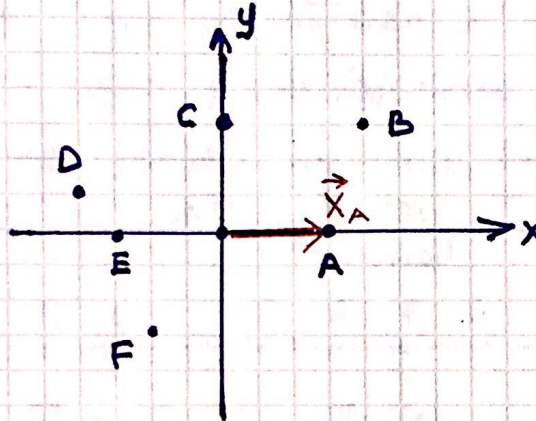


2. BÖLÜM: HAREKET (Prof. Dr. İLBİLGE DÖKME)

Temel Kavramlar

- Yörünge: Cismin hareketi sırasında izlediği yol.
- Konum ($\vec{x}$): Bir cismin sabit kabul edilen bir noktaya yönlü uzaklığıdır. Konum vektörünün yönü sabit kabul edilen noktadan cisme doğrudur.

ÖRNEK 1



KKS'de verilen noktaların Konum vektörlerini yazınız ve (Her kare 1 birim) vektörleri çiziniz.

$$A(3;0) \Rightarrow \vec{x}_A = 3\hat{i}$$

Hareket: Bir cismin sabit kabul edilen bir noktaya göre zamanla konumunu değiştirmesidir.

■ Üç türde hareket vardır:

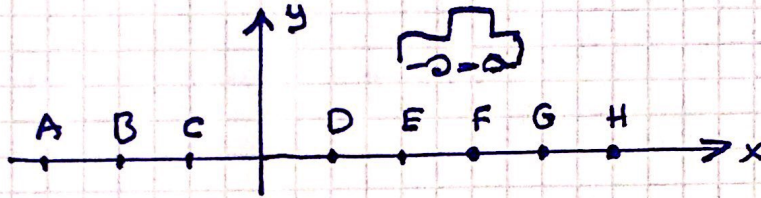
- 1.) Doğrusal Hareket (DDH, DHH ve DYH)
- 2.) Eğrisel Hareket (Eğik ve yatay atış, dairesel hareket)
- 3.) Titreşim Hareketi

1. Sayfa

Yerdeğiştirme ($\vec{\Delta x}$): Bir hareketlinin son konumu ile ilk konumu arasındaki vektörel farktır.

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$$

☺ RN2: (Bir boyutta yerdeğiştirme uygulaması) Şekilde bir boyutta KKS'deki bir arabanın a) D'den F'ye b) H'den E'ye c) A'dan C'ye d) A'dan E'ye e) E'den C'ye f) C'den A'ya gittiği durumlar için ayrı ayrı yerdeğiştirme vektörlerini, büyük lüğünü ve yönünü bulunuz. (Her kare 0,5 birim.)



a.) $\vec{\Delta x} = \vec{x}_s - \vec{x}_i = 3\hat{i} - 1\hat{i} = 2\hat{i}$ ($\Delta x = 3 - 1 = +2$ br.) Δx vektörü +x yönünde

b.) $\vec{\Delta x} = \vec{x}_s - \vec{x}_i = 2\hat{i} - 5\hat{i} = -3\hat{i}$ ($\Delta x = 2 - 5 = -3$ br.) Δx vektörü -x yönünde.

c.) ?

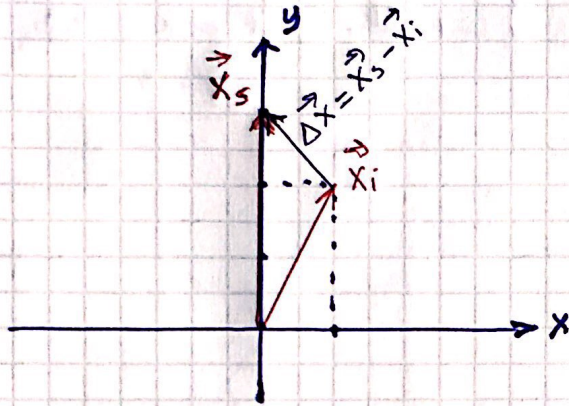
d.) ?

e.) ?

f.) ?

ÖRN.3: (iki boyutta yerdeğiştirme uygulaması) Bir hareketli a) (1;2) konumundan (0;3) konumuna ve b) (-1;1) konumundan (2;1) konumuna gittiğinde yerdeğiştirme vektörünü, büyüklüğünü ve yönünü bulunuz. Vektörleri KKS'de çiziniz.

a) $\vec{\Delta x} = \vec{x}_s - \vec{x}_i = 3\hat{j} - (\hat{i} + 2\hat{j}) = 3\hat{j} - \hat{i} - 2\hat{j} = -\hat{i} + \hat{j}$



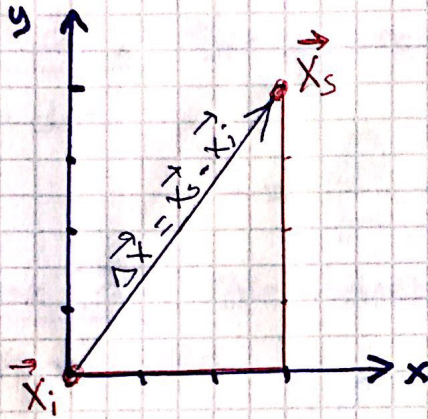
$$\Delta x = \sqrt{(-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2} \text{ br}$$

b) ?

ÖRN.4: Bir araba geniş bir arazide bulunduğu konumdan 3km. güney yönünde ardından 5km doğu yönünde hareket ettikten sonra tekrar 2km. güney yönünde ilerlemiştir. Sonra batıya yönelerek 4km daha gitmiştir. Tüm bu hareketler sonucunda arabanın yerdeğiştirme vektörü, büyüklüğünü ve güney yönü ile yaptığı açıyı bulunuz.

Yol (d): Bir hareketlinin hareketi sırasında kattığı mesafedir.

ÖR.N.5: KKS'nin orijininden harekete başlayan bir araba önce 3m. +x yönünde sonra 4m. +y yönünde hareket eder. Arabanın aldığı yolu ve yer değiştirmesini bulunuz.



$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_s - \vec{x}_i = 3\hat{i} + 4\hat{j} - (0\hat{i} + 0\hat{j})$$

$$\Delta \vec{x} = 3\hat{i} + 4\hat{j} \quad \Delta x = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Yol: } d = 3 + 4 = 7 \text{ m.}$$

Skaler Hız (Sürat) (s) (Speed): Bir hareketlinin birim zamanda aldığı yoldur.

$$s = \frac{d}{t} \quad \text{m/s}$$

Vektörel Hız ($\vec{v}$) (Velocity): Bir hareketlinin birim zamandaki yer değiştirmesidir.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (\text{ortalama hızdır})$$

Ani Hız ($\vec{v}$): Bir hareketlinin herhangi bir t zamanındaki hızıdır.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

Yer değiştirmenin zamana göre türeyi ani hızdır

☺ ÖRNEK 6: 5. örnekte arabanın hareketi boyunca geçen zaman 35 sn ise arabanın sürat v , hız vektörünü bulunuz.

$$s = \frac{d}{t} = \frac{7}{35} = 0,2 \text{ m/s}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{3\hat{i} + 4\hat{j}}{35} \text{ m/s} \quad v = \frac{5}{35} = \frac{1}{7} \text{ m/s}$$

İvme ($\vec{a}$): Bir hareketlinin birim hızındaki değişimdir.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_s - \vec{v}_i}{\Delta t} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \text{ (ortalama ivmedir)}$$

Ani ivme ($\vec{a}$): Bir hareketlinin herhangi bir t anındaki ivmesidir.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Hızın zamana göre türeyi; ani ivmeyi verir.

ÖRNEK 7: x ekseninde hareket eden bir hareketli

hızını 10 sn. içinde "düzgün olarak" 2 m/s 'den 10 m/s 'ye çıkarıyor. Bu zaman zarfında hareketlinin ivmesi nedir?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_s - v_i}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{10 - 2}{10 - 0} = \frac{8}{10}$$

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

5. sayfa

ÖRN. 7.5: Bir parçacık için konum vektörü zamanın fonksiyonu olarak $\vec{r}(t) = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j}$ olarak verilmektedir. Burada $x(t) = at + b$ ve $y(t) = ct^2 + d$ dir ve $a = 3 \text{ m/s}$, $b = 4 \text{ m}$, $c = \frac{2}{8} \text{ m/s}^2$ ve $d = 1 \text{ m}$. dir. Bu verilere göre a) $t = 2$. saniyede parçacığın anlık hız vektörünü, bu vektörün büyüklük ve yönünü bulunuz. b) $t = 2$. saniyede parçacığın ivmesini bulunuz.

2

DOĞRUSAL HAREKET TÜRLERİ

(Bir boyutta)

① DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET (DDH):

Eşit zaman aralıklarında eşit yerdeğiştirmelerin alındığı, hızın sabit, ivmenin sıfır olduğu bir harekettir. (Bir boyutta pek çok durumda yerdeğiştirme ve yol değerleri birbirine eşit olabilir.)

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_s - \vec{x}_i}{t_s - t_i} \quad v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_s - x_i}{t_s - t_i}$$

$$\begin{matrix} x_s = x & t_s = t \\ x_i = 0 & t_i = 0 \end{matrix} \Rightarrow v = \frac{x}{t} \quad \boxed{x = v \cdot t}$$

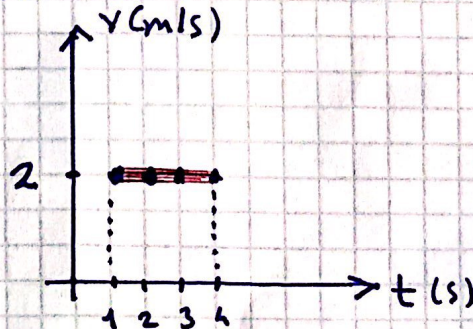
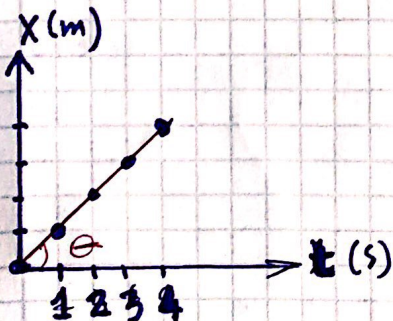
☺ RN.8: Bir oyuncak arabanın konumunun zamanla değişimi tabloda verilmiştir. a) Tabloda arabanın 1., 2., 3., 4. sn. sonunda hızını hesaplayıp yazınız.

t	x	v = x/t (m/s)
0	0	0
1.	2	2
2.	4	2
3.	6	2
4	8	2

b) Arabanın konum-zaman (x-t) grafiğini çiziniz.

c) Arabanın hız-zaman (v-t) grafiğini çiziniz.

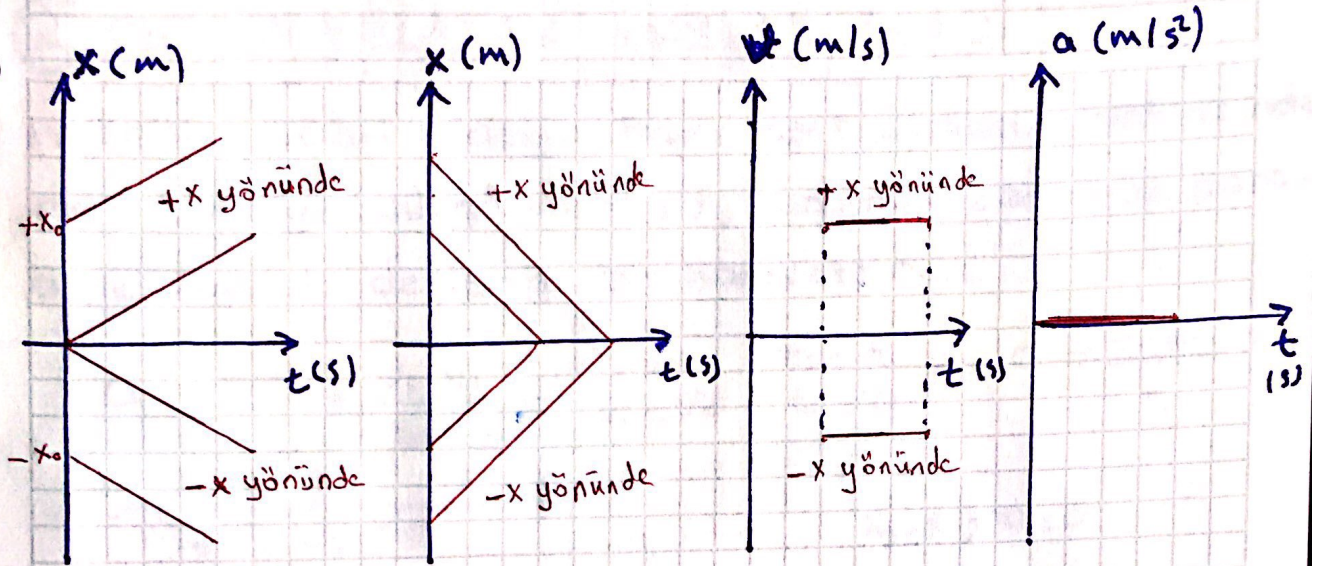
d) Grafiklerin özelliklerini belirtiniz.



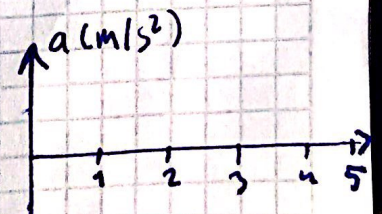
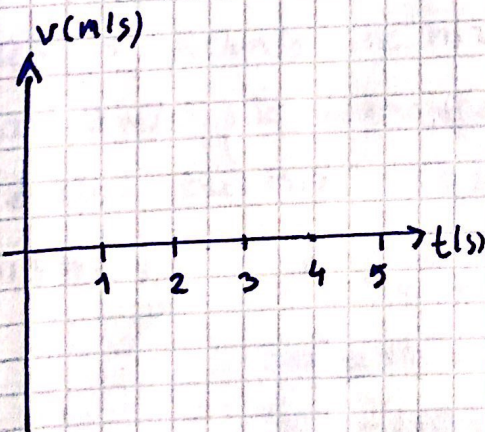
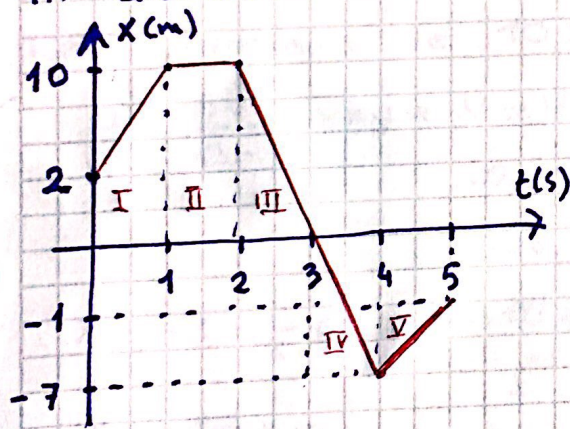
$$\tan \theta = \frac{x}{t} = v$$

Grafiklin altında kalan ALAN = $v \cdot \Delta t = \Delta x$

Genel Olarak $+x$ ve $-x$ yönünde DDH Grafikleri



ÖRNEĞİ: $x-t$ grafiği şekildeki gibi verilen bir hareketlinin a) 5 sn. sonunda aldığı toplam yolu ve yer değiştirmesini hesaplayınız. b) Her aralıkta hareketin yönünü belirleyiniz. c) Hareketlinin $v-t$ ve $a-t$ grafiklerini çiziniz.



② DÜZGÜN HIZLANAN HAREKET (DHH)

İvmenin sabit olduğu, hızın eşit zaman aralıklarında eşit arttığı (düzgün artışı), konumun zamanla parabolik olarak değiştiği bir harekettir.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_s - v_i}{t_s - t_i} \quad \begin{matrix} v_s = v \\ v_i = v_0 \end{matrix} \quad \begin{matrix} t_s = t \\ t_i = 0 \end{matrix} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{1} & \rightarrow v = v_0 + at \\ \textcircled{2} & \rightarrow x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ \textcircled{3} & \rightarrow v^2 = v_0^2 + 2ax \end{aligned}$$

$$x_s = x; x_i = 0$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_s - x_i = x - 0 = x$$

$\Rightarrow$ Hareket $+x$ yönündeyse ivme $+$
Hareket $-x$ yönündeyse ivme $-$

ÖRNEK 10: Bir hareketli 10 sn'de hızını 10 m/s'den 20 m/s'ye düzgün olarak artırmaktadır. Hareketlinin ivmesini ve 10 sn'de aldığı yolu bulunuz.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{veya} \quad v = v_0 + at$$

$$20 = 10 + a \cdot 10$$

$$10a = 10 \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 10 \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10^2 = 100 + 50$$

$$x = 150 \text{ m.}$$

ÖRNEK 11: 10 m/s ilk hızla harekete başlayan bir araba 2 m/s^2 lik ivmeyle hızını 30 m/s'ye çıkarmıştır. Araba bu hız artışı sırasında ne kadar yol almıştır.

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

$$30^2 = 10^2 + 2 \cdot 2 \cdot x$$

$$900 = 100 + 4x$$

$$800 = 4x \Rightarrow x = 200 \text{ m.}$$

ÖRNEK 12: DHH yapan bir hareketlinin 0., 1., 2., 3.

ve 4. saniyedeki hızları tabloda verilmiştir. Her 2a-
man diliminde hareketlinin ivmesini ve konumu-
nu hesaplayıp tabloya yazınız. Hareketlinin v-t,
a-t ve x-t grafiklerini çizip, grafiklerin özel-
liklerini belirtiniz.

t(s)	v(m/s)	$\Delta v / \Delta t$ a(m/s ²)	$v_0 t + (1/2) a t^2$ x(m)
0.	0	$a_1 = \frac{2-0}{1-0} = 2$	$x_1 = 1m$
1.	2	$a_2 = \frac{4-2}{2-1} = 2$	$x_2 = 4m$
2.	4	$a_3 = \frac{6-4}{3-2} = 2$	$x_3 = 9m$
3.	6	$a_4 = \frac{8-6}{4-3} = 2$	$x_4 = 16m$
4.	8		

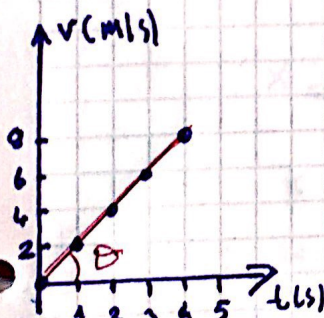
$$x_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1^2$$

$$x_1 = 1m. \quad v_0 = 0 \Rightarrow v_0 t = 0$$

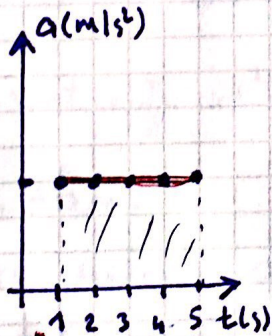
$$x_2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 4m$$

$$x_3 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 9m$$

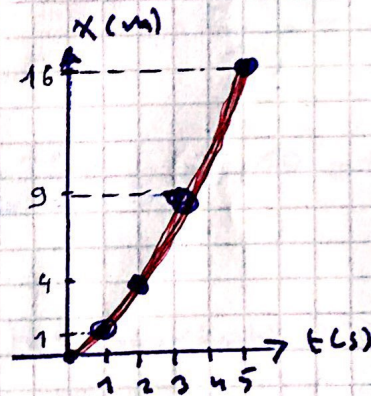
$$x_4 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 16m$$



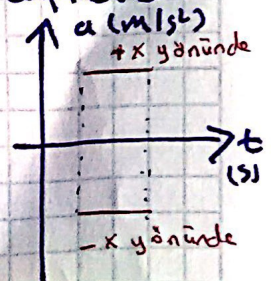
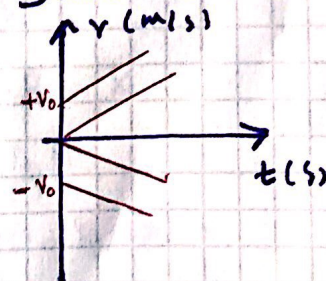
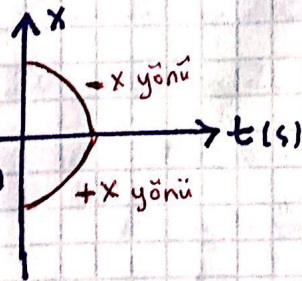
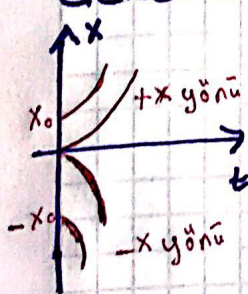
$$a = \text{eğim} = \tan \theta = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$



$$\text{ALAN} = a \cdot \Delta t = \Delta v$$



Genel Olarak +x ve -x yönünde DHH Grafikleri



③ DÜZGÜN YAVAŞLAYAN HAREKET (DYH)

Hızın eşit zaman aralıklarında eşit miktarda azaldığı (düzgün azaldığı), ivmenin sabit olduğu ve konumun zamanla parabolik olarak değiştiği bir harekettir.

$$\begin{aligned} \textcircled{1} & \rightarrow V = V_0 \mp at \\ \textcircled{2} & \rightarrow X = V_0 t \mp \frac{1}{2} at^2 \\ \textcircled{3} & \rightarrow V^2 = V_0^2 \mp 2ax \end{aligned}$$

Hareket +x yönündeysse
ivme - olur.

Hareket -x yönündeysse
ivme + olur.

ÖRNEK 13: Bir hareketli frene basarak 10 sn'de hızını 20 m/s'den 10 m/s'ye düşürüyor düzgün olarak. Hareketlinin ivmesini ve 10 sn'de aldığı yolu bulunuz.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{\Delta t} = \frac{10 - 20}{10} = \frac{-10}{10} = -1 \text{ m/s}^2$$

$$X = V_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 10 \cdot 10 + \frac{1}{2} (-1) \cdot 10^2 = 100 - 50$$

$$X = 50 \text{ m.}$$

ÖRNEK 14: Hızı 40 m/s olan bir hareketli -2 m/s^2 lik ivme ile hızını 20 m/s'ye düşürüyor. Hareketlinin bu hız düşüşü sırasında aldığı yolu bulunuz.

$$V^2 = V_0^2 + 2ax$$

$$20^2 = 40^2 + 2 \cdot (-2) \cdot X$$

$$400 = 1600 - 4X$$

$$4X = 1600 - 400$$

$$4X = 1200$$

$$X = 300 \text{ m.}$$

ÖRNEK 15: DYH yapan bir hareketlinin 0., 1., 2., 3.

ve 4. saniyedeki hızları tabloda verilmiştir. Her zaman diliminde hareketlinin ivmesini ve konumunu hesaplayıp tabloya yazınız. Hareketlinin $v-t$, $a-t$ ve $x-t$ grafiklerini çizip grafik özelliklerini belirtiniz.

$t(s)$	$v(m/s)$	$a(m/s^2)$ $\frac{\Delta v}{\Delta t}$	$x(m)$ $v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
0.	8		
1.	6	$a_1 = \frac{6-8}{1-0} = -2$	$x_1 = 7m$
2.	4	$a_2 = \frac{4-6}{2-1} = -2$	$x_2 = 12m$
3.	2	$a_3 = \frac{2-4}{3-2} = -2$	$x_3 = 15m$
4.	0	$a_4 = \frac{0-2}{4-3} = -2$	$x_4 = 16m$

$$x_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

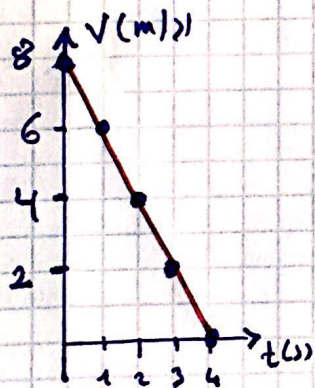
$$x_1 = 8 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot (-2) \cdot 1^2$$

$$x_1 = 8 - 1 = 7m$$

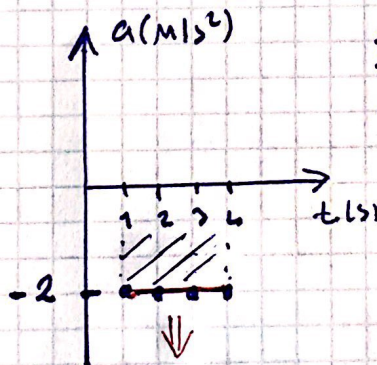
$$x_2 = 8 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 12m$$

$$x_3 = 8 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 15m$$

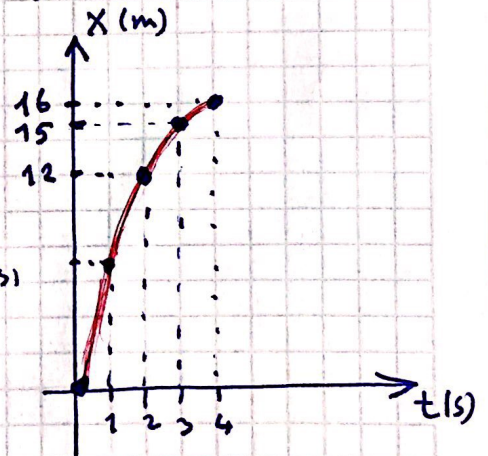
$$x_4 = 8 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 16m$$



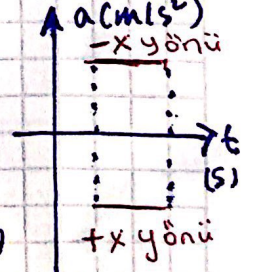
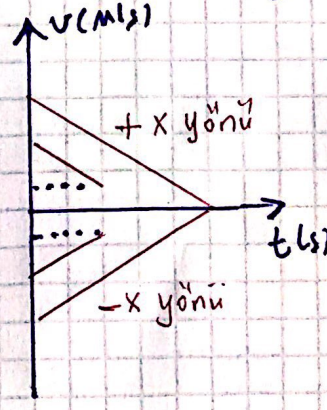
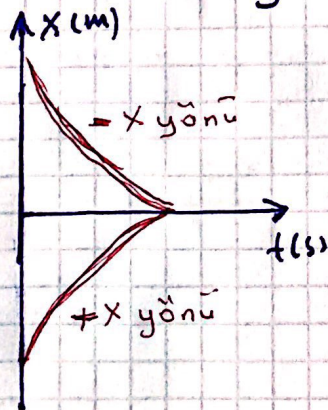
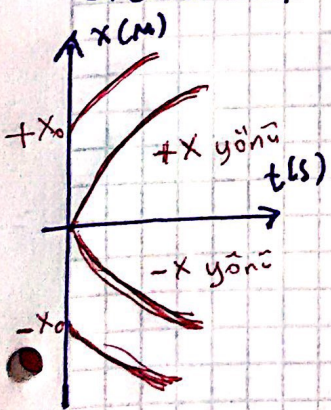
$$\text{Eğim} = \tan \theta = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$



$$\text{ALAN} = a \cdot \Delta t = \Delta v$$

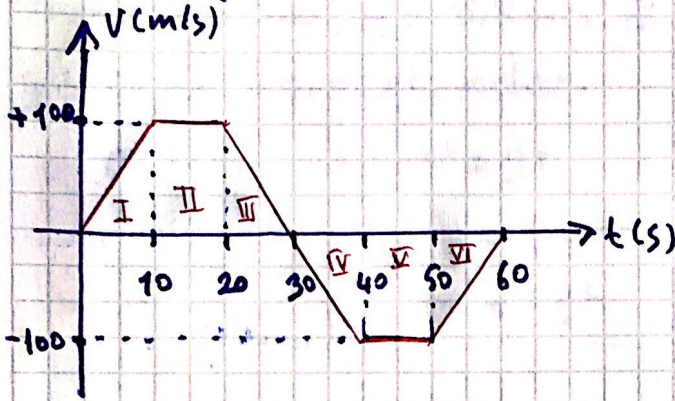


Genel Olarak $+x$ ve $-x$ yönünde DYH grafikleri



ÖRNEK 16: Bir hareketlinin $v-t$ grafiği şekildeki gibidir.

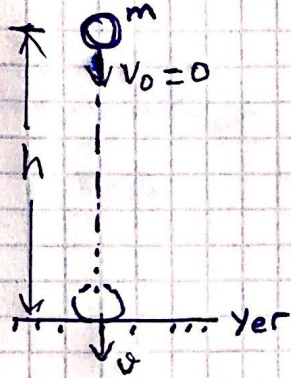
- a) Her aralıkta hareketin türü ve yönünü bulunuz.
b) Hareketlinin $a-t$ grafiğini çiziniz c) Hareketlinin $x-t$ grafiğini çiziniz. d) 60 saniye sonunda hareketlinin aldığı toplam yolu ve yer değiştirmesini bulunuz.



?

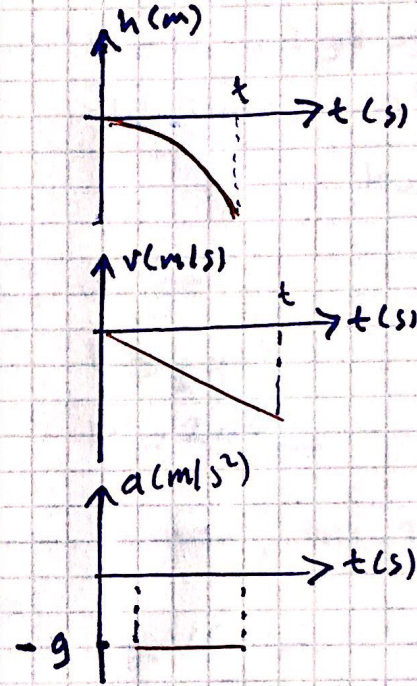
④ SERBEST DÜŞME HAREKETİ

Hava direncinin olmadığı bir ortamda m kütleli cisim h yüksekliğinden bırakıldığında cismin yaptığı harekettir. Cisme etki eden ivme yerçekimi ivmesi olup $g = 9,8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ dir. Cisim $-y$ yönünde hareket eder.



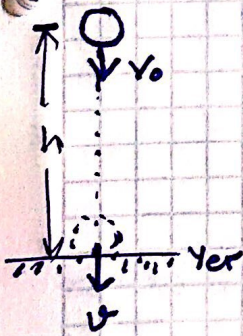
$$v = gt$$
$$h = \frac{1}{2}gt^2$$
$$v^2 = 2gh$$

$-y$ yönünde ilk hızı 0 DHH'dir.



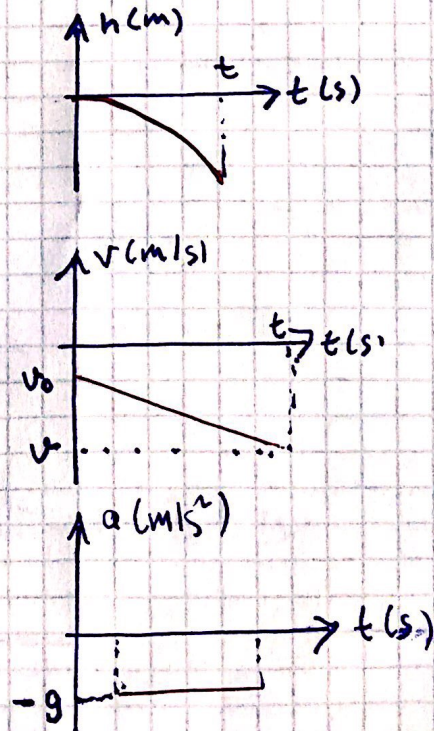
⑤ YUKARDAN AŞAĞIYA DÜŞEY ATIŞ (YADA) HAREKETİ

Serbest düşme hareketinde ilk hız varsa YADA hareketi dir.



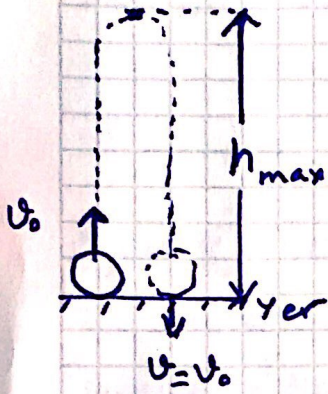
$$v = v_0 + gt$$
$$h = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$$
$$v^2 = v_0^2 + 2gh$$

$-y$ yönünde ilk hızlı DHH'dir.



6) AŞAĞIDAN YUKARIYA DÜŞEY ATIŞ (AYDA) HAREKETİ

Hareketin iki bileşeni vardır: I. bileşen +y yönünde DYH 'dir. II. bileşen -y yönünde ilk hızlı DHT (Serbest düşme) 'dir.



I. Bileşen: $v = v_0 - gt$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gh \Rightarrow v = 0$$

olduğundan $v_0^2 = 2gh_{max}$

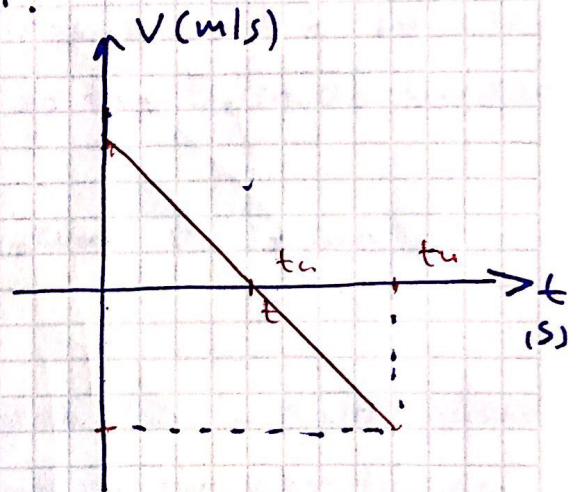
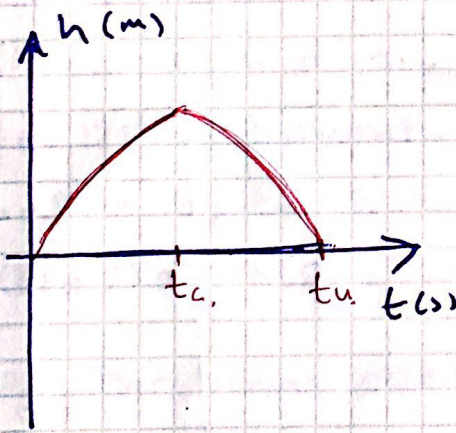
$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

II. Bileşen: $v = gt$

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

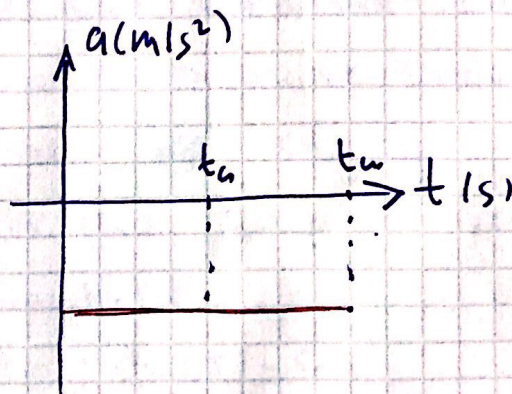
$$v^2 = 2gh_{max}$$

AYDA hareketinin konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri:



$$t_a = t_i = t$$

$$t_u = 2t$$



ÖRN:17: Hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda 0.5 kgr.lık bir cisim 2 sn'de bırakıldığı konumdan yere düşer. Cismin bırakıldığı konumun yerden yüksekliğini ve cismin yere çarpma hızını bulunuz.

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 20 \text{ m.}$$

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

ÖRN18: 10 m yükseklikten düşey olarak yere 5 m/s lik hızla fırlatılan cismin yere çarpma hızını bulunuz. (Hava direnci ihmal)

$$v^2 = v_0^2 + 2gh = 5^2 + 2 \cdot 10 \cdot 10 = 225$$

$$v = 15 \text{ m/s.}$$

ÖRN19: 40 m/s hızla, aşağıdan yukarıya düşey olarak atılan bir cismin a.) Gidebileceği max. yüksekliği b.) Havada kalma süresini c.) $t_1 = 2 \text{ sn}$ ve $t_2 = 6 \text{ sn.}$ deki hızını d.) $t_1 = 3 \text{ sn.}$ ve $t_2 = 5 \text{ sn.}$ de yerden yüksekliğini bulunuz.

a.) $h_m = 80 \text{ m}$ b.) $t_u = 8 \text{ s}$ c.) $v(2) = 20 \text{ m/s.}$ $v(6) = 20 \text{ m/s.}$

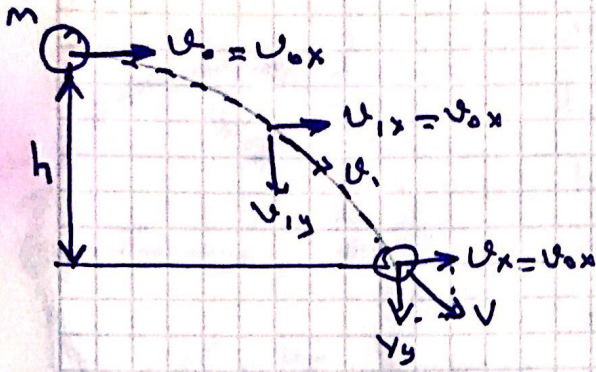
d.) $h(3) = 75 \text{ m.}$; $h(5) = 75 \text{ m.}$

ÖRN20: Bir balon düşey olarak 10 m/s hızla yükseliyor. Yerden 60 m. yükseklikteyken bir kum torbası içinden bırakılıyor. a) Kum torbasının bırakıldıktan 1 s, 1.5 s ve 2 s. sonraki hızını ve konumunu bulunuz. b.) Kum torbası kaç sn. sonra yere çarpar? c.) Kum torbasının yere çarpma hızını ve büyüklüğünü bulunuz.

a) $v(1) = 0$, $h(1) = 80 \text{ m}$; $v(1.5) = 5 \text{ m/s}$

EĞRİSEL YÖRÜNGELİ HAREKETLER (iki boyutta)

1. Yatay Atış Hareketi:



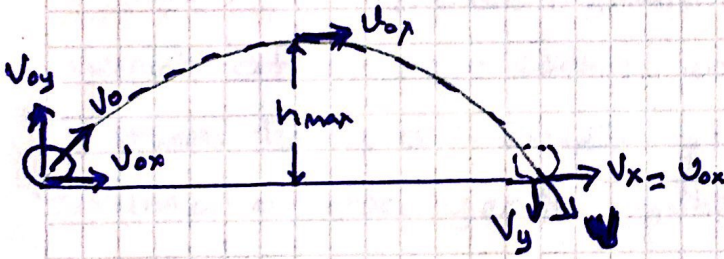
Hareketin 1. bileşeni yatayda DDH' dir.

$$X_{\text{menzil}} = u_{0x} \cdot t$$

Hareketin 2. bileşeni düşeyde SD hareketidir.

$$\begin{aligned} u_y^2 &= 2gh \\ u_y &= gt \\ h &= \frac{1}{2} gt^2 \end{aligned}$$

2. Eğik Atış Hareketi



Hareketin 1. bileşeni yatayda DDH' dir.

$$X_{\text{menzil}} = u_{0x} \cdot t_{\text{uçuş}}$$

Hareketin 2. bileşeni düşeyde AYDA hareketidir.

Çıkarken

$$u_y = u_{0y} - gt_a$$

$$0 = u_{0y} - gt_a$$

$$u_y^2 = u_{0y}^2 - 2gh_m$$

$$0 = u_{0y}^2 - 2gh_m$$

$$h_m = u_{0y} t_a - \frac{1}{2} gt_a^2$$

İnerken

$$u_y = u_{0y} + gt_i$$

$$0 = u_{0y} + gt_i$$

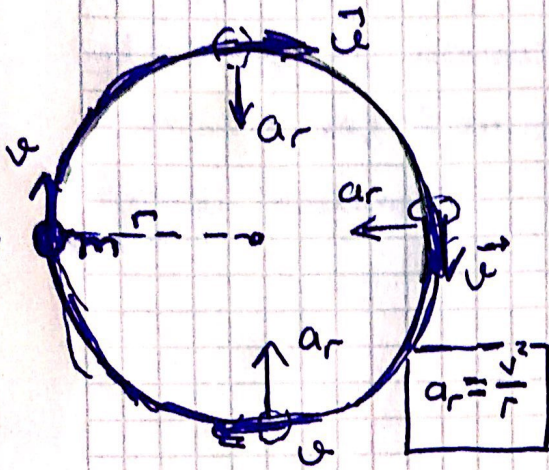
$$u_y^2 = u_{0y}^2 - 2gh_m$$

$$0 = u_{0y}^2 - 2gh_m$$

$$h_m = \frac{1}{2} gt_i^2$$

$$t_i = t_a \quad t_{\text{uçuş}} = 2t_i = 2t_a$$

3. Düzgün Dairesel Hareket:



m kütleli bir cisim r yarıçaplı dairesel bir yörüngede, büyüklüğü sabit olan bir v hızıyla hareket ediyorsa bu cismin hareketi düzgün dairesel harekettir. Cismin hızının büyüklüğü yörüngenin her noktasında

Sabit olmasına karşın yönü her noktada değiştiği için cismin merkezî (radyal) bir ivmesi vardır.

ÖRNEK 21: h yüksekliğinden 20 m/s hızla yatay olarak atılan bir cismin yere çarpma hızının düşey bileşeni 15 m/s dir. Cismin yere düşme süresini, ~~çarpma~~ atılma anında yerden yüksekliğini ve menzil uzunluğunu bulunuz.

ÖRN 22: 50 m/s'lik hızla ve yatayla 37° lik açı ile fırlatılan bir cismin a) Gıkabileceği maximum yüksekliği b) Havada kalma süresini c) menzili uzaklığını d) 2 sn sonra yerden yüksekliğini ve hızını bulunuz.

⑤ RN 23: Eğik atış hareketinde

$$h = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$$

$$X_{\text{menzil}} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

olduğunu ispatlayınız. $v_0 = 50 \text{ m/s}$ ve

a) $\theta = 15^\circ$ ($2\theta = 30^\circ$)

b) $\theta = 30^\circ$ ($2\theta = 60^\circ$)

c) $\theta = 45^\circ$ ($2\theta = 90^\circ$)

d) $\theta = 60^\circ$ ($2\theta = 120^\circ$)

e) $\theta = 75^\circ$ ($2\theta = 150^\circ$)

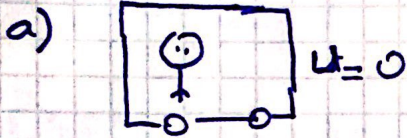
olduğunda h ve X_{menzil} uzaklıklarını hesaplayıp çizim ile gösteriniz.

BAĞIL HAREKET

Hareketli bir koordinat sistemine göre cisimlerin hareketine bağıl hareket, hızlarına da bağıl hız denir.

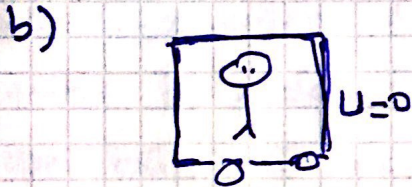
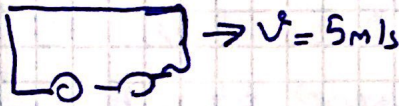
$$\vec{V}_{\text{bağıl}} = \vec{V}_{\text{gözlünen}} - \vec{V}_{\text{gözlemci}}$$

ÖRNEK 24: Tek boyutta bağıl hız uygulamaları ($V_b = V - u$)



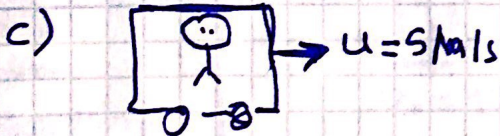
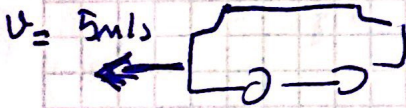
$$V_b = V - u = 5 - 0 = 5 \text{ m/s}$$

(+x yönünde)



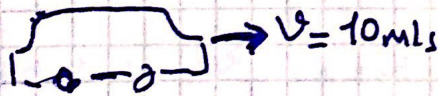
$$V_b = V - u = -5 - 0 = -5 \text{ m/s}$$

(-x yönünde)



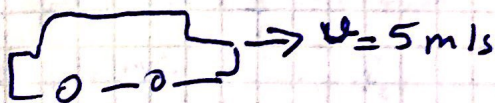
$$V_b = V - u = 10 - 5 = 5 \text{ m/s}$$

(+x yönünde)

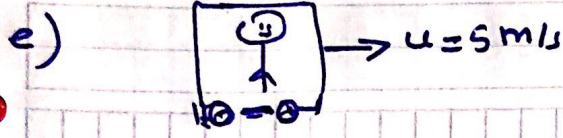


$$V_b = V - u = 5 - 10$$

$$V_b = -5 \text{ m/s}$$

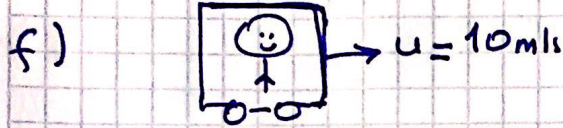


(-x yönünde)



$$v_b = v - u = -10 - 5$$

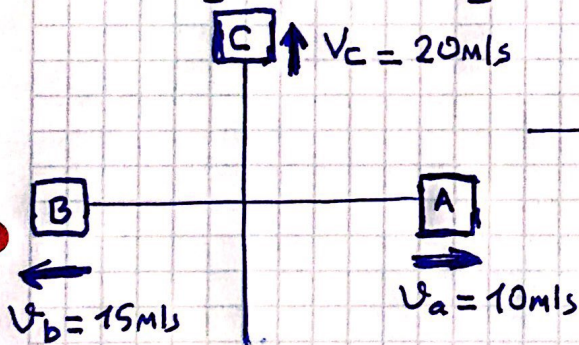
$$v_b = -15 \text{ m/s}$$



$$v_b = v - u = -5 - 10 = -15 \text{ m/s}$$

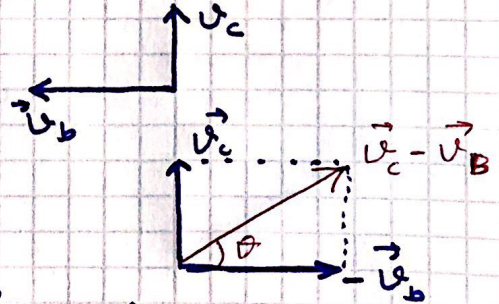
ÖRN 25: İki boyutta bağıl hız uygulamaları

Şekilde A, B ve C hareketlileri gösterilen yönlerde ve hızlarda hareket etmektedir. a) B'deki gözlemciye göre A ve C'nin hızlarının büyüklük ve yönünü b) A'daki gözlemciye göre B ve C'nin hızlarının büyüklük ve yönünü bulunuz.



a) $v_{ba} = v - u = 10 - (-15) = 25 \text{ m/s}$

$$\vec{v}_{bc} = \vec{v} - \vec{u} = \vec{v}_c - \vec{v}_b$$



b.) $v_{ab} = v - u = v_b - v_a = -15 - 10$

$$v_{ab} = -25 \text{ m/s} \text{ (-x yönünde)}$$

$$\vec{v}_{ac} = \vec{v} - \vec{u} = \vec{v}_c - \vec{v}_a$$

$$\vec{v}_{ac} = 20\hat{j} - 10\hat{i}$$

$$v_{ac} = \sqrt{20^2 + (-10)^2} = \sqrt{400 + 100}$$

$$v_{ac} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$$

$$\vec{v}_{bc} = 20\hat{j} - (-15\hat{i})$$

$$\vec{v}_{bc} = 15\hat{i} + 20\hat{j}$$

$$v_{bc} = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25 \text{ m/s}$$

$$\tan \theta = \frac{20}{15} \approx 1,3$$