

**KUVVET VE HAREKET - IV**

**BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET**

- ✓ Bir cismin, seçilen bir referans noktasına göre zamanla konumunu değiştirmesi olayına ..... denir. Hareket eden cisimlerin hızı her zaman sabit olmayıp değişim gösterebilir.
- ✓ Bir hareketlinin birim zamandaki hız değişimine ..... denir. İvme, ..... bir büyüklüktür.

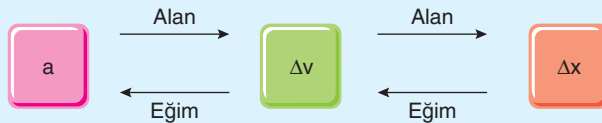
| Büyüklük     | Sembolü    | SI Birimi        | Birim Sembolü    |
|--------------|------------|------------------|------------------|
| Hız değişimi | $\Delta v$ | metre/saniye     | m/s              |
| Zaman        | $\Delta t$ | saniye           | s                |
| İvme         | a          | metre/saniyekare | m/s <sup>2</sup> |

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

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



**DİFnot**



- ✓ İvme-zaman grafiklerinin altında kalan alan hız değişimini, hız-zaman grafiklerinin altında kalan alan yer değiştirmeyi verir.
- ✓ Konum-zaman grafiklerinin eğimi hızı, hız-zaman grafiklerinin eğimi ivmeyi verir.
- ✓ Konum-zaman grafiklerinde alanın fiziksel karşılığı yoktur.
- ✓ İvme-zaman grafiklerinde eğimin fiziksel karşılığı yoktur.

## Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket Grafik ve Denklemleri

### Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket

- ✓ Bir cismin hız vektörü ile ivme vektörü aynı yönlü ise hızlanan hareket yapar.

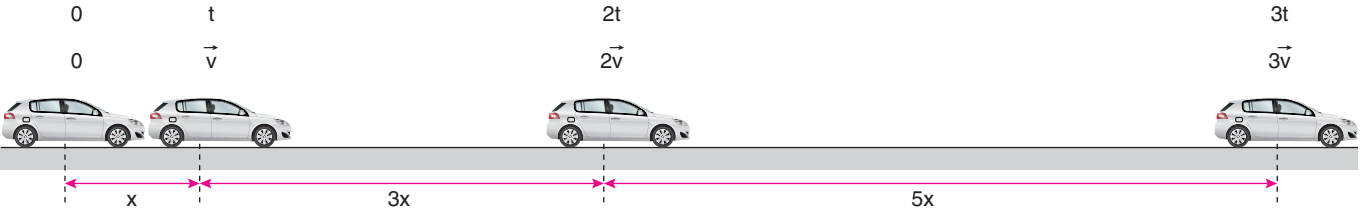


$v (+), a (+)$  işaretli ise “+” yönde hızlanan

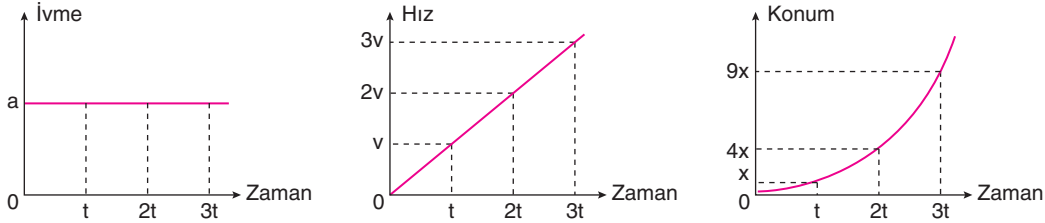


$v (-), a (-)$  işaretli ise “-” yönde hızlanan

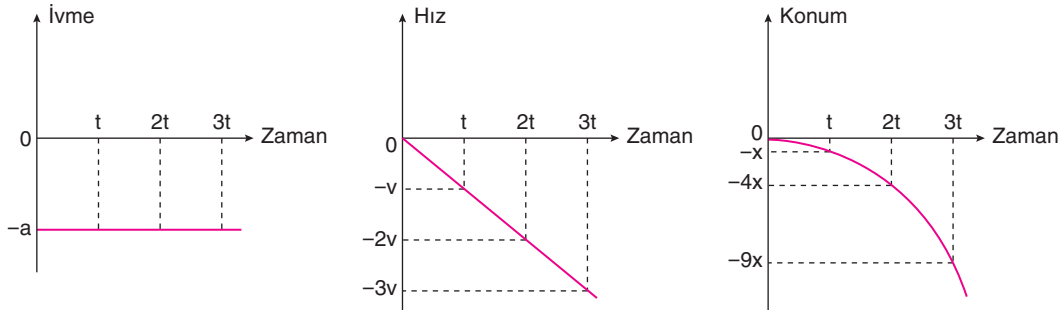
- ✓ Bir araç, a sabit ivmesi ile düzgün hızlanan hareket yaparsa eşit zaman aralıklarında yaptığı yer değiştirmelerin büyüklüğü artar.



- ✓ Pozitif yönde düzgün hızlanan hareket grafikleri aşağıda verilmiştir.

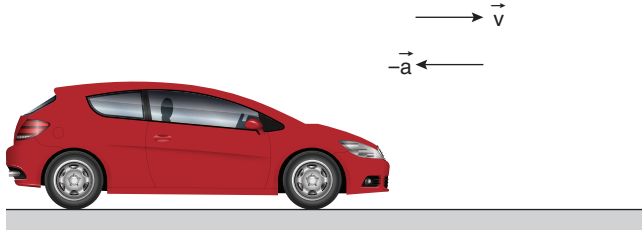


- ✓ Negatif yönde düzgün hızlanan hareket grafikleri aşağıda verilmiştir.

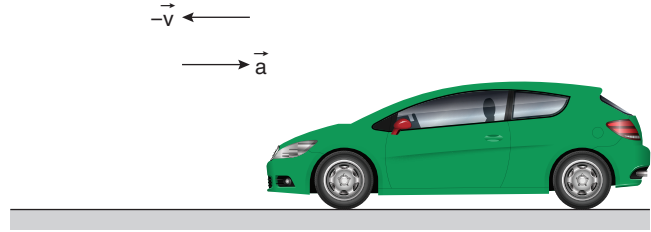


### Düzgün Yavaşlayan Doğrusal Hareket

- ✓ Bir cismin hız vektörü ile ivme vektörü zıt yönlü ise yavaşlayan hareket yapar.

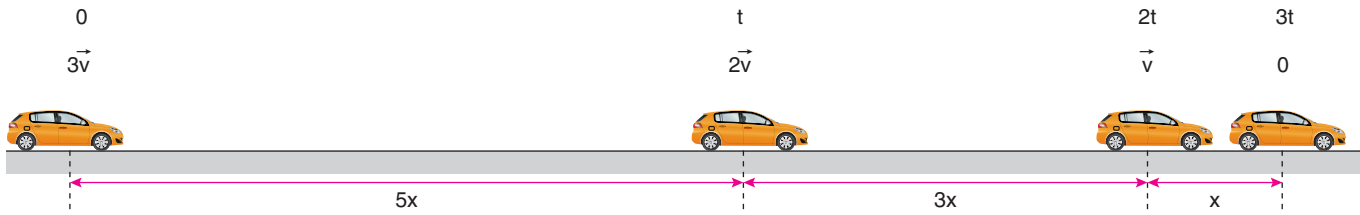


$v (+), a (-)$  işaretli ise “+” yönde yavaşlayan

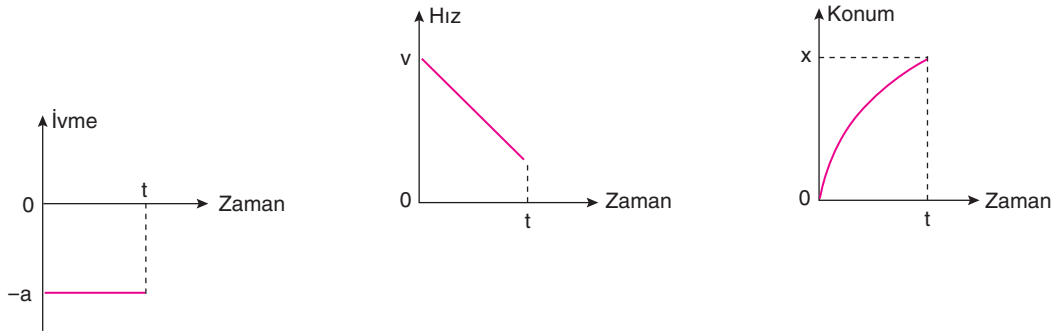


$v (-), a (+)$  işaretli ise “-” yönde yavaşlayan

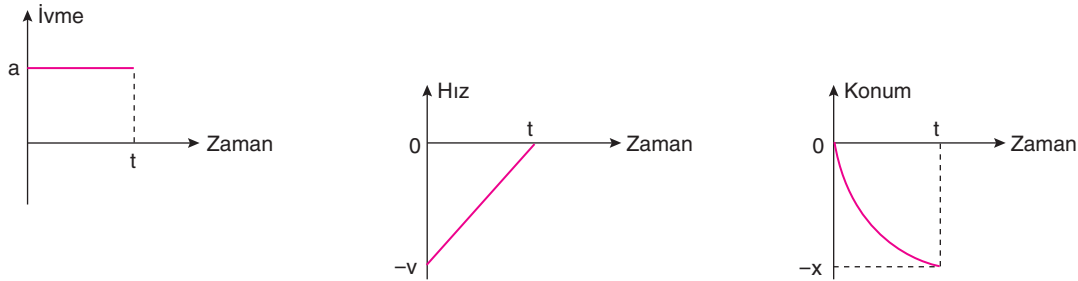
- ✓ a sabit ivmesi ile yavaşlayan hareket yapan cismin eşit zaman aralıklarında yaptığı yer değiştirmelerin büyüklüğü .....



- ✓ Pozitif yönde düzgün yavaşlayan hareket grafikleri aşağıda verilmiştir.



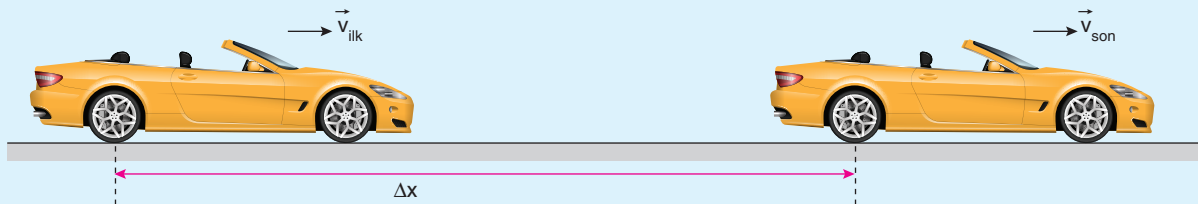
- ✓ Negatif yönde düzgün yavaşlayan hareket grafikleri aşağıda verilmiştir.



| Hareket Denklemleri                                                                                       |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Hız Denklemi                                                                                              | $v = v_0 \mp a \cdot t$                                    |
| Yer Değiştirme Denklemi                                                                                   | $\Delta x = v_0 \cdot t \mp \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ |
| Zamansız Hız Denklemi                                                                                     | $v^2 = v_0^2 \mp 2 \cdot a \cdot \Delta x$                 |
| <p>Düzgün hızlanan harekette işaret (+) alınır.</p> <p>Düzgün yavaşlayan harekette işaret (–) alınır.</p> |                                                            |

$v_0$ : İlk hız,  $v$ :  $t$  anındaki hız,  $a$ : ivme,  $\Delta x$ : Yer değiştirme

**DiFnot**

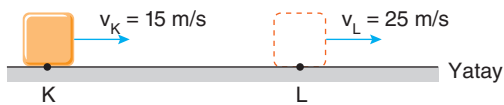


Sabit ivmeli harekette hızlanma veya yavaşlama durumunda ortalama hız büyüklüğü,

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2}, \quad \Delta x = v_{\text{ort}} \cdot t$$

 **ÖRNEK-1**

Doğrusal bir yolda düzgün hızlanan bir cisim, K noktasından 15 m/s, L noktasından ise 25 m/s büyüklüğünde hız ile geçiyor.



Cismin K noktasından L noktasına geliş süresi 8 saniye olduğuna göre K-L arası mesafe kaç metredir?

[illegible]

 **ÖRNEK-2**

Doğrusal bir yörüngede  $v$  büyüklüğünde hızla hareket etmekte olan araç  $4 \text{ m/s}^2$  büyüklükteki sabit ivmeyle hızlanarak 5 saniyede 300 metre yol almaktadır.

**Buna göre aracın ilk hızının büyüklüğü kaç m/s olur?**

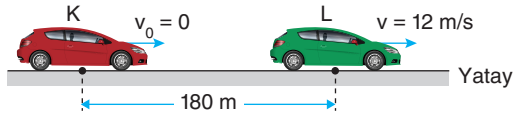
- A) 30      B) 35      C) 40      D) 45      E) 50

A blank sheet of graph paper with a grid of squares. The grid consists of 20 columns and 10 rows of small squares. There are no margins or additional markings on the page.



### ÖRNEK-3

12 m/s büyüklüğünde sabit hızla giden L aracı, şekildeki konuma geldiği anda 180 metre gerisinde duran K aracına, sabit ivmeyle aynı yönde harekete başlıyor.

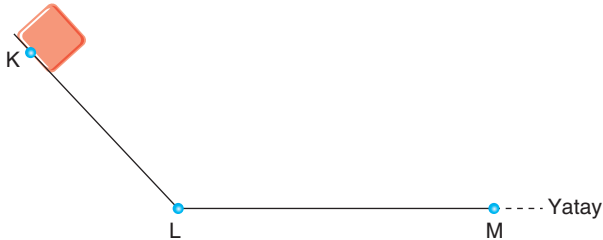


K aracı L aracına 10 saniyede yetiştiğine göre K aracının ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  olur?

[illegible]

## ÖRNEK-4

Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda, düşey kesiti verilen sistemde K noktasından serbest bırakılan cisim K-L arasında t sürede, L-M arasında 2t sürede almaktadır.



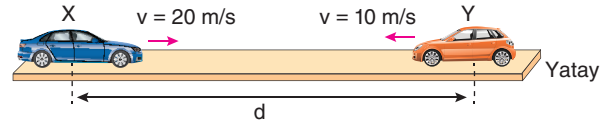
Buna göre  $\frac{|KL|}{|LM|}$  oranı aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $\frac{1}{5}$       B)  $\frac{1}{4}$       C)  $\frac{1}{3}$       D)  $\frac{1}{2}$       E) 1

[illegible]

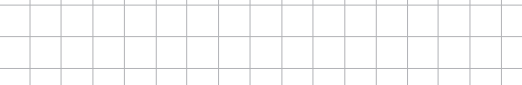
## ÖRNEK-5

Doğrusal yörüngede zıt yönlerde hareket eden araçlardan X aracı 20 m/s büyüklüğünde sabit hızla hareket ederken ilk hızının büyüklüğü 10 m/s olan Y aracı 2 m/s<sup>2</sup> büyüklüğünde ivme ile düzgün yavaşlamaktadır.



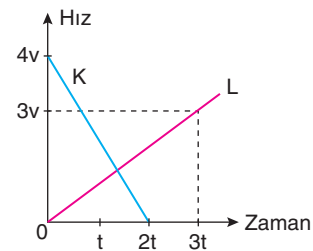
**Araçlar 4 saniye sonra karşılaştıklarına göre d uzaklığı kaç metredir?**

- A) 96      B) 98      C) 100      D) 104      E) 108



### ÖRNEK-6

Doğrusal bir yörüngede hareket eden K ve L hareketlilerinin hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.

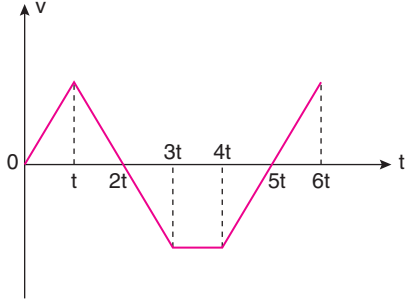


Buna göre K ve L hareketlilerinin ivmelerinin büyüklükleri oranı  $\frac{a_K}{a_L}$  kaçtır?

[illegible]

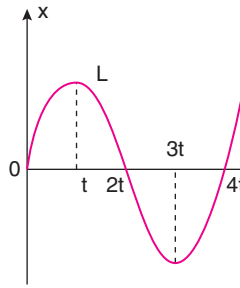
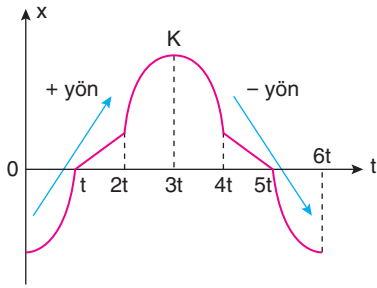
### Doğrusal Hareket Grafiklerinin Analizi

- ✓ Hız-zaman grafiklerinde, grafiğin zaman eksenini kestiği anlar, cismin durduğu veya yön değiştirdiği anlardır.



Hareketli 2t ve 5t anında yön değiştirmiştir.

- ✓ Konum-zaman grafiklerinde, grafiğin maksimum ve minimum değerleri aldığı anlarda cisim yön değiştirmiştir.

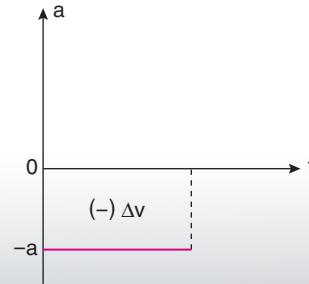
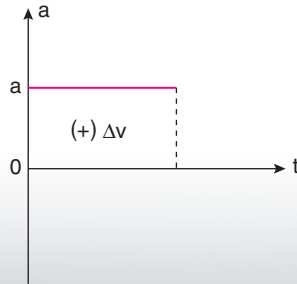


K hareketlisi 3t anında yön değiştirmiştir.

L hareketlisi t ve 3t anında yön değiştirmiştir.

- ✓ İvme-zaman grafiklerinde,

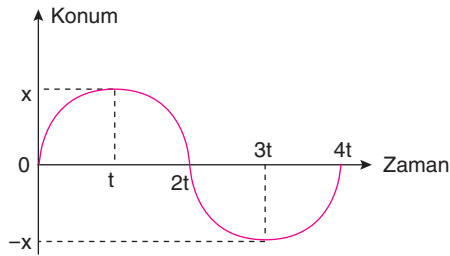
- İvmenin pozitif ya da negatif olması hareket yönünü belirlemek için yeterli değildir.
- İvmenin pozitif ya da negatif olması hareketlinin hızlanıyor mu yoksa yavaşlıyor mu olduğunu belirlemek için yeterli değildir.
- İvmenin sıfır olduğunun bilinmesi cismin duruyor mu yoksa sabit hızlı hareket mi yapıyor olduğunu belirlemek için yeterli değildir.
- İvmenin işareti hız değişiminin işareti ile aynıdır.





## ÖRNEK-7

Doğrusal yörüngede hareket eden bir aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre,

- I.  $t = 0$  anında aracın ilk hızı sıfırdan farklıdır.
- II.  $(0 - 4t)$  aralığında cisim iki kez yön değiştirmiştir.
- III.  $4t$  anında araç başlangıç noktasındadır.

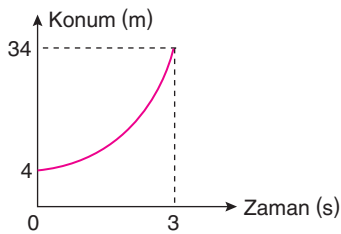
yargılarından hangileri doğrudur?

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



## ÖRNEK-8

Doğrusal yörüngede pozitif yönde hareket eden aracın  $t = 0$  anında hızının büyüklüğü  $4 \text{ m/s}$ 'dir. a sabit ivmesiyle düzgün hızlanan aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre aracın ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  olur?

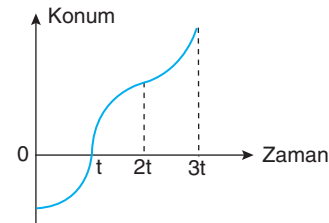
- A) 2      B) 3      C) 4      D) 6      E) 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



## ÖRNEK-9

Doğrusal yörüngede hareket eden aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre araçla ilgili,

- I.  $(0 - t)$  zaman aralığında negatif yönde hareket etmektedir.
- II.  $(t - 3t)$  zaman aralığında yavaşlamaktadır.
- III.  $(2t - 3t)$  zaman aralığında pozitif yönde hareket etmektedir.

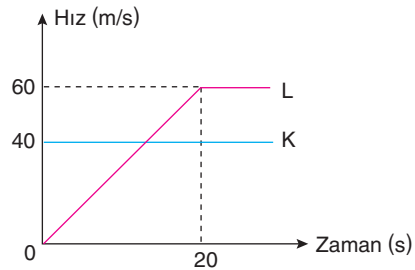
yargılarından hangileri doğrudur?

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



## ÖRNEK-10

Başlangıçta yan yana olan ve doğrusal yörüngede hareket eden K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre araçlar kaçınıcı saniyede tekrar yan yana gelir?

- A) 70      B) 60      C) 50      D) 40      E) 30

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

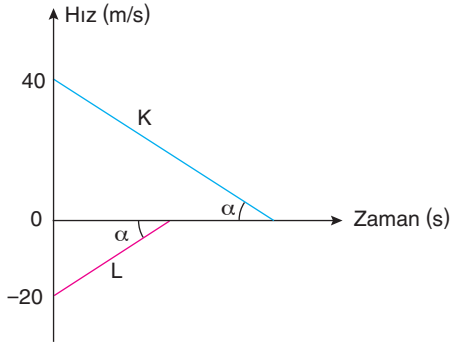


1. Doğrusal bir yörüngede 14 m/s büyüklükteki sabit hızla hareket etmekte olan otomobil, düzgün hızlanarak 4 saniyede hızının büyüklüğünü 22 m/s'ye çıkarmaktadır.

**Buna göre otomobil 4 saniyede kaç metre yer değiştirir?**

- A) 48 B) 54 C) 60 D) 72 E) 84

2. Doğrusal yörüngede hareket eden K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şekilde gibidir.



**L aracının duruncaya kadar yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü x olduğuna göre K'nin duruncaya kadar yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü kaç x olur?**

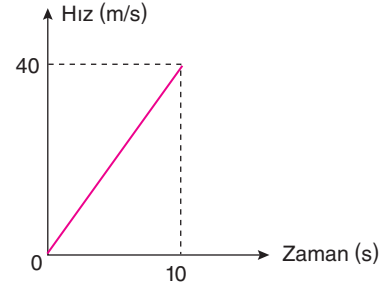
- A)  $\frac{3}{2}$  B) 2 C)  $\frac{5}{2}$  D) 3 E) 4

3. Doğrusal bir yörüngede K otomobili 20 m/s büyüklükteki hızla hareket ederken 120 metre uzaklıkta kendisi ile aynı yönde yere göre 10 m/s büyüklükteki sabit hızla hareket eden L aracını gördüğünde a sabit ivmesiyle yavaşlamaya başlamaktadır.

**K aracının L aracına çarpmaması için a ivmesinin en küçük değeri kaç  $\text{m/s}^2$  olmalıdır?**

- A)  $\frac{5}{12}$  B)  $\frac{1}{2}$  C)  $\frac{3}{4}$  D)  $\frac{2}{5}$  E)  $\frac{1}{4}$

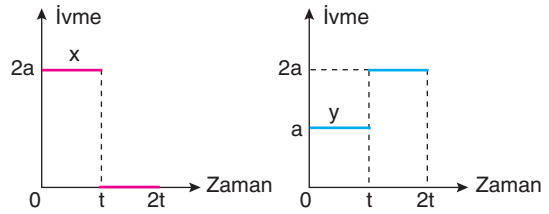
4. Doğrusal yörüngede hareket eden aracın hız-zaman grafiği şekilde gibidir.



**Aracın 3. saniye içinde aldığı yol  $x_1$ , 3 saniyede aldığı yol  $x_2$  olduğuna göre  $\frac{x_1}{x_2}$  oranı aşağıdakilerden hangisidir?**

- A)  $\frac{3}{4}$  B)  $\frac{5}{9}$  C)  $\frac{5}{8}$  D)  $\frac{1}{2}$  E)  $\frac{4}{5}$

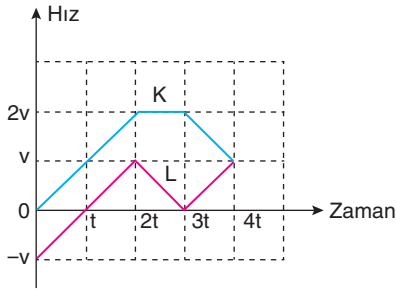
5. Doğrusal yörüngede hareket eden ve  $t = 0$  anında durmakta olan x ve y araçlarının ivme-zaman grafikleri şekilde gibidir.



**Buna göre x ve y araçlarının 2t sürede yaptığı yer değiştirmelerinin büyüklüklerinin oranı  $\frac{x_x}{x_y}$  aşağıdakilerden hangisidir?**

- A)  $\frac{5}{4}$  B)  $\frac{6}{5}$  C)  $\frac{5}{3}$  D)  $\frac{3}{5}$  E)  $\frac{5}{6}$

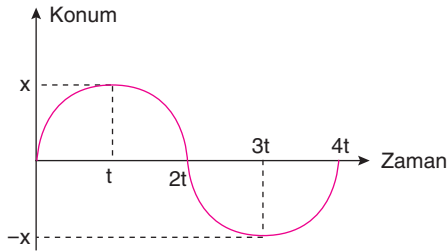
6. Birbirine paralel doğrusal yörüngelerde hareket eden K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Araçlar  $t = 0$  anında yan yana ve  $t$  anında aralarındaki uzaklık  $x$  olduğuna göre  $4t$  anında aralarındaki uzaklık kaç  $x$  olur?

- A) 5      B)  $\frac{9}{2}$       C) 4      D)  $\frac{7}{2}$       E) 3

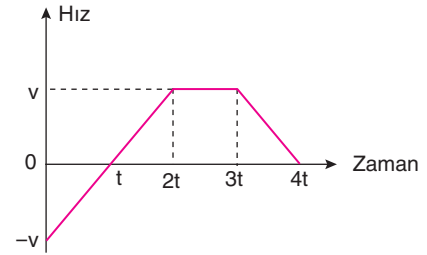
7. Doğrusal yörüngede hareket eden aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre aracın hangi zaman aralıklarında hız vektörü ile ivme vektörü aynı yöndedir?

- A) Yalnız  $(0 - t)$   
B)  $(0 - t)$  ve  $(2t - 3t)$   
C)  $(t - 2t)$  ve  $(3t - 4t)$   
D)  $(0 - t)$  ve  $(3t - 4t)$   
E)  $(0 - t)$ ,  $(t - 2t)$  ve  $(3t - 4t)$

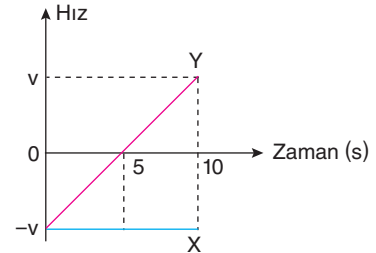
8. Doğrusal bir yörüngede hareket eden aracın hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



$t$  anında aracın başlangıç noktasına uzaklığı  $x$  olduğuna göre  $4t$  anında başlangıç noktasına uzaklığı kaç  $x$  olur?

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

9.  $t = 0$  anında yan yana olan ve birbirine paralel doğrusal yörüngelerde hareket eden X ve Y araçlarının hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



$t = 10$  saniye sonunda araçlar arasındaki uzaklık 100 metre olduğuna göre Y aracının ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  olur?

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



1063126

| ÖĞRENCİ NO | YANITLAR |
|------------|----------|
| 1          | 11       |
| 2          | 12       |
| 3          | 13       |
| 4          | 14       |
| 5          | 15       |
| 6          | 16       |
| 7          | 17       |
| 8          | 18       |
| 9          | 19       |
| 10         | 20       |

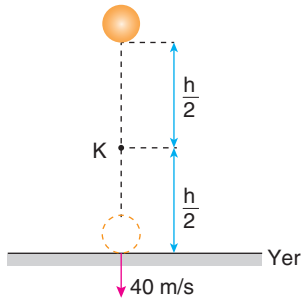






### ÖRNEK-19

Sürtünmesiz ortamda h yüksekliğinden serbest bırakılan şekildedeki cisim 40 m/s büyüklüğünde hızla yere çarpıyor.



Buna göre hareketli K noktasından geçerken hızının büyüklüğü kaç m/s olur?

- A) 10      B)  $10\sqrt{2}$       C) 20      D)  $20\sqrt{2}$       E)  $20\sqrt{3}$



### ÖRNEK-20

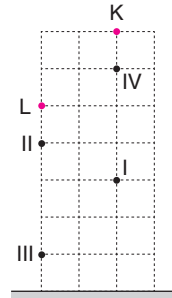
Hava sürtünmelerinin önemsenmediği bir ortamda serbest düşmeye bırakılan bir cisim hareketinin son 3 saniyesinde 60 metre yol almaktadır.

**Buna göre cismin hareket süresi kaç saniyedir? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )**

[illegible]

### ÖRNEK-21

Sürtünmesiz ortamda K ve L cisimleri birer saniye arayla şekildeki konumlarından serbest bırakılıyor.



**Buna göre,**

- I. K cismi, I konumunda iken L cismi II konumundadır.  
II. L cismi, III konumunda iken K cismi I konumundadır.  
III. K cismi, IV konumunda iken L cismi III konumundadır.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

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



### ÖRNEK-22

Hava sürtünmelerinin önemsizmediği bir ortamda serbest düşmeye bırakılan bir cisim ilk  $t$  sürede 6 metre yer değiştirmektedir.

**Buna göre cisim  $(3t - 4t)$  arası kaç metre yer değiştirmiştir?**

[illegible]

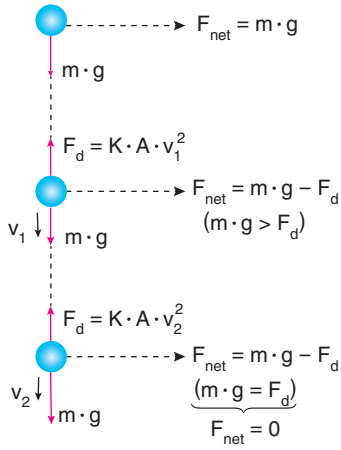
### Düşen Cisimlere Etki Eden Hava Direnç Kuvveti ve Limit Hız

- ✓ Hava sürtünmelerinin ihmal edilmediği ortamlarda belirli bir yükseklikten serbest bırakılan cisme, harekete başlayınca hava direnç kuvveti etki eder.

$$F_d = K \cdot A \cdot v^2$$

| Büyüklik                                      | Sembolü | SI Birimi                            | Birim Sembolü |
|-----------------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------------|
| Hava direnç kuvveti                           | $F_d$   | newton                               | N             |
| Hareket doğrultusuna dik en büyük kesit alanı | A       | metrekare                            | $m^2$         |
| Hız                                           | v       | $\frac{\text{metre}}{\text{saniye}}$ | $\frac{m}{s}$ |

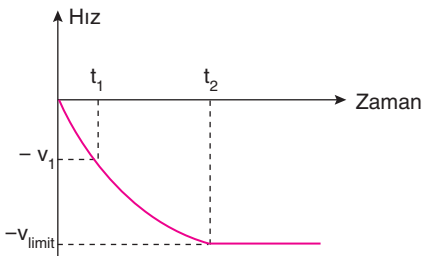
- ✓ Ortamın direnç katsayısı K, ortamın cinsine ve cismin şekline bağlıdır.



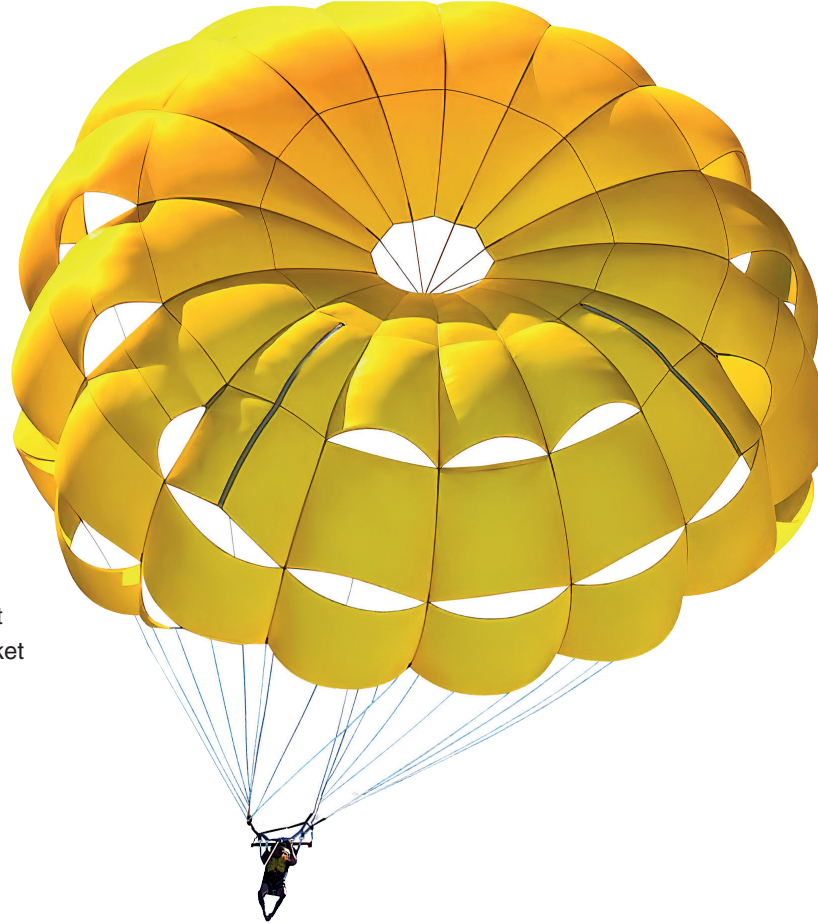
- ✓ Cisim h yükseklikten serbest bırakıldığında cisme etki eden net kuvvet,  $m \cdot g$ 'dir.
- ✓ Cismin hızı arttıkça cisme etki eden hava direnç kuvveti artar.
- ✓ Cisme etki eden net kuvvet azaldığından cismin ivmesi azalır.
- ✓ Direnç kuvveti, cismin ağırlığına eşit olduğu anda net kuvvet sıfır olacağından cisim, bu andan itibaren sabit hızla hareket eder. Bu hız ..... denir.

$$F_d = G$$

$$K \cdot A \cdot v_{\text{limit}}^2 = m \cdot g$$

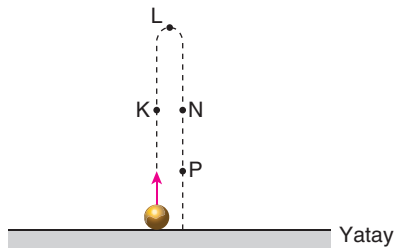


Hava direncinin olduğu ortamda h yüksekliğinden bırakılan cismin hız-zaman grafiği şeklindeki gibidir.





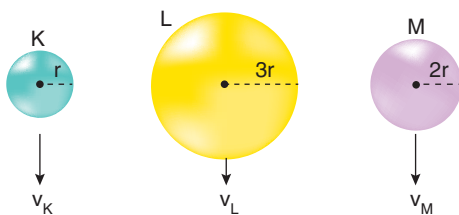
Hava sürtünmelerinin ihmal edilmediği bir ortamda bir cisim düşey yukarıya doğru şekildeki gibi fırlatılıyor.



Cisim limit hızı ulaşmadığına göre K, L, N, P noktalarından geçerken ivmelerinin büyüklükleri  $a_K$ ,  $a_L$ ,  $a_N$  ve  $a_P$  arasındaki ilişkiyi bulunuz.

A blank grid of 20 columns and 10 rows for drawing.

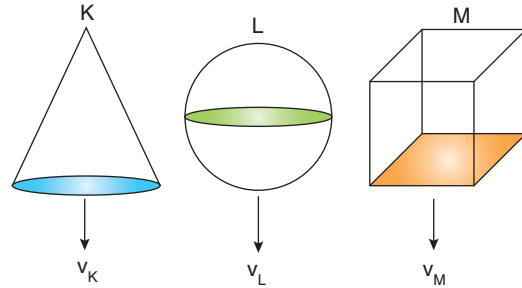
Hava ortamında yeterince yüksekte bırakılan türdeş K, L ve M küresel cisimleri şekildeki gibidir.



Yarıçapları  $r$ ,  $3r$  ve  $2r$  olan aynı maddeden yapılmış içleri dolu cisimlerin limit hızları  $v_K$ ,  $v_L$  ve  $v_M$  olduğuna göre limit hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişkiyi bulunuz.

[illegible]

Eşit kütleli K, L ve M cisimleri şekildeki gibidir.



Hareket doğrultularındaki en büyük kesit alanları eşit olduğuna göre hava ortamında yeterince yüksekte bırakılan K, L ve M cisimlerinin limit hızlarının büyüklükleri  $v_K$ ,  $v_L$  ve  $v_M$  arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir? (Hava direnci sabiti K, L ve M cisimleri için aynıdır.)

- A)  $v_K > v_L = v_M$   
 B)  $v_K = v_L = v_M$   
 C)  $v_M > v_K > v_L$   
 D)  $v_M > v_L > v_K$   
 E)  $v_K = v_L > v_M$

A large grid of 20 columns and 10 rows, intended for drawing.

Hava sürtünmelerinin ihmal edilmediği ortamda bir cisim yatay zeminden  $v$  büyüklüğünde hızla düşey yukarıya doğru fırlatılmaktadır.

**Buna göre,**

- I. Cismin çıkış süresi, iniş süresinden küçüktür.
- II. Yere çarpma hızının büyüklüğü,  $v$ 'den küçüktür.
- III. Maksimum yükseklikte ivmesi sıfırdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

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