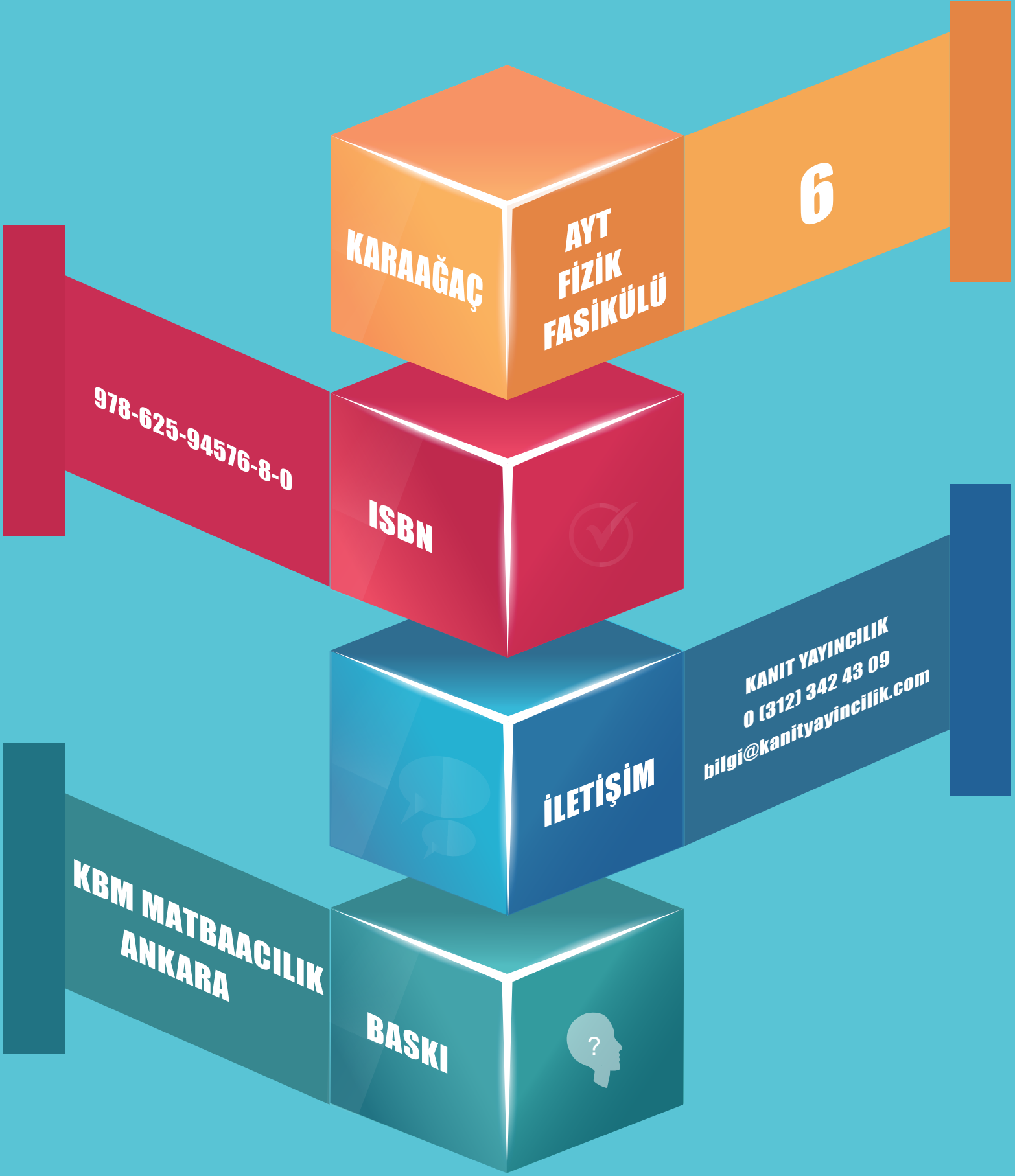




Bu ürünün tüm hakları Kanıt Yayıncılık Dağıtım Pazarlama A.Ş.'ye aittir. Tamamının ya da bir kısmının ürünü yayımlayan Kanıt Yayıncılık'ın önceden izni olmaksızın fotokopi ya da elektronik, mekanik herhangi bir kayıt sisteminde çoğaltılması, yayımlanması ve depolanması yasaktır.



bilimyoluyayincilik



0538 542 83 05

www.kanitkitapdagitim.com



Bütün ümidim gençliktedir.

K. Atatürk

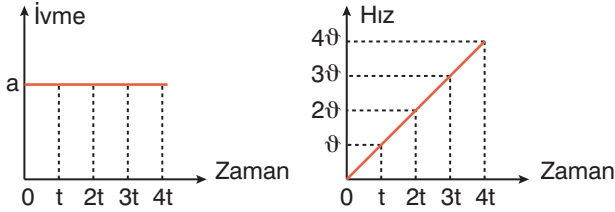
İçindekiler



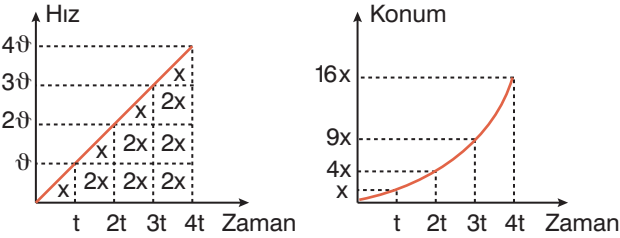
Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket.....	5
Bağıl Hareket.....	31
Newton'un Hareket Yasaları	53
İş – Güç – Enerji	85
İki Boyutta Hareket	117

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

Bir doğru boyunca hareket eden aracın hızı, eşit zaman aralıklarında eşit miktarda değişiyorsa (hızlanıyor veya yavaşlıyorsa), bu harekete “**düzgün değişen doğrusal hareket**” veya “**sabit ivmeli hareket**” denir. Aracın hızı her t sürede düzgün olarak artarken veya azalırken, bu aralıklarda aldığı yollar birbirlerinden farklıdır. Dolayısıyla, aracın hız – zaman grafiği doğrusal olurken konum – zaman grafiği “parabolik” olarak çizilir. Örneğin, durmakta olan bir araç, $4t$ süresince ve sabit a ivmesi ile her t sürede hızını ϑ kadar artırarak hızını 0’dan 4ϑ ’ye çıkarır.

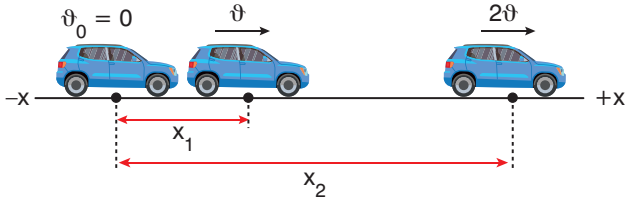


Hız–zaman grafiğinin altında kalan alan, aracın aldığı yolu verir. Şekildeki, hız–zaman grafiğinin $0 - t$ zaman aralığında, grafiğin altında kalan alana “ x ” denilir ve $0 - 4t$ zaman aralığında aracın aldığı yollar konum – zaman grafiği üzerinde gösterilirse;

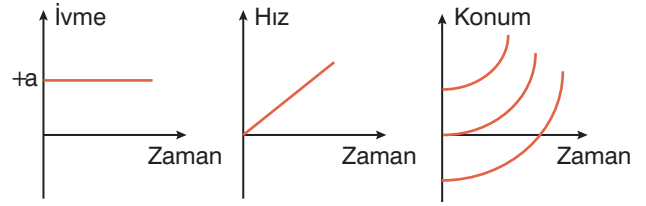


hareketlinin konum–zaman grafiğinin parabolik olarak çizilmesi gerektiği görülür.

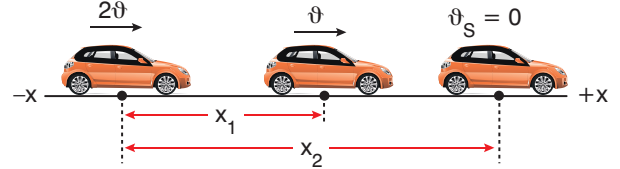
a) (+x) Yönünde Düzgün Hızlanan Hareket:



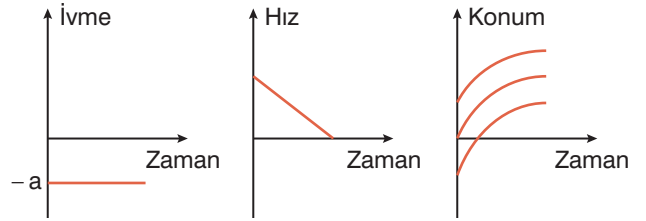
$t = 0$ anında durmakta olan bir araç $+x$ yönünde hızını sabit a ivmesi ile arttırırsa, hızı düzgün olarak artan aracın her t sürede aldığı yol, bir önceki zaman aralığına göre artar. Buna göre, aracın ivme – zaman, hız–zaman ve konum – zaman grafikleri şekillerdeki gibi çizilir.



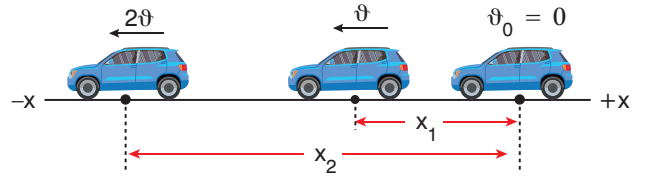
b) (+x) Yönünde Düzgün Yavaşlayan Hareket:



$+x$ yönünde hareket eden araç, sabit a ivmesi ile hızını azaltarak yavaşlarken aracın her t sürede aldığı yol bir önceki zaman aralığına göre azalır. Aracın hızındaki değişim negatif işaretli olacağından aracın yavaşlama ivmesinde işareti negatif olur. Buna göre, aracın ivme – zaman, hız – zaman ve konum – zaman grafikleri aşağıdaki gibi çizilir.

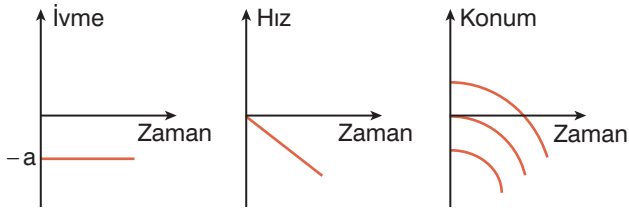


c) (-x) Yönünde Düzgün Hızlanan Hareket:

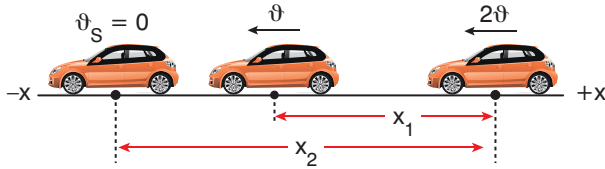


Durmakta olan bir araç $-x$ yönünde, sabit a ivmesi ile hızını düzgün olarak arttırırsa, aracın her t sürede aldığı yol, bir önceki zaman aralığına göre artar. Araç, $-x$ yönünde hızlanırken hızındaki değişimin işareti negatif olacağından ivmesinde işareti negatif olur ve aracın ivme – zaman, hız – zaman ve konum – zaman grafikleri aşağıdaki gibi çizilir.

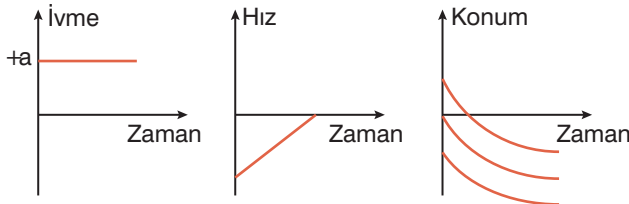
Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket



d) (-x) Yönünde Düzgün Yavaşlayan Hareket:



-x yönünde hareket eden bir araç, sabit a ivmesi ile hızını düzgün olarak azaltırsa, hızındaki değişimin işareti pozitif olduğundan ivmesinin işareti pozitif olur. Aracın her t sürede aldığı yol, bir önceki zaman aralığına göre azalır ve aracın ivme - zaman, hız - zaman ve konum - zaman grafikleri aşağıdaki gibi çizilir.



Tüm bu anlatılanlara göre, hızdaki değişimi tanımlayabilmek için **"ivme"** adı verilen bir kavram kullanılır. Buna göre **"ivme"**; bir hareketlinin birim zaman içinde hızındaki değişiminden denir. İvme, vektörel bir büyüklük olup a ile gösterilir.

$$\text{İvme} = \frac{\text{Hızdaki değişim}}{\text{zaman}} \text{ 'dır. ve}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

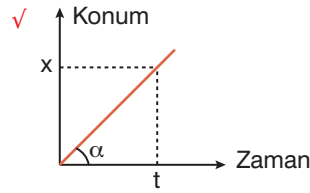
HAREKETTE KULLANILAN GRAFİKLER:

Hareket halinde olan cisimlerin, hareket biçimlerini tanımlanırken grafiklerden faydalanılır. Verilen grafiklerin eğimleri

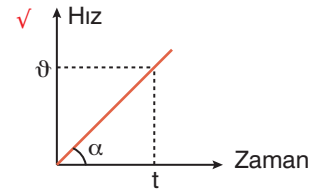
veya grafiklerin altlarında kalan alanlar ise aracın hızını, konumunu veya ivmesini verir. Buna göre;

- ✓ Konum-zaman grafiğinin eğimi hızı,
- ✓ Hız-zaman grafiğinin eğimi ivmeyi,
- ✓ Hız-zaman grafiğinin altında kalan alan alınan yolu,
- ✓ İvme-zaman grafiğinin altında kalan alan hızdaki değişimi verir.

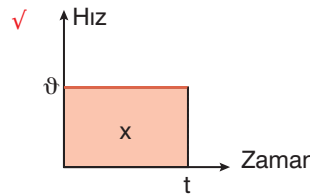
Bu anlatılanların grafiklerle gösterimi ise aşağıdaki gibi olur.



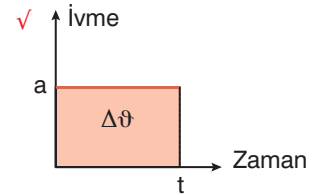
$$\tan \alpha = \frac{x}{t} = v$$



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



$$x = v \cdot t$$



$$\Delta v = a \cdot t$$

Grafikler arasındaki geçişler, aşağıda gösterildiği gibi özetlenebilir.

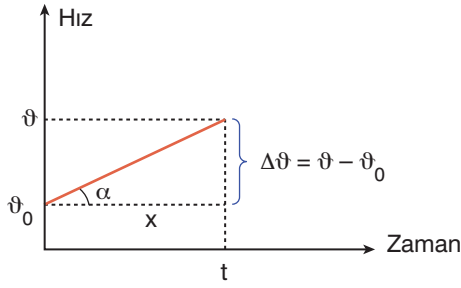
Not

$$\begin{aligned} & \left(\begin{array}{c} \text{Konum} \\ \text{Zaman} \end{array} \right) \xrightarrow{\text{eğim}} \left(\begin{array}{c} \text{Hız} \\ \text{Zaman} \end{array} \right) \xrightarrow{\text{eğim}} \left(\begin{array}{c} \text{İvme} \\ \text{Zaman} \end{array} \right) \\ & \left(\begin{array}{c} \text{Konum} \\ \text{Zaman} \end{array} \right) \xleftarrow{\text{alan}} \left(\begin{array}{c} \text{Hız} \\ \text{Zaman} \end{array} \right) \xleftarrow{\text{alan}} \left(\begin{array}{c} \text{İvme} \\ \text{Zaman} \end{array} \right) \end{aligned}$$

SABİT İVMELİ HAREKETTE KULLANILAN FORMÜLLER

+x yönünde hareket eden ve ilk hızı v_0 olan bir araç, x kadar yol alarak sabit a ivmesi ile hızını t sürede v_0 ' dan v ' ye çıkarırsa aracın hız-zaman grafiği şeklindeki gibi çizilir.

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket



Bu grafiğin eğimi aracın ivmesini;

$$\checkmark \tan \alpha = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} = a \Rightarrow v - v_0 = a \cdot t$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

bu grafiğin altında kalan ise aracın aldığı yolu verir.

$$\checkmark x = \frac{(v_0 + v)}{2} \cdot t = \frac{(v_0 + v_0 + a \cdot t)}{2} \cdot t$$

$$x = \frac{2v_0 \cdot t}{2} + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

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

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$\checkmark v - v_0 = a \cdot t$$

$$\frac{v - v_0}{a} = t$$

Bulunan t değeri,

$$x = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

formülünde yerine yazılırsa;

$$x = v_0 \cdot \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2$$

$$x = \frac{v_0 \cdot v - v_0^2}{a} + \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{v^2 - 2v \cdot v_0 + v_0^2}{a^2} \right)$$

$$x = \frac{v_0 \cdot v - v_0^2}{a} + \frac{v^2 - 2v \cdot v_0 + v_0^2}{2a}$$

$$x = \frac{2v_0 \cdot v - 2v_0^2 + v^2 - 2v \cdot v_0 + v_0^2}{2a}$$

$$x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot x$$

bağıntısına ulaşılır. Görüldüğü gibi formüllerdeki ivme işaretleri pozitif olarak alınır. Fakat aracın hareket şekline bağlı olarak ivmenin işareti pozitif veya negatif olabilir. Buna göre; formüllerin düzenlenmiş genel halleri;

$$v = v_0 \mp a \cdot t$$

$$x = v_0 \cdot t \mp \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

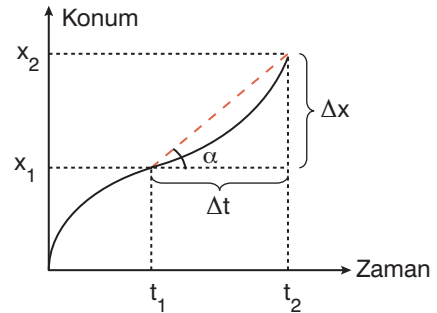
$$v^2 = v_0^2 \mp 2a \cdot x \quad (\text{zamansız hız formülü})$$

şeklinde yazılır.

Ortalama Hız: Bir cisim doğrusal bir yörüngede değişik hızlarda Δt süresince hareket ederek Δx yer değiştirmesi yaparsa, hareketlinin ortalama hızı;

$$\vec{v}_{or} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

bağıntısı ile bulunur.



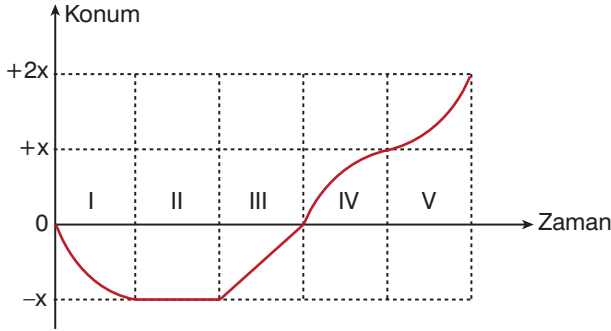
Yukarıda verilen konum – zaman grafiğinde, iki nokta arasındaki ortalama hız, bu noktalardan geçen doğrultunun eğiminden hesaplanır.

Skaler Hız: Hareketlinin birim zamanda aldığı yola **skaler hız (sürat)** denir.

$$\text{Skaler hız} = \frac{\text{Alınan yol}}{\text{Zaman}}$$

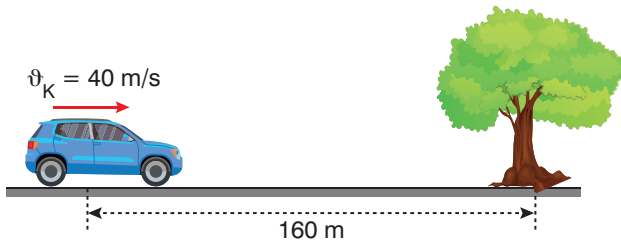
Skaler olduğu belirtilmediği sürece, hız vektörel büyüklük olarak alınır.

1. Doğrusal hareket yapan bir cismin konum – zaman grafiği şekildeki gibidir.



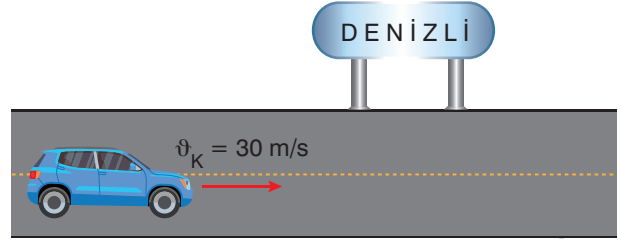
Buna göre, I, II, III, IV ve V numaralı aralıklarda cismin hangi yönde ve nasıl hareket yaptığını yorumlayınız.

2. Sabit 40 m/s hızla gitmekte olan aracın sürücüsü, 160 m uzaklıktaki ağacı farkettiğinde sabit a ivmesi ile yavaşlayarak ağaca tam çarpacağı anda duruyor.



Buna göre, aracın yavaşlama ivmesi kaç m/s^2 'dir?

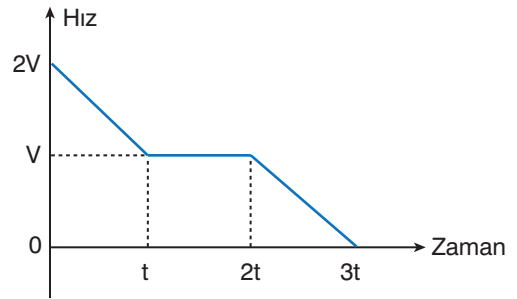
3. $t = 0$ anında şehir tabelasına göre konumu -50m olan arabanın ilk hızı 30 m/s 'dir.



Araba bu andan itibaren 10 m/s^2 'lik ivme ile düzgün olarak hızlanmaya başlıyor.

4 sn sonra arabanın şehir tabelasına göre konumunu bulunuz.

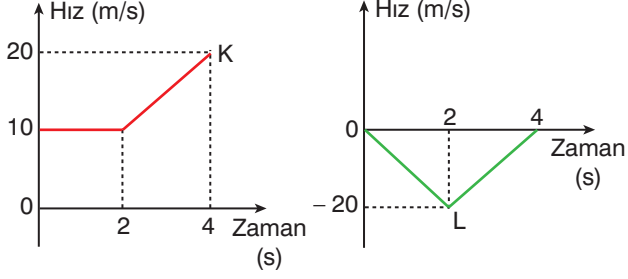
4. Hız – zaman grafiği şekildeki gibi olan bir cisim KLM yolunu $3t$ sürede alıyor.



KL = LM olduğuna göre, cisim yolun son yarısı olan LM bölümünü kaç t sürede alır?

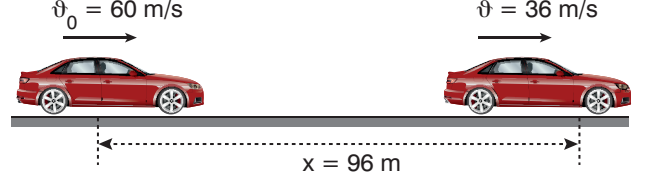
Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

5. Doğrusal bir yolda giden K ve L araçlarının hız – zaman grafiği şekildeki gibidir.

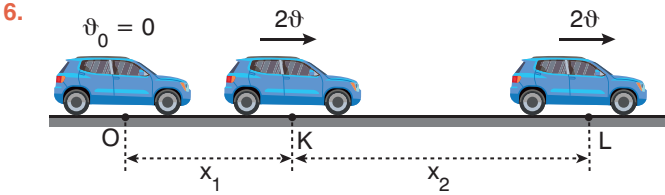


L aracı durduğunda K ile yanyana geldiğine göre, başlangıç anında K'ya göre konumu nedir?

7. İlk hızı 60 m/s olan bir hareketli düzgün yavaşlayarak 96 m yol aldığı anda hızı 36 m/s oluyor.

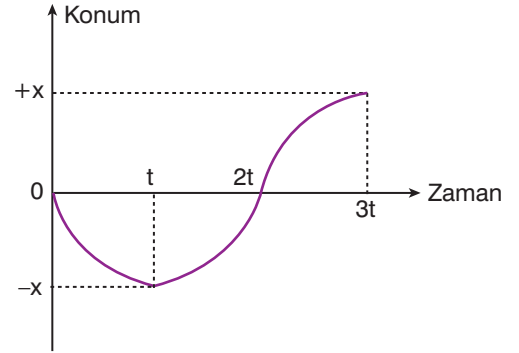


Bu hareketlinin duruncaya kadar alacağı toplam yol kaç metredir?



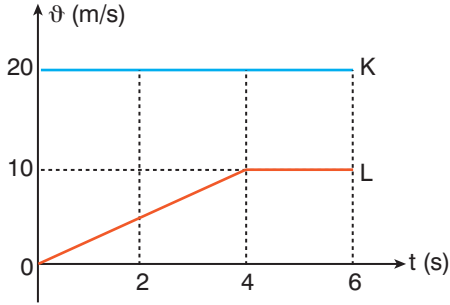
Durmakta olan bir araç, O – K yolunu düzgün hızlanarak, K – L yolunu ise sabit $2a$ hızı ile eşit sürelerde aldığına göre $\frac{x_1}{x_2}$ oranı nedir?

- 8.



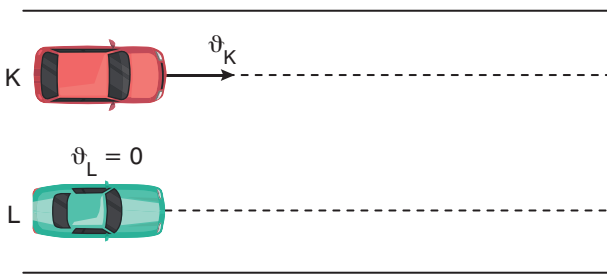
Konum – zaman grafiği şekildeki gibi verilen hareketlinin hız – zaman ve ivme – zaman grafiği nasıl olabilir?

1. Doğrusal bir yolda K ve L araçlarına ait hız – zaman grafikleri şekildeki gibidir.



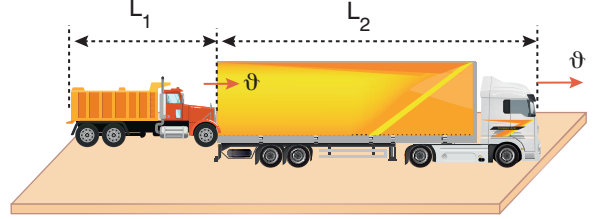
6s sonra K ve L araçları yanyana olduklarına göre, $t = 0$ anında araçların birbirlerine göre, konumları için ne söylenebilir?

2. Şekildeki doğrusal yolda hızı v_K olan K aracı a ivmesi ile yavaşlamaya başladığı anda, L aracı da aynı noktadan a ivmesi ile hızlanmaya başlıyor.



Araçların hız büyüklükleri eşit olduğu anda aldıkları yolların oranı $\frac{x_K}{x_L}$ nedir?

3. L_1 ve L_2 uzunluğundaki iki araç şekildeki durumda v hızı ile giderken, arkadaki araç öndeki aracı sollamak için a ivmesi ile hızlanmaya başlıyor.

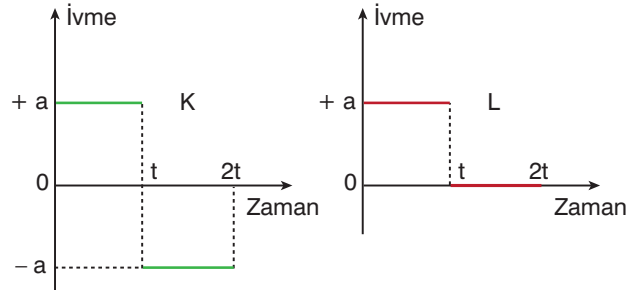


Arkadaki aracın, öndeki aracı ne kadar sürede geçebileceğini bulabilmek için;

- v hızının,
- a ivmesinin,
- L_1 uzunluğunun,
- L_2 uzunluğunun

niceliklerinden hangilerinin bilinmesi gerekir?

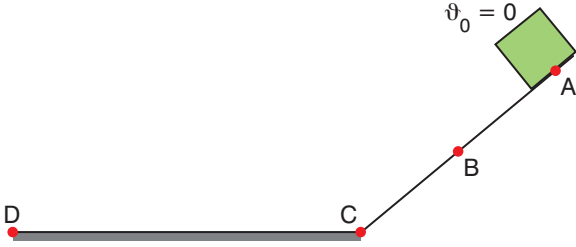
4. İlk hızı sıfır olan K ve L araçlarının ivme – zaman grafikleri şekildeki gibidir.



K ve L araçlarının $(0 - 2t)$ aralığında ortalama hızlarının oranı kaçtır?

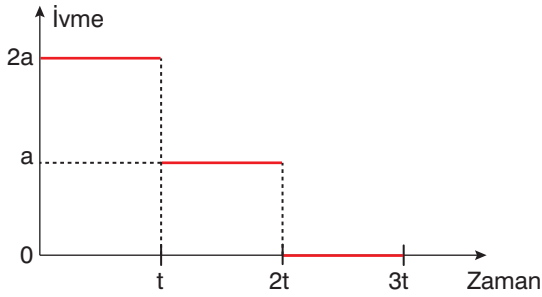
Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

5. Düşey kesiti şekildeki gibi olan yolun A noktasından serbest bırakılan bir cisim ABCD yolunu izleyerek D noktasında duruyor. Cisme yalnızca CD aralığında sabit büyüklükte bir sürtünme kuvveti etki etmektedir.



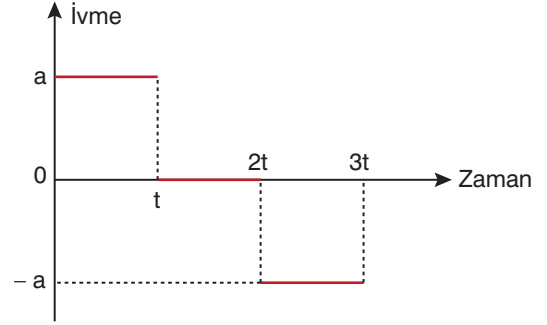
Buna göre, cismin AB, BC ve CD aralıklarındaki ortalama hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nasıl olur?

6. İvme–zaman grafiği yukarıdaki gibi olan bir hareketlinin t anındaki hızı ϑ_1 , $2t$ anındaki hızı ϑ_2 , $3t$ anındaki hızı ise ϑ_3 'tür.



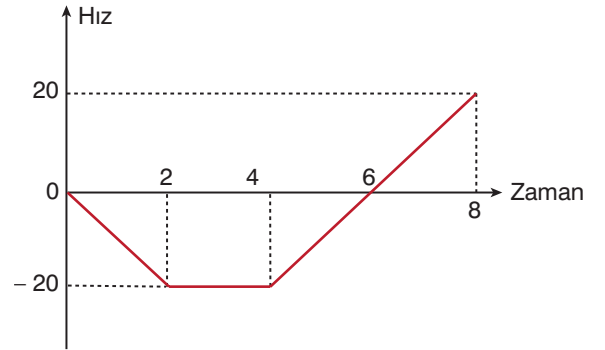
Buna göre; $t = 0$ anında durmakta olan aracın ϑ_1 , ϑ_2 ve ϑ_3 hız büyüklükleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

7. $t = 0$ anında durmakta olan bir aracın ivme – zaman grafiği aşağıdaki gibidir.



Aracın $0 - t$ aralığında aldığı yol x_1 , $t - 2t$ aralığında aldığı yol x_2 ve $2t - 3t$ aralığında aldığı yol x_3 olduğuna göre x_1 , x_2 ve x_3 arasındaki büyüklük sıralaması nedir?

8. Doğrusal bir yolda hareket eden bir cismin hız – zaman grafiği şekildeki gibidir.



Cisim başlangıçta $X_0 = +60\text{m}$ konumunda ise cismin konum – zaman ve ivme – zaman grafiklerini çiziniz.

uygulatan

1. Sabit hızla gitmekte olan bir otobüs içindeki yolcular, otobüs şoförünü duruyor görürken, otobüsün dışındaki bir gözlemci, şoförü hareketli görür.

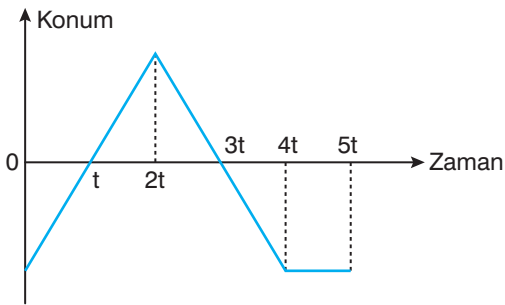
Buna göre;

- Şoförün hareket durumu gözlemciye göre değişir.
- Hareket, göreceli bir kavramdır.
- Şoförün konumu, referans noktası olarak alınabilir.

verilenlerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

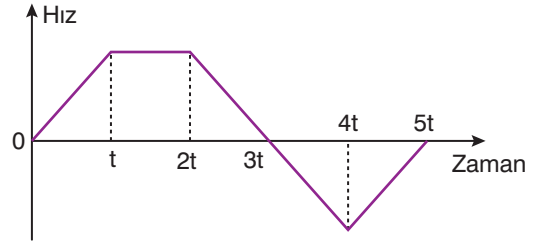
2.



Konum-zaman grafiği verilen bir araç, hangi anda yön değiştirmiştir?

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

3.



Hız-zaman grafiği verilen araç, hangi anda yön değiştirmiştir?

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

4.

Aşağıda verilen hareketlerden hangisinde hız vektörü ile ivme vektörü zıt yönlüdür?

- Pistten havalanmakta olan bir uçağın hareketi
- Belli bir yükseklikten serbest bırakılan cismin hareketi.
- Düşey yukarı yönde atılan bir cismin hareketi.
- Önündeki otobüsü geçmek isteyen aracın hareketi.
- Çembersel hareket yapan bir cismin hareketi.

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

5. Paralel raylarda ve zıt yönlerde sabit v_K ve v_L hızları ile hareket eden trenler tünelin tam ortasında karşılaşıyorlar ve bir süre sonra iki tren aynı anda tünelden çıkıyorlar.



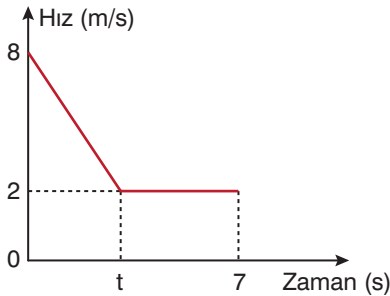
Buna göre,

- K ve L trenlerinin boyları eşittir.
- K treninin boyu, tünelin boyuna eşittir.
- L treninin boyu, tünelin boyuna eşittir.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

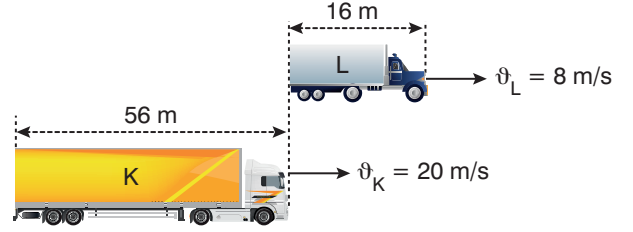
6. Hız – zaman grafiği verilen hareketlinin 0 – t ile t – 7 saniyeleri arasında aldığı yollar eşittir.



Buna göre, aracın yavaşlama ivmesi kaç m/s^2 'dir?

- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) 3 E) 5

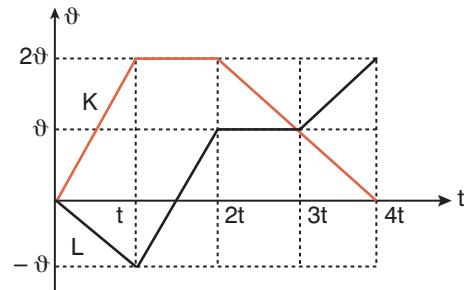
7. Boyları ve hızları şekildeki gibi verilen K ve L araçları aynı yönde hareket etmektedirler.



Buna göre, K aracı L aracını yakalayıp tamamen geçene kadar kaç metre yol alır?

- A) 12 B) 40 C) 72 D) 120 E) 50

8. t anında yan yana olan K ve L araçlarının hız-zaman grafikleri şekildeki gibidir.



Buna göre, hangi anlarda araçlar arasındaki uzaklık en fazla olur?

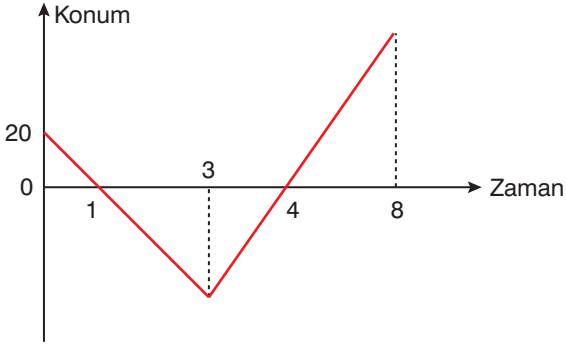
- A) 0 B) t - 2t arası C) 2t
D) 3t E) 4t

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

2

uygulatan

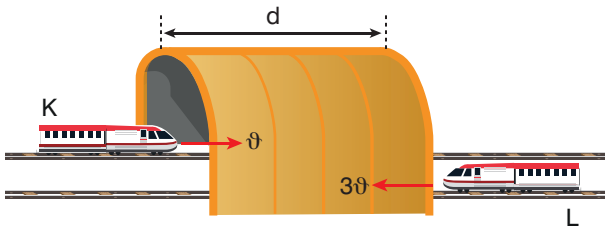
1.



Konum–zaman grafiği şekildeki gibi verilen bir araç, 8 saniye sonunda $t = 0$ anında bulunduğu konumundan kaç metre uzakta bulunur?

- A) 80 B) 120 C) 140 D) 160 E) 180

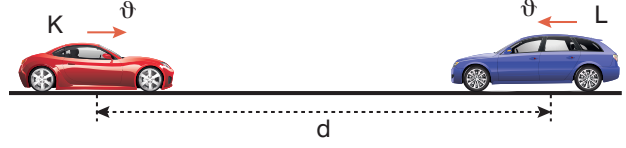
2. Hızlarının büyüklükleri ϑ ve 3ϑ olan K ve L trenleri aynı anda tünele giriyorlar. K treninin önü tünelin diğer ucuna ulaştığı anda L treni ise tünelden tamamen çıkıyor.



Buna göre, L treninin boyu kaç d'dir?

- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) 3 E) 6

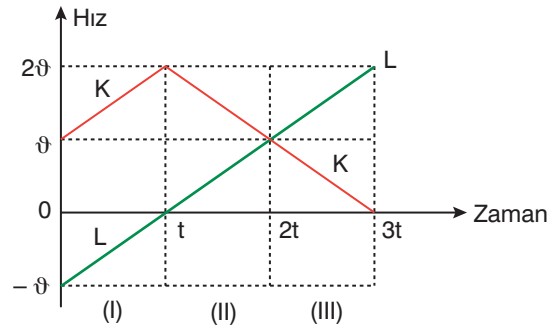
3. Birbirlerine doğru sabit ϑ hızı ile yaklaşmakta olan K ve L araçları arasında d uzaklığı varken K aracı a ivmesi ile yavaşlamaya, L aracı ise a ivmesi ile hızlanmaya başlıyor.



K aracı durduğu anda iki araç karşılaştığına göre, araçların karşılaşma süresini veren bağıntı aşağıdaki-lerden hangisi olur?

- A) $\frac{d}{a}$ B) $\frac{d}{2a}$ C) $\frac{d}{\vartheta}$ D) $\frac{d}{2\vartheta}$ E) $\frac{2d}{\vartheta}$

4. Hız – zaman grafikleri şekildeki gibi olan iki araç, $t = 0$ anında yan yanadır.

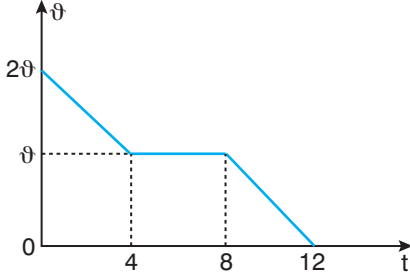


Buna göre, $0 - 3t$ zaman aralığında hangi bölgelerde araçlar arasındaki uzaklık artmaktadır?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

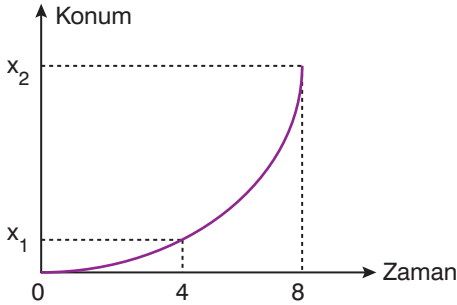
5. Hız – zaman grafiği şekildeki gibi olan bir araç, 12 saniye-
de 360 metre yer değiştirerek duruyor.



Buna göre, aracın $t = 0$ anındaki hızı kaç m/s dir?

- A) 12 B) 15 C) 30 D) 45 E) 60

6. Durgun halden sabit ivme ile harekete başlayan aracın
konum – zaman grafiği şekildeki gibidir.

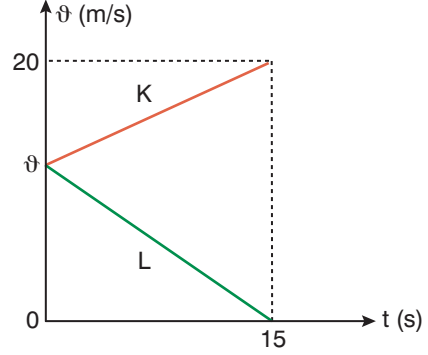


Aracın x_1 ve x_2 konumları arasındaki ortalama hızı
30 m/s olduğuna göre, aracın hızlanma ivmesi kaç m/s^2 olur?

- A) 3 B) 5 C) 6 D) 20 E) 40

1.C 2.C 3.D 4.B

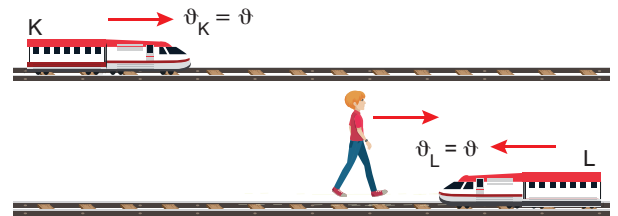
7. Aynı anda, aynı yerden harekete geçen K ve L araçlarının
hız-zaman grafikleri şekildeki gibidir.



L aracı durduğu anda, iki araç arasındaki uzaklık kaç
metre olur?

- A) 120 B) 150 C) 180 D) 240 E) 300

8. Hızlarının büyüklükleri eşit olan K ve L trenleri paralel ray-
larda şekildeki gibi hareket ederken, çocuk K treni ile aynı
yönde hareket ediyor.



Çocuk, trenlerin hem ön hem de arka uçlarının karşılaş-
ma hızında aynı anda bulunduğu göre,

- I. K treninin hızı, çocuğun hızından büyüktür.
II. L treninin boyu, K treninin boyundan büyüktür.
III. K treninin boyu, L treninin boyundan büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) Yalnız III