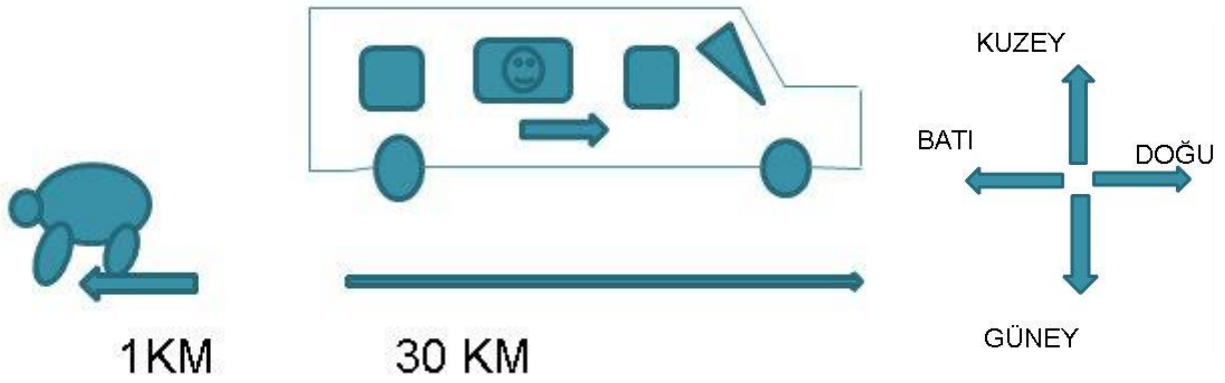
- Soruda bize sorulan kıyıda bakan bir gözlemciye göre (bağıl) teknenin hızı;
- $V_{\text{nehir}} + V_{\text{tekne}} = V_{\text{gözlemci}}$
- $(V_{\text{gözlemci}})^2 = 10^2 + 5^2$
- $V_{\text{gözlemci}} = 11.2 \text{ km/saat}$



• **Problem-3 Sorusu:**

- Düz bir yo boyunca saatte 30 km/saat sabit hızla doğu yönüne ilerlemekte olan araç içinde saatte 5 km/saat hızla ilerleyen yolcu dışarda batıya doğru saatte 1 km/saat le giden kaplumbağanın hızını ne olarak algılar?

• **Problem-3 Çözümü:**

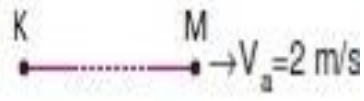
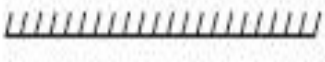


- **Araç ve aracın içindeki kisi aynı yönde giderken kaplumbağa zıt yöde gitmektedir,**

**$V_{\text{otobüs}} + V_{\text{yolcu}} - V_{\text{kaplumbağa}} = V_{\text{BAĞIL HIZ}}$**

**$30 + 2 - 1 = 31 \text{ km/saat}$  lik hızla batıya gidiyor olarak görür.**

• **Problem-1 Sorusu:**



Akıntı hızının 2m/s olduğu

şekildeki nehirde, akıntı ile

aynı doğrultuda K nokta-

sından M noktasına sabit V

hızıyla t sürede yüzen bir yüzücü geri dönüşte aynı yolu 3t sürede alıyor.

Buna göre V hızı kaç m/s'dir?

(V=yüzücünün nehire göre hızı)

A) 3m/s

B) 4 m/s

C) 5 m/s

D) 6 m/s

E) 7 m/s

• Problem-1 Çözümü:

$$X = t \cdot V_{\text{yer}}$$

$$X_{\text{km}} = t \cdot V_{\text{yer}}$$

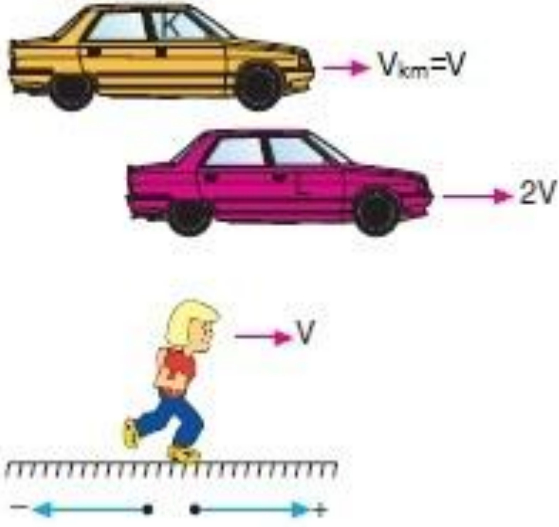
$$X_{\text{km}} = t \cdot (V + V_a) \quad X_{\text{km}} = 3t \cdot (V - V_a)$$

$$t \cdot (V + V_a) = 3t \cdot (V - V_a)$$

$$V + 2 = 3V - 6$$

$$V = 4 \text{ m/s}$$

**Problem-2 Sorusu:**



Şekildeki K ve M araçlarından

K aracının M aracına göre hızı

$V$ , M aracının yere göre hızı  $2V$

dir.

Buna göre  $V$  hızı ile hareket eden çocuk K

aracını hangi hızla gidiyor görür?

A) $V$  B) $-V$  C) $2V$  D) $-2V$  E) $3V$

• **Problem-2 Çözümü:**

$$V_{KM}=V$$

$$V_{KM}=V_K-V_M$$

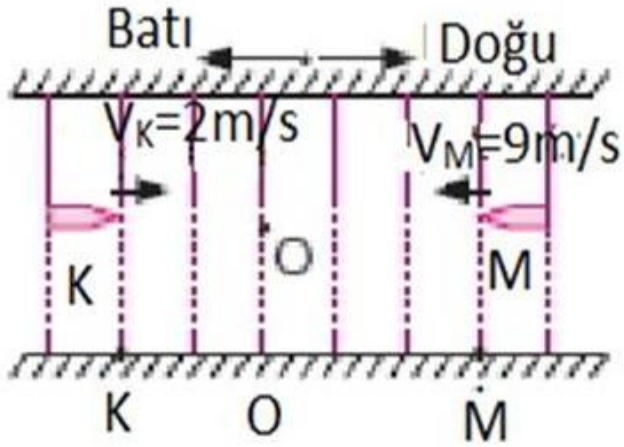
$$V=V_K-2V \quad V_K=3V$$

$$V_{KÇ}=V_K-V_Ç$$

$$V_{KÇ}=3V-V$$

$$V_{KÇ}=2V$$

• **Problem-3 Sorusu:**



Hızları 2m/s ve 9m/s olan K,M kayıkları nehrin

K ve M noktalarından aynı anda geçtikten bir süre

sonra O noktasında karşılaşıyorlar.

Buna göre akıntının hızı ve yönü için ne söylenebilir?

A) Batı yönünde 2.4m/s

B) Doğu yönünde 5m/s

C) Batı yönünde 5m/s

D) Doğu yönünde 2.4m/s

E) Doğu yönünde 3.6m/s

• **Problem-3 Çözümü:**

$$X = V_{\text{yer}} \cdot t$$

$$V_{\text{yer}} = V_T + V_A$$

$$2X = (V_K - V_A) \cdot t \quad 3X = (V_M + V_A) \cdot t$$

$$(V_K - V_A) \cdot t / 2 = (V + V_A) \cdot t / 3$$

$$3t \cdot (2 - V_A) = 2t \cdot (9 + V_A)$$

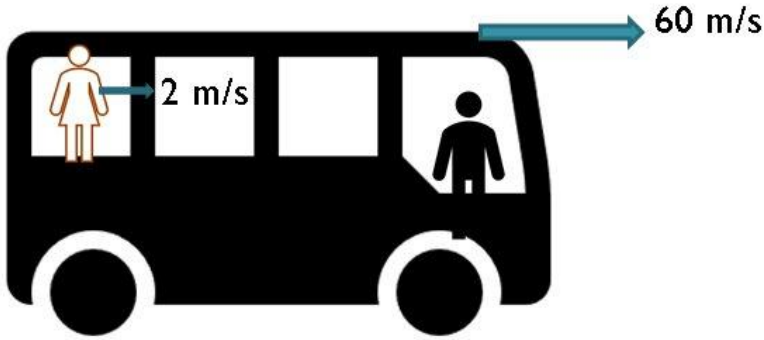
$$6 - 3V_A = 18 + 2V_A$$

$$5V_A = -12$$

$$V_A = -2.4 \text{ m/s}$$

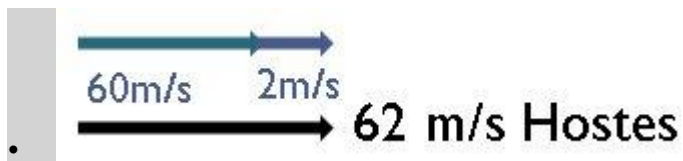
$V_A = 2.4 \text{ m/s}$  doğu yönünde

• **Problem-1 Sorusu:**



- Hostesin Hızı = 2 m/s
- Arabanın Hızı = 60 m/s
- Hostesin şoföre göre hızı nedir ?
- Hostesin yere göre hızı nedir ?
- Hostese göre arabanın hızı nedir ?

• **Problem-1 Çözümü:**



- Yere göre hızlar
- 60 m/s Araba
- 60 m/s Şoför

1)



$$V_{\text{gözlene}} - V_{\text{gözlemci}} = 62 - 60 = 2 \text{ m/s}$$

2)  $62 \text{ m/s}$

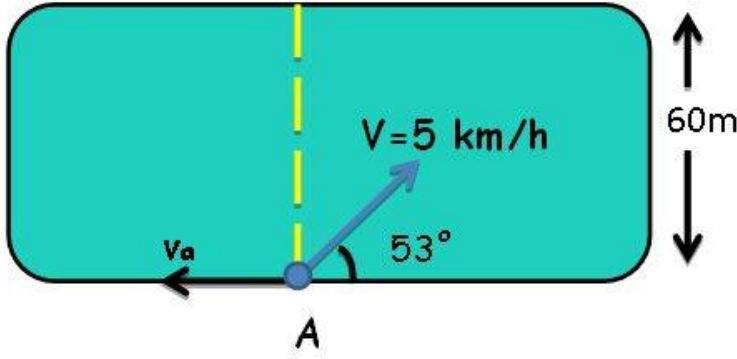
3)



$$V_{\text{gözlenen}} - V_{\text{gözlemci}} = 60 - 62 = -2 \text{ m/s}$$

## 12 Bağlı hareket İki boyutta

### 1. Problem-1 Sorusu



Va akıntısının olduğu bir nehirde A noktasından B noktasına sapmadan gitmek isteyen tekne

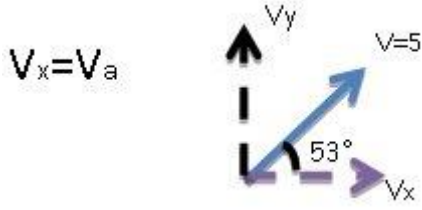
A-) Vakıntı hızı kaç m/s dir ?

B-) kaç dakikada karşıya geçer

### 2. Problem-1 Çözümü

A)





Karşıdan karşıya saptmadan gidebilmesi için  $V_x$  ile  $V_a$  birbirine eşit olmalıdır.

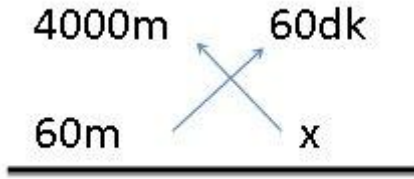
$$V_x = V \times \cos 53 = 5 \times 0,6 = 3 \text{ km/h}$$

$$V_x = \frac{10}{36} \times 3 = \frac{5}{6} \text{ m/s}$$

→ Vakıntı

B)

$$V_y = V \times \cos 37 = 5 \times 0,8 = 4 \text{ km/h}$$

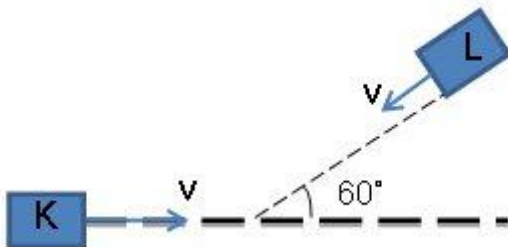


$$4\text{km}=4000\text{m}$$

$$4000 \times X = 60 \times 60$$

$$X = \frac{3600}{4000} = \frac{9}{10} = 0,9 \text{ dakika}$$

### 3. Problem-2 Sorusu

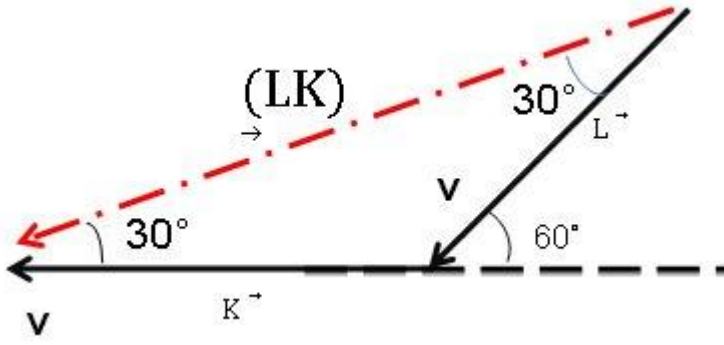


Şekildeki gibi hareket eden K ve L araçlarından L nin K ya göre hızı kaç V dir?

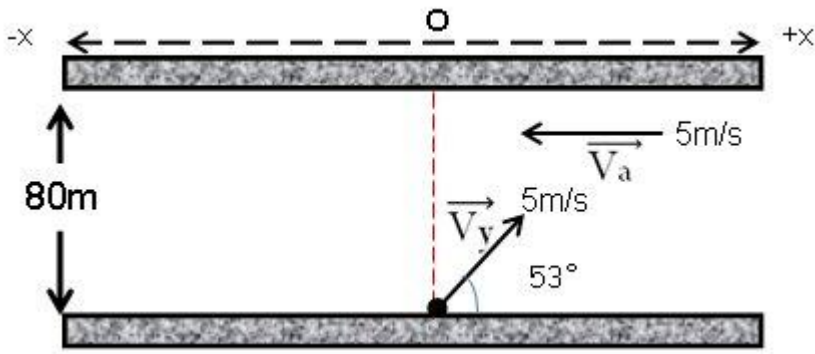
#### 1. Problem-2 Çözümü

Gözlemciye ait hız vektörü ters çevirilerek toplanır.

- 30-120-30 üçgenin özelliğini kullanarak L nin K ya göre hızı  $\sqrt{3}$  bulunur.



### 33. Problem-3 Sorusu



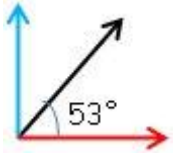
Geniřlięi 80m olan bir nehir 5 m/s hızla akmaktadır. Bir yüzücü *suya göre*  $V_s = 5\text{ m/s}$  hızla şekildeki gibi yüzmeye başlıyor .  
**Yüzücü karşı tarafa O noktasının kaç metre uzağından çıkar?**

#### 1. Problem-3 Çözümü

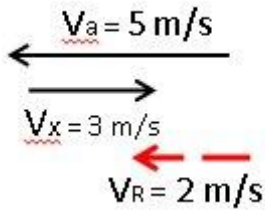
$$V_x = V \cdot \cos(\alpha)$$

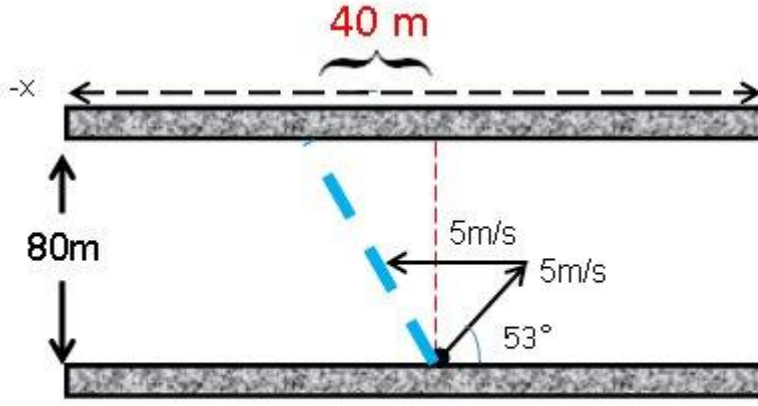
$$V_x = 5 \cdot 0,6 = 3\text{ m/s}$$

$$V_y = 5 \cdot 0,8 = 4\text{ m/s}$$



Akarsuyun hızı fazla olduğu için net vektör bileşeni  $-x$  yönünde 2 m/s olur.





$$X = 20 \times 2 = 40 \text{ m} \quad -x \text{ yönünde}$$

## Problem 1 :

Bir su motoru akıntı ile aynı yönde hareket ettiğinde 400 m lik yerdeğiştirmeyi 20 saniyede, akıntı ile ters yönde hareket ettiğinde aynı yerdeğiştirmeyi 40 saniyede yaparak başlangıç noktasına döndüğüne göre, motorun suya göre sabit hızı kaç m/s dir?

- A) 5      B) 10      C) 15      D) 20      E) 40

## Çözüm 1 :

Motor akıntı ile aynı yönde hareket ederken yere göre hızının (bileşke hızının) büyüklüğü  $(v_M + v_N)$ ; zıt yönde hareket ederken,  $v_M > v_N$  olduğundan yere göre hızının büyüklüğü  $(v_M - v_N)$  dir.

Buna göre;

$$(v_M + v_N) \cdot 20 = 400$$

$$(v_M - v_N) \cdot 40 = 400$$

Bu iki eşitlikler motorun yere göre hızı  $v_M = 15$  m/s bulunur.

**Yanıt C**  
fizikciyiz.com

## Problem 2 :

- Nehri karşıdan karşıya geçen bir tekne: Kuzeye yönelen bir tekne, geniş bir nehri suya göre 10 km/saat lik bir hızla karşıdan karşıya geçmektedir. Nehirdeki su doğuya doğru yere göre 5 km/saat lik düzgün bir hızla sahiptir. Teknenin kıyılardan birinde duran bir gözlemciye göre hızını bulunuz.

## Çözüm 2 :

- Bu hızlar arasındaki ilişki  $v_{tY} = v_{tn} + v_{nY}$   
Bulmak istediğimiz hız teknesinin yere göre olan hızı, yani  $v_{tY}$  dir.  
 $v_{ty} = [(v_{tn})^2 + (v_{ny})^2]^{1/2} = [(10\text{m/s})^2 + (5\text{m/s})^2]^{1/2} = 11,2 \text{ km/saat}$  bulunur

## PROBLEM 3 :

K ve L hareketlilerinin birbirlerine göre hareket durumları görülmektedir.

K'nın yere göre hızı

$v_K = 60 \text{ km/h}$ , L'nin

yere göre hızı

$v_L = 80 \text{ km/h}$  ise L

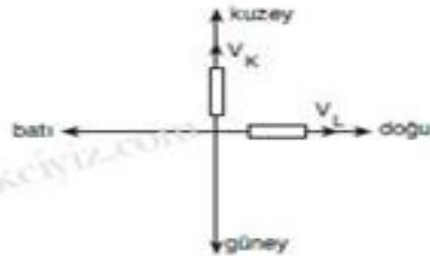
nin K'ya göre hızı kaç km/h dir?

A) 40

B) 50

C) 60

D) 80 E) 100



## ÇÖZÜM 3 :

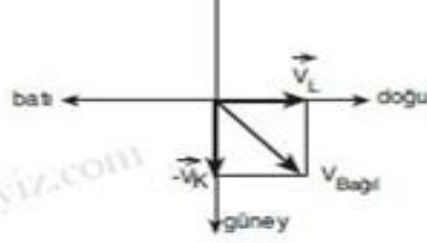
$$\vec{V}_{Bağıl} = \vec{V}_L - \vec{V}_K$$

$$V_{Bağıl}^2 = V_L^2 + V_K^2$$

$$V_{Bağıl} = \sqrt{6400 + 3600}$$

$$V_{Bağıl} = 100 \text{ km/h}$$

bulunur.



fizikciyiz.com **Yanıt E**

### 1. Problem-1 Çözümü

$V_{tn}$  : teknenin nehre göre hızı

$V_{nY}$ : nehrin yere göre hızı

$V_{tY}$  : teknenin yere göre hızı

Bu hızlar arasındaki ilişki  $V_{ty} = V_{tn} + V_{ny}$

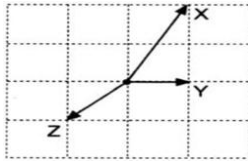
Bulmak istediğimiz hız teknenin yere göre olan hızı, yani  $V_{ty}$  dir.

$$V_{ty} = \sqrt{(V_{tn})^2 + (V_{ny})^2} = \sqrt{(10)^2 + 5^2} = 11,2 \text{ km/h}$$

$V_{ty}$ 'nin yönü;  $\tan^{-1} \alpha = V_{ny}/V_{tn}$   $\alpha : 26,6$  derece

### 2. Problem-2 Sorusu

X, Y ve Z araçlarının yere göre hız vektörleri şekildeki gibidir. Y aracının X



aracına göre hızı  $V_1$ , Z aracının Y aracına göre hızı  $V_2$  dir.

Buna göre,  $|V_1|/|V_2|$  oranı kaçtır?

### 3. Problem-2 Çözümü

X: (1,2)    Y: (1,0)    Z: (-1,-1)

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

$$V_1: (1,0) - (1,2) = (0,-2)$$

$$V_2 : (-1,-1) - (1,0) = (-2,-1)$$

$$|V_1| = \sqrt{(0^2 + [(-2)]^2)} = \sqrt{4} = 2$$

$$|V_2| = \sqrt{[(-2)]^2 + [(-1)]^2} = \sqrt{5}$$

$$|V_1|/|V_2| = 2/\sqrt{5}$$

#### 4. Problem-3 Sorusu

X aracı kuzey doğu yönünde 45 derecelik  $\sqrt{2}v$  hızıyla, Y aracı doğu yönünde  $v$  hızıyla ilerlemektedir.

**Y aracındaki gözlemci X aracını hangi yönde hangi hızla gidiyormuş gibi görür?**

#### 5. Problem-3 Çözümü

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

$$V_x = (v, v)$$

$$V_y = (v, 0)$$

$$V_{\text{bağıl}} = V_x - V_y = (v, v) - (v, 0) = (0, v)$$

Y aracındaki gözlemci X aracını **kuzey** yönünde  $v$  hızıyla gidiyormuş gibi görür.