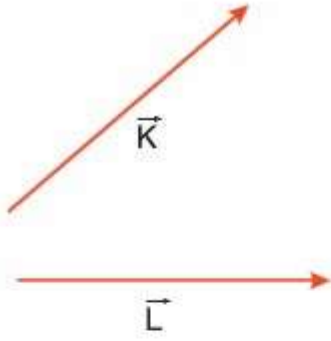


VEKTÖRLER

Fizik bilimi, doğadaki olayları incelerken gözlem yapar. Yaptığı gözlemleri de anlaşılır bir dille ifade eder. Örneğin bir aracın 100 km/h hızla hareket ettiğini gözleyen bir bilim insanı, aracın hareketi ile ilgili bilgi verirken hareket yönünü de belirtir. Çünkü kuzeye doğru 100 km/h hızla giden bir aracın hareketi ile bir çember üzerinde 100 km/h büyüklükteki hızla (süratle) giden bir aracın hareketi aynı değildir.

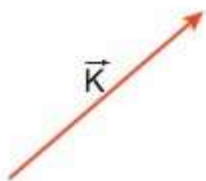
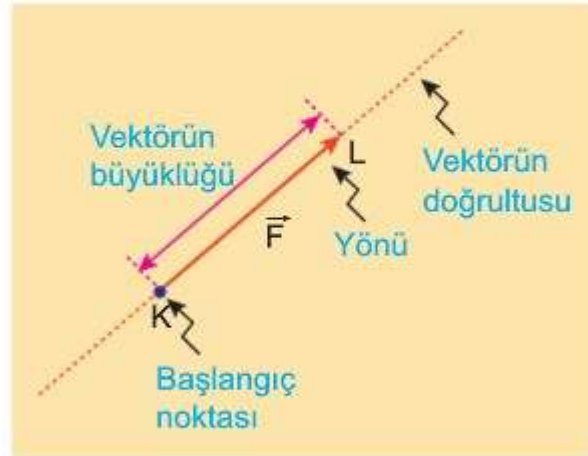
Hız gibi yönü ile ifade edilen büyüklüklere **vektörel büyüklükler** denir. Vektörel büyüklük, temsil edildiği doğrultuda, uzunluğu vektörel niceliğin şiddeti ile orantılı bir ok çizilerek gösterilir. Bu şekilde yönü ve büyüklüğü belirtilerek çizilen oka **vektör** denir.



Vektörler, isimlendirildiği harfin üzerine ok konularak gösterilir.

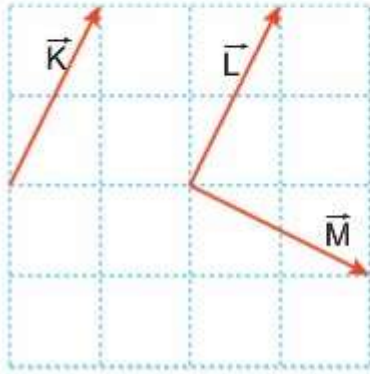
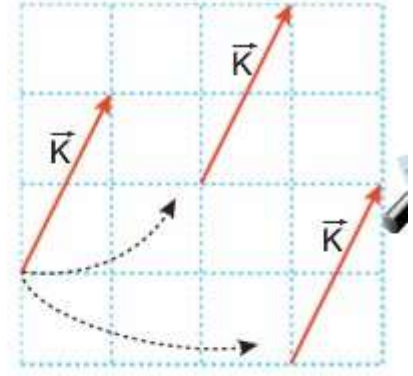
Bir vektörü belirleyen dört nicelik vardır.

- Doğrultu
- Yön
- Başlangıç noktası
- Büyüklük



Bir vektörel niceliğin büyüklüğü, sayı değeri ile ifade edilir. Şekildeki vektörün büyüklüğü ise $|\vec{K}|$ ile ya da K ile gösterilir.

Kuvvet, hız, yer değiştirme gibi fiziksel bir anlamı olan vektörlerin başlangıç noktaları önemlidir. \vec{K} , \vec{L} vektörleri gibi anlamı olmayan vektörler yönü ve büyüklüğü değiştirilmeden başka yere taşınabilir.



Yönleri ve büyüklükleri aynı olan vektörler, eşit vektörlerdir. Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin yönleri ve büyüklükleri aynı olduğundan,

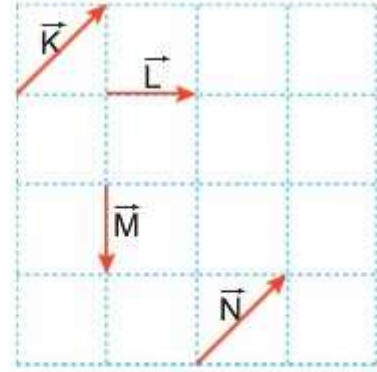
$$\vec{K} = \vec{L}$$

dir. \vec{K} ile \vec{M} nin büyüklükleri aynı olmasına rağmen yönleri farklı olduğundan \vec{K} ile \vec{M} eşit değildir.

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre, aşağıdaki vektörlerden hangileri birbirine eşittir?



A) \vec{K} ile \vec{L}

B) \vec{K} ile \vec{M}

C) \vec{K} ile \vec{N}

D) \vec{L} ile \vec{M}

E) \vec{L} ile \vec{N}

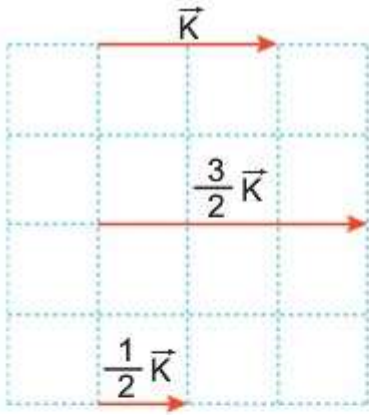
Çözüm:

Yönleri aynı, büyüklükleri eşit olan vektörler eşit vektörlerdir. Buna göre, \vec{K} ve \vec{N} vektörlerinin yönleri aynı, büyüklükleri de eşittir. Bu nedenle,

$$\vec{K} = \vec{N}$$

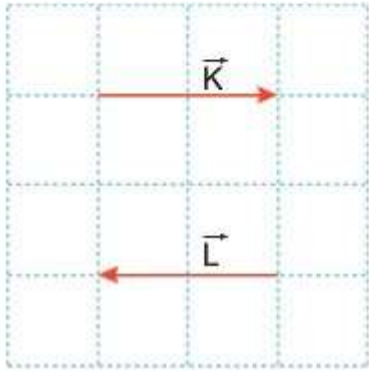
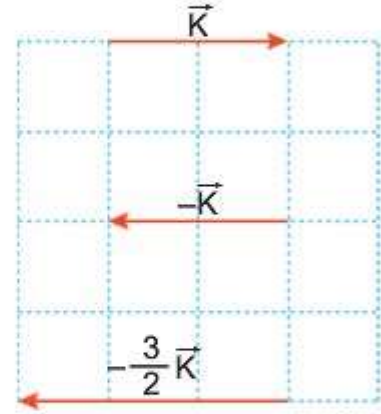
dir.

Cevap C



Bir vektör, pozitif bir sayı ile çarpıldığında büyüklüğü değişir.

Bir vektör negatif bir sayı ile çarpıldığında büyüklüğünün yanında yönü de değişir.



İki vektörün büyüklüğü ve doğrultuları aynı, ancak yönleri farklı ise bu vektörlere **zıt vektörler** denir.

Şekilde \vec{K} ve \vec{L} vektörleri zıt vektörlerdir.

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre,

- I. $2\vec{K} = \vec{L}$
- II. $\vec{M} = \vec{N}$
- III. $|\vec{M}| = |\vec{N}|$

eşitliklerinden hangileri doğrudur?

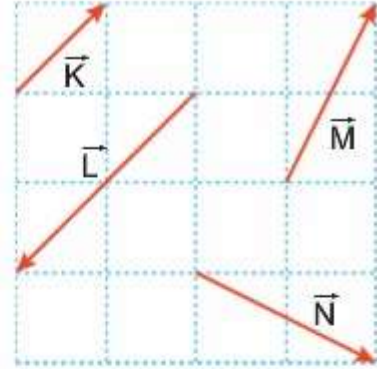
A) Yalnız I

B) Yalnız II

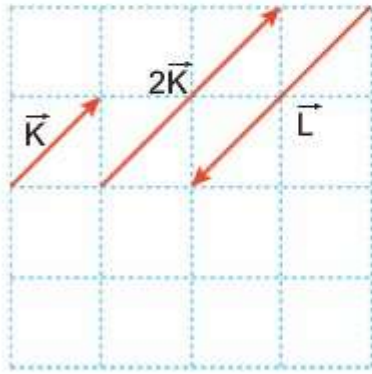
C) Yalnız III

D) I ve II

E) II ve III



Çözüm:



\vec{K} ve $2\vec{K}$ vektörleri şekildeki gibidir. $2\vec{K}$ vektörü ile \vec{L} nin yönleri farklı olduğundan,

$$2\vec{K} \neq \vec{L}$$

dir.

\vec{M} ile \vec{N} vektörlerinin büyüklükleri aynı, ancak yönleri farklıdır.

Bu nedenle,

$$|\vec{M}| = |\vec{N}|$$

$$\vec{M} \neq \vec{N}$$

yazılabilir.

Bu durumda I ve II yanlış, III doğrudur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre,

I. $\vec{K} = -\frac{2}{3} \vec{M}$

II. $\vec{L} = -\frac{1}{2} \vec{N}$

III. $\vec{M} = \vec{N}$

eşitliklerinden hangileri doğrudur?

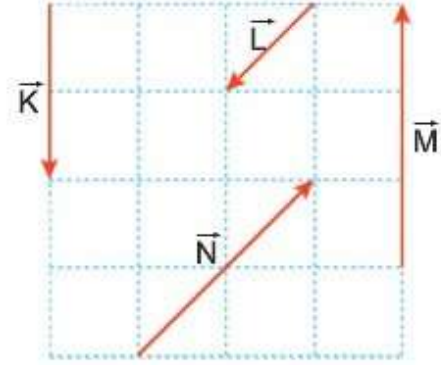
A) Yalnız I

B) I ve II

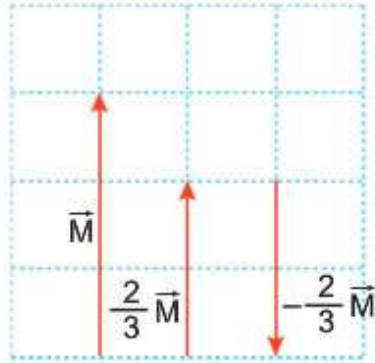
C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III



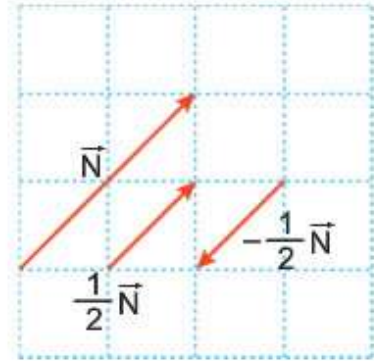
Çözüm:



\vec{M} vektörü, $-\frac{2}{3}$ ile çarpılırsa şekildeki vektör elde edilir.

Bu vektör de \vec{K} ye eşittir.

Şekildeki \vec{N} vektörü $-\frac{1}{2}$ ile çarpılırsa elde edilen vektör, \vec{L} vektörüne eşit olur.

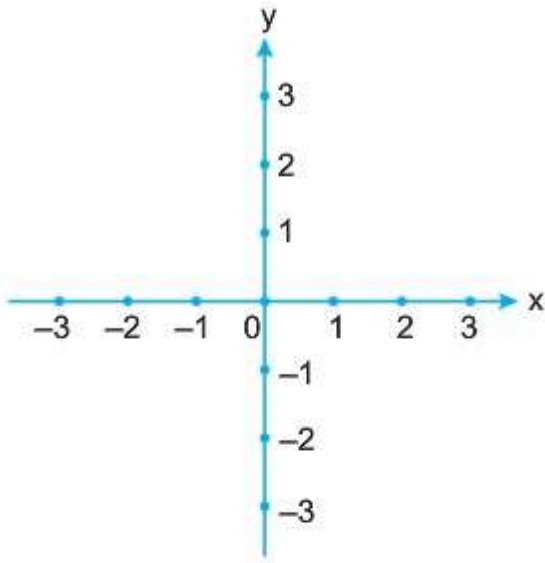


\vec{M} ile \vec{N} nin büyüklükleri eşit değildir.

Yani $|\vec{M}| \neq |\vec{N}|$ dir.

Bu durumda, I ve II eşitlikleri doğrudur.

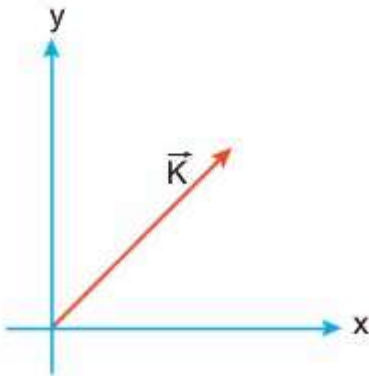
Cevap B



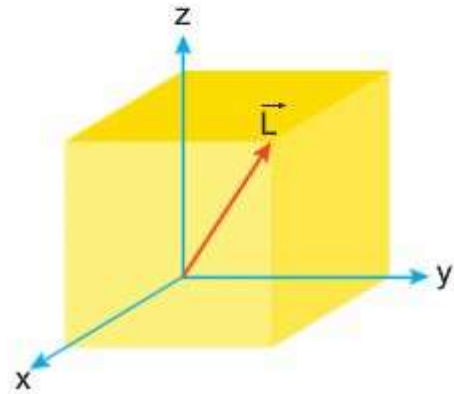
Hız, yer değiştirme, kuvvet gibi konum da vektörel bir büyüklüktür. Bir cismin konumunu tanımlamak için koordinat sistemi kullanılır. Birbirine dik eksenlerden oluşan koordinat sistemi, kartezyen koordinat sistemi olarak adlandırılır. Bu koordinat sisteminde eksenlerin kesiştiği nokta, orijin olarak adlandırılır.

Konumun koordinat sisteminde gösterilmesi gibi vektörlerin de gösterimi koordinat sistemi ile yapılabilir.

Bir vektör, kartezyen koordinat sisteminde iki boyutlu ve üç boyutlu olarak şekildeki gibi gösterilir.



\vec{K} vektörünün iki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde gösterilişi

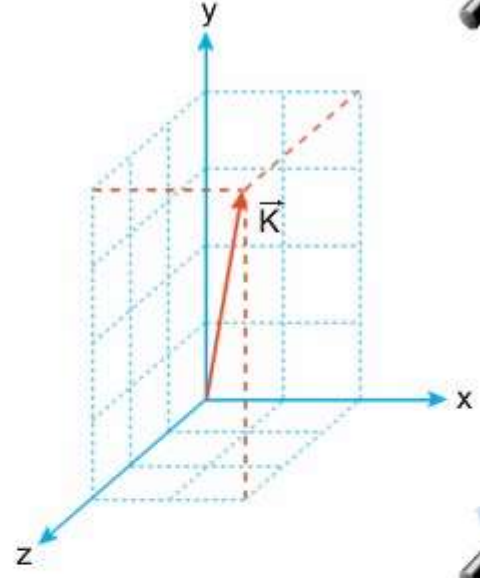


\vec{L} vektörünün üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde gösterilişi

ÖRNEK SORU

Üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde tanımlanan \vec{K} vektörü şekildeki gibidir.

Buna göre, bu vektör aşağıdakilerden hangisinde doğru ifade edilmiştir?



A) $\vec{K}(4, 3, 2)$

B) $\vec{K}(4, 2, 3)$

C) $\vec{K}(2, 3, 4)$

D) $\vec{K}(2, 4, 3)$

E) $\vec{K}(3, 4, 2)$

Çözüm:

Üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde vektörler $\vec{K}(x, y, z)$ şeklinde ifade edilir. Buna göre, \vec{K} vektörü için $x = 2$, $y = 4$, $z = 3$ olduğundan bu vektörün gösterimi $\vec{K}(2, 4, 3)$ şeklinde olur.

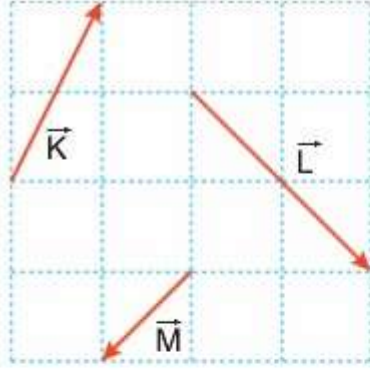
Cevap D

BİLEŞKE VEKTÖR

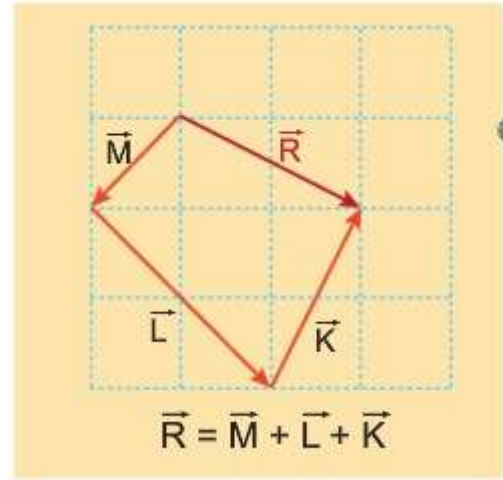
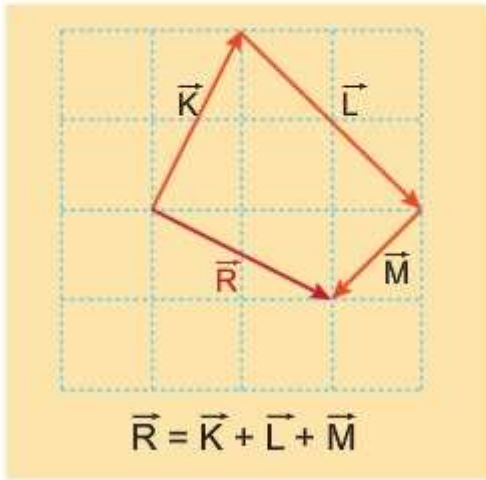
Aynı türden iki ya da daha fazla skaler büyüklüğü toplamak için basit aritmetik kullanılır. Bir sepette bulunan 3 kg elma üzerine 4 kg daha elma konulursa sepetteki elmanın kütlesi 7 kg olur. Halbuki 3 m kuzeye, 4 m doğuya yürüyen bir çocuk 7 m yürümesine rağmen hareket noktasından itibaren 7 m yer değiştirme yapmamıştır. Çocuğun gerçek yer değiştirmesi, vektörel toplama ile bulunur.

İki ya da daha fazla vektörün toplanmasıyla elde edilen vektöre **bileşke vektör** denir. Bileşke vektör genelde R harfi ile gösterilir. Vektörlerin bileşkesi bulunurken genellikle iki yöntem kullanılır.

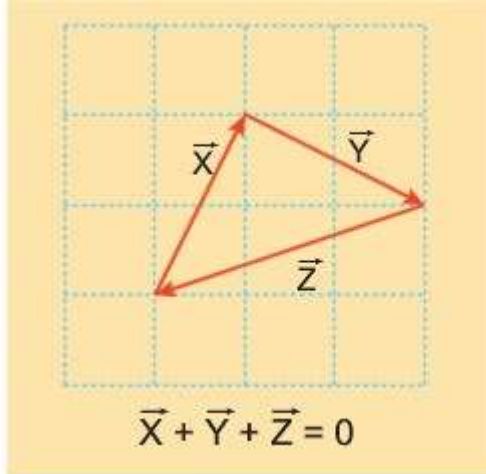
Uç Uca Ekleme Yöntemi



Bu yöntemde vektörler yön ve büyüklükleri değiştirilmeden uç uca eklenir. Seçilen ilk vektörün başlangıç noktasından son vektörün ucuna çizilen vektör, toplam vektörü ya da bileşke vektörü verir.



Vektörler hangi sırayla uç uca eklenirse eklensin sonuç değişmez.

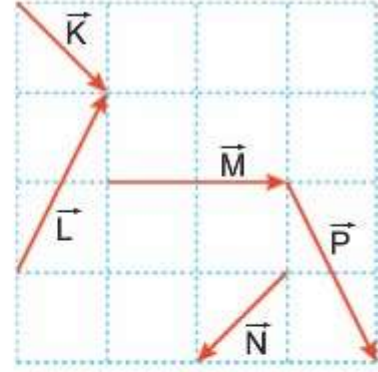


Seçilen ilk vektörün başlangıç noktası ile son vektörün ucu aynı noktada çakışırsa bileşke vektör sıfırdır. Çünkü ilk vektörün başlangıç noktasından son vektörün ucuna vektör çizilemez.

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} , \vec{P} vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre $\vec{M} + \vec{N}$ vektörü aşağıdakilerden hangisine eşittir?



A) \vec{K} ye

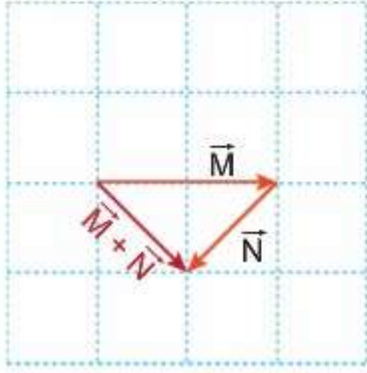
B) \vec{L} ye

C) \vec{M} ye

D) \vec{N} ye

E) \vec{P} ye

Çözüm:



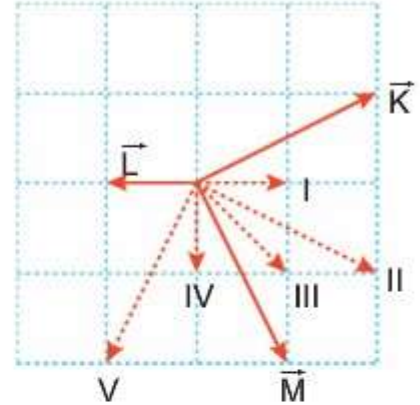
\vec{M} ile \vec{N} vektörleri uç uca eklendiğinde, başlangıçtan sona çizilen vektör \vec{K} vektörüne eşit olur.

Cevap A

ÖRNEK SORU

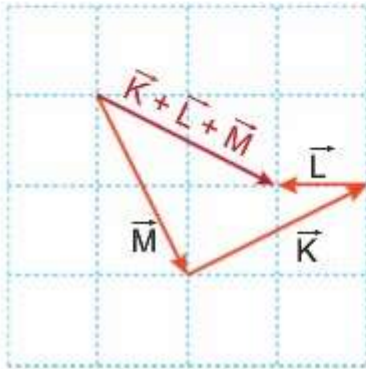
Eşit kare bölmelere ayrılmış düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre, bu vektörlerin toplamı, kesikli çizgilerle gösterilen vektörlerden hangisine eşittir?



- A) I B) II C) III D) IV E) V

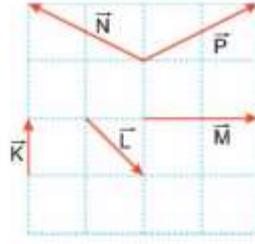
Çözüm:



Vektörler şekildeki gibi uç uca eklendiğinde, başlangıçtan sona çizilen vektörünün II numaralı vektöre eşit olduğu görülür.

Cevap B

ÖRNEK SORU



Şekildeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} , \vec{P} vektörleri aynı düzlemindedir.

Buna göre \vec{K} vektörü aşağıdakilerden hangisine eşittir?

A) $\frac{1}{2} \vec{M}$

B) $\vec{L} + \vec{M}$

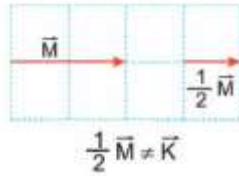
C) $\vec{L} + \vec{N}$

D) $\vec{M} + \vec{P}$

E) $\frac{1}{2} (\vec{N} + \vec{P})$

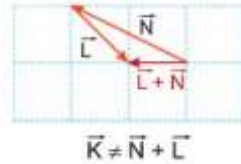
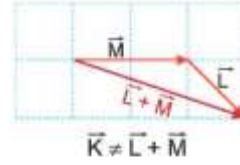
Çözüm:

Seçeneklerin her biri kontrol edilerek doğru cevap bulunabilir.



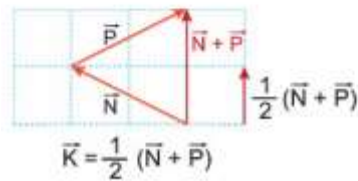
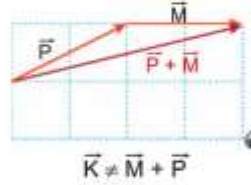
\vec{M} vektörü $\frac{1}{2}$ ile çarpıldığında elde edilen vektör \vec{K} ye eşit değildir.

\vec{L} ve \vec{M} vektörleri uç uca eklendiğinde elde edilen vektörün \vec{K} ye eşit olmadığı görülür.



\vec{L} ile \vec{N} vektörleri toplanırsa,
 $\vec{K} \neq \vec{N} + \vec{L}$
olur.

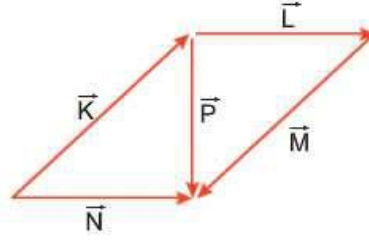
\vec{M} ve \vec{P} vektörlerinin bileşkesi de \vec{K} ye eşit değildir.



\vec{N} ile \vec{P} vektörleri uç uca eklenirse $\vec{N} + \vec{P}$ vektörü bulunur. Bu vektör $\frac{1}{2}$ ile çarpılırsa elde edilen vektörün \vec{K} ye eşit olduğu görülür.

Cevap E

ÖRNEK SORU



Aynı düzlemde bulunan şekildeki vektörlerle ilgili olarak;

I. $\vec{K} + \vec{P} = \vec{N}$

II. $\vec{L} + \vec{M} = \vec{P}$

III. $\vec{K} + \vec{N} = \vec{L} + \vec{M}$

işlemlerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

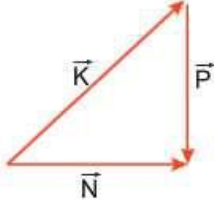
C) I ve II

D) II ve III

E) I, II ve III

Çözüm:

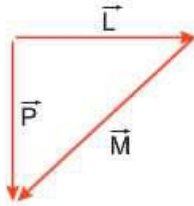
İşlemlerin her biri kontrol edilerek doğruluğu görülebilir.



\vec{K} vektörünün ucuna \vec{P} eklenirse,

$$\vec{K} + \vec{P} = \vec{N}$$

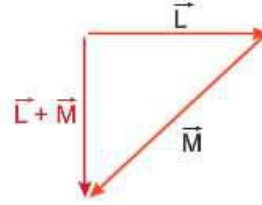
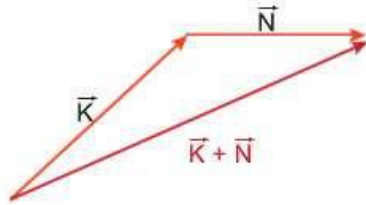
olur.



\vec{L} ve \vec{M} vektörleri uç uca eklenirse,

$$\vec{L} + \vec{M} = \vec{P}$$

olduğu görülür.



$$\vec{K} + \vec{N} \neq \vec{L} + \vec{M}$$

\vec{K} ile \vec{N} ve \vec{L} ile \vec{M} vektörleri uç uca eklenirse elde edilen $\vec{K} + \vec{N}$ vektörü ile $\vec{L} + \vec{M}$ vektörünün eşit vektörler olmadığı görülür.

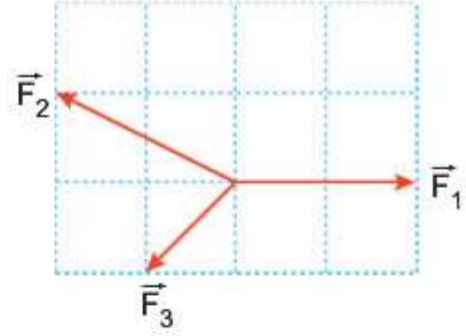
Bu durumda I ve II doğru, III ise yanlıştır.

Cevap C

ÖRNEK SORU

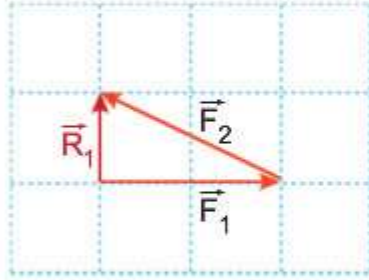
Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibidir. \vec{F}_1 ile \vec{F}_2 nin bileşkesi \vec{R}_1 ; \vec{F}_1 ile \vec{F}_3 ün bileşkesi \vec{R}_2 ; \vec{F}_2 ile \vec{F}_3 ün bileşkesi \vec{R}_3 tür.

Buna göre \vec{R}_1 , \vec{R}_2 , \vec{R}_3 kuvvetlerinin büyüklükleri R_1 , R_2 , R_3 arasındaki ilişki nedir?



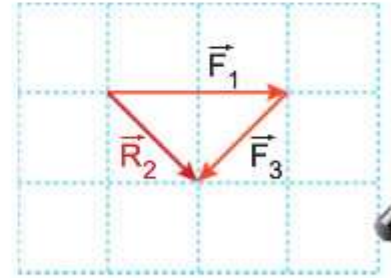
- A) $R_1 > R_2 > R_3$ B) $R_1 > R_3 > R_2$ C) $R_2 > R_3 > R_1$
D) $R_3 > R_1 > R_2$ E) $R_3 > R_2 > R_1$

Çözüm:

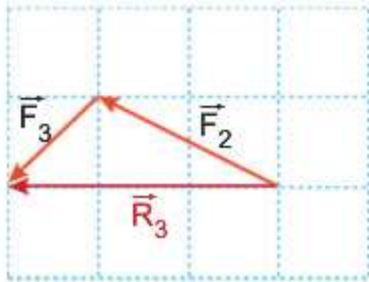


$$R_1 = 1 \text{ birim}$$

\vec{F}_1 ve \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibi uç uca eklendiğinde, bu iki kuvvetin bileşkesi olan \vec{R}_2 nin büyüklüğü $\sqrt{2}$ birim olur.



$$R_2 = \sqrt{2} \text{ birim}$$



$$R_3 = 3 \text{ birim}$$

\vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibi uç uca eklendiğinde bu iki kuvvetin bileşkesi olan R_3 , 3 birim bulunur.

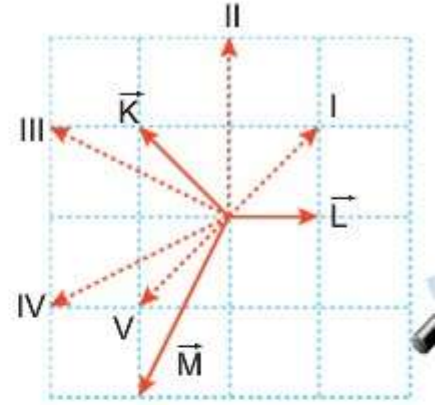
Bu durumda $R_3 > R_2 > R_1$ olur.

Cevap E

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan dört vektörün bileşkesi sıfırdır.

Bu vektörlerden üçü \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} şeklindeki gibi olduğuna göre, dördüncü vektör kesikli çizgilerle verilenlerden hangisidir?



A) I

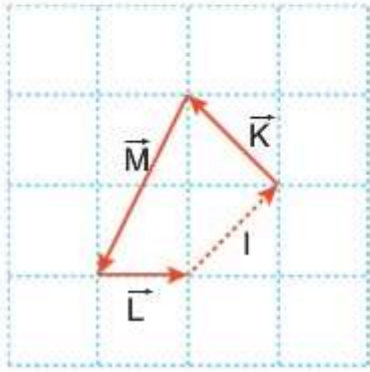
B) II

C) III

D) IV

E) V

Çözüm:



Vektörler uç uca eklendiğinde, ilk vektörün başlangıç noktası ile, son vektörün bitiş noktası çakışırsa, vektörlerin toplamı sıfır olur.

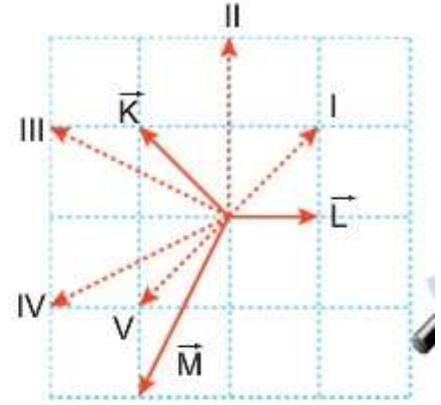
Buna göre, vektörler şekildeki gibi uç uca eklendiğinde, toplamın sıfır olması için dördüncü vektörün I numaralı vektör olması gerekir.

Cevap A

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan dört vektörün bileşkesi sıfırdır.

Bu vektörlerden üçü \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} şeklindeki gibi olduğuna göre, dördüncü vektör kesikli çizgilerle verilenlerden hangisidir?



A) I

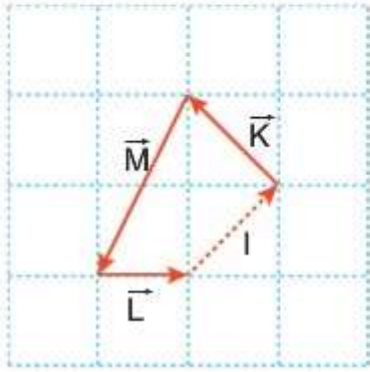
B) II

C) III

D) IV

E) V

Çözüm:



Vektörler uç uca eklendiğinde, ilk vektörün başlangıç noktası ile, son vektörün bitiş noktası çakışırsa, vektörlerin toplamı sıfır olur.

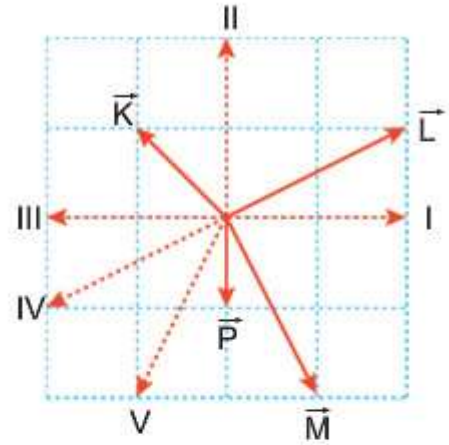
Buna göre, vektörler şekildeki gibi uç uca eklendiğinde, toplamın sıfır olması için dördüncü vektörün I numaralı vektör olması gerekir.

Cevap A

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörlerinin toplamı \vec{P} dir.

Buna göre, \vec{N} vektörü kesikli çizgilerle verilenlerden hangisidir?



A) I

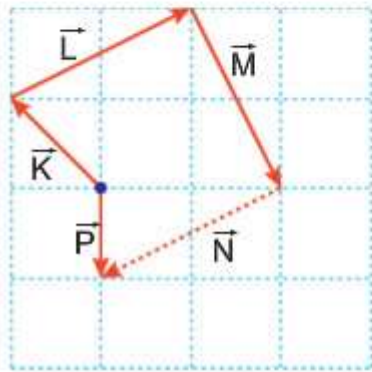
B) II

C) III

D) IV

E) V

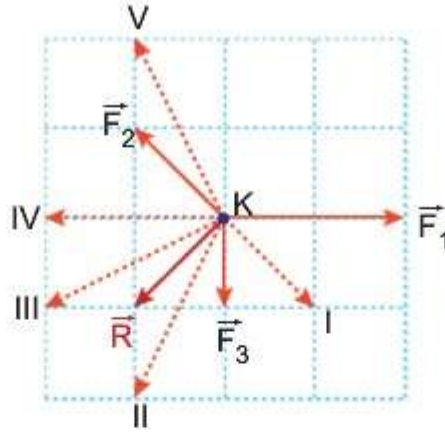
Çözüm:



\vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri uç uca eklendiğinde, başlangıçtan bitiş noktasına çizilen vektör \vec{P} vektörü olmalıdır. Bu durumda \vec{N} vektörü IV numaralı vektör olur.

Cevap D

ÖRNEK SORU

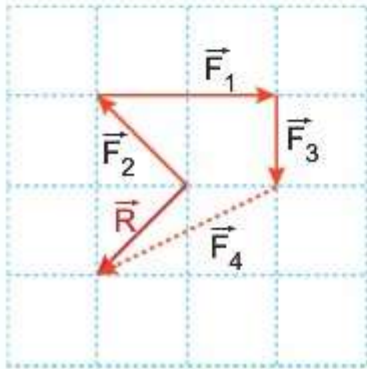


Noktasal K cismi, aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 ve \vec{F}_4 kuvvetlerinin etkisindedir.

Bu kuvvetlerin bileşkesi \vec{R} olduğuna göre, \vec{F}_4 kuvveti kesikli çizgilerle verilenlerden hangisidir?

- A) I B) II C) III D) IV E) V

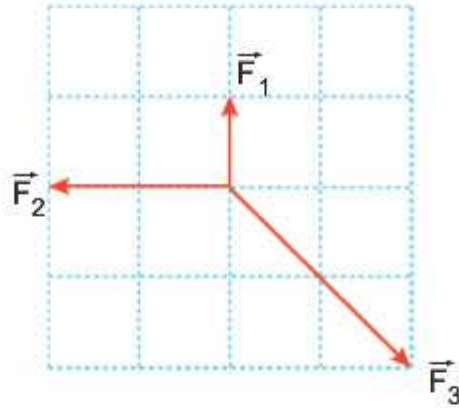
Çözüm:



\vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibi uç uca eklendiğinde bileşkesinin \vec{R} olabilmesi için en son eklenen vektörün \vec{F}_4 kuvveti olması gerekir. Buna göre, \vec{F}_4 kuvveti şekildeki gibi çizildiğinde III numaralı vektör olur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

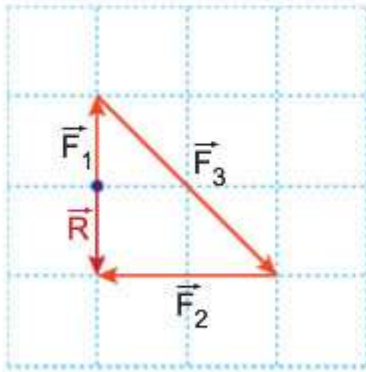


Aynı düzlemde bulunan şekildeki kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü R dir.

Bu kuvvetlerden \vec{F}_1 ters çevrilirse, bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç R olur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

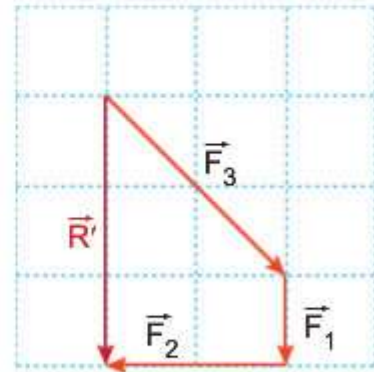
- A) 1 B) 2 C) $\frac{5}{2}$ D) 3 E) 4

Çözüm:



$R = 1$ birim

\vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibi uç uca eklendiğinde $R = 1$ birim olduğu görülür.



$R' = 3$ birim

\vec{F}_1 kuvveti ters çevrilerek uç uca eklendiğinde bileşkenin büyüklüğü $R' = 3$ birim olur.

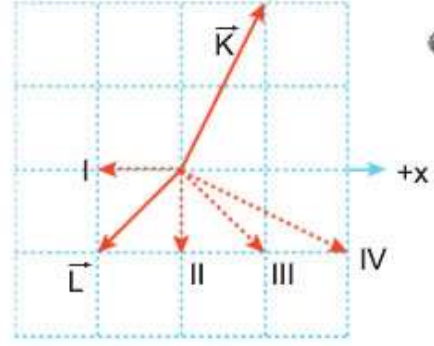
Bu durumda $R' = 3R$ elde edilir.

Cevap D

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerinin bileşkesi $+x$ yönündedir.

Bu vektörlerden \vec{K} ve \vec{L} şeklindeki gibi ise, \vec{M} vektörü kesikli çizgilerle verilenlerden hangileri olabilir?



A) Yalnız II

B) I ya da II

C) II ya da III

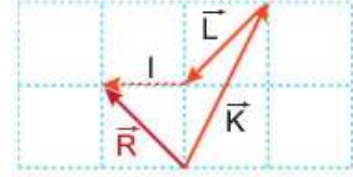
D) II ya da IV

E) III ya da IV

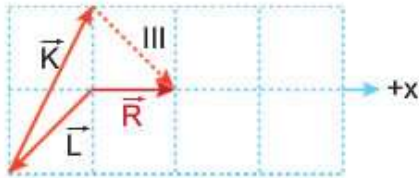
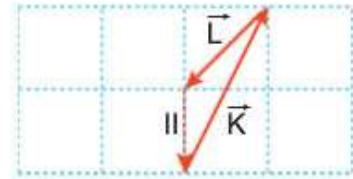
Çözüm:

\vec{K} ve \vec{L} vektörleri, kesikli çizgilerle verilen vektörlerin her biri ile toplanarak hangilerininin \vec{M} vektörü olabileceği görülebilir.

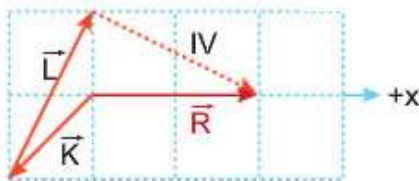
\vec{K} , \vec{L} ve I vektörünün toplamı $+x$ yönünde olmadığı için I, \vec{M} vektörü olamaz.



\vec{K} , \vec{L} ile II vektörünün toplamı sıfırdır.



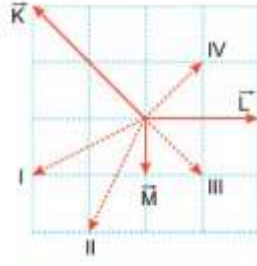
\vec{K} ile \vec{L} nin III vektörü ile toplamı $+x$ yönündedir. III vektörü \vec{M} olabilir.



\vec{K} ile \vec{L} nin IV vektörüyle toplamı $+x$ yönünde olduğundan IV vektörü \vec{M} olabilir.

Cevap E

ÖRNEK SORU



Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörlerinin bileşkesi x doğrultusundadır.

Bu kuvvetlerden \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} şekildedeki gibi olduğuna göre, \vec{N} vektörü kesikli çizgilerle verilenlerden hangileri olabilir?

A) Yalnız I

B) I ve II

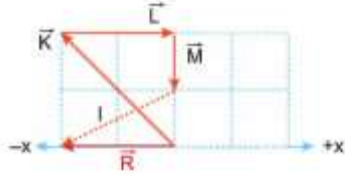
C) I ve III

D) II ve III

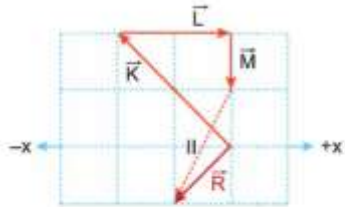
E) III ve IV

Çözüm:

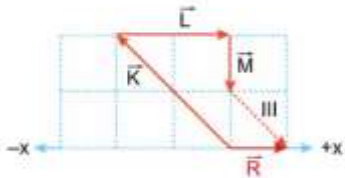
\vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörleri kesikli çizgilerle verilen vektörlerin her biri ile toplanarak hangilerinin \vec{N} vektörü olabileceği bulunabilir.



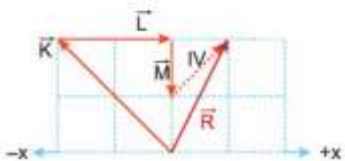
\vec{K} , \vec{L} , \vec{M} ve I vektörlerinin toplamı x doğrultusunda olduğundan \vec{N} , I vektörü olabilir.



\vec{K} , \vec{L} , \vec{M} ve II vektörleri toplamı x doğrultusunda olmadığından II vektörü \vec{N} olamaz.



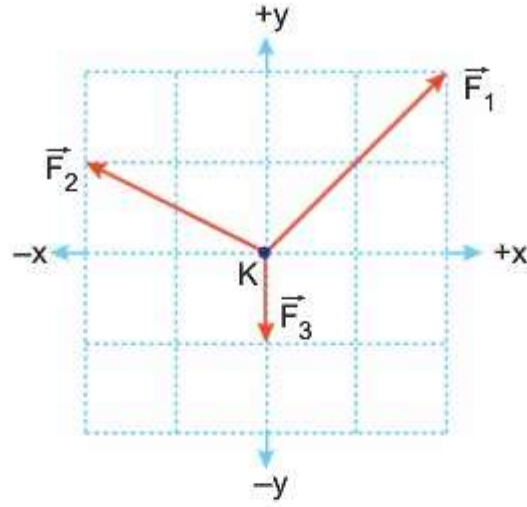
Toplam vektör x doğrultusunda olduğundan III vektörü \vec{N} olabilir.



Toplam vektör x doğrultusunda olmadığından IV vektörü \vec{N} olamaz.

Cevap C

ÖRNEK SORU

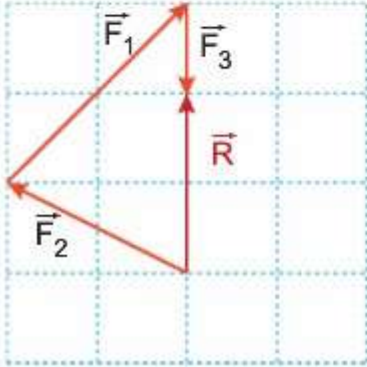


Noktasal K cismi, sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan şekildeki kuvvetlerin etkisindedir.

Cisim hangi yönde harekete başlar?

- A) +x yönünde B) -x yönünde C) +y yönünde
D) -y yönünde E) \vec{F}_1 yönünde

Çözüm:



Birden çok kuvvetin etkisinde kalan cisimler, bileşke kuvvetin yönünde harekete geçer.

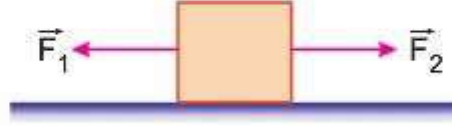
Noktasal K cisimine etki eden kuvvetlerin bileşkesi +y yönünde olduğundan cisim +y yönünde harekete geçer.

Cevap C



ÖĞRENELİM

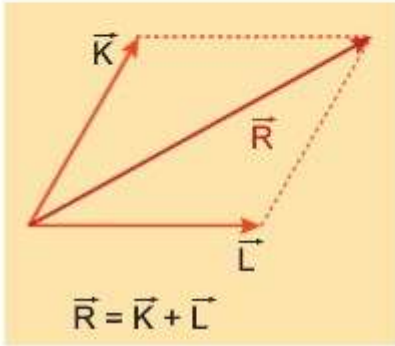
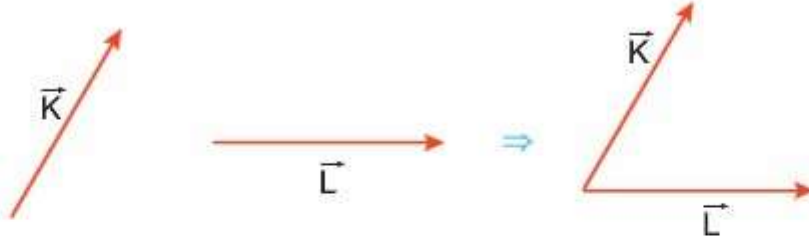
Bir cisme birden çok kuvvet etki ederse, cisim bileşke kuvvetin yönünde hareket eder.



$\vec{F}_2 > \vec{F}_1$ ise cisim \vec{F}_2 yönünde harekete geçer.

Paralelkenar Yöntemi

Bu yöntemde, toplanacak vektörlerin başlangıç noktaları birleştirilir.

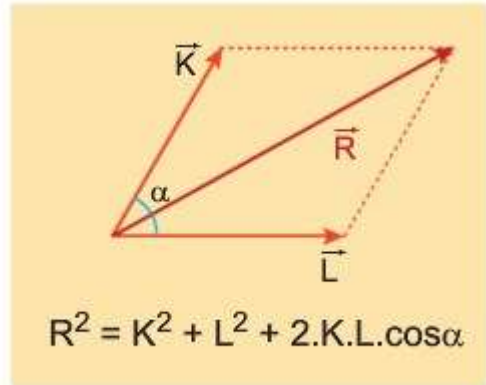


Her vektörün ucundan, diğer vektöre paralel doğrular çizilir. Vektörlerin başlangıç noktasından doğruların kesim noktasına çizilen vektör, bileşke vektör olur.

Bileşke vektörün büyüklüğü, Cosinüs teoremi ile bulunur. Büyüklükleri K ve L olan iki vektör arasındaki açı α ise bileşke vektörün büyüklüğü,

$$R^2 = K^2 + L^2 + 2.K.L.\cos\alpha$$

ile bulunur.

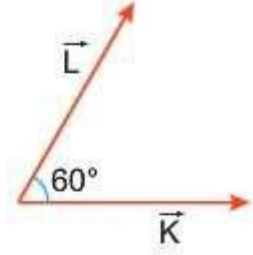


ÖRNEK SORU

Her birinin büyüklüğü 10 birim olan K ve L vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre, $\vec{K} + \vec{L}$ vektörü kaç birimdir?

$$(\cos 60^\circ = \frac{1}{2})$$



A) 10

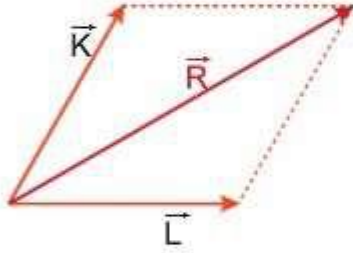
B) 15

C) $10\sqrt{2}$

D) $10\sqrt{3}$

E) 20

Çözüm:



Vektörler paralelkenara tamamlanırsa bileşke vektör şekildeki gibi olur.

Bileşkenin büyüklüğü,

$$R^2 = K^2 + L^2 + 2.K.L.\cos 60^\circ$$

$$R^2 = 100 + 100 + 2.10.10.\frac{1}{2}$$

$$R^2 = 300$$

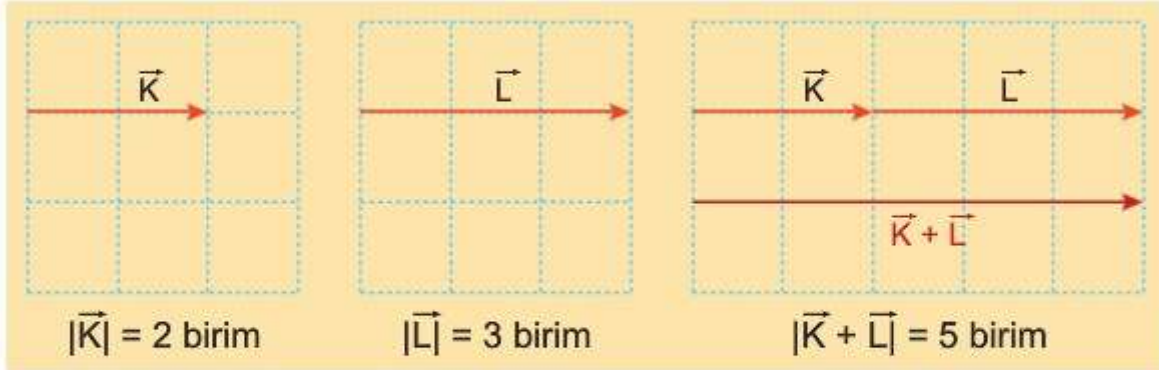
$$R = 10\sqrt{3} \text{ birim}$$

bulunur.

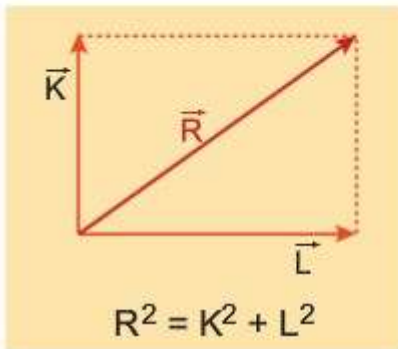
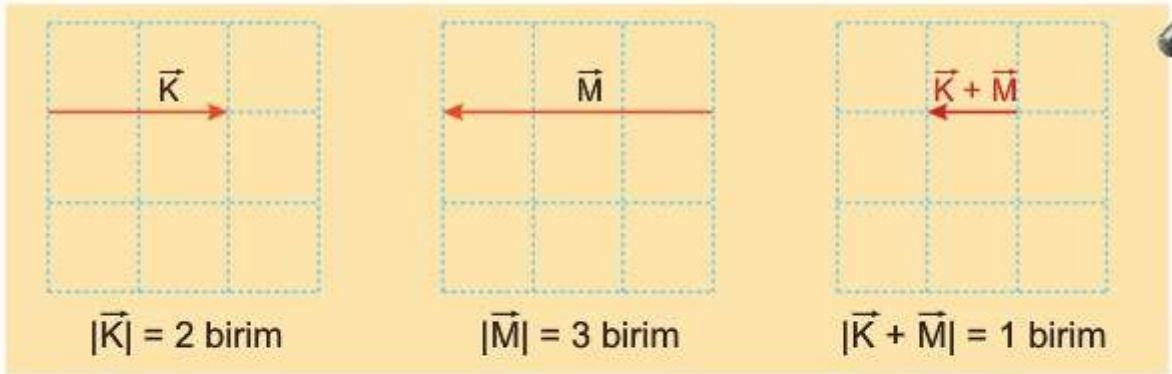
Cevap D

Bileşke Vektörün Özellikleri

Aynı yönlü vektörlerin bileşkesinin büyüklüğü, vektörlerin büyüklükleri toplamına eşittir.



Yönleri zıt olan vektörlerin bileşkesinin büyüklüğü, vektörlerin büyüklükleri farkına eşittir. Bileşke vektörünün yönü ise büyük vektör yönündedir.

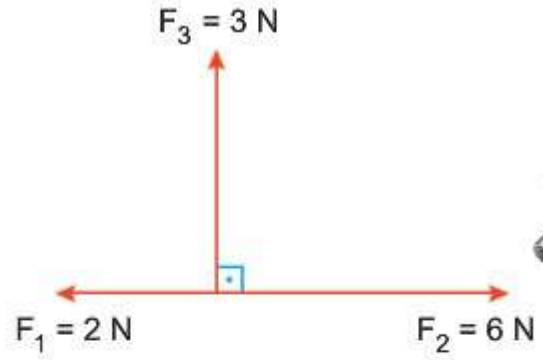


Vektörler birbirine dik ise bileşke vektörün büyüklüğü Pisagor bağıntısı ile bulunur.

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerinin büyüklükleri şekildeki gibidir.

Buna göre, bu kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü kaç N dur?



- A) 4 B) 5 C) 6 D) 7 E) 10

Çözüm:



\vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri zıt yönlü olduklarından bu iki kuvvetin bileşkesinin büyüklüğü,

$$R_1 = F_2 - F_1 = 6 - 2 = 4 \text{ N}$$

olur.

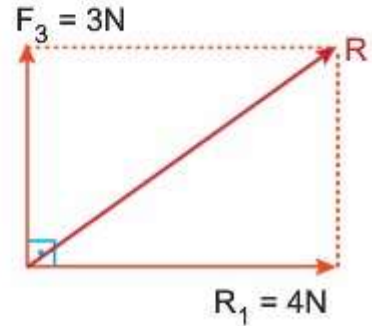
Bu kuvvet ile \vec{F}_3 kuvveti birbirine dik olduklarından,

$$R^2 = R_1^2 + F_3^2$$

$$R^2 = 4^2 + 3^2$$

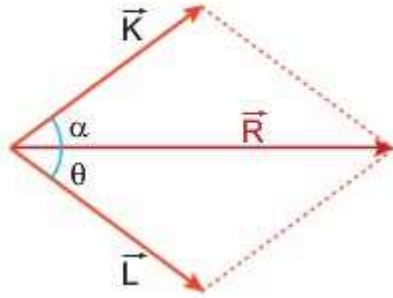
$$R^2 = 25 \Rightarrow R = 5 \text{ N}$$

bulunur.



Cevap B

İki vektörün bileşkesi, büyük olan vektörle daha küçük açı yapar.



Şekilde,

$$\alpha > \theta \text{ ise } |\vec{K}| < |\vec{L}|$$

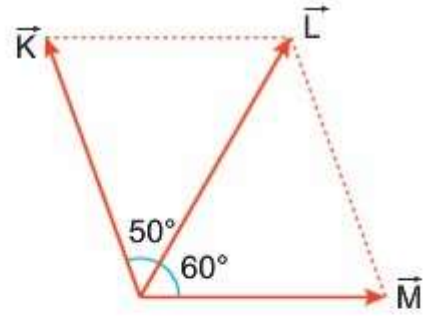
$$\alpha = \theta \text{ ise } |\vec{K}| = |\vec{L}|$$

$$\alpha < \theta \text{ ise } |\vec{K}| > |\vec{L}| \text{ dir.}$$

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan şekildeki \vec{K} ve \vec{M} vektörlerinin toplamı \vec{L} dir.

Buna göre, bu vektörlerin büyüklükleri K, L, M arasındaki ilişki nedir?



A) $K > L > M$

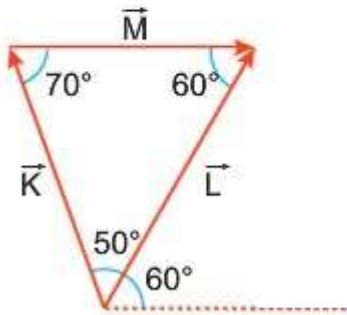
B) $L > K > M$

C) $L > M > K$

D) $M > L > K$

E) $M > K > L$

Çözüm:



Vektörler uç uca eklendiğinde, elde edilen üçgende açılar şekildeki gibi olur. Bu üçgende küçük açının karşısında küçük kenar yer aldığından,

$$70^\circ > 60^\circ > 50^\circ \text{ ise}$$

$$L > K > M$$

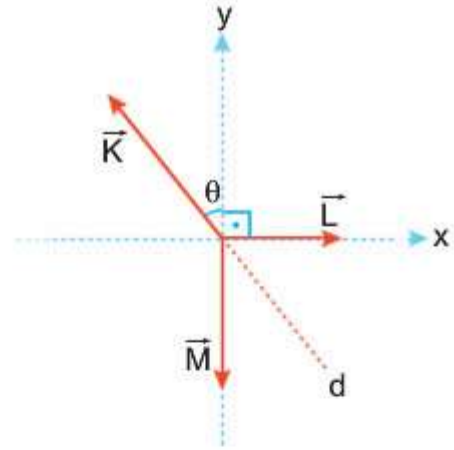
bulunur.

Cevap B

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörleri şekildeki gibidir. \vec{K} ile \vec{L} nin bileşkesi y ekseninde, \vec{L} ile \vec{M} nin bileşkesi ise d eksenindedir.

$\theta > 45^\circ$ olduğuna göre, bu vektörlerin büyüklükleri K, L, M arasındaki ilişki nedir?



A) $K > L > M$

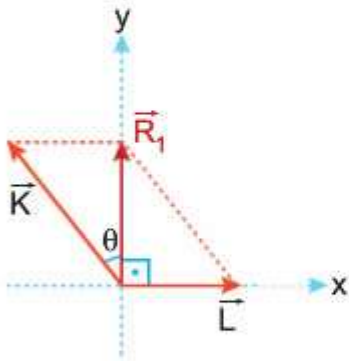
B) $K > M > L$

C) $K = L > M$

D) $K > L = M$

E) $M > L > K$

Çözüm:



\vec{K} ile \vec{L} nin bileşkesi \vec{R}_1 , şekildeki gibi y ekseninde çizildiğinde, \vec{K} ye daha yakın olduğundan,

$$K > L$$

dir.

\vec{K} ile \vec{M} nin bileşkesi olan \vec{R}_2 , d ekseninde şekildeki gibi çizildiğinde $\theta > \alpha$ olduğundan,

$$L > M$$

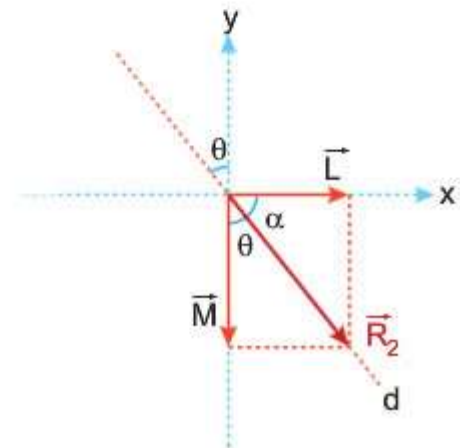
dir. Bu durumda,

$$K > L > M$$

bulunur.

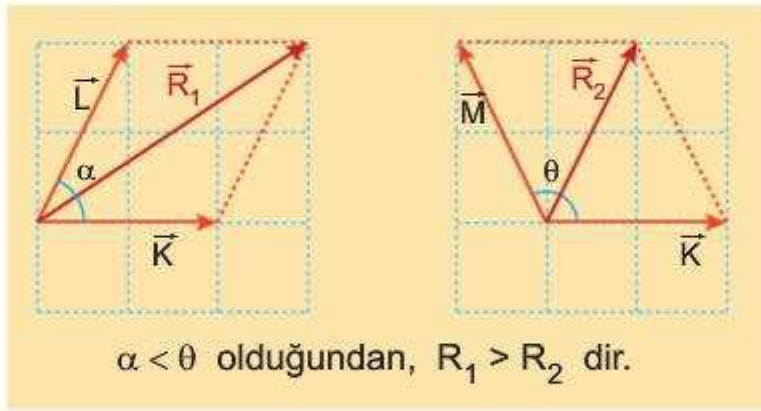
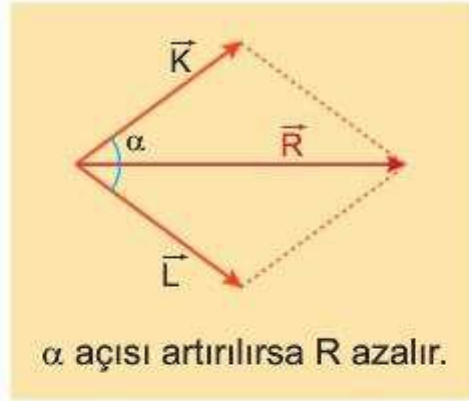
$$\theta > 45^\circ \text{ ise}$$

$$\theta > \alpha \text{ dir.}$$



Cevap A

İki vektör arasındaki açı artırılırsa bileşkenin büyüklüğü azalır.



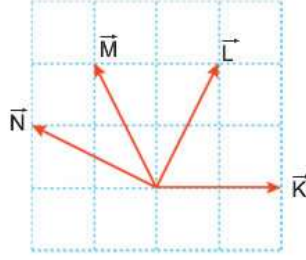
Şekilde, K ile L vektörleri arasındaki açı α , K ile M vektörleri arasındaki açı θ ise,

$$\alpha < \theta$$

olduğundan, $R_1 > R_2$ dir.

ÖRNEK SORU

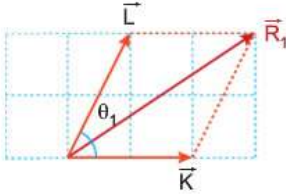
Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri şekildeki gibidir. \vec{K} ile \vec{L} nin bileşkesi \vec{R}_1 , \vec{K} ile \vec{M} nin bileşkesi \vec{R}_2 , \vec{K} ile \vec{N} nin bileşkesi ise \vec{R}_3 tür.



Buna göre, \vec{R}_1 , \vec{R}_2 , \vec{R}_3 ün büyüklükleri R_1 , R_2 , R_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $R_1 > R_2 > R_3$ B) $R_1 > R_2 = R_3$ C) $R_1 = R_2 = R_3$
D) $R_2 > R_3 > R_1$ E) $R_3 > R_2 > R_1$

Çözüm:



\vec{K} ile \vec{L} nin bileşkesi \vec{R}_1 şekildeki gibidir. Burada \vec{R}_1 in büyüklüğü,

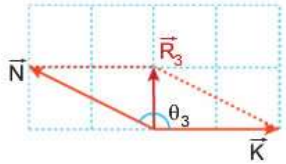
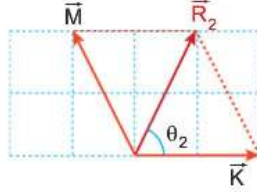
$$R_1 = \sqrt{13} \text{ br}$$

dir.

\vec{K} ile \vec{M} nin bileşkesi \vec{R}_2 şekildeki gibi çizildiğinde büyüklüğü,

$$R_2 = \sqrt{5} \text{ br}$$

olur.



\vec{K} ile \vec{N} nin bileşkesi, \vec{R}_3 şekildeki gibi çizildiğinde büyüklüğü

$$R_3 = 1 \text{ br}$$

olur.

Bu durumda $R_1 > R_2 > R_3$ elde edilir.

Soru daha kısa yolla da çözülebilir.

\vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörlerinin büyüklükleri eşit olduğundan, \vec{K} ile \vec{L} arası θ_1 , \vec{K} ile \vec{M} arası açı θ_2 , \vec{K} ile \vec{N} arası

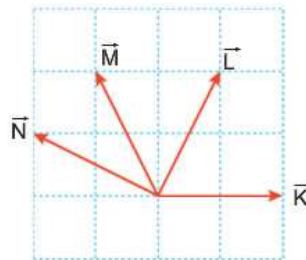
açı θ_3 olarak alınırsa,

$$\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$$

ise

$$R_1 > R_2 > R_3$$

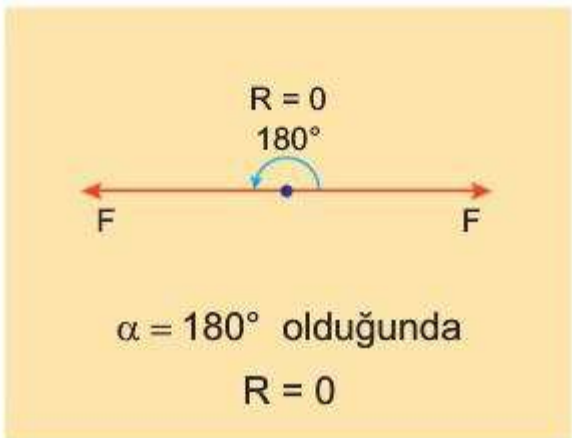
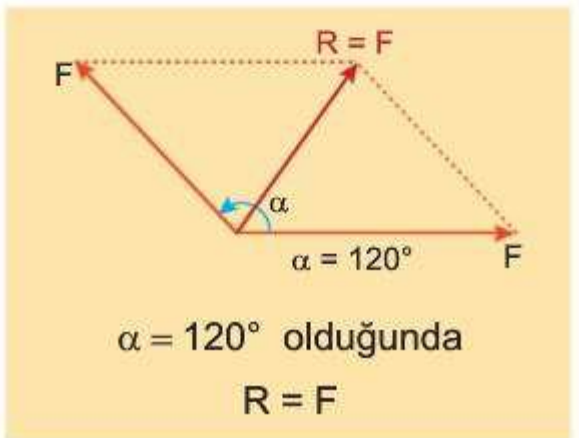
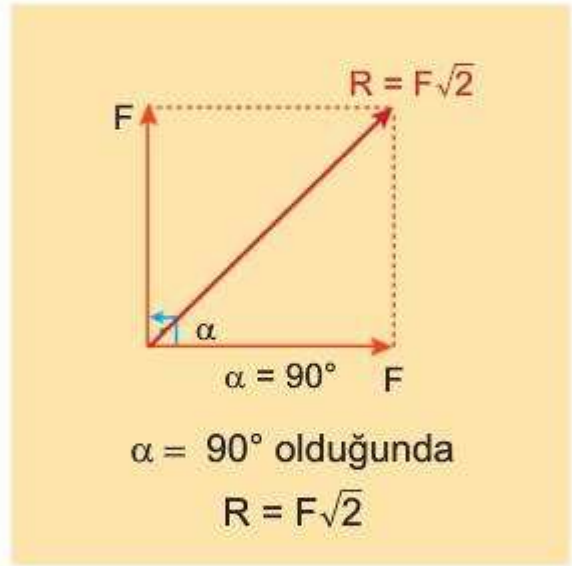
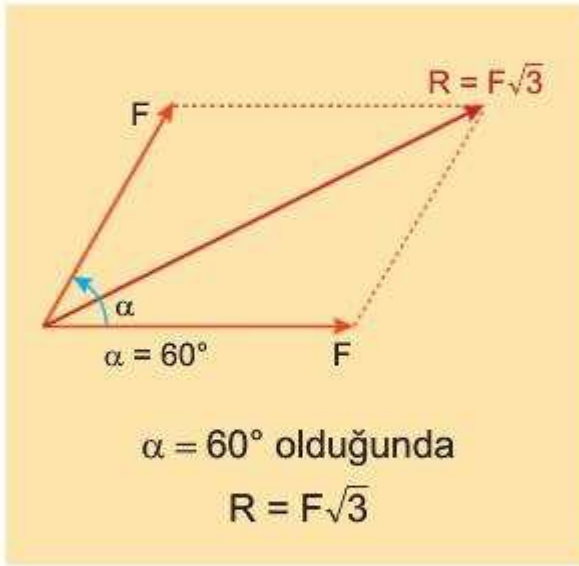
bulunur.



Cevap A

Büyüklikleri birbirine eşit olan iki vektörün bileşkesi, vektörler arasındaki açının açısı ortaydır.

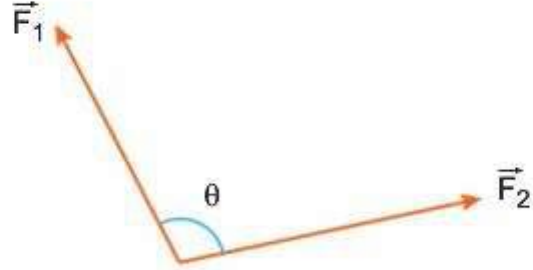
F büyüklüğündeki iki kuvvetin bileşkesinin büyüklüğü, aralarındaki açı α ise,





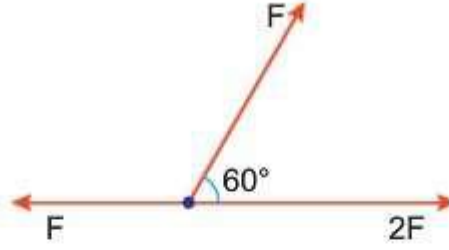
ÖĞRENELİM

İki kuvvetin arasındaki açı arttıkça bileşke kuvvetin büyüklüğü azalır.



\vec{F}_1 ile \vec{F}_2 arasındaki θ açısı artarsa bileşkeleri azalır.

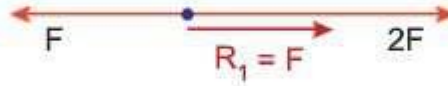
ÖRNEK SORU



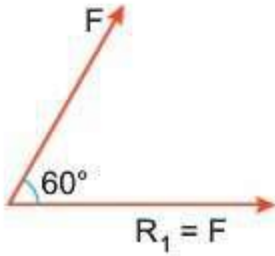
Aynı düzlemde bulunan şekildeki kuvvetlerin bileşkesi kaç F dir?

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

Çözüm:



Aynı doğrultudaki F, 2F büyüklüğündeki kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü F dir.



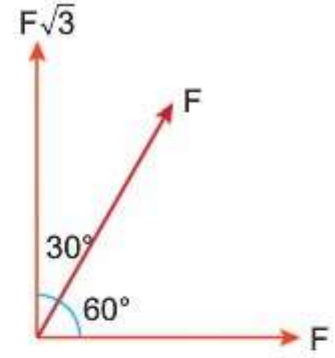
Bu kuvvet ile kalan F büyüklüğündeki kuvvetin aralarındaki açı 60° olduğundan bileşkenin büyüklüğü $\sqrt{3}F$ olur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan kuvvetler şekildeki gibidir.

Buna göre, bu kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü kaç F dir?



A) $\sqrt{3}$

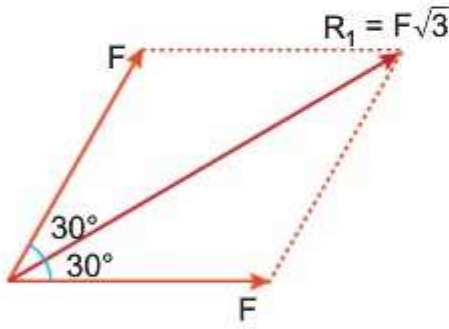
B) 2

C) $\frac{5}{2}$

D) 3

E) $3\sqrt{3}$

Çözüm:



Aralarında 60° lik açı bulunan ve her birinin büyüklüğü F olan iki kuvvetin bileşkesinin büyüklüğü,

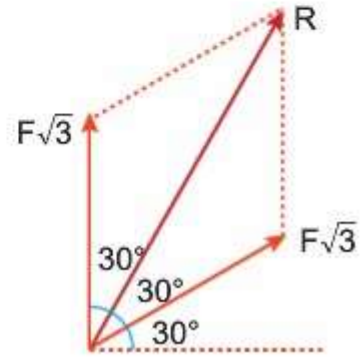
$$R_1 = F\sqrt{3}$$

tür.

R_1 ile $F\sqrt{3}$ büyüklüğündeki kuvvetler arasındaki açı da 60° olduğundan bileşkenin büyüklüğü,

$$\begin{aligned} R &= F\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \\ &= 3F \end{aligned}$$

bulunur.



Cevap D

İki vektörün bileşkesi, vektörler aynı yönlü olduğunda en büyük, zıt yönlü olduğunda en küçük değerini alır. Bu nedenle iki vektörün bileşkesinin büyüklüğü, vektörlerin büyüklükleri toplamından daha büyük; büyüklükleri farkından daha küçük olamaz.



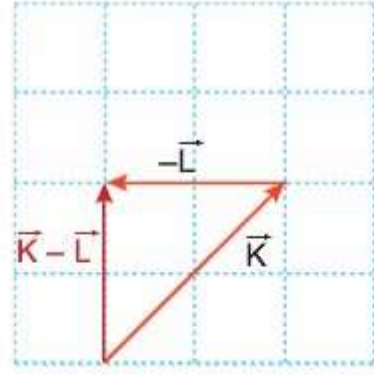
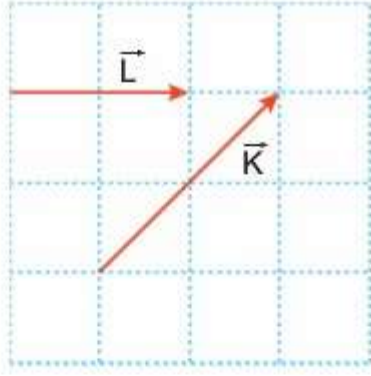
ÖĞRENELİM

\vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğü $|\vec{R}|$ ise

$$|\vec{K}| - |\vec{L}| \leq |\vec{R}| \leq |\vec{K}| + |\vec{L}|$$

yazılabilir.

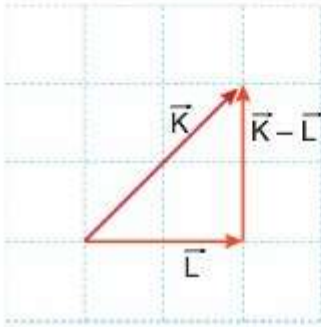
Vektörlerde Çıkarma İşlemi



Vektörlerde çıkarma işlemi, toplama işlemine benzer biçimde yapılır.

$$\vec{K} - \vec{L} = \vec{K} + (-\vec{L})$$

olduğundan $\vec{K} - \vec{L}$ vektörünü bulmak için \vec{K} vektörü ile $-\vec{L}$ vektörü toplanır.



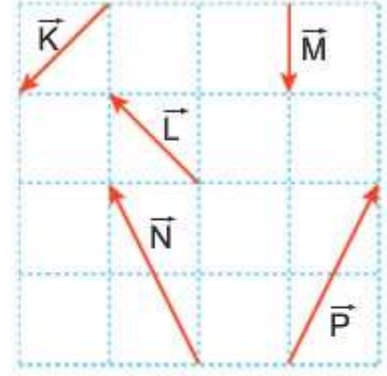
Vektörlerin başlangıç noktaları birleştiğinde, çıkarılan vektörden diğerine çizilen vektör de fark vektörü verir.

Buna göre, şekilde \vec{L} den \vec{K} ye çizilen vektör $\vec{K} - \vec{L}$ dir.

ÖRNEK SORU

Şekildeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} , \vec{P} vektörleri aynı düzlemindedir.

Buna göre, $\vec{K} - \vec{N}$ vektörü aşağıdakilerden hangisine eşittir?



A) \vec{L}

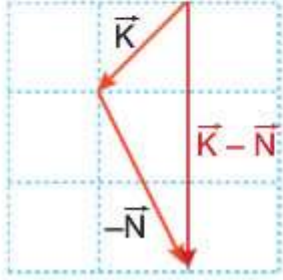
B) $2\vec{L}$

C) $2\vec{M}$

D) $3\vec{M}$

E) $2\vec{P}$

Çözüm:



$$\vec{K} - \vec{N} = 3\vec{M}$$

\vec{K} vektörü $-\vec{N}$ vektörü ile toplanırsa $\vec{K} - \vec{N}$ vektörü bulunur.

Buna göre elde edilen bu vektör, şekilde görüldüğü gibi $3\vec{M}$ ye eşittir.

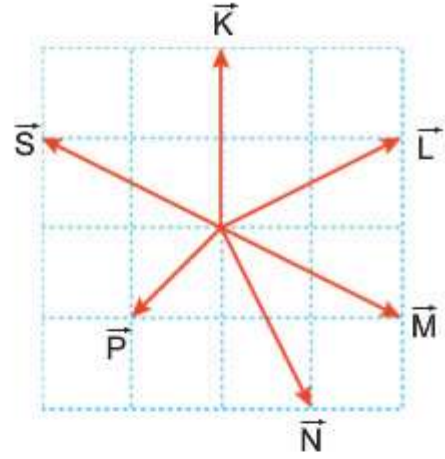
Cevap D

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} , \vec{P} ve \vec{S} vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre \vec{S} vektörü aşağıdakilerden hangisine eşittir?

(Bölmeler eşit aralıktır.)



A) $\vec{L} - \vec{K}$

B) $\vec{K} - \vec{M}$

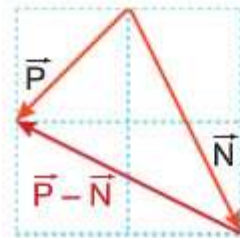
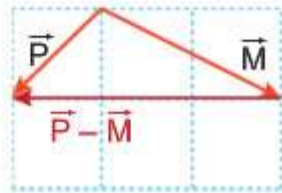
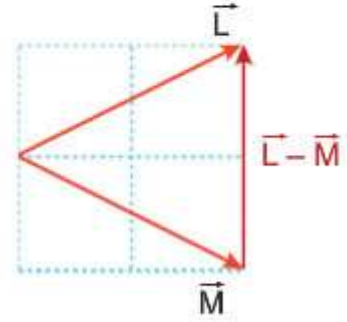
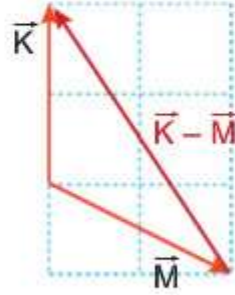
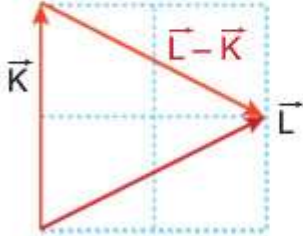
C) $\vec{L} - \vec{M}$

D) $\vec{P} - \vec{M}$

E) $\vec{P} - \vec{N}$

Çözüm:

İki vektörün farkı, vektörlerin başlangıç noktaları birleştirildiğinde, çıkarılacak vektörden diğerine çizilen vektördür. Bu şekilde düşünülerek seçenekler denenebilir.



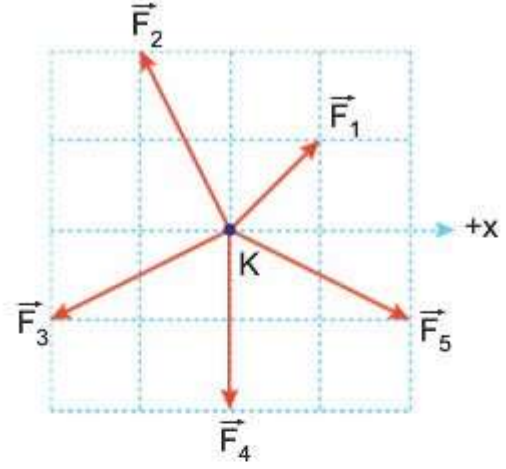
Vektörel işlemler yapıldığında $\vec{S} = \vec{P} - \vec{N}$ olur.

Cevap E

ÖRNEK SORU

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki noktasal K cismi, aynı düzlemde bulunan $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5$ kuvvetlerinin etkisindedir.

Bu kuvvetlerden hangisi kaldırılırsa cisim +x yönünde harekete geçer?



A) \vec{F}_1

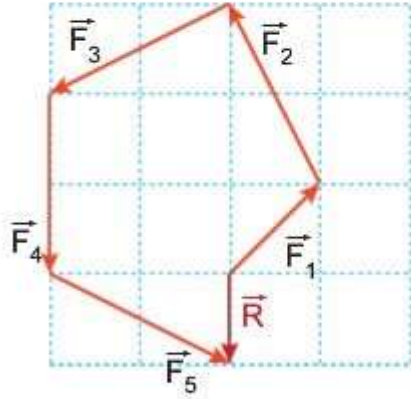
B) \vec{F}_2

C) \vec{F}_3

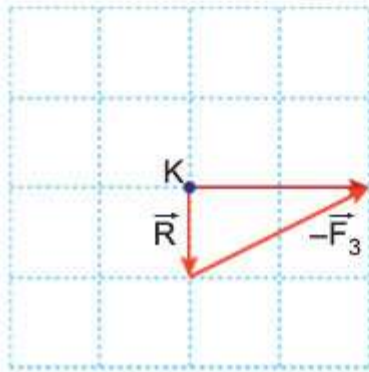
D) \vec{F}_4

E) \vec{F}_5

Çözüm:



Cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi, şekildeki vektörler uçuca eklenerek bulunabilir.

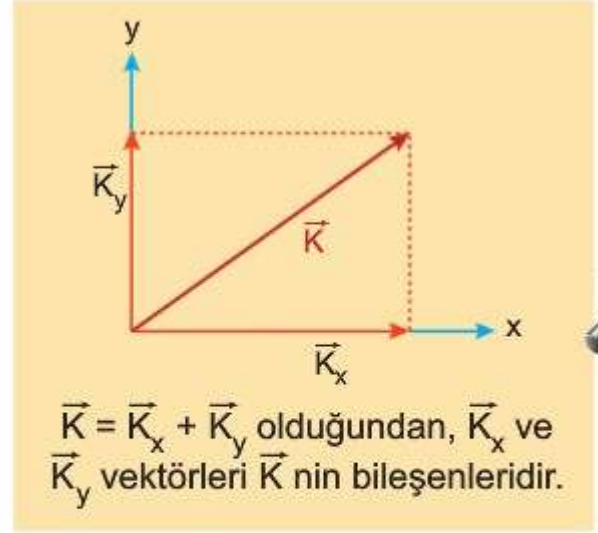
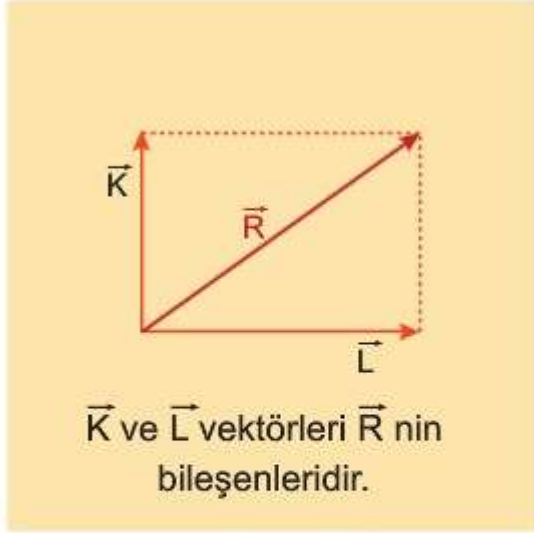


Bileşke kuvvetten \vec{F}_3 kuvvetinin çıkarılması durumunda kalan kuvvetlerin bileşkesi +x yönünde olur.

Bu nedenle \vec{F}_3 kaldırıldığında cisim +x yönünde harekete geçer.

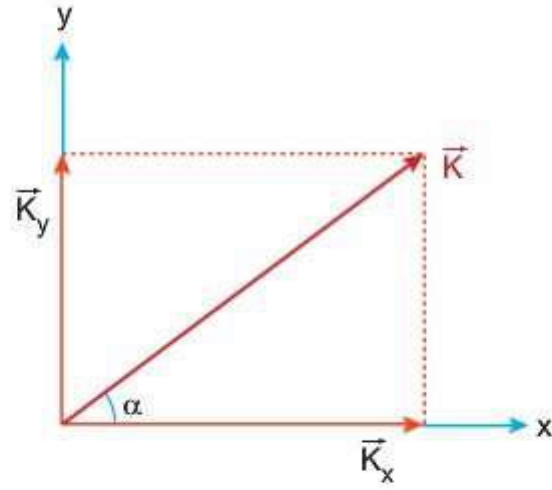
Cevap C

Vektörlerin Bileşenlerine Ayrılması



Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin toplamı \vec{R} vektörünü verir. \vec{R} vektörüne \vec{K} ve \vec{L} nin bileşkesi, \vec{K} ve \vec{L} vektörlerine de \vec{R} nin bileşenleri denir.

Bir vektör iki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde bileşenlerine ayrılırken vektörün ucundan eksenlere paralel çizilir. Vektörün başlangıç noktasından eksenlerin kesildiği noktaya çizilen vektörler, dik bileşenler olarak adlandırılır. İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde, bileşenlerin büyüklükleri trigonometrik tanımlardan yararlanarak bulunabilir.



Kartezyen koordinat sistemindeki vektörün x eksenine ile yaptığı açı α ise bu vektörün bileşenlerinin büyüklüğü,

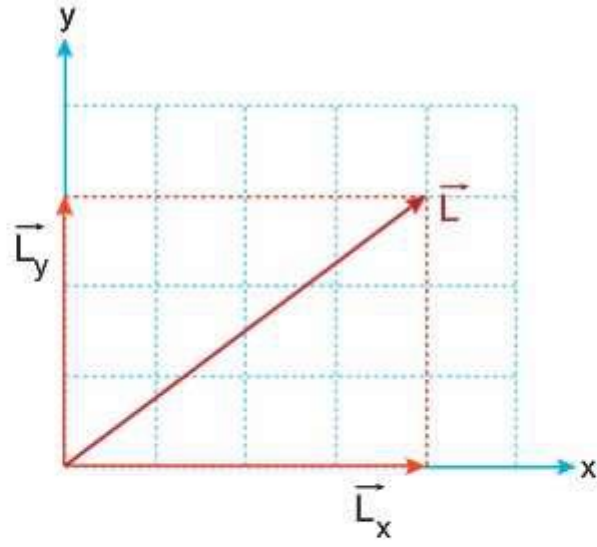
$$\cos\alpha = \frac{K_x}{K}$$

$$K_x = K \cdot \cos\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{K_y}{K}$$

$$K_y = K \cdot \sin\alpha$$

olur.



Birim karelere ayrılmış düzlemde bulunan şekildeki \vec{L} vektörünün bileşenlerinin büyüklükleri

$$L_x = 4 \text{ birim}$$

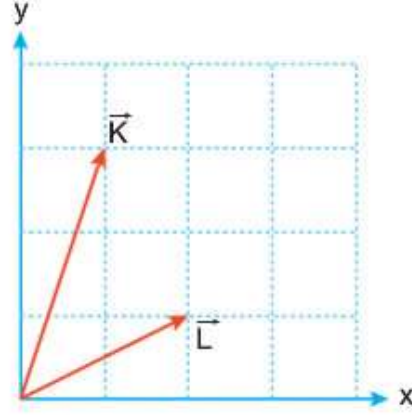
$$L_y = 3 \text{ birim}$$

olur.

ÖRNEK SORU

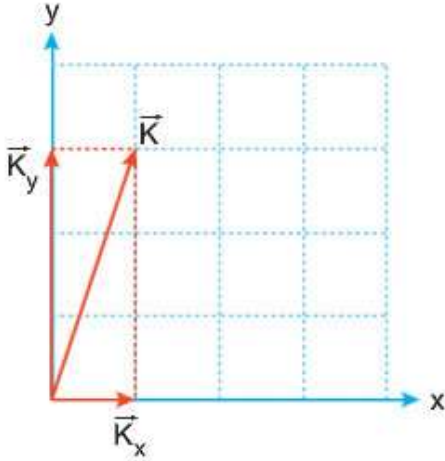
Eşit bölmeli düzlemde bulunan şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin x eksenindeki bileşenlerinin büyüklükleri sırasıyla K_x ve L_x dir.

Buna göre, $\frac{K_x}{L_x}$ oranı nedir?



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

Çözüm:



\vec{K} vektörü şekildeki gibi bileşenlerine ayrıldığında bu bileşenlerinin büyüklükleri,

$$K_x = 1 \text{ birim}$$

$$K_y = 3 \text{ birim}$$

olur

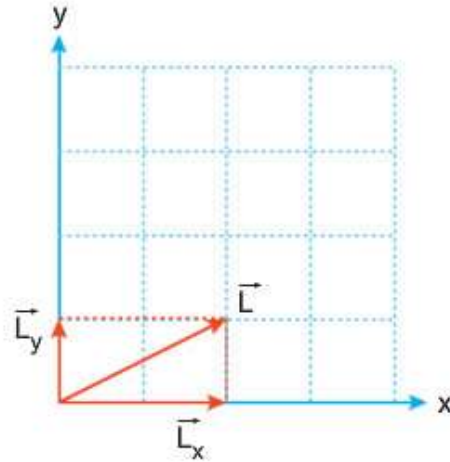
\vec{L} vektörü şekildeki gibi bileşenlerine ayrıldığında bileşenlerinin büyüklükleri,

$$L_x = 2 \text{ birim}$$

$$L_y = 1 \text{ birim}$$

olur.

Buradan $\frac{K_x}{L_x} = \frac{1}{2}$ bulunur.



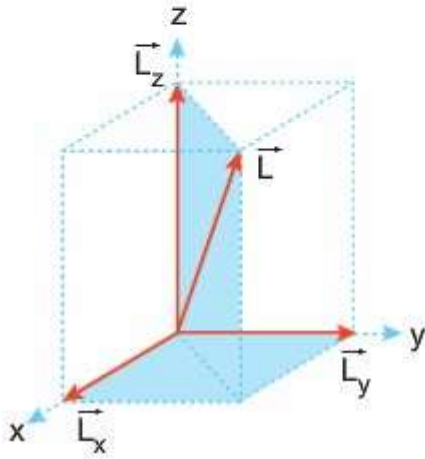
Cevap E

Vektör üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde bileşenlerine ayrılırken dikdörtgenler prizmasının kenarlarına çizilen vektörler, prizmanın köşegeni olarak çizilen \vec{L} vektörünün bileşenleri olur.

Buna göre şekildeki \vec{L}_x , \vec{L}_y , \vec{L}_z vektörleri \vec{L} nin bileşenleridir.



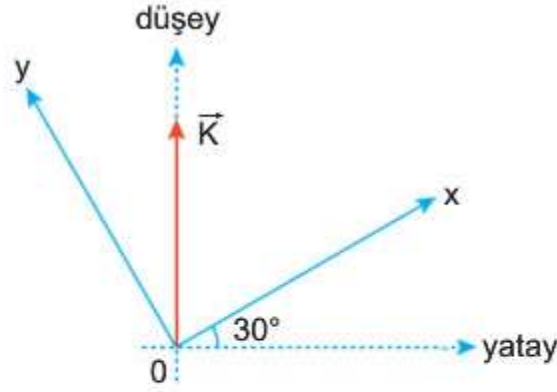
ÖĞRENELİM



$$\vec{L} = \vec{L}_x + \vec{L}_y + \vec{L}_z$$

olduğundan \vec{L}_x , \vec{L}_y , \vec{L}_z vektörleri \vec{L} nin bileşenleridir.

ÖRNEK SORU

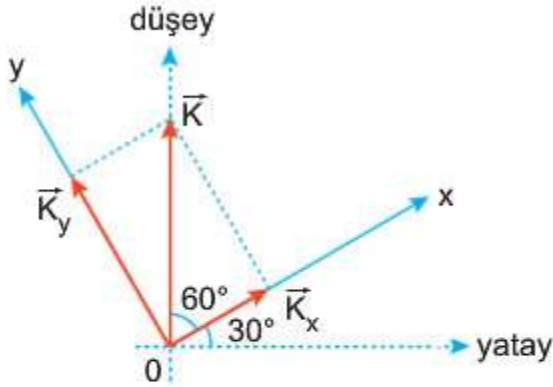


x-y koordinat sistemi, O noktası etrafında 30° döndürülmüştür. Büyüklüğü 20 birim olan \vec{K} vektörünün x eksenine üzerindeki bileşeninin büyüklüğü K_x tir.

Buna göre, K_x kaç birimdir? ($\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$; $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$)

- A) 8 B) 10 C) 12 D) $10\sqrt{3}$ E) 20

Çözüm:



\vec{K} vektörünün ucundan eksenlere paralel çizilerek vektörün x ve y eksenleri üzerindeki bileşenleri şekildeki gibi bulunur.

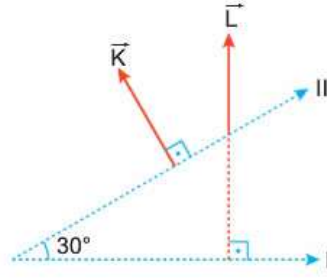
\vec{K} nin x eksenine ile yaptığı açı 60° olduğundan,

$$\begin{aligned} K_x &= K \cdot \cos 60^\circ \\ &= 20 \cdot \frac{1}{2} \\ &= 10 \text{ birim} \end{aligned}$$

bulunur.

Cevap B

ÖRNEK SORU



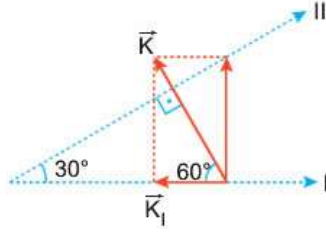
Aynı düzlemde bulunan eşit büyüklükteki \vec{K} ve \vec{L} vektörleri şekildeki gibidir. \vec{K} nin dik bileşenlerinden birisi I ekseninde, \vec{L} nin dik bileşenlerinden birisi de II eksenindedir.

Buna göre, bu bileşenlerin büyüklükleri oranı $\frac{K_I}{L_{II}}$ nedir?

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}, \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

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

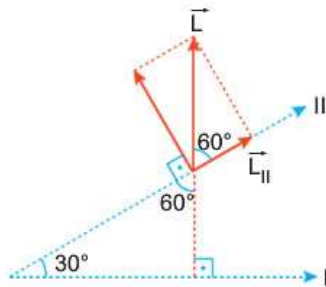
Çözüm:



\vec{K} nin dik bileşenleri şekildeki gibi çizildiğinde elde edilen dik üçgende K_I in büyüklüğü,

$$\begin{aligned} K_I &= K \cdot \cos 60^\circ \\ (\cos 60^\circ &= \sin 30^\circ = \frac{1}{2}) \\ &= \frac{K}{2} \end{aligned}$$

olur.



\vec{L} nin dik bileşenlerinden birisi II ekseninde olduğuna göre, vektör şekildeki gibi bileşenlerine ayrılabilir.

Bu durumda L_{II} nin büyüklüğü,

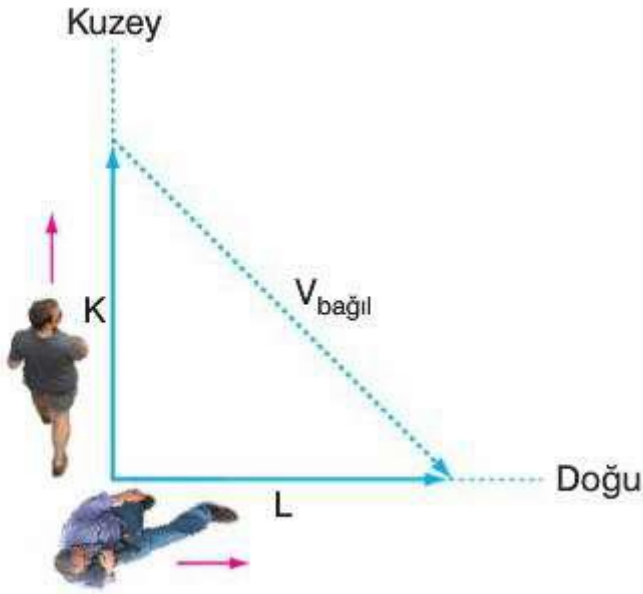
$$\begin{aligned} L_{II} &= L \cdot \cos 60^\circ \\ &= \frac{L}{2} \end{aligned}$$

olur.

\vec{K} ve \vec{L} nin büyüklükleri eşit olduğundan, $\frac{K_I}{L_{II}} = 1$ bulunur.

Cevap C

Bağıl Hareket 11. sınıf



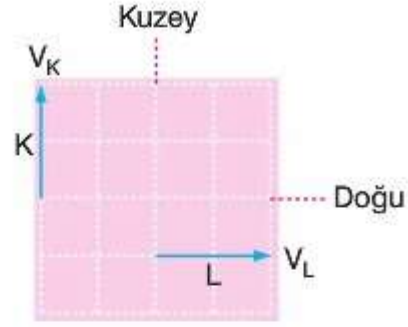
Bir K cisminin L cismine göre hareketine **bağıl hareket**, hızına ise **bağıl hız** denir.

Örneğim; “K cismi L cismini nasıl görür?” dediğimizde K dan L ye çizilen vektör bağıl hızı verir. $V_{Bağıl}$, K nın L yi görme hızıdır.

Örnek - 1

Yere göre hız büyüklükleri şekildeki gibi V_K , V_L olan K ve L cisimlerinden K cismi L yi hangi yönde gidiyor görür?

(Kare bölmeler özdeştir.)



A) Kuzeybatı

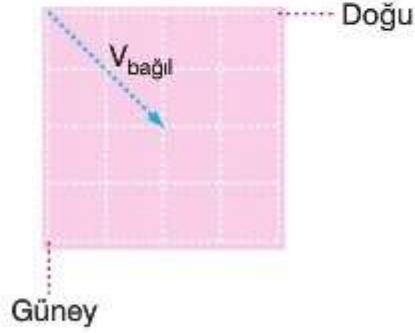
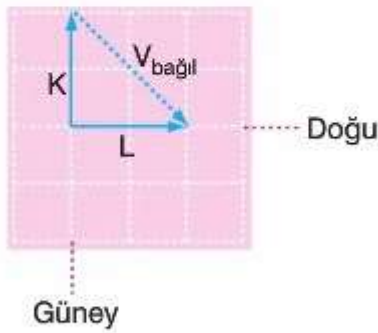
B) Doğubati

C) Güneydoğu

D) Doğu

E) Güney

Çözüm:



Bakan gözlemciden bakılana çizilen vektör, K nin L yi görme hızıdır. Şekilden de görüldüğü gibi K, L yi Güneydoğu yönünde gidiyor muş gibi görür. Dolayısıyla $V_{bağıl}$ hızımız; yatayı 2 birim, düşeyi 2 birim olan vektördür.

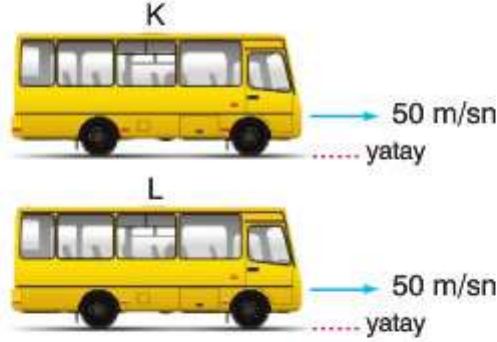
Cevap C

Kural 1: Bakan gözlemciden bakılan cisme çizilen vektör, bağıl hızı verir. Asla Unutmayınız!

Kural 2: Bakan gözlemcinin hız vektörü ters çevrilip, bakılan cismin hızı ile toplanır. Bulduğumuz sonuç bağıl hızı verir.



Örnek - 2



K ve L araçlarının hız büyüklükleri şekildeki gibidir.

Buna göre, K aracında durmakta olan bir gözlemci L aracının hızını kaç m/s olarak görür?

- A) 0 B) 10 C) 25 D) 50 E) 100

Çözüm:

K aracında durmakta olan gözlemcinin hızı, aracın hızına eşittir.

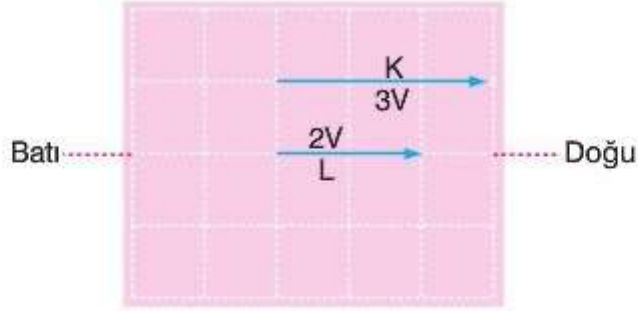


Burada K nin hızını ters çevirip, L nin hızı ile topladığımızda, bileşke hız 0 (sıfır) oluyor. Yani K deki gözlemci L aracını duruyormuş gibi görür.

Cevap A

Not: Unutmayalım ki, K deki gözlemci L yi duruyormuş gibi görüyorsa, L de durmakta olan gözlemci de K deki gözlemciyi duruyormuş gibi görür.

Örnek - 3



Aynı düzlemde bulunan K ve L hareketlilerinin yere göre hız büyüklükleri şekildeki gibidir.

Buna göre, K hareketlisi L hareketlisini nasıl görür?

Çözüm:

Bakan gözlemcinin hızını ters çevirip, L nin hızı ile topladığımızda bağıl hızı buluruz.

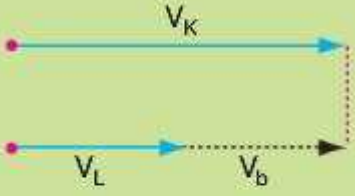
$$V_{\text{bağıl}} = R = -3V + 2V = -V$$



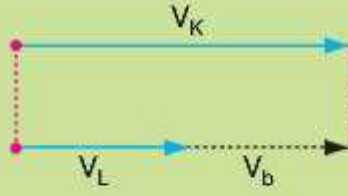
Yani, K hareketlisi L yi batı yönünde V büyüklüğündeki hızla gidiyor-muş gibi görür.



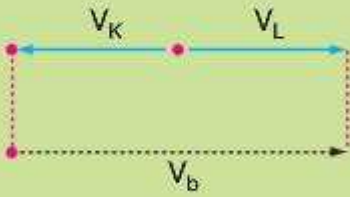
kritik notlar



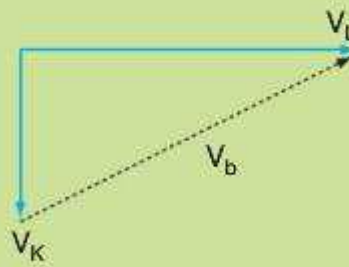
V_b : K nin L ye göre hızı



V_b : L nin K yi görme hızı



V_b : K nin L yi göre hızı



V_b : L nin K ye göre hızı ya da K nin L yi görme hızı

Kural 3: K nin L yi görme hızı ile L nin K ye göre hızı aynıdır. K ye göre demek; bakan gözlemcinin K olduğu anlamındadır, unutmayınız.



öğrenelim

“Bağıl hızı formülize edelim.” dediğimizde;

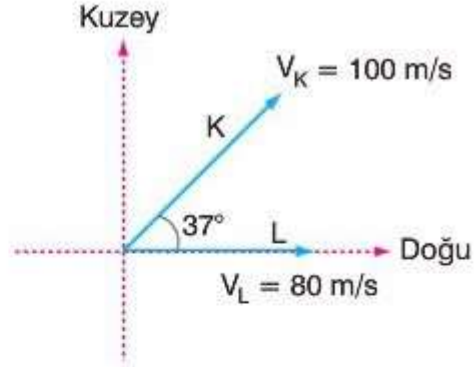
$$\vec{V}_{\text{bağıl}} = \vec{V}_{\text{gözlenen cismin yere göre hızı}} - \vec{V}_{\text{gözlemcinin yere göre hızı}}$$

$$\vec{V}_{\text{bağıl}} = 2\vec{V} - (3\vec{V}) = -\vec{V} \text{ olur.}$$

Örnek - 4

Yere göre hız büyüklükleri şekildeki gibi olan K ve L gözlemcilerden, L nin K ye göre yönü ve hızı için ne söylenebilir?

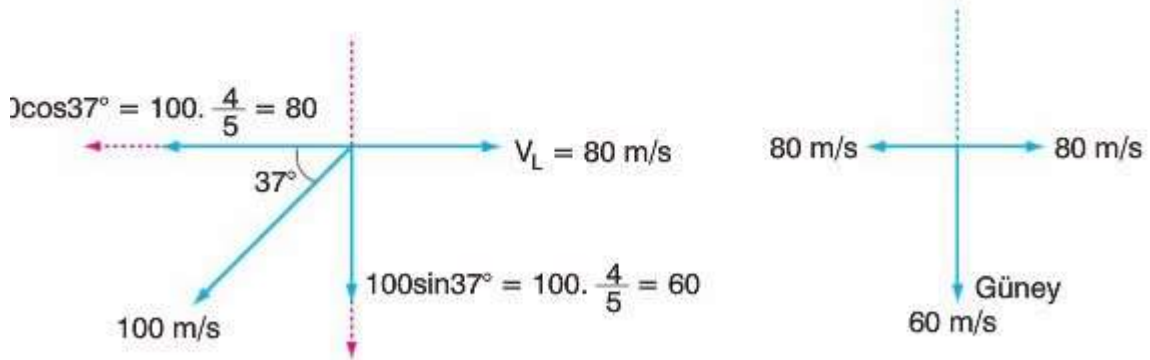
($\cos 37^\circ = 0,8$, $\sin 37^\circ = 0,6$)



- A) Batı,100 B) Kuzeydoğu,50 C) Güneydoğu,60
D) Kuzey,60 E) Güney,60

Çözüm:

Burada bakan gözlemci K dir. Dolayısıyla K gözlemcisinin hızını ters çevirip bileşenlerini yazıp, L ile topladığımızda olay biter.



Doğu-batı yönündeki hızlar birbirini sıfırlar. Bileşke hız 60 m/s olur. Buna göre; K, L yi güney yönünde 60 m/s hızla gidiyormuş gibi görür.

Örnek - 5

Doğu yönünde hareket eden Atik Ali, Ahmet ve Uğur'dan oluşan hareketlilerden, Atik Ali'nin yere göre hızının büyüklüğü $3v$, Uğurunki ise $2v$ dir.

Atik Ali, Ahmet'i batı yönünde $2v$ büyüklüğündeki hızla gidiyor gördüğüne göre, aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

	Atik Ali'nin Uğur'a göre hızı	Ahmet'in Uğur'a göre hızı	Atik Ali'nin Uğur'u görme hızı
A)	Doğu v	Batı v	Batı v
B)	Doğu v	Batı $2v$	Doğu v
C)	Batı v	Doğu v	Doğu v
D)	Batı $2v$	Batı v	Batı v
E)	Doğu v	Batı v	Doğu v

Çözüm:

1. yöntem

Bağıl hız bulunurken, bakan gözlemcinin hızı ters çevrilir, gözlenen cisminkiyle toplanır. Bileşke hız (R),



$$R = -2V = -3V + V_{Ahmet}$$
$$V_{Ahmet} = +V \text{ olur.}$$

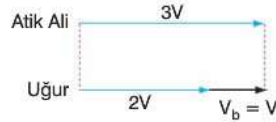
Doğu yönündeki hızlar (+) alındığına göre, Ahmet V büyüklüğündeki hızla doğu yönünde hareket etmektedir.

2. yöntem (Ahmet'in hızı)

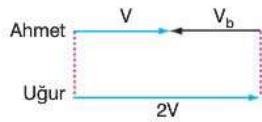
$$V_b = V_{gözlenen} - V_{gözlemci} \quad , \quad -2V = V_{gözlenen} - (+3V)$$

$$V_{gözlenen} = -2V + 3V = +V \text{ çıkar. (Yani doğu yönünde } V)$$

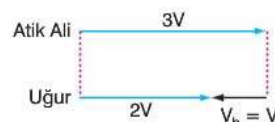
Bu soruyla ilgili özel bir çalışma yaparak devam edelim.



Uğur'a göre, Atik Ali'nin hızının büyüklüğü (V_b)



Ahmet'in Uğur'a göre hızının büyüklüğü (V_b)

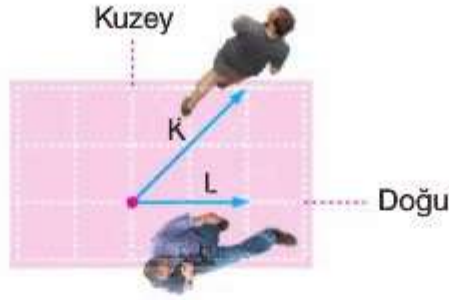


Atik Ali'nin Uğur'u görme hızının büyüklüğü (V_b)

Bu teknik çözümlere göre cevap A dir.

Cevap A

Örnek - 6



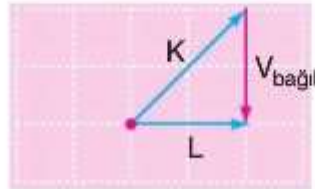
Aynı düzlemdeki K ve L çocuklarının yere göre hız büyüklükleri şekildedeki gibidir.

Buna göre, L nin K ye göre hızı hangi yöndedir?

(Kare bölmeler özdeştir.)

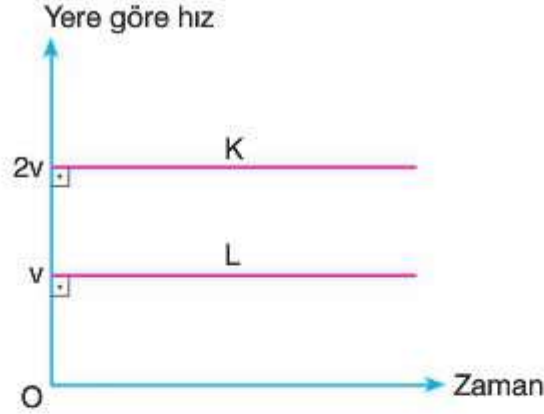
- A) Batı B) Kuzeydoğu C) Güneybatı
D) Güney E) Kuzey

Çözüm:



L nin K ye göre hızı ile K nin L yi görme hızı aynı şeydir. Dolayısıyla bakan gözlemciden bakılana çizilen vektör olayı bitirir. $V_{bağıl}$ hız, güney yönünde 2 birim olur.

Cevap D



Bir doğrusal yol boyunca aynı yerden doğuya doğru harekete başlayan K ve L gözlemcilerinin yere göre hız-zaman grafikleri şekildedeki gibidir.

Buna göre, K gözlemcisi L'nin hareketi için aşağıdaki yargılardan hangisine ulaşır?

- A) Batıya doğru sabit hızla gidiyor.
- B) Batıya doğru yavaşlayarak gidiyor.
- C) Batıya doğru hızlanarak gidiyor.
- D) Doğuya doğru yavaşlayarak gidiyor.
- E) Doğuya doğru sabit hızla gidiyor.

Çözüm:

$$V_{\text{bağıl}} = V_{\text{gözlenen cismin yere göre hızı}} - V_{\text{gözlemcinin yere göre hızı}}$$

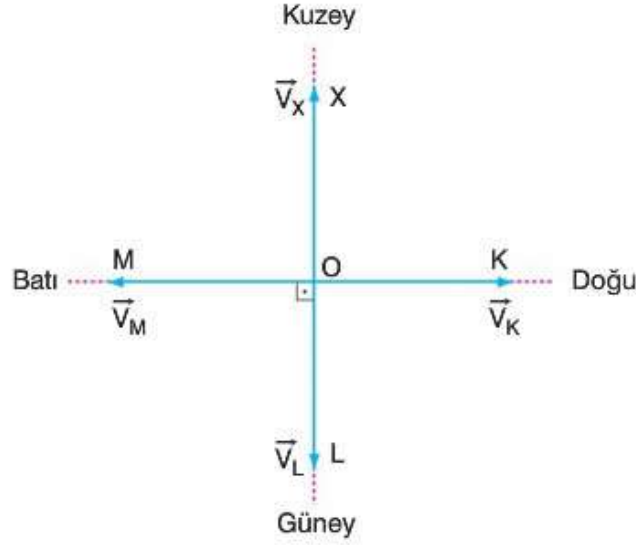
$$V_{\text{bağıl}} = v - (2v) = -v \text{ olur.}$$

Bu durumda, K gözlemcisi L gözlemcisini batı yönünde v sabit hızla gidiyor görür. Ya da teknik yöntemden, bakanı (K) yi ters çevirip L ile topladığımızda



$$R = -2v + v = -v \text{ (batı) olur.}$$

Cevap A

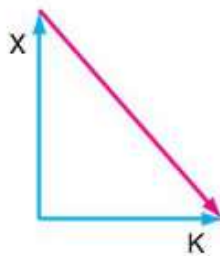


Yatay düzlemde X, K, L, M araçları şekilde belirtildiği gibi, eşit büyüklükteki sırasıyla V_X , V_K , V_L , V_M hızlarıyla hareket ediyor.

Buna göre, X aracındaki bir gözlemci K, L, M araçlarını hangi yönde gidiyormuş gibi görür?

<u>K'nin X'ten görünen yönü</u>	<u>L'nin X'ten görünen yönü</u>	<u>M'nin X'ten görünen yönü</u>
A) Doğu	Güney	Batı
B) Güneydoğu	Güney	Güneybatı
C) Güneybatı	Güney	Güneydoğu
D) Kuzeybatı	Kuzey	Güneydoğu
E) Güneydoğu	Kuzey	Güneybatı

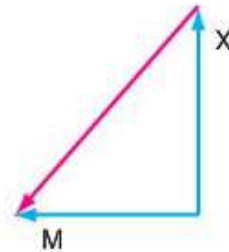
Çözüm:



K nin X ten
görünen yönü
(Güneydoğu)



L nin X ten
görünen yönü
(Güney)



M nin X ten
görünen yönü
(Güneybatı)

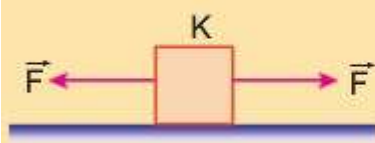
Cevap B

Newton'un Hareket Kanunları

Bir cisim durgun halde iken neden hızlanır? Neden hareket halinde olan cisim yavaşlar? Bazı cisimler neden sabit hızla giderken bazıları hızlanır? Bir cisim neden diğerine göre daha çok hız kazanır? Bütün bu sorular, Isaac Newton tarafından yapılan gözlemlere dayanarak ortaya atılan üç hareket yasası ile cevabını bulur.

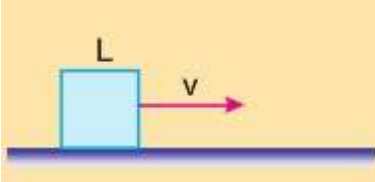
Newton'un Hareket Yasaları

Newton'un 1. Hareket Yasası



K ye etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğundan cisim durmaya devam eder.

Durmakta olan şekildeki K cismine uygulanan kuvvetlerin bileşkesi sıfırdır. Yani cisme uygulanan herhangi bir kuvvet yokmuş gibi düşünülebildiğinden cismin harekete geçmesini sağlayacak ya da hızın değiştirecek bir etken yoktur.

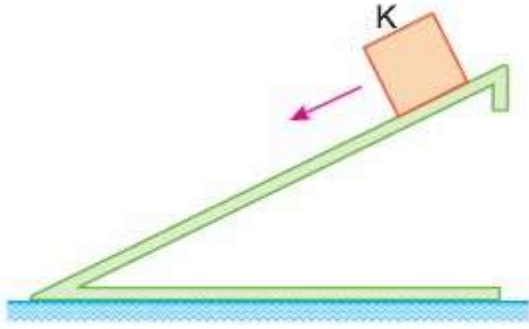


L ye, bir kuvvet etki etmiyorsa sabit hızla hareketini sürdürür.

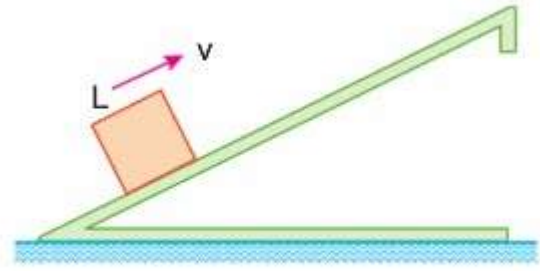
Bu durum, Newton tarafından şöyle ifade edilir: **“Bir cisme hiçbir kuvvet etki etmiyorsa ya da etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise cisim duruyorsa durmasına, hareket halinde ise hareketine sabit hızla devam eder.”**

Newton'un 2. Hareket Yasası

Şekildeki eğik düzlemde serbest bırakılan K cisimi ok yönünde hızlanır. Cismin ok yönünde hızlanmasının sebebi ağırlığı, yani cisme etki eden kuvvettir. Aynı şekilde ok yönünde fırlatılan L cisimi de yavaşlar.

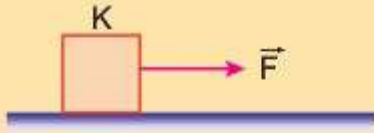


Serbest bırakılan K cismi
ok yönünde hızlanır.

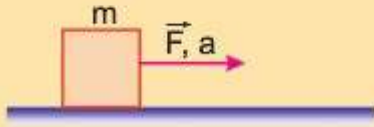


Ok yönünde fırlatılan
L cismi yavaşlar.

Bu durumda bir kuvvetin etkisindeki cisimlerin hızlanacağını ya da yavaşlayacağını söylemek mümkündür.



K cismine etki eden bileşke \vec{F} kuvveti, cismin ivmeli hareket yapmasına neden olur.



Cisme etki eden net kuvvetin cisme kazandırdığı ivmeye oranı, cismin kütlesini verir.

Newton, yaptığı deneylerde cisimlerin hızlarındaki değişim ölçerek şöyle ifade etmiştir. **“Bir cisme bir bileşke kuvvet etki ettiğinde, cisim kuvvet yönünde ve kuvvetin büyüklüğü ile orantılı bir ivme kazanır.”** Buradan hareketle cisme etki eden kuvvetin, cisme kazandırdığı ivmeye oranının sabit olacağı söylenebilir.

$$\frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = \text{sabit}$$

Buradaki sabit orana cismin kütlesi denir.

Bu durumda cisme etki eden bileşke kuvvet $F_N = m.a$

$$\frac{F}{a} = m$$

$$F_N = m.a$$

yazılabilir.

F	m	a
N	kg	$\frac{N}{kg} = \frac{m}{s^2}$



ÖĞRENELİM

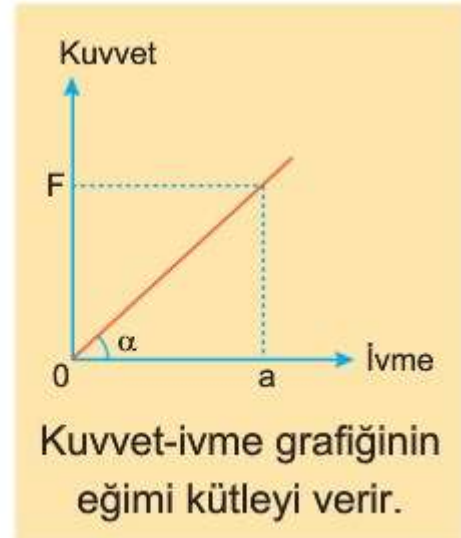
Bir cisme etki eden bileşke (net) kuvvet, hareket doğrultusundaki kuvvetlerin bileşkesidir.

Bir cisme uygulanan bileşke kuvvetin cisme kazandırdığı ivmeye bağlı grafiğinde eğim, cismin kütlesini verir.

Şekildeki grafiğin eğimi yazılırsa,

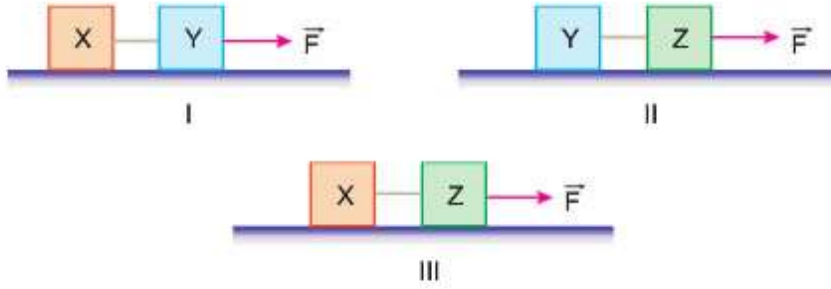
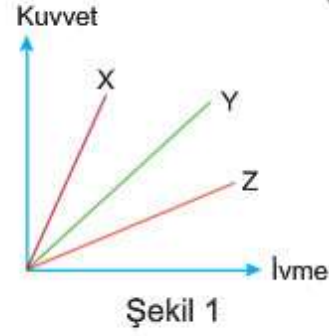
$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{F}{a} = m$$

olur.



ÖRNEK SORU

Sürtünmesiz yatay düzlemde X, Y, Z cisimlerine uygulanan yatay kuvvetlerin cisimlere kazandırdığı ivmelere bağlı grafikleri Şekil 1 deki gibidir.



Şekil 2

X ile Y cisimleri birbirine bağlanarak yatay F kuvveti uygulandığında ivme a_1 , Y ile Z ninki a_2 , X ile Z ninki de a_3 oluyor.

Buna göre, a_1 , a_2 , a_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $a_1 > a_2 > a_3$ B) $a_2 > a_3 > a_1$ C) $a_2 > a_1 > a_3$
D) $a_2 = a_3 > a_1$ E) $a_3 > a_2 > a_1$

Çözüm:

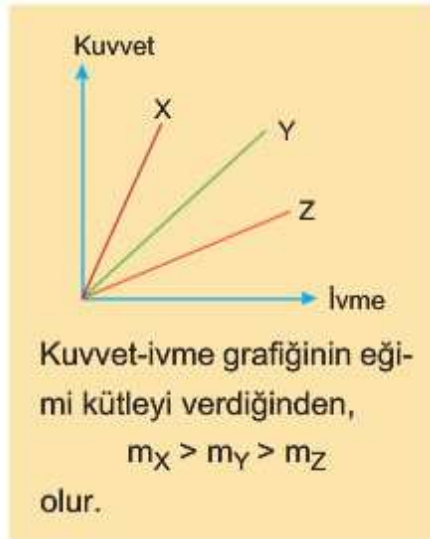
Bir cisme uygulanan kuvvetin cisme kazandırdığı ivmeye bağlı grafiğinde grafiğin eğimi cismin kütle-sini verir. Bu nedenle X, Y, Z cisimlerinin kütleleri arasındaki ilişki $m_X > m_Y > m_Z$ şeklindedir.

Bu durumda,

$m_X + m_Y > m_X + m_Z > m_Y + m_Z$ olur. Aynı kuvvetle çekilen cisimlerin ivmesi kütlesi ile ters orantılı olduğundan

$$a_1 < a_3 < a_2$$

bulunur.



Cevap B

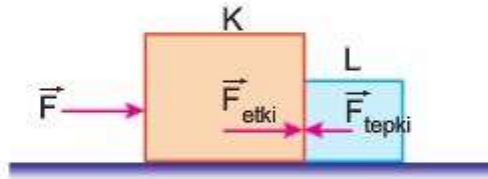
Newton'un 3. Hareket Yasası (Etki-Tepki Yasası)

Birbirleriyle etkileşen iki cisim arasında bir kuvvet çifti bulunur. Bu kuvvetler etki-tepki kuvvetleri olarak adlandırılır. Newton bu durumu, “**Bir cisim, diğer bir cisme bir kuvvet uygularsa, diğer cisim de o cisme aynı büyüklükte, zıt yönde bir kuvvet uygular.**” şeklinde ifade etmiştir.

Örneğin şekildeki düzende K cismi \vec{F} kuvveti ile itildiğinde K cismi de L yi iter. K cismi L yi bir kuvvetle iterken L cismi de K ye bir kuvvet uygular. K nin L ye uyguladığı kuvvete “etki”, L nin K ye uyguladığına da “tepki” kuvveti denir. Etki - tepki kuvvetlerinin büyüklükleri eşit ancak yönleri zıttır.



ÖĞRENELİM



L nin K ye uyguladığı tepki kuvveti, K nin L ye uyguladığı etki kuvvetine eşit ve zıt yönlüdür.

$$\vec{F}_{\text{etki}} = -\vec{F}_{\text{tepki}}$$



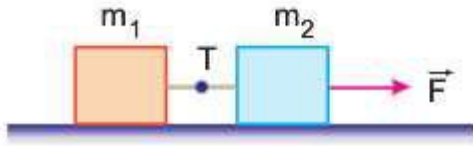
ÖĞRENELİM

Her etki, kendisine eşit ve zıt yönde bir tepki oluşturur.



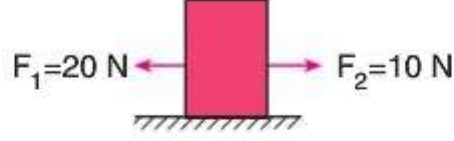
ÖĞRENELİM

Aynı doğrultuda, aynı ivme ile hareket eden cisimlere etki eden kuvvetin büyüklüğü, etkilediği kütle ile doğru orantılıdır.



$$\frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{T}{m_1}$$

Örnek



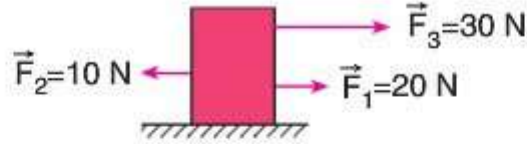
Şekildeki sürtünmesiz sistemde cisme etki eden kuvvetler verilmiştir.

Buna göre, cismin hareketini yorumlayınız.

Çözüm

$F_{\text{net}} = F_1 - F_2 = 10\text{ N}$ 'dur. Buna göre cisim F_1 yönünde sabit ivme ile hızlanır.

Örnek



Şekilde sürtünmesiz yatay düzlemdeki cisme etki eden kuvvetler verilmiştir.

Buna göre, cismin degede kalabilmesi için uygulanması gereken kuvvet kaç N dur?

Çözüm

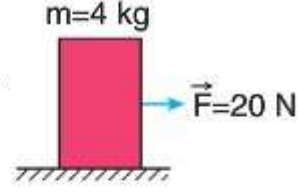
Aynı yönde etki eden F_1 ve F_2 kuvvetlerini toplayıp zıt yönde olan F_3 kuvvetini çıkarırsak;

$F_{\text{net}} = 30 + 20 - 10 = 40\text{ N}$ bulunur. Dengeleyici kuvvet net kuvvete zıt yönde ve eşit büyüklüktedir.

$F_{\text{dengeleyici}} = 40\text{ N}$ dur.

Örnek

4 kg lık cisme sürtünmesiz yatay düzlemde düzleme paralel 20 N luk kuvvet uygulanıyor.



Buna göre, cismin ivmesi kaç m/s^2 dir?

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

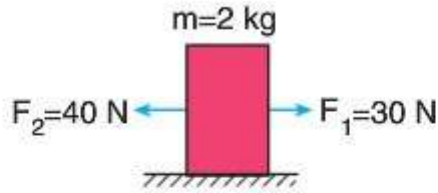
Çözüm

Cisme etki eden net kuvvet 20 N olduğuna göre

$$F = m.a \Rightarrow 20 = 4.a \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Doğru Seçenek E

Örnek



2 kg lık cisme sürtünmesiz yatay düzlemde düzleme paralel 30 N ve 40 N luk kuvvetler şekildeki gibi uygulanıyor.

Buna göre, cismin ivmesi kaç m/s^2 dir?

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

Çözüm

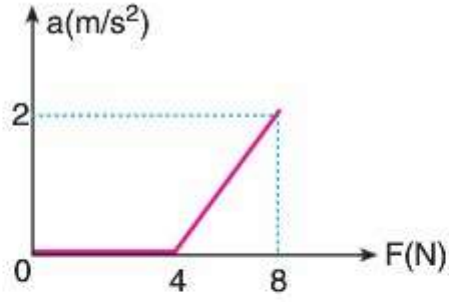
Cisme etki eden net kuvvet $F_{\text{net}} = 40 - 30 = 10 \text{ N}$ bulunur.

$$F = m.a \Rightarrow 10 = 2.a$$

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

Doğru Seçenek E

Örnek



Yatay düzlemde bir cisme uygulanan yatay kuvvet-cismin kazandığı ivme grafiği verilmiştir.

Buna göre, cismin kütlesi kaç kg dır?

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

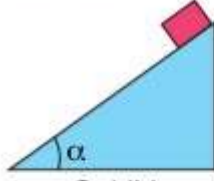
Çözüm

Cisme uygulanan net kuvvet $F_{\text{net}} = 8 - 4 = 4$ N dur.

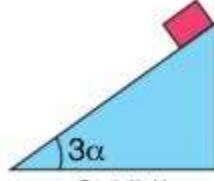
$F_{\text{net}} = m.a \Rightarrow 4 = 2.m \Rightarrow m = 2$ kg bulunur.

Doğru Seçenek D

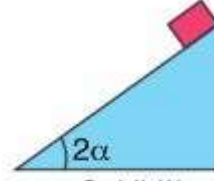
Örnek



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Şekil I, II ve III te eşit kütleli cisimlerin eğim açıları farklı, sürtünmesi önemsiz sistemlerde kazandığı ivmeler sırasıyla a_1 , a_2 , a_3 tür.

Buna göre; a_1 , a_2 , a_3 arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

- A) $a_1 > a_2 > a_3$ B) $a_2 > a_1 > a_3$ C) $a_2 > a_3 > a_1$
D) $a_3 > a_2 > a_1$ E) $a_3 > a_1 > a_2$

Çözüm

Eğik düzlemin eğim açısı ile cismin kazandığı ivme doğru orantılıdır. Bu nedenle ivmeler arasındaki ilişki $a_2 > a_3 > a_1$ olur.

Doğru Seçenek C

Örnek

2013 / LYS

Günlük hayatta karşılaşılan bazı kuvvetlerle ilgili,

- I. Hareket hâlindeki bir otobüse doğru uçan sineğin otobüsün camına çarpıp ezilmesi olayında; cam sineğe, sineğin cama uyguladığından daha büyük bir kuvvet uygular.
- II. Masa üzerinde dengede duran bir kitabın ağırlığıyla masanın kitaba uyguladığı tepki kuvveti aynı büyüklüktedir.
- III. Bir çekiçle çivinin duvara çakılması olayında; çekiç çiviye, çivinin çekice uyguladığından daha büyük bir kuvvet uygular.

yargılarından hangileri doğrudur?

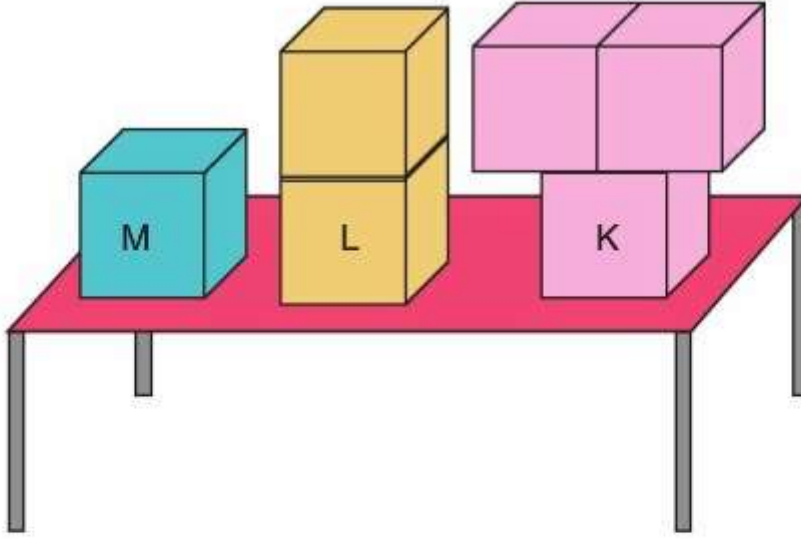
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm

Bir sinek otobüsün camına çarptığı anda sineğin cama uyguladığı kuvvetle camın sineğe uyguladığı kuvvet eşit büyüklüktedir. Aynı şekilde kitabın masaya uyguladığı kuvvetle masanın kitaba uyguladığı kuvvet, çekicinin çiviye uyguladığı kuvvetle de çivinin çekice uyguladığı kuvvet eşit büyüklüktedir.

Doğru Seçenek B

Örnek

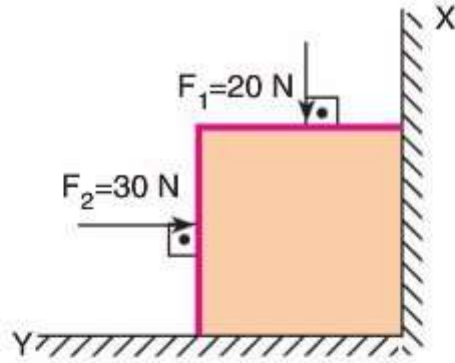


Aşağıdaki sistemlerde özdeş G ağırlıklı küpler kullanılarak oluşturulan K, L, M cisimlerine masanın uyguladığı tepki kuvvetlerini kıyaslayınız.

Çözüm

M cismine uygulanan kuvvet G , L'ye uygulanan kuvvet $2G$, K'ye uygulanan kuvvet $3G$ 'dir. Buna göre, $K > L > M$ bulunur.

Örnek



10 N ağırlığındaki küp şeklindeki cismin üzerine şekildeki $F_1 = 20$ N luk kuvvet ile $F_2 = 30$ N luk kuvvetler uygulanmaktadır.

Buna göre, X ve Y duvarlarının cisme uyguladığı tepki kuvvetlerinin $\frac{N_x}{N_y}$ oranı kaçtır?

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

Çözüm

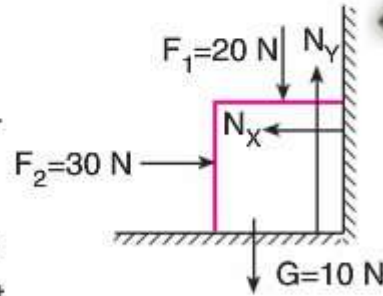
Yatay düzleme uygulanan kuvvetler cismin ağırlığı ile F_1 kuvvetinin toplamıdır.

$N_y = F_1 + G = 20 + 10 = 30$ N bulunur.

Düşey düzlemin uygulayacağı kuvvet F_2 dir.

$N_x = 30$ N'dur.

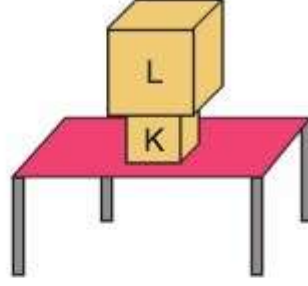
$\frac{N_x}{N_y} = \frac{30}{30} = 1$ bulunur.



Doğru Seçenek C

Örnek

Ağırlıkları sırasıyla 20 N ve 30 N olan K ve L cisimleri şekildeki gibi üst üste konulduğunda K nin masaya uyguladığı kuvvet N_K , L nin K ye uyguladığı kuvvet N_L dir.



Buna göre, $\frac{N_K}{N_L}$ oranı kaçtır?

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

Çözüm

N_K , K ve L nin ağırlıklarının toplamıdır.

$N_K = 20 + 30 = 50$ N bulunur.

N_L , L nin ağırlığı kadardır.

$N_L = 30$ N dur. $\frac{N_K}{N_L} = \frac{50}{30} = \frac{5}{3}$ bulunur.

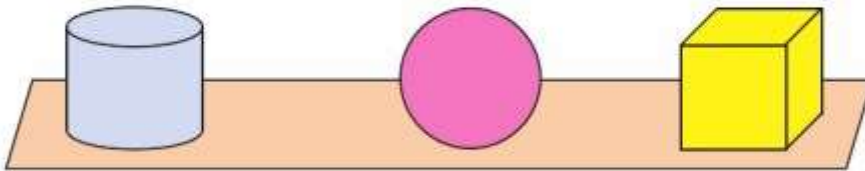
Doğru Seçenek E

Örnek

Aşağıdaki eşit kütleli silindir, küre ve küp yatay zemin üzerinde dengede durmaktadır.

Bu cisimlere zeminin uyguladığı tepki kuvvetleri

N_{silindir} , $N_{\text{küre}}$, $N_{\text{küp}}$ arasındaki ilişki nedir?



Çözüm

Zeminin tepki kuvveti cisimlerin ağırlığına eşittir cisimlerin ağırlıkları da eşit olduğuna göre tepki kuvvetleri de eşittir.

$N_{\text{silindir}} = N_{\text{küre}} = N_{\text{küp}}$ dür.

Örnek

Aşağıdakilerden hangisi temas gerektiren bir kuvvettir?

- A) Sürtünme kuvveti B) Manyetik kuvvet
C) Elektriksel kuvvet D) Kütle çekim kuvveti
E) Zayıf nükleer kuvvet

Çözüm

Sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin cinsine bağlı olan bir kuvvet olduğuna göre, temas gerektiren bir kuvvettir.

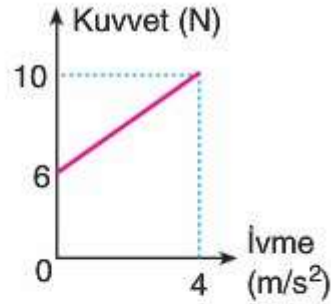
Doğru Seçenek A

Örnek

Sürtülmeli yatay düzlemde duran cisim yatay doğrultuda uygulanan kuvvet ve cismin kazandığı ivme grafiği şekildedeki gibidir.

Buna göre, cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı kaçtır?

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



- A) 0,3 B) 0,4 C) 0,5 D) 0,6 E) 0,8

Çözüm

Grafiğe bakıldığında 6 N luk kuvvete kadar ivme sıfır olduğu için sürtünme kuvveti 6 N dur.

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

$$10 - 6 = m \cdot 4$$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$F_s = k \cdot mg$$

$$6 = k \cdot 1 \cdot 10$$

$$k = 0,6 \text{ bulunur.}$$

Doğru Seçenek D

Örnek

Bir futbol karşılaşmasında gerçekleşen olaylarla ilgili,

- I. Vural, bir hava topuna kafa ile vurunca topun Vural'a etki ettiği kuvvet Vural'ın topa etki ettiği kuvvetten büyüktür.
- II. Serdal, penaltı kullanırken topa uyguladığı kuvvet, topun Serdal'a uyguladığı kuvvete eşittir.
- III. Kalede bulunan Ayhan'ın topu durdurması için topa uyguladığı kuvvet, topun Ayhan'a uyguladığı kuvvetten küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm

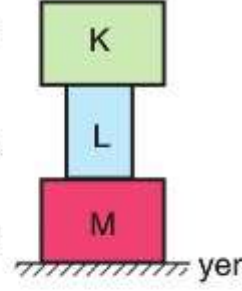
Verilen üç durumda da etki kuvveti tepki kuvvetine eşit olduğundan yalnız II. yargı doğrudur.

Doğru Seçenek B

Örnek

Ağırlıkları sırasıyla 40 N, 30 N ve 50 N olan K, L ve M cisimleri şekildeki gibi dengededir.

K nin L ye uyguladığı kuvvet N_1 , yerin M ye uyguladığı tepki kuvveti N_2 olduğuna göre, $\frac{N_1}{N_2}$ oranı kaçtır?



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

Çözüm

K nin L ye uyguladığı kuvvet K nin ağırlığı olan 40 N'a eşittir.

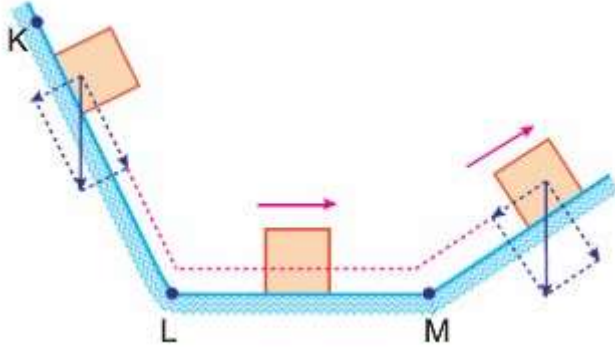
M ye yerin uyguladığı tepki kuvveti K, L ve M nin ağırlıkları toplamı kadardır.

$N_2 = 30 + 40 + 50 \Rightarrow 120$ N dur. Oranlama yapılırsa

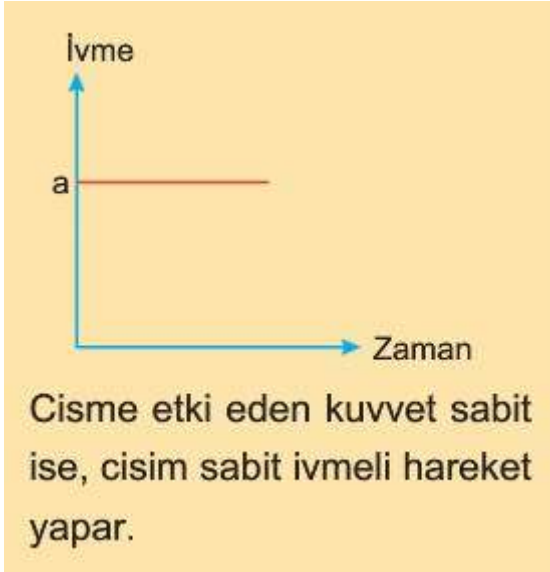
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3} \text{ bulunur.}$$

Doğru Seçenek B

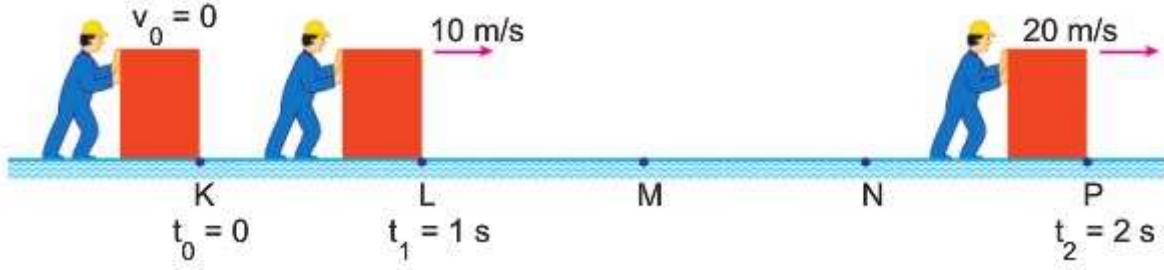
Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket



Şekildeki sürtünmesiz eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılan bir cisim, ağırlığının etkisi ile eğik düzlemin K-L arasında hızlanır. Cisme, yatay L-M arasında bir kuvvet etki etmediğinden sabit hızla hareketini sürdürürken M noktasını geçtikten sonra yavaşlar.



Cismin K-L arasında hızlanmasını yani ivmeli hareket yapmasını sağlayan kuvvet, cismin ağırlığının eğik düzleme paralel bileşenidir. Cisme K-L arasında etki eden bu kuvvet sabit olduğundan, cisim K-L arasında sabit ivmeli hareket yapar. İvme, birim zamandaki hız değişimi olarak tanımlanır. Bu nedenle ivmeli hareket yapan hareketlinin hızı, birim zamanda ivmenin büyüklüğü kadar artar ya da azalır.

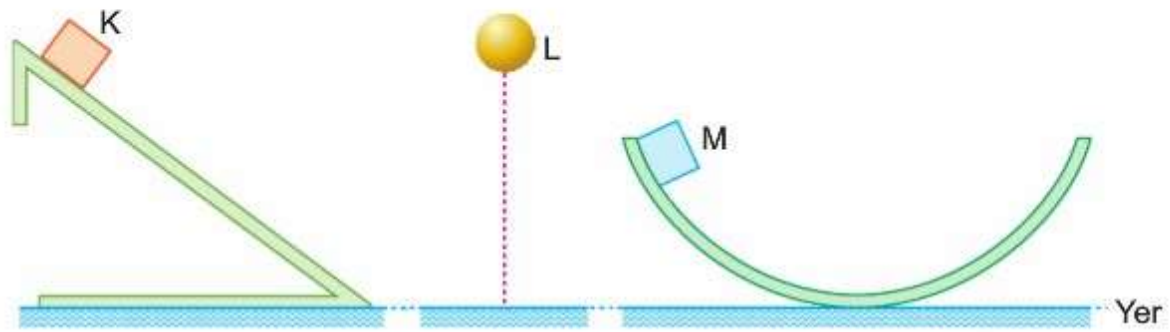


Örneğin 10 m/s^2 büyüklüğündeki ivme ile hızlanan bir cismin hızı, her saniyede 10 m/s artar. Bir hareketlinin hızı düzgün olarak artıyor ya da azalıyorsa bu harekete **sabit ivmeli hareket** denir. Sabit ivmeli hareket, birim zamandaki hız değişiminin sabit kaldığı harekettir.

ÖĞRENELİM

Hareketlinin ivme - zaman grafiğinde alan bulunarak hız değişimi hesaplanabilir. Grafiğe göre, 1 s de hızı 10 m/s artan bir cismin hızı, 2 s de 20 m/s , 3 s de 30 m/s artar.

ÖRNEK SORU

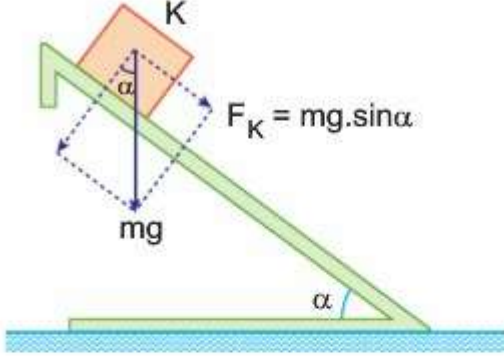


K, L, M cisimleri şekildeki sürtünmesiz ortamlarda serbest bırakılıyor. Buna göre, K, L, M cisimlerinden hangileri sabit ivmeli hareket yapar?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M
D) K ve L E) L ve M

Çözüm:

Bir cismin sabit ivmeli hareket yapabilmesi için, cisme etki eden kuvvetin, cismin hareketi boyunca sabit olması gerekir.

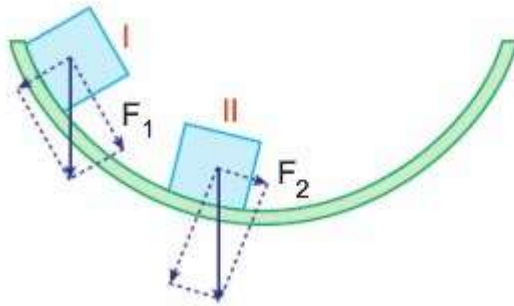
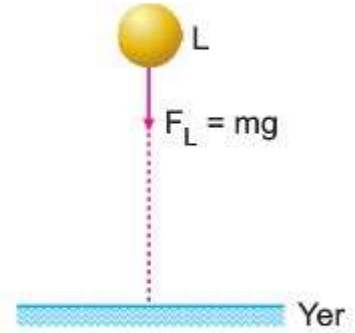


K cismine hareket doğrultusunda etki eden kuvvet; cismin kütlesi m , eğik düzlemin eğim açısı α ise,

$$F_K = mg.\sin\alpha$$

dir. Bu kuvvet hareket boyunca sabit olduğundan K cisimi sabit ivmeli hareket yapar.

L cismine hareketi boyunca etki eden kuvvet, L nin ağırlığına eşittir. Bu kuvvetin büyüklüğü sabit olduğundan cisim sabit ivmeli hareket yapar.



M cisminin bulunduğu düzende, cismin bulunduğu noktaya göre etki eden kuvvet değişir. Örneğin cisim, düzeneğin I konumunda iken cisme etki eden net kuvvet F_1 , II konumunda iken cisme etki

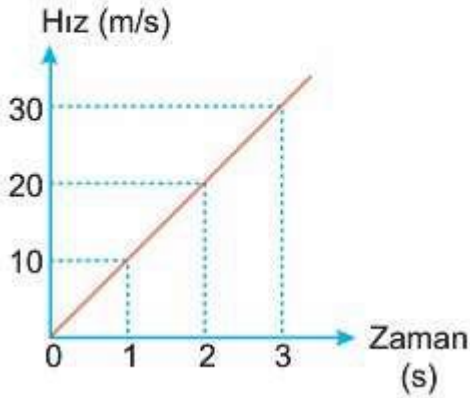
eden net kuvvet F_2 den büyüktür. Bu durum, cismin ivmesinin sürekli değişmesine neden olur. Yani cisim sabit ivmeli hareket yapamaz.

Cevap D

Sabit ivmeli hareket yapan bir cismin hızı düzgün artar ya da azalır. Cisim durgun halden harekete geçtikten 1 s sonra hızının büyüklüğü 10 m/s ise 2 s sonra 20 m/s, 3 s sonra 30 m/s olur.

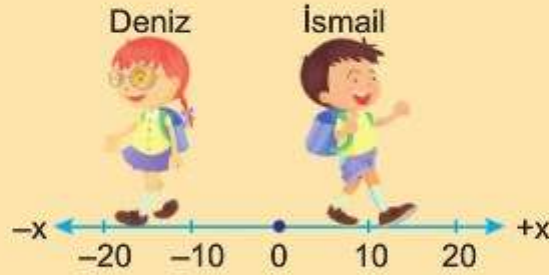


ÖĞRENELİM



Sabit ivmeli hareket yapan cismin hızı düzgün artar.

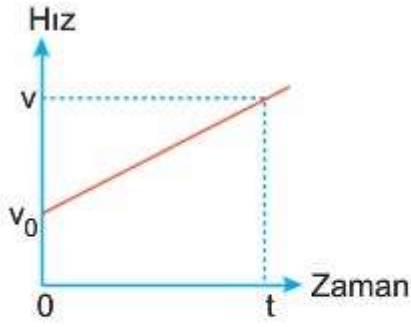
Bir boyutta yapılan hareketler, bir doğru boyunca gerçekleştirilen hareketlerdir. Bu nedenle yönlerden birisi pozitif alındığında diğeri negatif olarak alınır.



Bir doğru boyunca hareket eden İsmail $+x$ yönünde, Deniz ise $-x$ yönünde hareket etmektedir.

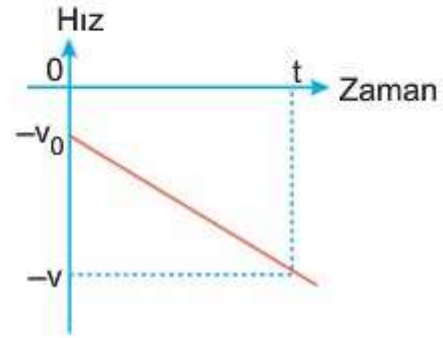


ÖĞRENELİM



Bir boyutta, pozitif yönde hareket eden bir hareketlinin hız değerleri pozitif olarak değişir.

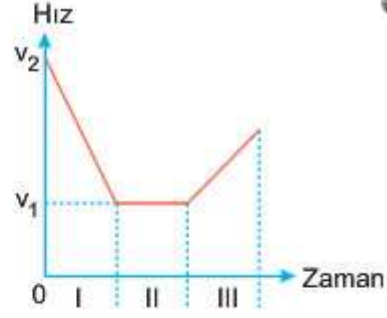
Bir boyutta, negatif yönde hareket eden bir hareketlinin hız değerleri negatif olarak değişir.



ÖRNEK SORU

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

Buna göre araç hangi zaman aralıklarında hızlanmıştır?



A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

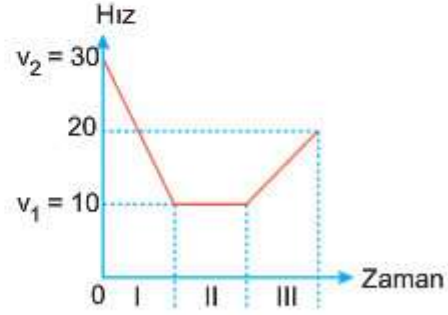
E) I ve III

Çözüm:

Grafikteki v_1 ve v_2 hızları şekildeki gibi değerlendirilirse aracın I. zaman aralığında hızını 30 m/s den 10 m/s ye düşürdüğü, yani yavaşladığı görülür.

II. zaman aralığında araç 10 m/s büyüklüğündeki sabit hızla hareket etmiştir. III. zaman aralığında ise araç hızını 10 m/s den 20 m/s ye çıkarmış, yani hızlanmıştır.

Buna göre, cisim yalnız III. zaman aralığında hızlanmıştır.

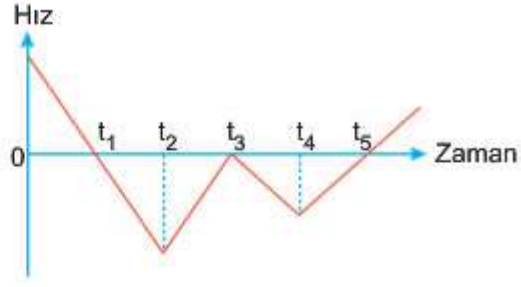


Cevap C

ÖRNEK SORU

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

Buna göre, araç hangi anlarda yön değiştirmiştir?



A) Yalnız t_1

B) t_1 ve t_3

C) t_2 ve t_4

D) t_1 ve t_5

E) t_2, t_3 ve t_4

Çözüm:

Hız-zaman grafiğinde grafik doğrusu, zaman ekseninin üstünde ise hız (+) olduğundan araç (+) yönde hareket etmektedir. Grafik doğrusu zaman ekseninin altında olduğunda hız (-) dir, yani cisim (-) yönde hareket etmektedir.

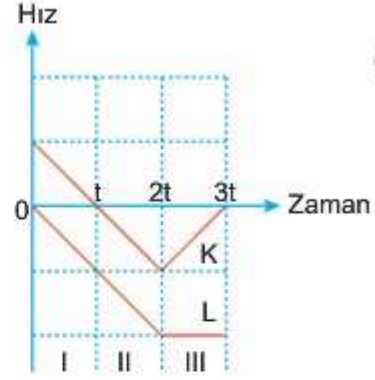
Grafikte 0 - t_1 aralığında hız (+); t_1 - t_5 aralığında ise (-) dir. Bu durumda araç t_1 anında yön değiştirmiştir. t_5 anından sonra hız yeniden (+) yönlü olduğuna göre t_5 anında da yön değiştirmiş olur.

Cevap D

ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda hareket eden K ve L araçlarının hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.

Buna göre, hangi zaman aralıklarında K ve L aynı yönde hareket etmiştir?



A) Yalnız I

B) I ve II

C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III

Çözüm:

- I. zaman aralığında, K nin hızı (+), L ninki (-) yöndedir. Bu nedenle K (+) yönde, L de (-) yönde hareket etmiştir.
- II. zaman aralığında K ve L nin hızları (-) yönde olduğundan K de L de (-) yönde, yani aynı yönde hareket etmiştir.
- III. zaman aralığında K ve L nin hızları (-) yönde olduğundan K ve L (-) yönde yani aynı yönde hareket etmiştir.

Bu durumda araçlar II ve III zaman aralıklarında aynı yönde hareket etmiştir.

Cevap D

Sabit ivmeli hareket yapan bir cismin ivmesinin büyüklüğü a ise birim zamanda hızı a kadar değişir. Bu durumda t süredeki hız değişimi,

$$\Delta v = a.t$$

kadar olur. Cismin ilk hızı v_0 , son hızı v ise $\Delta v = v - v_0$ olduğundan,

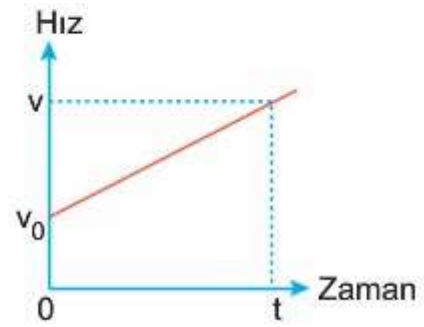
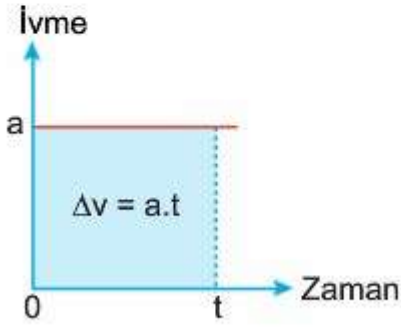
$$v - v_0 = a.t$$

$$v = v_0 + a.t$$

bulunur.



ÖĞRENELİM



İvme - zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan, hareketlinin hızındaki değişimi verir.



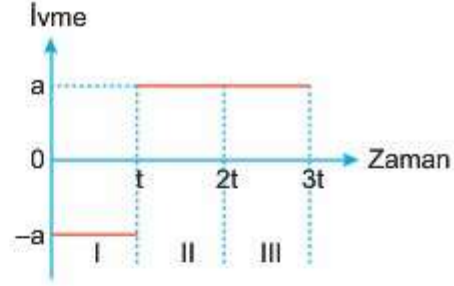
ÖĞRENELİM

Doğrusal bir yolda hızlanan cismin ivmesi hareket yönünde, yavaşlayanındaki de hareket yönüne zıttır.

ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda durgun halden harekete başlayan bir aracın ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, araç hangi zaman aralıklarında yavaşlamıştır?



A) Yalnız I

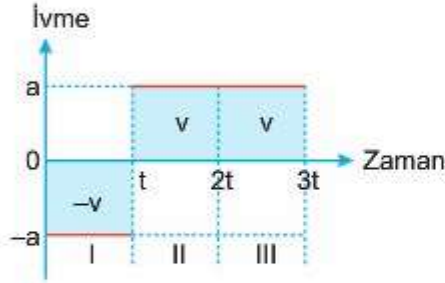
B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) I ve III

Çözüm:



İvme-zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman eksenindeki alan aracın hızındaki değişimi verir. Buna göre, aracın hızındaki değişim 0 - t aralığında $-v$ ise, t - 2t aralığında da v , 2t - 3t aralığında da v dir.

İlk hızı v_0 olan bir aracın hızı Δv kadar değiştiğinde son hızı,

$$v = v_0 + \Delta v$$

olur.

$t_0 = 0$ anında aracın hızı sıfır olduğundan t, 2t, 3t anlarındaki hızı,

$$v_t = 0 - v = -v$$

$$v_{2t} = -v + v = 0$$

$$v_{3t} = 0 + v = v$$

olur.

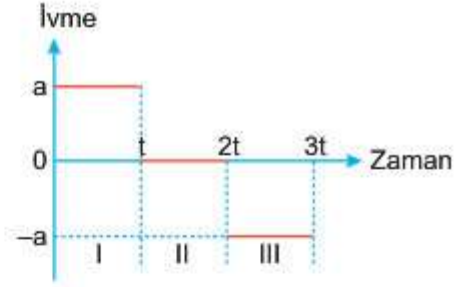
Bu durumda araç 0 - t ve 2t - 3t aralıklarında hızlanmış, t - 2t aralığında yavaşlamıştır.

Cevap B

ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda durgun hal- den harekete başlayan bir aracın ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, hangi zaman aralıklarında aracın ivmesi hareket yönündedir?



A) Yalnız I

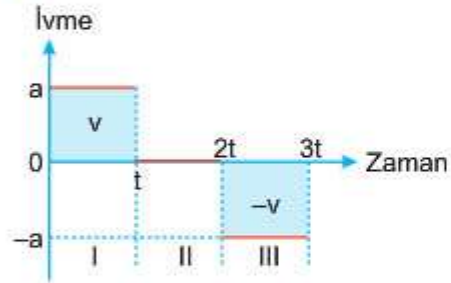
B) Yalnız III

C) I ve II

D) I ve III

E) II ve III

Çözüm:



Aracın hızındaki değişim, 0 - t zaman aralığında v ise, 2t - 3t zaman aralığında $-v$ olur.

Bu durumda, $t_0 = 0$ anında aracın hızı sıfır olduğundan t, 2t, 3t anlarındaki hızı,

$$v_t = 0 + v = v$$

$$v_{2t} = v + 0 = v$$

$$v_{3t} = v - v = 0$$

olur.

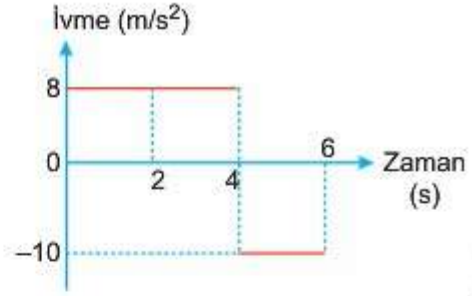
Bu durumda araç, I. zaman aralığında hızlanmış, II de sabit hızla hareket etmiş, III te ise yavaşlamıştır. Aracın hızlandığı zaman aralığında ivmesi hareket yönünde, yavaşladığı zaman aralığında ise ivmesi harekete zıt yöndedir.

Cevap A

ÖRNEK SORU

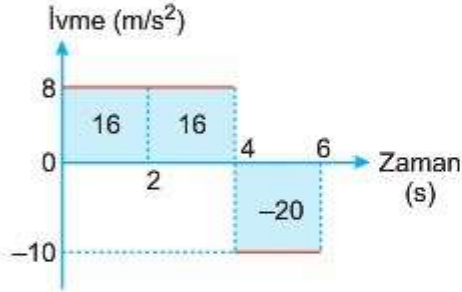
Doğrusal bir yolda hareket eden ve $t_0 = 0$ anında hızı 10 m/s olan bir aracın ivme-zaman grafiği şeklindeki gibidir.

Buna göre, 6. saniyenin sonunda aracın hızı kaç m/s olur?



- A) 18 B) 20 C) 22 D) 16 E) 32

Çözüm:



İvme-zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman ekseninde kalan alan aracın hızındaki değişimi verir.

Bu durumda aracın 6 saniyedeki hız değişimi,

$$\begin{aligned}\Delta v &= 16 + 16 - 20 \\ &= 12 \text{ m/s}\end{aligned}$$

olur.

Aracın ilk hızı 10 m/s olduğundan, 6. saniyenin sonunda hızı,

$$\begin{aligned}v &= v_0 + \Delta v \\ &= 10 + 12 \\ &= 22 \text{ m/s}\end{aligned}$$

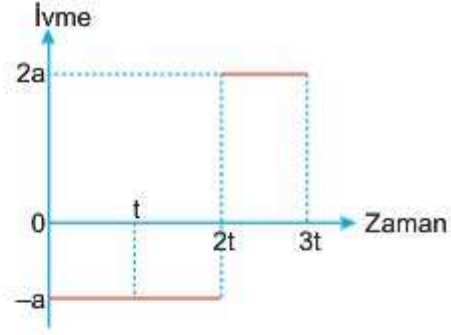
bulunur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

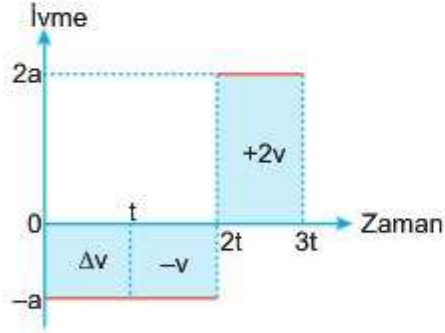
Doğrusal bir yolda hareket eden bir aracın ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir. Aracın $t_0 = 0$ anında hızı v , t anında da sıfırdır.

Buna göre, aracın $3t$ anındaki hızı aşağıdakilerden hangisidir?



- A) $+2v$ B) $+v$ C) 0 D) $-v$ E) $-2v$

Çözüm:



$t_0 = 0$ anında hızı $+v$ olan aracın hızı $0-t$ aralığında Δv kadar değişerek t anında sıfır olduğuna göre,

$$v_t = v_0 + \Delta v$$

$$0 = v + \Delta v$$

$$\Delta v = -v$$

olur.

Bu durumda $t-2t$ aralığında hız değişimi $-v$, $2t - 3t$ aralığında hız değişimi $+2v$ olur. t anında hızı sıfır olan aracın $t - 3t$ aralığında hız değişimi,

$$\Delta v' = -v + 2v = +v$$

olduğundan $3t$ anında hızı,

$$v_{3t} = 0 + v = +v$$

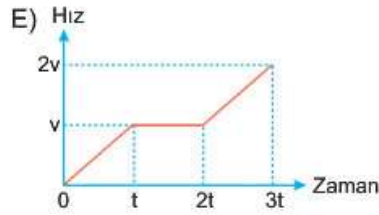
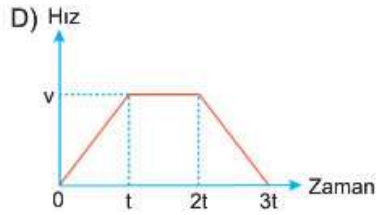
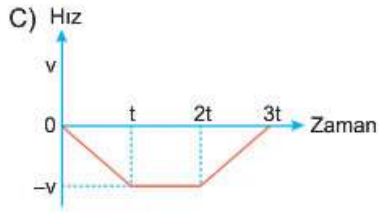
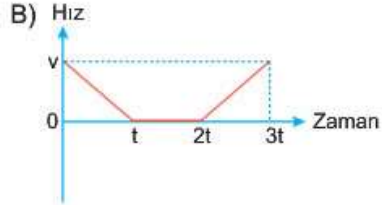
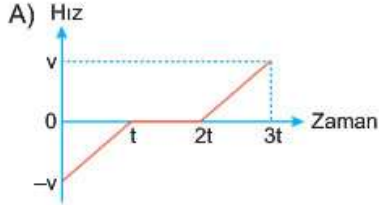
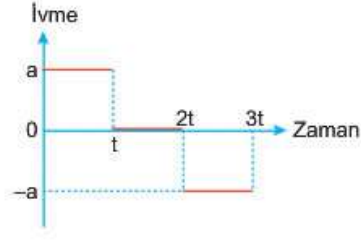
bulunur.

Cevap B

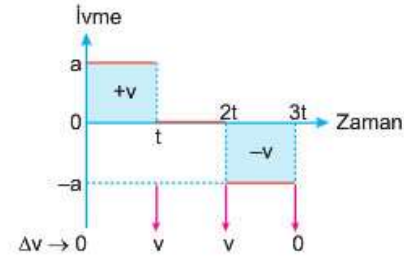
ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda durgun halden harekete başlayan bir aracın ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, aracın hız - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Çözüm:



$t_0 = 0$ anında durgun halden harekete geçen aracın, $0 - t$ zaman aralığında hızı $+v$ kadar değiştiğinde t anındaki hızı,

$$v_1 = v_0 + \Delta v$$

$$v_t = 0 + v = v$$

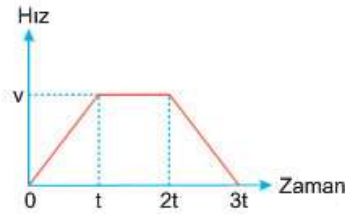
olur.

$t - 2t$ aralığında ivme sıfır olduğundan aracın hızı değişmez.

Bu durumda $2t$ anında hızı,

$$v_{2t} = v + 0 = v$$

olur.



$2t - 3t$ arasında hız $-v$ kadar değiştiğinden

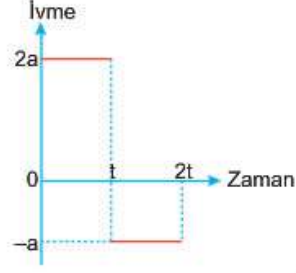
$$v_{3t} = v + (-v) = 0$$

olur. Bu durumda cismin hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.

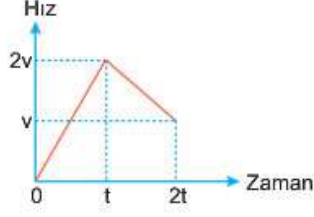
Cevap D

ÖRNEK SORU

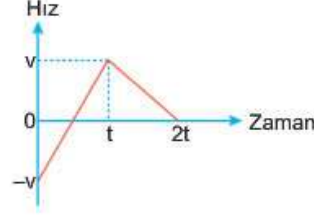
Doğrusal bir yolda hareket eden bir aracın ivme - zaman grafiği Şekil 1 deki gibidir.



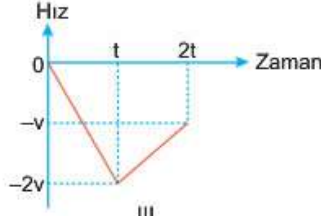
Şekil 1



I



II



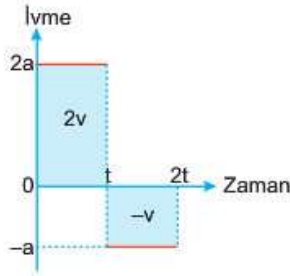
III

Şekil 2

Buna göre, aracın hız - zaman grafiği Şekil 2 deki grafiklerden hangisi olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ya da II E) I ya da III

Çözüm:



İvme - zaman grafiğinde alan, hız değişimini verir. Buna göre, 0 - t zaman aralığında hız değişimi,

$$\Delta v_1 = 2v$$

ise, t - 2t zaman aralığındaki hız değişimi,

$$\Delta v_2 = -v$$

olur.

Aracın ilk hızı sıfır ise t ve 2t anlarındaki hızı, $v = v_0 + \Delta v$ olduğundan

$$v_t = 0 + 2v = 2v$$

$$v_{2t} = 2v - v = v$$

olur. Bu durumda Grafik I deki gibi olur.

Aracın $t_0 = 0$ anındaki hızı $-v$ ise,

$$v_t = -v + 2v = v$$

$$v_{2t} = v - v = 0$$

olur. Bu durumda Grafik II deki gibi olur.

Cevap D

Bir doğru boyunca hareket eden hareketlinin hız - zaman grafiğinden yararlanılarak hareketlinin ivmesi bulunabilir.

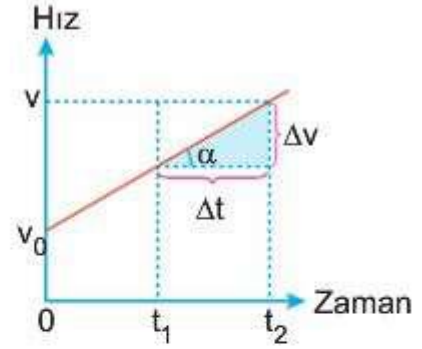
Hız - zaman grafiği şekildeki gibi olan hareketlinin ivmesi,

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

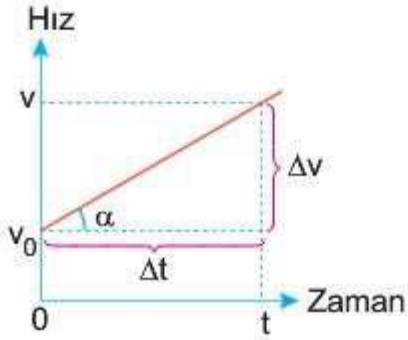
dir. Taralı üçgende,

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{tg}\alpha$$

olduğundan hız - zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.



ÖĞRENELİM



Hız-zaman grafiğinde grafiğin eğimi ivmeyi verir.

$$\text{Eğim} = \text{tg}\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda hareket eden aracın hız - zaman grafiği şekildeki gibidir. Aracın ivmesinin büyüklüğü 0 - 2t zaman aralığında a_1 , 2t - 3t zaman aralığında da a_2 dir.

Buna göre, $\frac{a_1}{a_2}$ oranı nedir?

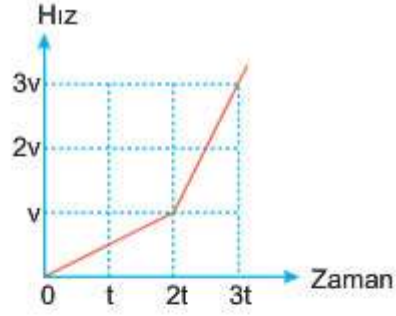
A) $\frac{1}{4}$

B) $\frac{1}{3}$

C) $\frac{1}{2}$

D) 2

E) 4



Çözüm:

Hız-zaman grafiğinin eğimi, hareketlinin ivmesini verir.

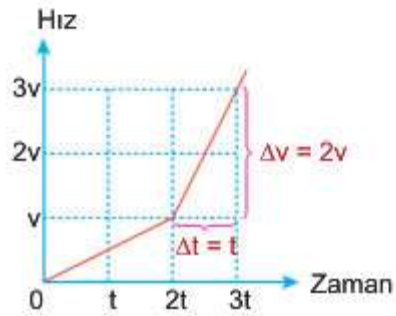
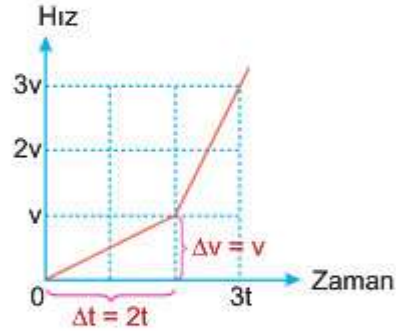
Buna göre, 0 - 2t zaman aralığında aracın ivmesi,

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

olduğundan,

$$a_1 = \frac{v}{2t}$$

olur.



2t - 3t zaman aralığında hız değişimi

2v olduğundan ivme,

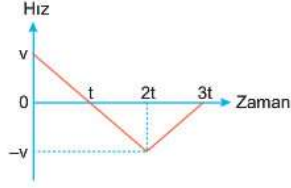
$$a_2 = \frac{2v}{t}$$

olur.

Buradan $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

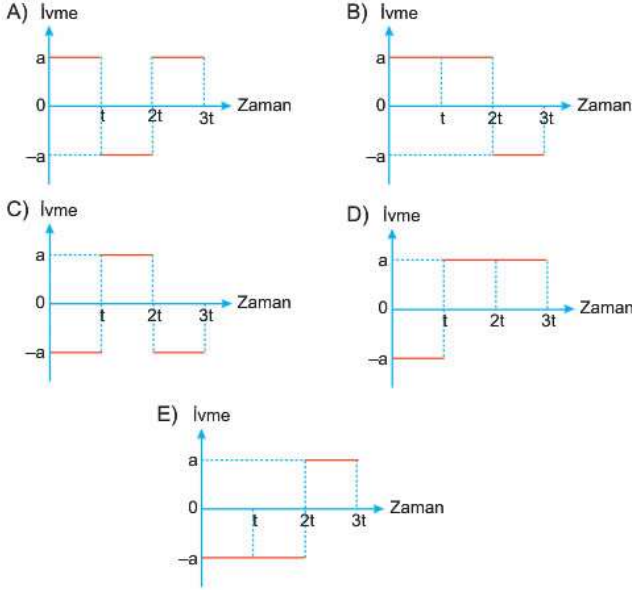
Cevap A

ÖRNEK SORU



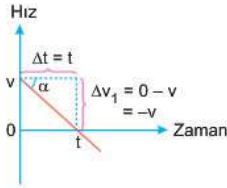
Doğrusal bir yolda hareket eden bir aracın hız - zaman grafiği şekildedir.

Buna göre, aracın ivme - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Çözüm:

Hız - zaman grafiğinde grafiğin eğimi ivmeyi verir. Buna göre,

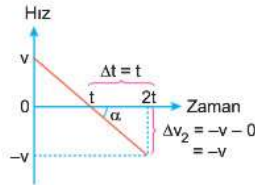


0 - t aralığında,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\Delta v_1}{\Delta t} \\ &= \frac{-v}{t} \\ &= -a \end{aligned}$$

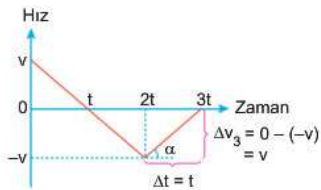
t - 2t zaman aralığında,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\Delta v_2}{\Delta t} \\ &= \frac{-v}{t} \\ &= -a \end{aligned}$$



2t - 3t zaman aralığında,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\Delta v_3}{\Delta t} \\ &= \frac{v}{t} \\ &= a \text{ olur.} \end{aligned}$$



Aracın hızı düzgün değiştiğinden ivmesi her aralıkta sabit olmalıdır.

Bu durumda grafik (E) seçeneğindeki gibi olur.

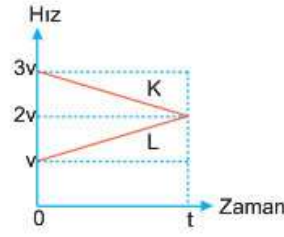
Cevap E

ÖRNEK SORU

Yatay doğrusal bir yolda hareket eden K ve L cisimlerinin hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.

Buna göre, 0 - t zaman aralığında;

- I. K nin aldığı yol L nin kinden büyüktür.
- II. K nin ivmesinin büyüklüğü L ninkine eşittir.



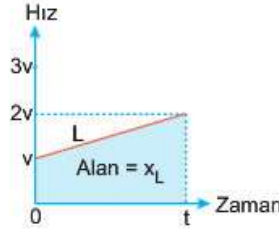
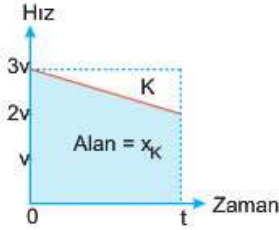
III. K ve L ye etki eden kuvvetler aynı yönlüdür.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Sürtünme yok.)

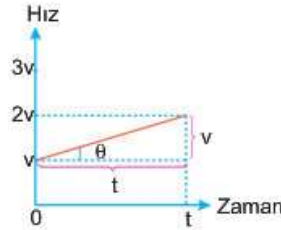
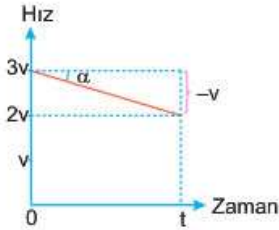
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm:

- I. Hız - zaman grafiğinde grafik doğrusunun altında kalan alan cismin yaptığı yer değiştirmeyi verir. K nin grafiğinde alan L ninkinden büyük olduğundan K nin aldığı yol L ninkinden büyüktür (I doğru).



- II. Hız - zaman grafiğinin eğimi hareketlinin ivmesini verir.



Buna göre,

$$a_K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{-v}{t}$$

$$a_L = \operatorname{tg} \theta = \frac{v}{t}$$

olur.

Buradan K ve L nin ivmelerinin büyüklüklerinin eşit olduğu görülür (II. doğru).

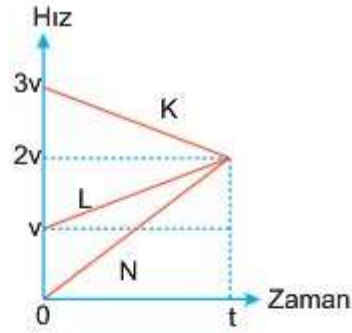
- III. $F_N = m \cdot a$ gereğince ivme ile kuvvet aynı yönlüdür. K nin ivmesi (-), L ninki (+) olduğundan K ve L ye etki eden kuvvetler zıt yönlüdür (III. yanlış).

Cevap C

ÖRNEK SORU

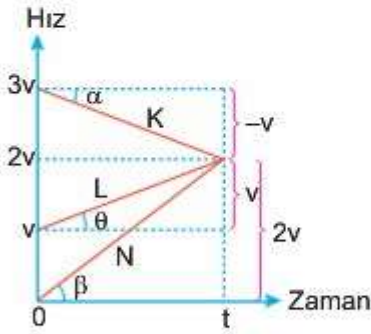
Özdeş K, L, N cisimlerin hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.

Buna göre, cisimlere etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri F_K , F_L , F_N arasındaki ilişki nedir?



- A) $F_K > F_L > F_N$ B) $F_K = F_L > F_N$ C) $F_L > F_K > F_N$
D) $F_N > F_L > F_K$ E) $F_N > F_K = F_L$

Çözüm:



Hız - zaman grafiğinde, doğrunun eğimi hareketlinin ivmesini verir.

Buna göre;

$$a_K = \frac{-v}{t} = -a \text{ ise,}$$

$$a_L = \frac{v}{t} = a$$

$$a_N = \frac{2v}{t} = 2a$$

olur.

Bu durumda cisimlerin ivmelerinin büyüklükleri arasındaki ilişki,

$$a_K = a_L < a_N$$

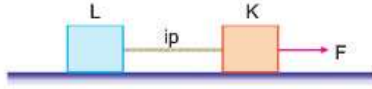
olur. $F_N = m \cdot a$ olduğundan kuvvetler arasındaki ilişki,

$$F_K = F_L < F_N$$

yazılabilir.

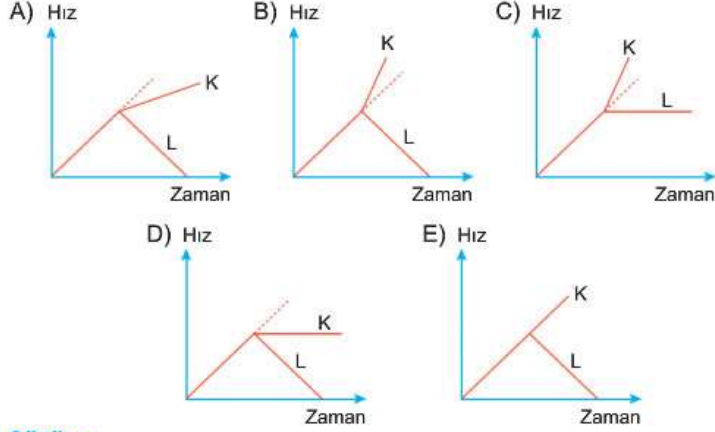
Cevap E

ÖRNEK SORU



Sürtünmesiz yatay düzlemde K ve L cisimleri bir iple birbirine bağlanarak durgun halden F kuvveti ile çekiliyor. Bir süre sonra K ile L arasındaki ip kopuyor.

Buna göre, kuvvet uygulamaya başlandığı andan itibaren cisimlerin hız - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

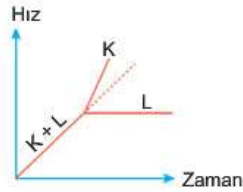
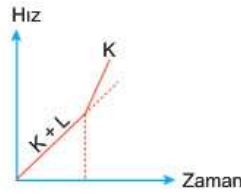


Çözüm:



Sürtünmesiz yatay yolda bir kuvvetin etkisinde kalan cisim sabit ivmeli hareket yapar. Buna göre K ve L cisimleri F kuvvetinin etkisinde hızlanır ve sabit ivmeli hareket yapar. Cisimlerin hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.

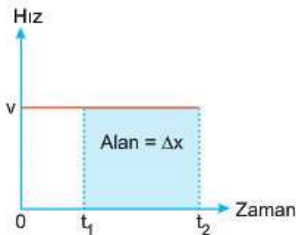
K ile L arasındaki ip kesildiğinde F kuvvetinin uygulandığı kütle azaldığından, ivme yani K'nin ivmesi artar. Bu durumda hız - zaman grafiğinde, grafiğin eğimi önceki duruma göre artar.



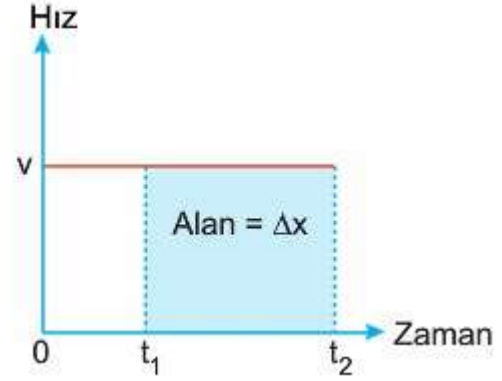
İp koptuktan sonra L cisimine etki eden net kuvvet sıfır olacağından cisim sabit hızla hareketini sürdürür.

Cevap C

Bir doğru boyunca hareket yapan hareketlinin hız - zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan hareketlinin yer değiştirmesini verir.



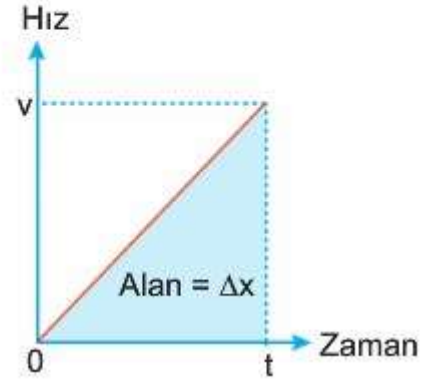
Bir doğru boyunca hareket yapan hareketlinin hız - zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan hareketlinin yer değiştirmesini verir.



ÖĞRENELİM

Hız-zaman grafiğinde grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan hareketlinin yer değiştirmesini verir.

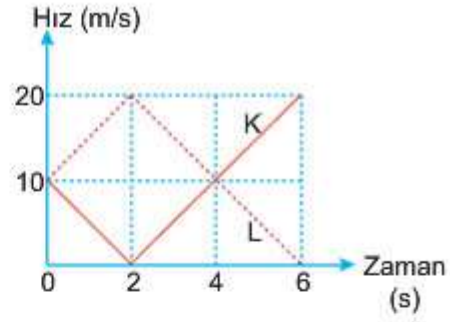
$$\text{Alan} = \Delta x = \frac{v \cdot t}{2}$$



ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda $t_0 = 0$ anında yan yana olan K ve L araçlarının hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.

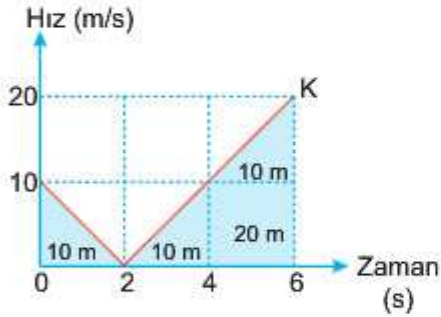
Buna göre, 6. saniyede K ile L arasındaki uzaklık kaç m dir?



- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

Çözüm:

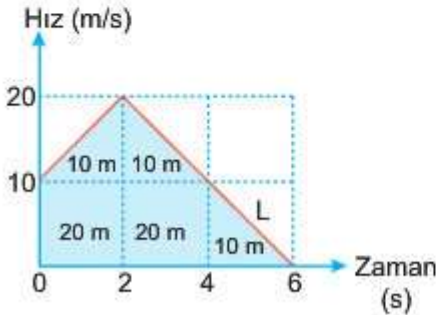
Hız-zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan aracın yer değiştirmesini verir.



Buna göre, K aracının 6 s deki yer değiştirmesi,

$$x_K = 10 + 10 + 20 + 10 \\ = 50 \text{ m}$$

olur.



L aracının 6 s deki yer değiştirmesi,

$$x_L = 20 + 20 + 10 + 10 + 10 \\ = 70 \text{ m}$$

olur.

Bu durumda 6. saniyede araçlar arasındaki uzaklık,

$$\Delta x = 70 - 50 = 20 \text{ m}$$

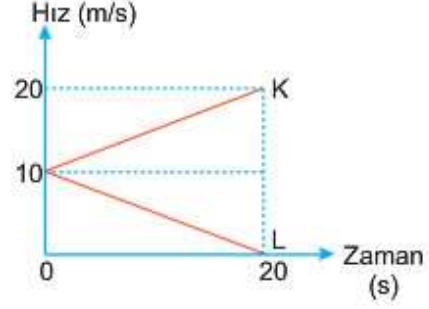
bulunur.

Cevap B

ÖRNEK SORU

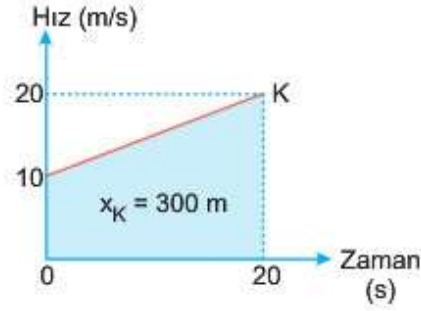
Doğrusal bir yolda hareket eden K ve L araçlarının hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir. Araçlar $t = 20$ s anında yan yanadır.

Buna göre, araçların $t_0 = 0$ anında birbirlerine göre konumları için ne söylenebilir?



- A) K aracı, L nin 200 m gerisindedir.
- B) K aracı, L nin 100 m gerisindedir.
- C) K aracı, L nin 50 m gerisindedir.
- D) K aracı, L nin 200 m önündedir.
- E) K aracı, L nin 300 m önündedir.

Çözüm:



K aracının 20 s de aldığı yol grafikteki alandan,

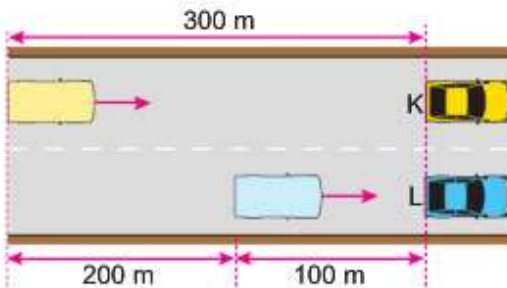
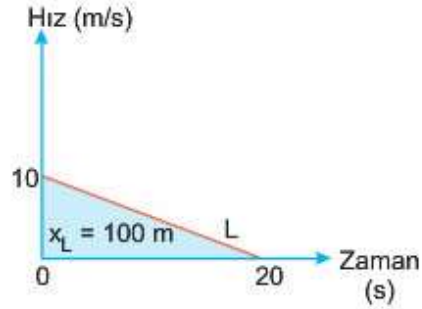
$$x_K = \frac{10 + 20}{2} \cdot 20$$
$$= 300 \text{ m}$$

olur.

L aracının 20 s de aldığı yol grafikteki alandan,

$$x_L = \frac{10 \cdot 20}{2}$$
$$= 100 \text{ m}$$

olur.



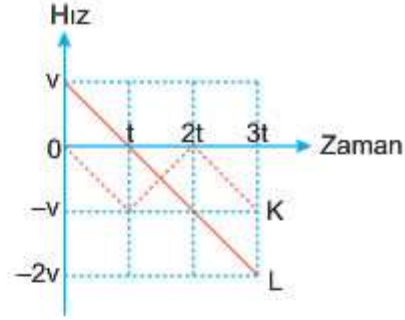
K aracı 300 m, L aracı 100 m yol alarak yan yana geldiklerine göre $t_0 = 0$ anında K aracı, L nin 200 m gerisinde olmalıdır.

Cevap A

ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda hareket eden K ve L araçları $t_0 = 0$ anında yan yanadır. Araçların hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.

Buna göre, araçlar hangi anlarda tekrar yan yana gelmişlerdir?



A) Yalnız t

B) Yalnız 3t

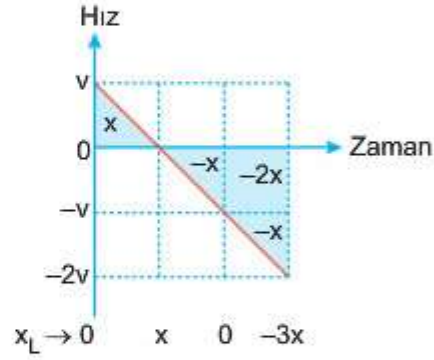
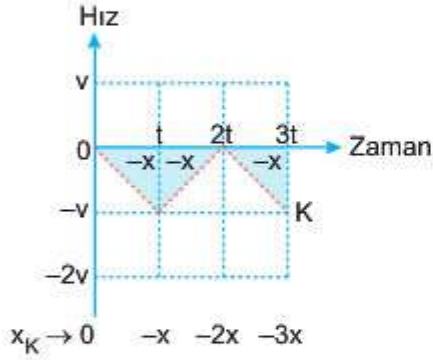
C) t ve 2t

D) t ve 3t

E) 2t ve 3t

Çözüm:

Araçların yan yana olmaları için aynı konumda bulunmaları gerekir.



$t_0 = 0$ anında yan yana olan araçların t, 2t, 3t anlarındaki konumları, grafikten alınarak bulunabilir.

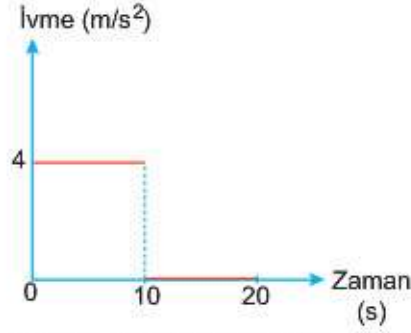
Buna göre,

t anında	K aracı	-x	konumunda
	L aracı	x	konumunda
2t anında	K aracı	-2x	konumunda
	L aracı	0	konumunda
3t anında	K aracı	-3x	konumunda
	L aracı	-3x	konumunda

olduğundan K ile L yalnız 3t anında yan yanadır.

Cevap B

ÖRNEK SORU



Doğrusal bir yolda, durgun halden harekete başlayan bir aracın ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, araç 0 - 20 s zaman aralığında kaç m yol almıştır?

- A) 150 B) 250 C) 300 D) 400 E) 600

Çözüm:

İvme - zaman grafiğinde grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan aracın hızındaki değişimi verir. Bu durumda 0 - 10 s aralığında aracın hızındaki değişim,

$$\Delta v = 4 \cdot 10 = 40 \text{ m/s}$$

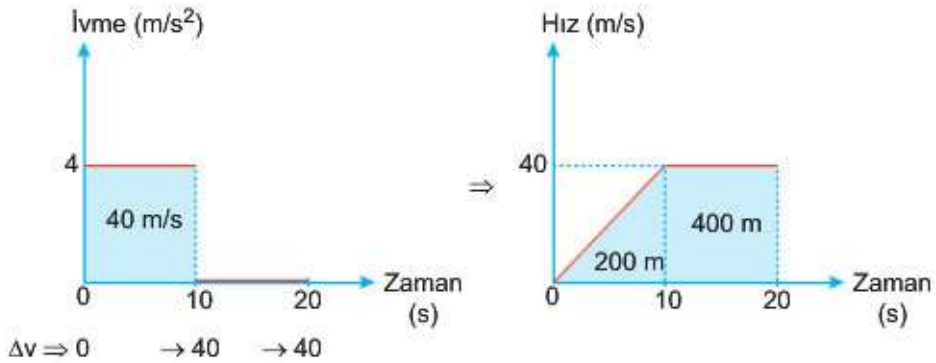
olur. Aracın ilk hızı sıfır olduğundan 10. saniyedeki hızı,

$$v = v_0 + \Delta v$$

ifadesine göre,

$$v_{10} = 0 + 40 = 40 \text{ m/s}$$

olur. 10 s – 20 s aralığında ivme sıfır olduğundan cismin hızı sabit olur. Bu durumda aracın hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.



Hız - zaman grafiğinde alan cismin aldığı yolu verdiğinden,

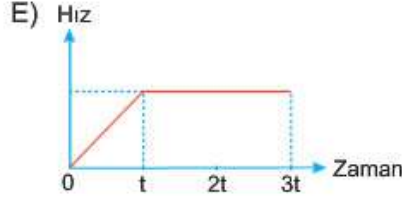
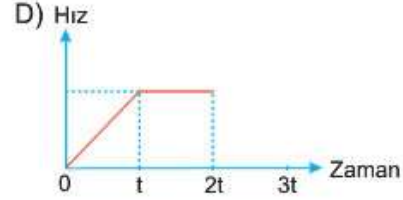
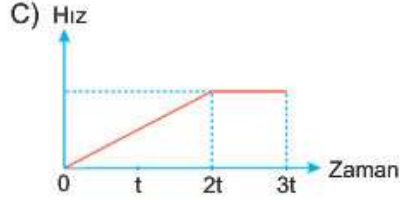
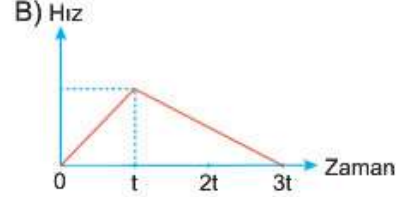
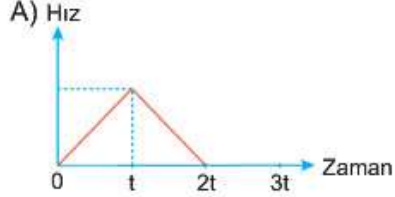
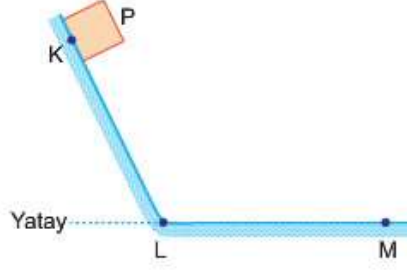
$$x = 200 + 400 = 600 \text{ m}$$

bulunur.

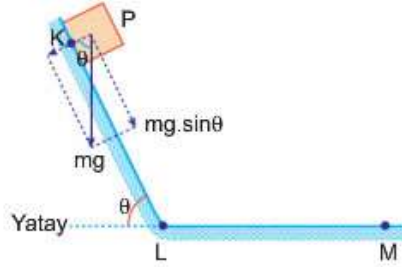
Cevap E

ÖRNEK SORU

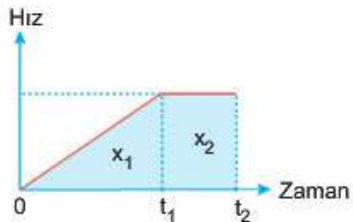
Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesiz yolun K noktasından P cismi serbest bırakılıyor. $|KL| = |LM|$ olduğuna göre cismin K-M arasında hız - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi olabilir?



Çözüm:



Sürtünmesiz eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılan cisim, ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni ($mg \cdot \sin\theta$) nedeniyle hızlanır. Cisim L noktasına ulaştıktan sonra yatay düzlemde etki eden bir kuvvet olmadığından sabit hızla hareketini sürdürür. Bu durumda hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.

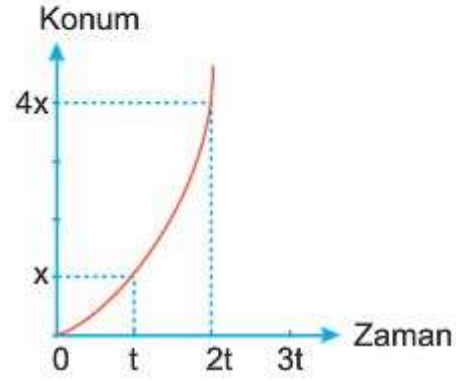
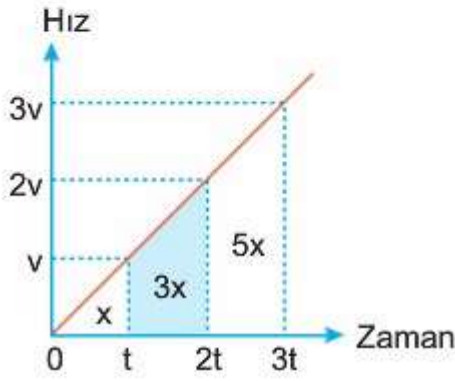


0 - t_1 aralığında aldığı K - L yolu, t_1 - t_2 aralığında aldığı L - M yoluna eşit olduğundan $x_1 = x_2$ olmalıdır. Buna uygun olarak $t_1 = 2t$, $t_2 = 3t$ olabilir.

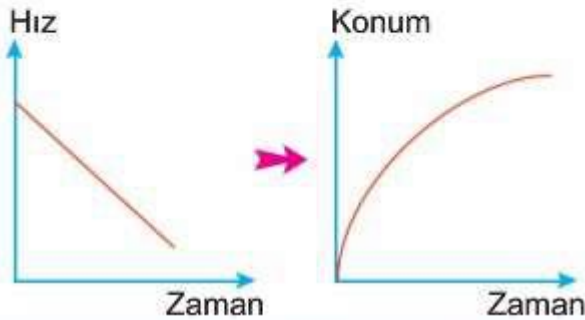
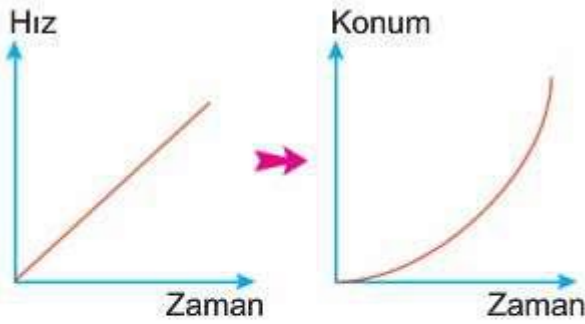
Cevap C

Hız - zaman grafiği verilen bir hareketlinin konum - zaman grafiği çizilebilir.

Örneğin durgun halden düzgün hızlanan bir hareketlinin hız-zaman grafiğinde alan hareketlinin aldığı yolu verdiğinden, t sürede alınan yol x ise, $2t$ sürede $4x$, $3t$ sürede $9x$, ... olur. Bu durumda hareketlinin konum - zaman grafiği Şekildeki gibi çizilebilir.



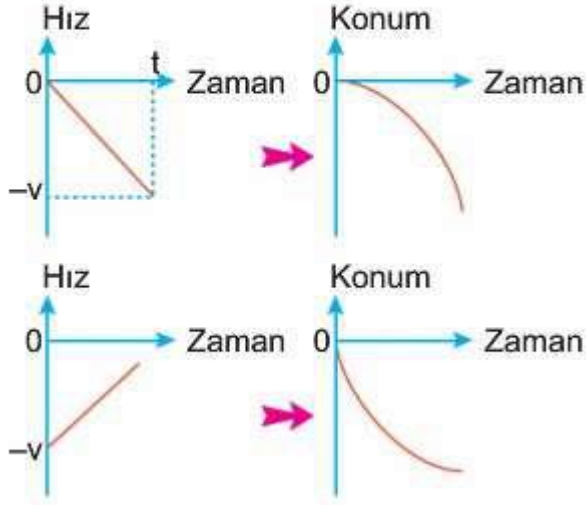
ÖĞRENELİM



Pozitif yönde düzgün hızlanan ve düzgün yavaşlayan cisimlerin konum - zaman grafikleri Şekildeki gibidir.



ÖĞRENELİM



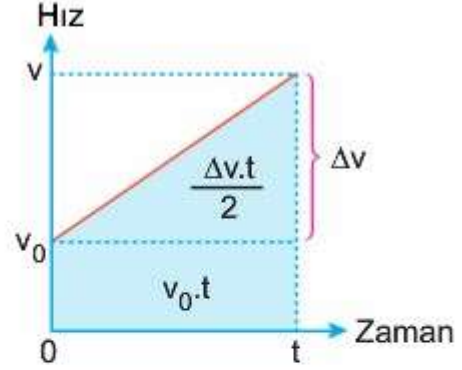
Negatif yönde düzgün hızlanan ve düzgün yavaşlayan cisimlerin konum - zaman grafikleri şekildeki gibidir.

Bir boyutta hareket yapan bir hareketlinin hız - zaman grafiğinde, grafik doğrusu ile zaman eksenini arasında kalan alan, hareketlinin yerdeğişmesini verir.

Buna göre; hız - zaman grafiği şekil-
deki gibi olan bir hareketlinin 0 - t za-
man aralığındaki yerdeğişmesi,

$$\Delta x = v_0.t + \frac{\Delta v.t}{2}$$

olur.

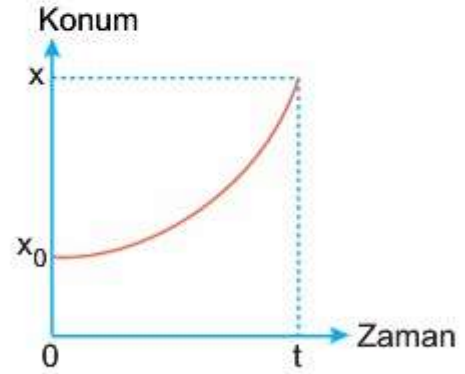


a ivmesi ile sabit ivmeli hareket yapan
bir cismin hızındaki değişim

$\Delta v = a.t$ olduğundan,

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

olur.



Bu denklemde, $v = v_0 + a.t$ ifadesinden $t = \frac{v-v_0}{a}$ yazılırsa,

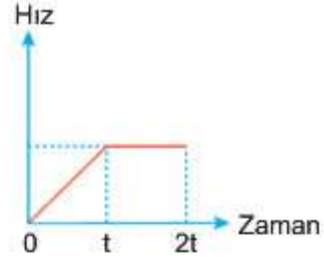
$$v^2 = v_0^2 + 2a. \Delta x$$

elde edilir.

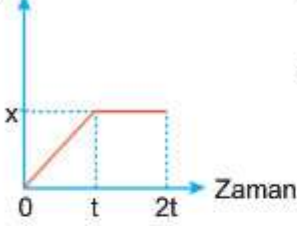
ÖRNEK SORU

Doğrusal yatay yolda hareket eden bir aracın hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.

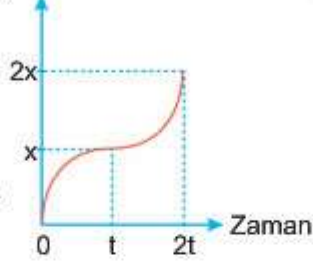
Buna göre, aracın konum - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi olabilir?



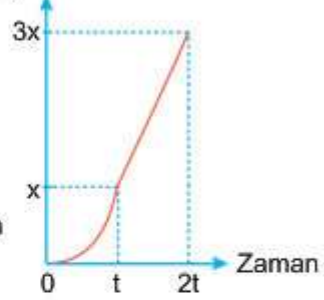
A) Konum



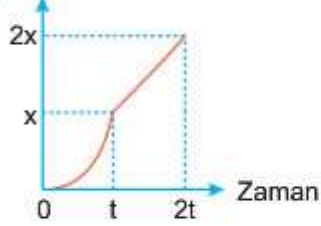
B) Konum



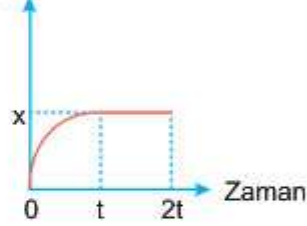
C) Konum



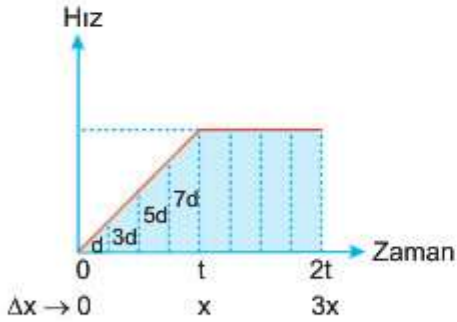
D) Konum



E) Konum

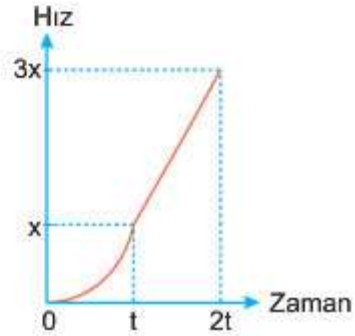


Çözüm:



Hız-zaman grafiğinde alan, aracın aldığı yolu verir. Grafikte aracın hızlandığı, 0 - t aralığı eşit zaman aralıklarına ayrıldığında aracın aldığı yolun, zamanın karesiyle orantılı olarak değiştiği görülür.

Aynı şekilde t - 2t aralığında alınan yolun düzgün olarak arttığı görülmektedir. 0 - t zaman aralığında grafikte alan x ise, t - 2t aralığında alan 2x olduğunda araç t anında x, 2t anında 3x konumunda olur. Bu durumda grafik şekildeki gibi çizilebilir.

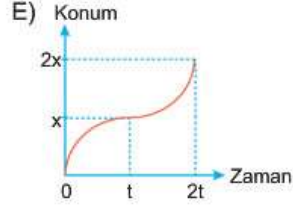
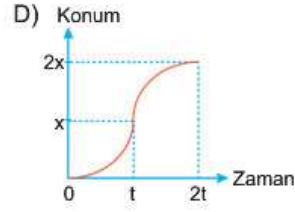
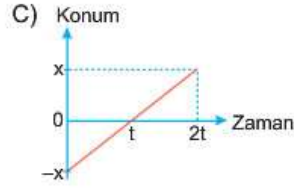
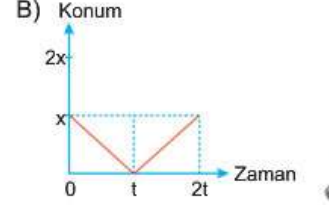
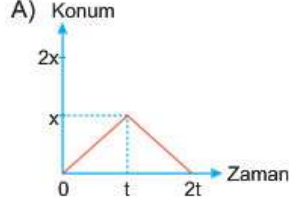
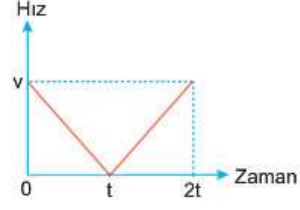


Cevap C

ÖRNEK SORU

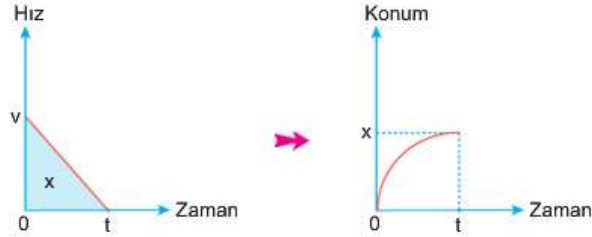
Doğrusal bir yolda hareket eden bir aracın hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, aracın konum - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

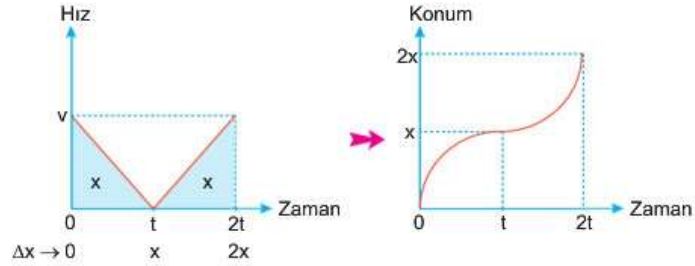


Çözüm:

Araç 0 - t zaman aralığında yavaşladığına göre grafiği şekildeki gibi olmalıdır.



t - 2t zaman aralığında araç hızlandığından grafik şekildeki gibi olur.



Cevap E

ÖRNEK SORU

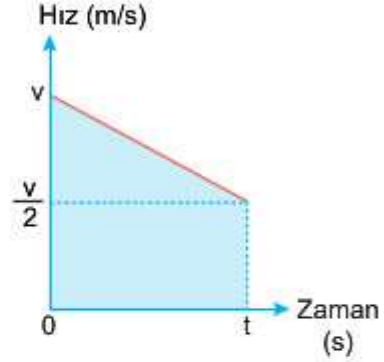
Doğrusal bir yolda sabit hızla gitmek olan bir araç yavaşlayarak 20 s de hızını yarıya düşürüyor.

Araç bu sırada 600 m yol aldığına göre ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 dir?

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

Çözüm:

v hızıyla gitmekte olan araç yavaşlayarak 20 s de hızını $\frac{v}{2}$ ye düşürdüğüne göre hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur. Araç bu sırada 600 m yol aldığına göre grafiğin alanı 600 m olmalıdır.



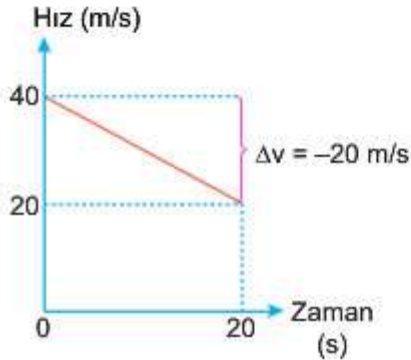
Buna göre,

$$600 = \frac{(v + \frac{v}{2}) \cdot 20}{2}$$

$$60 = \frac{3}{2} v$$

$$v = 40 \text{ m/s}$$

olur.



Grafiğin eğimi aracın ivmesini vereceğinden,

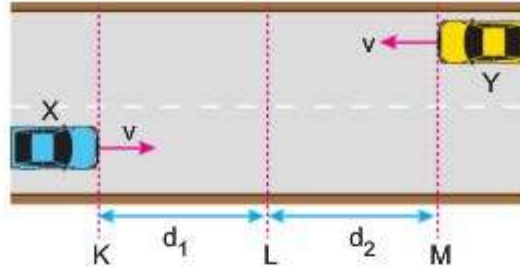
$$a = \frac{-20}{20}$$

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

bulunur.

Cevap A

ÖRNEK SORU



Doğrusal bir yolda, v büyüklüğündeki sabit hızlarla hareket eden X ve Y araçları K ve M çizgilerine aynı anda ulaştıklarında X aracı hızlanmaya başlıyor. Araçlar L çizgisine de aynı anda ulaştıklarında X hızı $3v$ oluyor.

KL arası uzaklık d_1 , LM arası uzaklık d_2 olduğuna göre, $\frac{d_1}{d_2}$ oranı nedir?

A) $\frac{3}{2}$

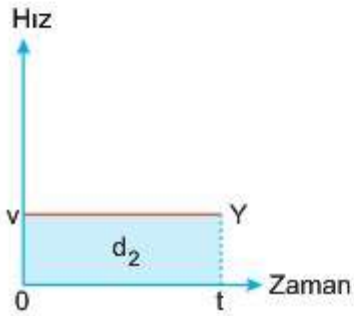
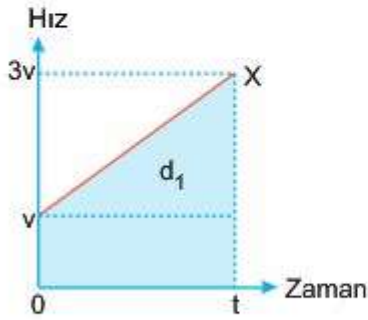
B) 2

C) $\frac{5}{2}$

D) 3

E) 4

Çözüm:



X aracı K çizgisine ulaştıktan sonra düzgün hızlanan hareket, Y aracı da sabit hızlı hareket yaptığına göre araçların hız - zaman grafikleri şekildeki gibi çizilebilir.

Grafikte alan araçların aldıkları yolları vereceğinden,

$$d_1 = \frac{(v + 3v)}{2} \cdot t = 2v \cdot t$$

$$d_2 = v \cdot t$$

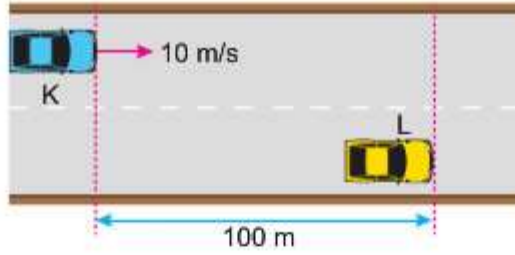
yazılabilir. Buradan,

$$\frac{d_1}{d_2} = 2$$

bulunur.

Cevap B

ÖRNEK SORU



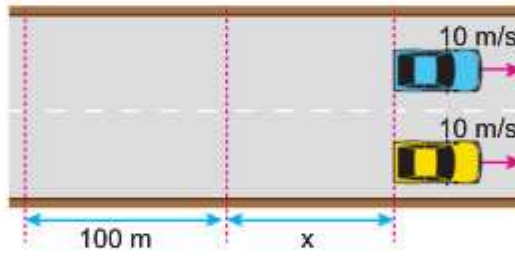
Doğrusal bir yolda 10 m/s sabit hızla hareket eden K aracı, durmakta olan L aracına 100 m kadar yaklaştığında L aracı K nin hareketi yönünde a ivmesi ile hızlanmaya başlıyor. K aracı, L aracı ile yan yana geldiğinde hızları birbirine eşit oluyor.

Buna göre, a kaç m/s^2 dir?

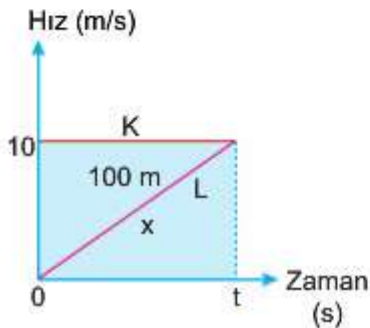
- A) 0,5 B) 1 C) 1,5 D) 2 E) 3

Çözüm:

K aracı, L aracı ile yan yana gelinceye kadar, L aracı x kadar yol alırsa, K aracı $100 + x$ kadar yol alır.



Araçların hız-zaman grafikleri şekildeki gibi çizilebilir. Hız-zaman grafiklerinde alan araçların aldıkları yolu vereceğinden L nin aldığı x yolunun 100 m olduğu görülür.



Bu durumda,

$$100 = \frac{10 \cdot t}{2}$$

$$t = 20 \text{ s}$$

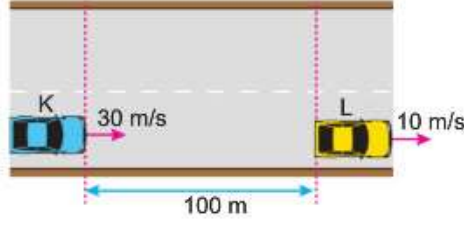
olur. L nin grafiğinin eğimi ivmesini vereceğinden,

$$a = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

bulunur.

Cevap A

ÖRNEK SORU



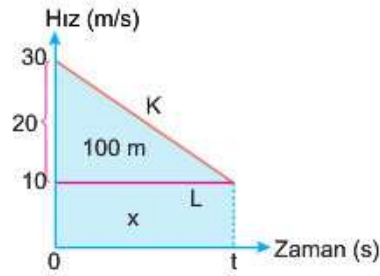
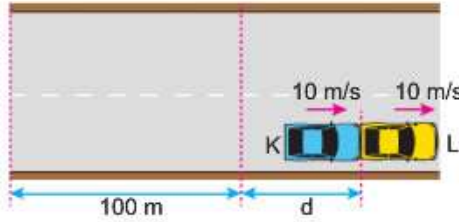
K ve L araçları, doğrusal bir yolda 30 m/s ve 10 m/s hızlarla aynı yönde hareket ediyor. K aracı L ile aralarında 100 m uzaklık kaldığında yavaşlamaya başlıyor.

K aracının L ye çarpmaması için yavaşlama ivmesi en az kaç m/s^2 olmalıdır?

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

Çözüm:

Yavaşlamaya başlayan K aracının önündeki L aracına çarpmaması için L ye yetiştiğinde hızının L ninkine eşit olması gerekir. Böylesi bir durum, yavaşlama ivmesinin en az değeri ile sağlanabilir. K aracı L ye yetişene kadar L aracı x kadar yol alırsa, K aracı 100 + x kadar yol alır.



Bu durumda araçların hız - zaman grafikleri çizildiğinde alınan yollar grafikte şekildeki gibi gösterilebilir. Buna göre grafikteki 100 m lik alandan K nin hızını 10 m/s ye düşürmesi için geçen süre,

$$100 = \frac{20 \cdot t}{2} \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

olur.

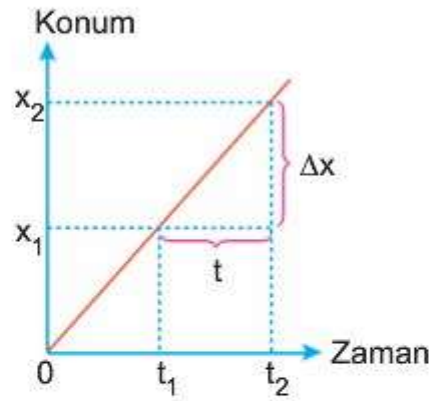
Grafğin eğimi K nin ivmesini verdiği için,

$$a_K = \frac{20}{10} \\ = 2 \text{ m/s}^2$$

bulunur.

Cevap C

Konum - zaman grafiğinden yararlanılarak cismin hızının nasıl değıştiğı görülebilir. Örneğın şekildeki grafik sabit hızla hareket eden bir araca aittir.



Bu aracın hızı, t süredeki yer değıştirmesi Δx olduğundan,

$$v = \frac{\Delta x}{t}$$

olur.

$\frac{\Delta x}{t}$ aynı zamanda grafiğın eğimini verdiğinden konum - zaman grafiğinin eğimi hızı verir.



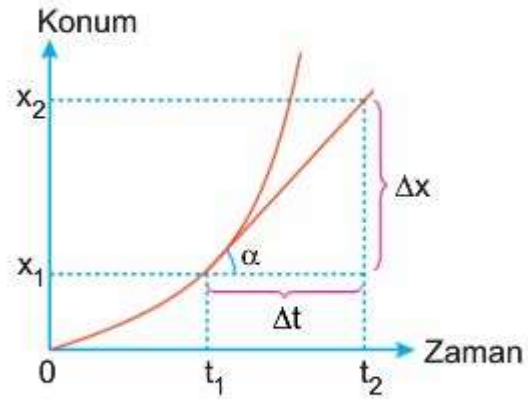
ÖĞRENELİM

Hareket etmekte olan bir cismin herhangi bir andaki hızı, cismin konum - zaman grafiğinde o anda grafiğe teğet çizilen doğrunun eğimine eşittir.

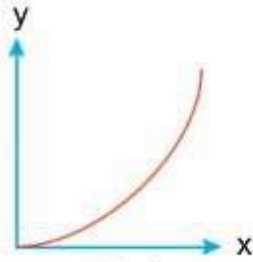
t_1 anında hareketlinin hızı,

$$v = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

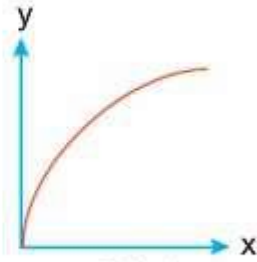
dir.



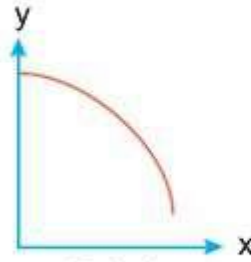
ÖĞRENELİM



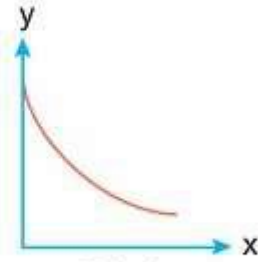
*Eğimi
pozitif olarak
artan grafik*



*Eğimi
pozitif olarak
azalan grafik*



*Eğimi
negatif olarak
artan grafik*

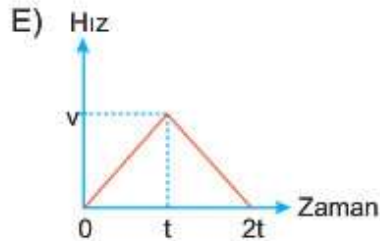
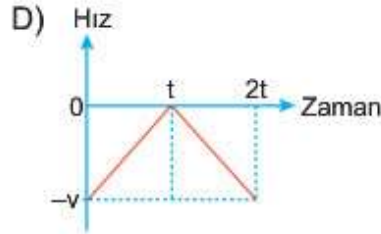
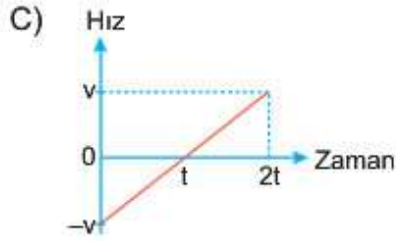
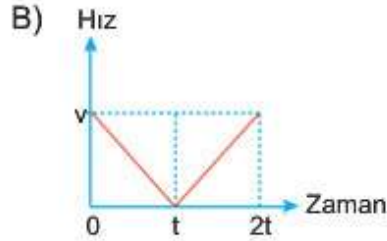
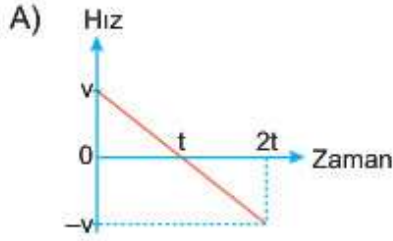
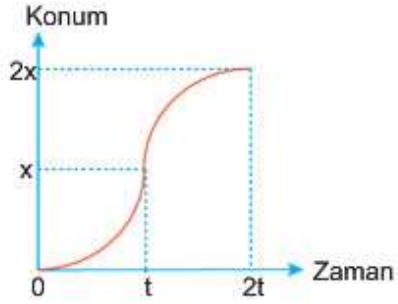


*Eğimi
negatif olarak
azalan grafik*

ÖRNEK SORU

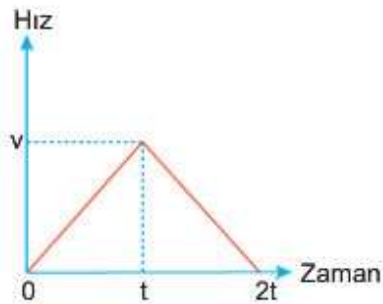
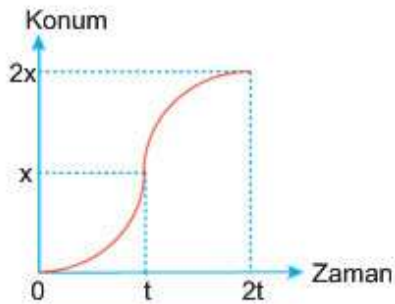
Durgun halden harekete geçen bir aracın konum - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, aracın hız - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Çözüm:

Konum - zaman grafiğinin eğimi hızı verir. Grafikte, 0 - t zaman aralığında eğim pozitif olarak arttığından hız pozitif yönde artar. t - 2t zaman aralığında eğim pozitif olarak azaldığından hız pozitif olarak azalmalıdır.



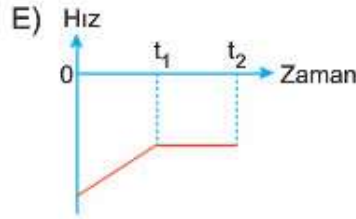
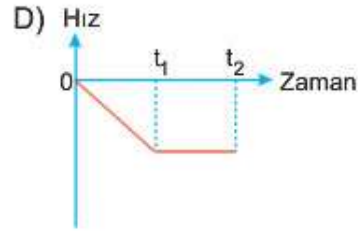
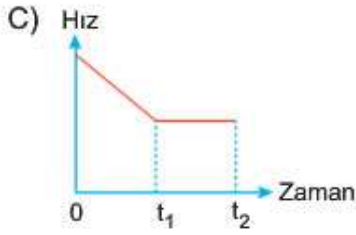
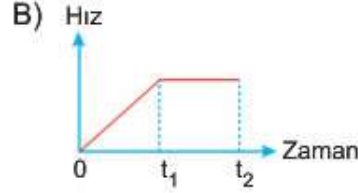
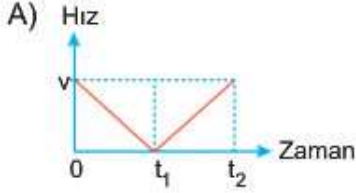
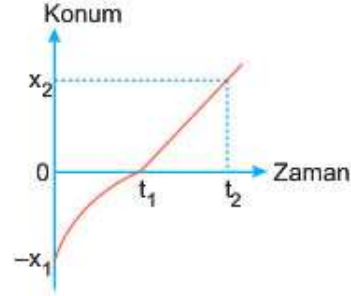
Bu durumda aracın hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.

Cevap E

ÖRNEK SORU

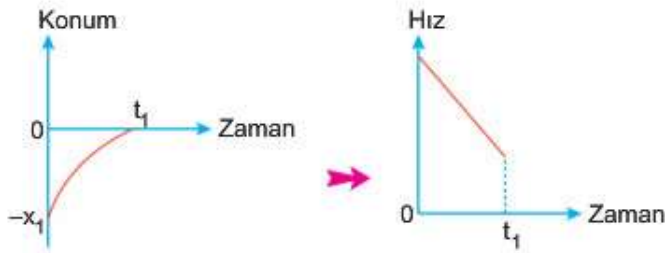
Doğrusal bir yolda hareket eden bir aracın konum - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, aracın hız - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

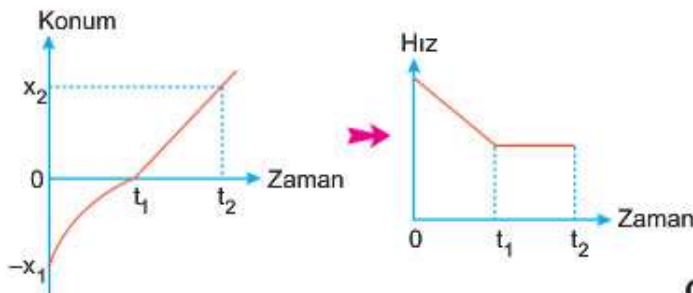


Çözüm:

Aracın konum - zaman grafiğinde 0 - t_1 zaman aralığında grafiğin eğimi pozitif olarak azaldığından hızı pozitif yönde azalmalıdır.



$t_1 - t_2$ aralığında doğrunun eğimi sabit olduğundan aracın hızı sabittir. Bu durumda grafik şekildeki gibidir.

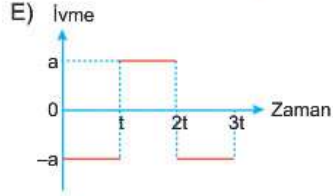
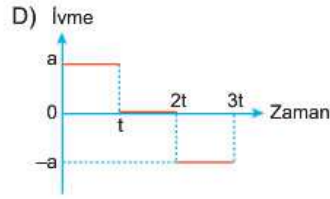
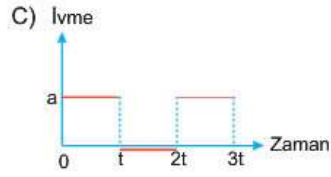
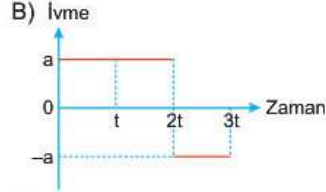
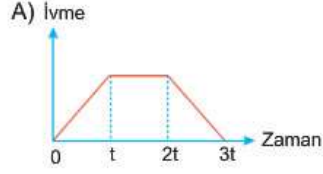
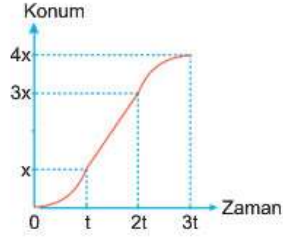


Cevap C

ÖRNEK SORU

Doğrusal bir yolda durgun halden harekete başlayan bir aracın konum - zaman grafiği şeklindeki gibidir.

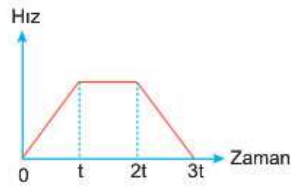
Buna göre, aracın ivme - zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Çözüm:

Konum-zaman grafiğinde eğim alınarak aracın hız-zaman grafiği çizilebilir.

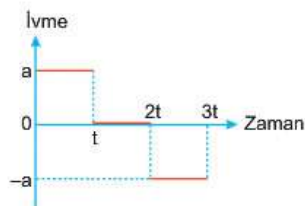
- 0 - t zaman aralığında grafiğin eğimi arttığından aracın hızı artar.
- t - 2t aralığında grafiğin eğimi pozitif olarak sabit olduğundan aracın hızı pozitif yönde sabittir.
- 2t - 3t aralığında grafiğin eğimi pozitif olarak azaldığı için aracın hızı pozitif olarak azalmaktadır.



Bu durumda aracın hız - zaman grafiği şeklindeki gibi çizilebilir.

Hız-zaman grafiğinin eğimi alınarak aracın ivme- zaman grafiği çizilebilir.

- 0 - t aralığında grafiğin eğimi pozitif sabit olduğundan aracın ivmesi pozitif sabit olur.
- t - 2t aralığında eğim sıfır olduğundan ivme sıfırdır.
- 2t - 3t aralığında eğim negatif sabit olduğundan aracın ivmesi negatif sabittir.



Bu durumda aracın ivme-zaman grafiği şeklindeki gibi çizilebilir.

Cevap D

Düşey Doğrultuda Sabit İvmeli Hareket

SERBEST DÜŞME

Bir cisim, yeryüzünden belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığında yer çekimi kuvveti nedeniyle aşağı doğru düşer. Galileo, 1600 lü yılların başında yaptığı deneylerde yer yüzeyi yakında hareket eden bütün cisimlerin aynı ivme ile hareket ettiği idelleştirmesini yapmıştır. Gerçekte yer yüzeyi yakınında hareket eden bütün cisimlerin ivmeleri cismin konumuna, şekline, büyüklüğüne, atmosferin yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Örneğin aynı yükseklikten aynı anda serbest bırakılan bir kuş tüyü ile bir bilye aynı anda yere düşmez. Önce bilyenin yere düştüğü görülür. Bunun sebebi, kuş tüyüne etki eden hava direncinin büyüklüğüdür.

HAVASIZ ORTAMDA SERBEST DÜŞME

Yeryüzeyi yakınında havasız ortamda serbest bırakılan bir cisim, ağırlığının etkisi ile sabit ivmeli hareket yapar.

Cismin ivmesi,

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

$$m \cdot g = m \cdot a$$

$$a = g$$

olur.



Buradan hareketle, havasız ortamda serbest bırakılan cisimlerin ivmesinin kütlesine bağlı olmadığı sonucu çıkarılabilir. Bu nedenle havasız ortamda serbest bırakılan bir elma ile kuş tüyü, aynı sürede aynı büyüklükte hız kazanır. Serbest bırakılan cismin ivmesinin g kadar olması nedeniyle, cisim her saniyede g büyüklüğünde hız kazanır. t sürede kazandığı hız ise,

$$v = g \cdot t$$

olur. Cismin hareket yönü (+) kabul edilirse t sürede aldığı yol,

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

dir.

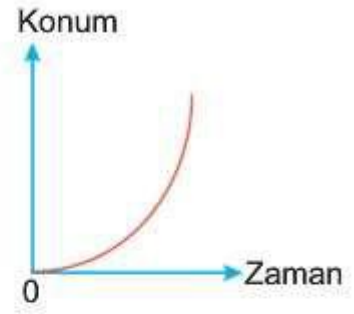
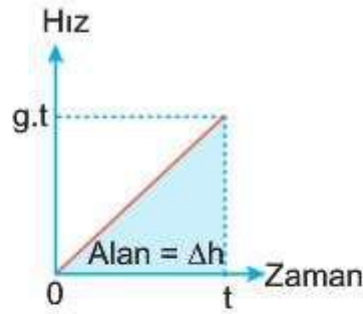
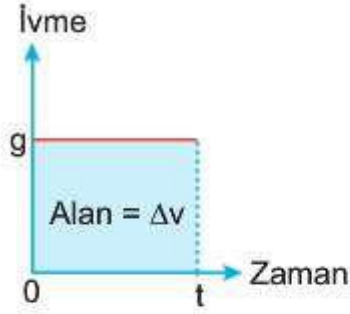
Bu ifadede $t = \frac{v}{g}$ yazılırsa,

$$v^2 = 2g.h$$

olur.

Not: Havasız ortamda serbest düşmeye bırakılan tüm cisimler aynı sürede aynı büyüklükte hıza ulaşırlar.

Aşağı yön (+) kabul edilirse, cismin yaptığı hareketin ivme - zaman, hız - zaman ve konum - zaman grafikleri şekildeki gibi olur.

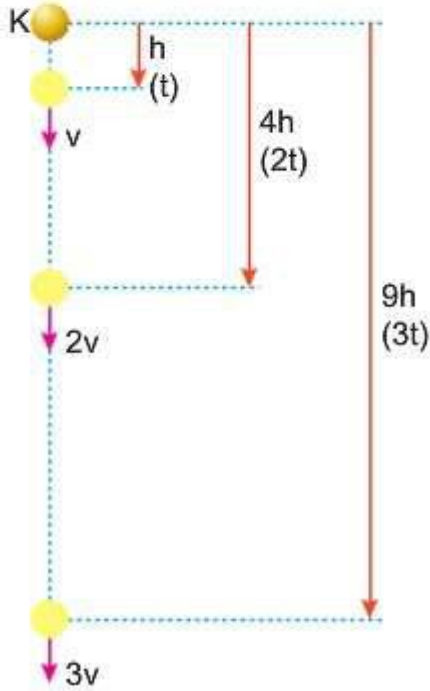


İvme-zaman grafiğinde alan, cismin hızındaki değişimi verir.

Hız-zaman grafiğinde alan, cismin düştüğü yüksekliği verir.



ÖĞRENELİM

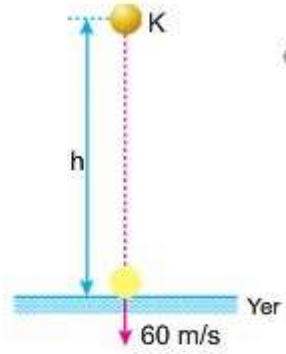


Serbest düşmeye bırakılan bir cisim t sürede h kadar düşerse, 2t sürede 4h, 3t sürede 9h kadar düşer.

ÖRNEK SORU

Havasız bir ortamda, K noktasından serbest bırakılan bir cisim, yere 60 m/s büyüklüğündeki hızla düşüyor.

Buna göre, K noktasının yerden yüksekliği h kaç m dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



- A) 60 B) 120 C) 180 D) 200 E) 240

Çözüm:

Havasız ortamda serbest bırakılan cisim sabit ivmeli hareket yapar. Cismin ivmesinin büyüklüğü $g = 10 \text{ m/s}^2$ olduğundan cisim her saniyede 10 m/s hız kazanır.

Bu durumda 60 m/s hız kazanması için geçen süre 6 s olur. Cismin havada kalma süresi,

$$v = g.t$$

ile bulunabilir. Buna göre,

$$60 = 10.t$$

$$t = 6 \text{ s}$$

olur. Bu durumda K noktasının yerden yüksekliği,

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

$$h = \frac{1}{2} 10.6^2$$

$$= 180 \text{ m}$$

bulunur.

Cevap C

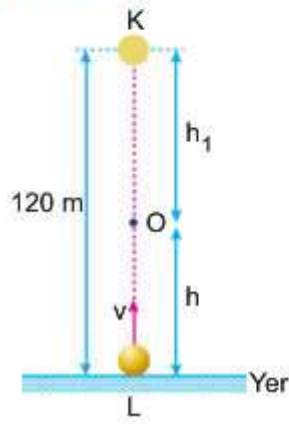
ÖSYM 2017 / LYS

Noktasal sayılabilecek bir bilye hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda yerden düşey ve yukarı doğru fırlatılıyor ve aynı anda, başka bir özdeş bilye de yerden 120 metre yükseklikten serbest bırakılıyor.

Bilyeler harekete başladıktan 4 saniye sonra havada çarpıştıklarına göre, çarpışma yerden kaç metre yükseklikte gerçekleşir? (Yer çekimi ivmesini 10 m/s^2 alınız.)

- A) 20 B) 40 C) 60 D) 80 E) 100

Çözüm:



120 m yüksekten serbest bırakılan bilye 4 saniyede,

$$h_1 = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 4^2$$

$$h_1 = 80 \text{ m}$$

düşer. Bu durumda, çarpışmanın yerden yüksekliği,

$$h = 120 - 80$$

$$h = 40 \text{ m}$$

olur.

Cevap B

ÖRNEK SORU

Havasız bir ortamda, şekildeki K düzeyinden serbest düşmeye bırakılan cisim t süre sonra L düzeyinden geçiyor. Cisim serbest bırakıldıktan $2t$ süre sonra M noktasında yere çarpıyor.

KL arası yükseklik farkı h_1 , LM arası h_2 olduğuna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?

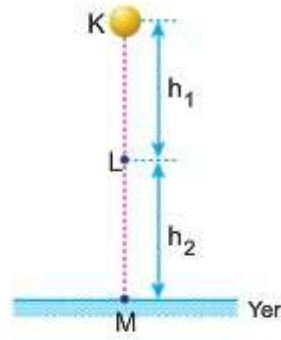
A) $\frac{1}{4}$

B) $\frac{1}{3}$

C) $\frac{1}{2}$

D) $\frac{3}{4}$

E) 1



Çözüm:

Serbest düşmeye bırakılan bir cisim t sürede h kadar düşerse, $2t$ sürede $4h$ kadar düşer. Bu durumda h_1 yüksekliğini t sürede düştüğünden $h_1 = h$ ise KM arasını $2t$ sürede düştüğünden $h_1 + h_2 = 4h$ olur.

Bu durumda,

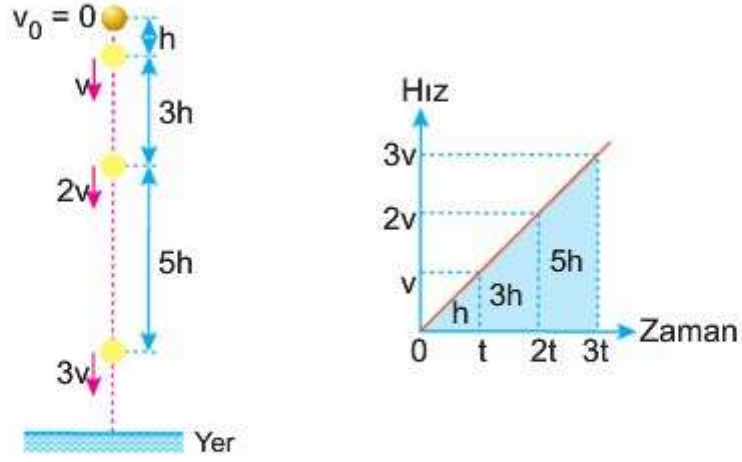
$$h_1 + h_2 = 4h_1$$
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{3}$$

bulunur.

Cevap B



ÖĞRENELİM

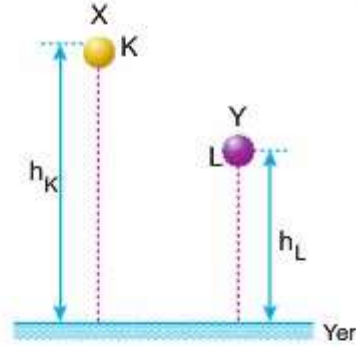


Serbest düşen cisim t sürede v hızını kazanırsa $2t$ süre sonra $2v$, $3t$ sürede $3v$ hızını kazanır. Böylece cismin her saniye içinde aldığı yol, ilk saniyede aldığı yolun tek katları olur.

ÖRNEK SORU

X cismi, şekildeki K noktasından serbest bırakıldıktan 1 s sonra Y cismi L noktasından serbest bırakılıyor. Cisimler bir süre sonra aynı anda yere çarpıyor.

K noktasının yerden yüksekliği h_K , L ninkide h_L olduğuna göre, h_K ve h_L aşağıdakilerden hangisi olamaz?



	h_K	h_L
A)	20	5
B)	45	20
C)	60	45
D)	125	80
E)	180	125

Çözüm:

Serbest düşmeye bırakılan bir cismin yere çarpıncaya kadar aldığı yol,

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = 5t^2$$

ile bulunabilir. Buna göre, Y cismi 1 s de yere düştüğünde X cismi 2 s de yere düşeceğinden,

$$h_L = 5 \cdot 1^2 = 5 \text{ m}$$

$$h_K = 5 \cdot 2^2 = 20 \text{ m}$$

olur. Y cismi 2 s de düştüğünde X cismi 3 s de düşeceğinden,

$$h_L = 5 \cdot 2^2 = 20 \text{ m}$$

$$h_K = 5 \cdot 3^2 = 45 \text{ m}$$

olur. Y cismi 3 s de düştüğünde X cismi 4 s de düşeceğinden,

$$h_L = 5 \cdot 3^2 = 45 \text{ m}$$

$$h_K = 5 \cdot 4^2 = 80 \text{ m}$$

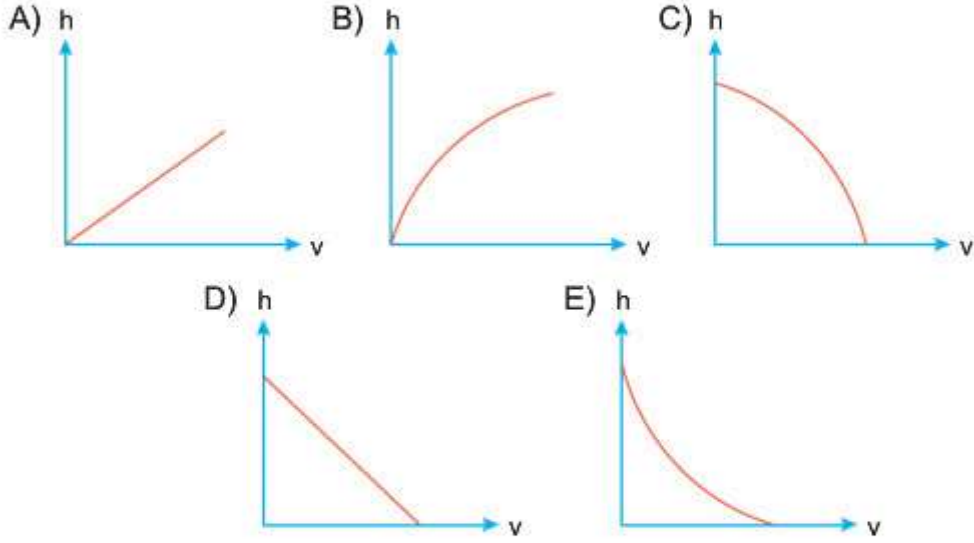
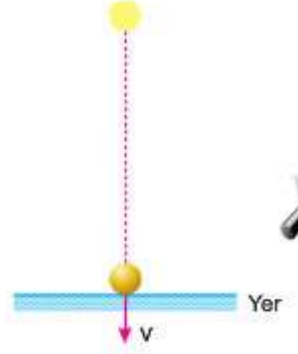
olmalıdır. Yani $h_L = 45 \text{ m}$ olduğunda $h_K = 60 \text{ m}$ olamaz.

Cevap C

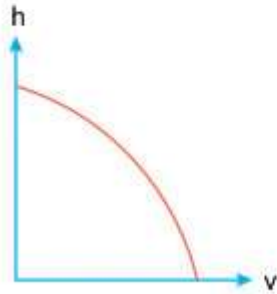
ÖRNEK SORU

Havasız bir ortamda bir cisim yerden h yüksekliğinden serbest bırakılıyor. Cisim bir süre sonra yere v hızı ile çarpıyor.

Buna göre, h yüksekliğinin v ye bağlı grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Çözüm:



h yüksekliğinden serbest bırakılan bir cismin yere çarpma hızı v ise

$$v^2 = 2g.h$$

dir. Bu bağıntıya göre cismin düştüğü yükseklik v nin karesi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle grafik bir parabol kolu şeklinde olmalıdır. Ancak cisim serbest düşerken v arttıkça h azalmalıdır.

Bu nedenle parabolün kolu şekildeki gibi olmalıdır.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Hava direncinin olmadığı bir ortamda serbest bırakılan bir cisim, hareketinin son üç saniyesi içerisinde 225 m yol alıyor.

Buna göre, cisim serbest bırakıldıktan kaç saniye sonra yere düşer? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 4 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9

Çözüm:

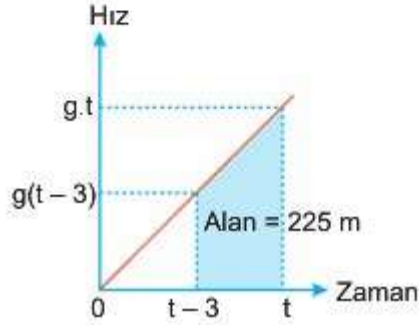
Serbest düşmeye bırakılan cismin t sürede yere çarpma hızı,

$$v = g \cdot t$$

dir. Cismin hız - zaman grafiği şekildeki gibi çizildiğinde hareketinin son 3 saniyesi içerisinde aldığı yol t ile $(t - 3)$ saniye aralığında grafikteki alandır. Buna göre,

$$225 = \frac{g \cdot t + g(t - 3)}{2} \cdot 3$$

yazılabilir.



$g = 10 \text{ m/s}^2$ olduğundan,

$$225 \cdot \frac{2}{3} = 10t + 10t - 30$$

$$180 = 20t$$

$$t = 9 \text{ s}$$

bulunur.

Cevap E

HAVA DİRENCİ

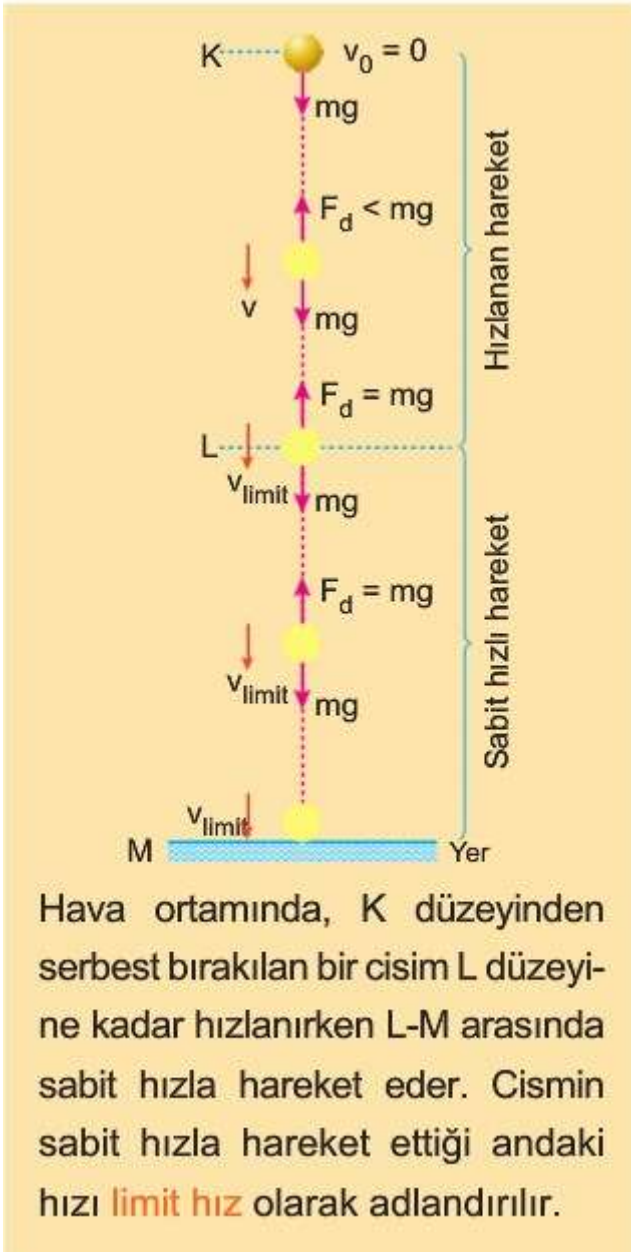
Havasız bir ortamda serbest bırakılan cisimlere yalnız yerçekimi kuvveti etki eder. Cisimler bu kuvvetin etkisinde sabit ivmeli hareket yapar. Ancak, hava ortamında hareket eden cisimlerin ön tarafında hava sıkışırken arka tarafında genişler. Bu durum cismin ön tarafı ile arka tarafı arasında bir basınç farkının oluşmasına neden olur. Bu basınç farkı, cismin hareketine zıt yönde bir **direnç kuvvetinin** oluşmasına neden olur. Böylece havada hareket eden cisimlere, yerçekimi kuvvetinin yanında bir de **hava direnci** etki eder.



Hava direnci, buluttan ayrılan dolu tanesinin yerdeki canlılara zarar vermeyecek bir hızla düşmesini sağlar.



Hava direnci, paraşütle atlayan sporcunun küçük bir hızla yere inmesini sağlar.



Havada yeterince yüksekte serbest düşmeye bırakılan cisimlere etkiyen hava direnç kuvvetinin, hızın karesiyle orantılı olarak artması, cisimlerin hızlarının sürekli olarak artamayacağını gösterir. Çünkü, serbest bırakılan cismin hızındaki artış, direnç kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunda cisme etki eden net kuvvet sıfır olur. Buna göre,

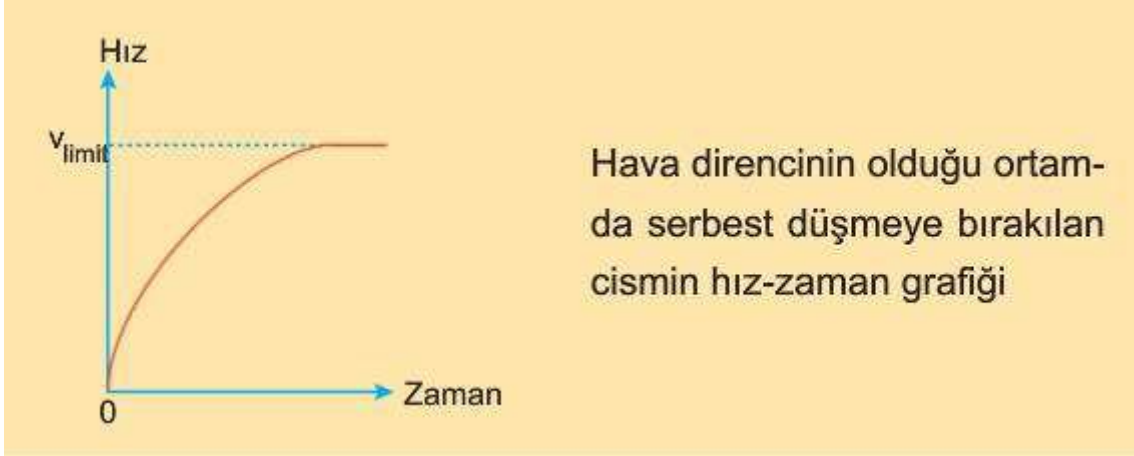
$$F_{\text{net}} = m \cdot g - KSV^2$$

$$= 0$$

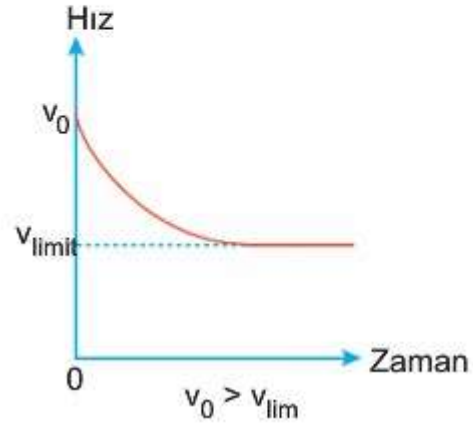
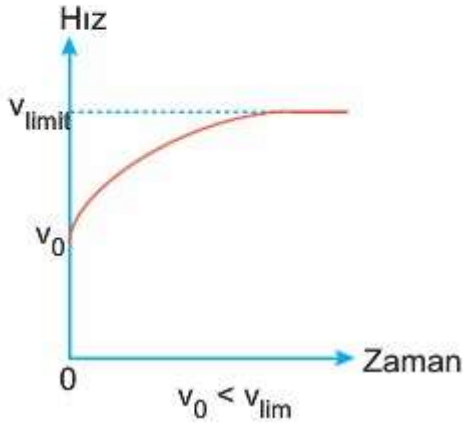
yazılabilir.

Cisme etki eden net kuvvetin sıfır olması nedeniyle cisim bundan sonra hız kazanamayacağı için sabit hızla hareketini sürdürür. Cismin ulaşılabildiği bu en

büyük hız değerine **limit hız** denir. Limit hız, hava direnç kuvvetinin cismin ağırlığına eşit büyüklükte olduğu andaki hızdır.



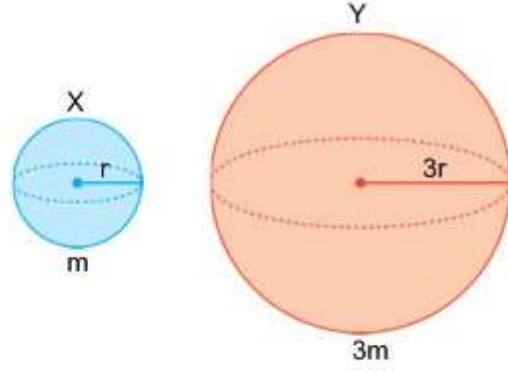
Aşağı doğru v_0 hızı ile atılan cisme etkileyen hava direnç kuvveti cismin ağırlığından küçük ise cisim hızlanarak limit hıza ulaşır. Atılan cisme etki eden hava direnç kuvveti cismin ağırlığından büyük ise cisim yavaşlar. Bu durumda cismin hız - zaman grafikleri şekildeki gibi olur.



ÖRNEK SORU

Kütleleri m ve $3m$ olan X ve Y cisimlerin ulaştıkları limit hızlar sırasıyla $2v$ ve v oluyor.

Buna göre, cisimlere etki eden hava direnci katsayılarının oranı $\frac{K_X}{K_Y}$ nedir?



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

Çözüm:

Havada v hızı ile hareket eden bir cisme etki eden hava direnci,

$$F_S = K.S.v^2$$

ile bulunur. Hava direncinin olduğu ortamda serbest düşmeye bırakılan bir cismin ulaşabileceği limit hız, hava direncinin cismin ağırlığına eşit olduğu andaki hızıdır.

Buna göre, kürelerin ulaşabilecekleri limit hızlar $2v$, v olduğundan

$$K_X \cdot \pi \cdot r^2 \cdot 4v^2 = mg$$

$$K_Y \cdot 9\pi \cdot r^2 \cdot v^2 = 3mg$$

yazılabilir. Buradan,

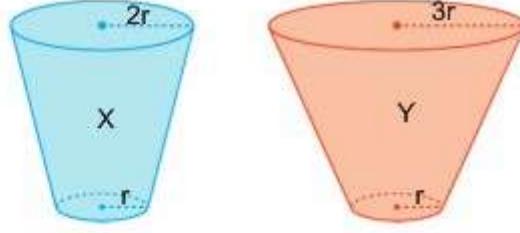
$$\frac{K_X}{K_Y} = \frac{3}{4}$$

bulunur.

Cevap D

ÖRNEK SORU

Kütleleri sırasıyla 2m, 3m olan şekildeki X ve Y kesik konilerinin konumlarını de-
ğiştirmeden ulaştıkları limit
hızlar v_X, v_Y dir.



Buna göre, $\frac{v_X}{v_Y}$ oranı nedir?

(Hava direnç katsayısı K her ikisi için de aynıdır.)

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

Çözüm:

Cisimlerin ulaşabilecekleri limit hızlar, her birine etki eden hava di-
renç kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğu andaki hızdır. Cisimlerin
hareket doğrultusuna dik en büyük kesit alanları,

$$S_X = \pi(2r)^2 = 4\pi r^2$$

$$S_Y = \pi(3r)^2 = 9\pi r^2$$

olduğundan,

$$K \cdot 4\pi r^2 \cdot v_X^2 = 2mg$$

$$K \cdot 9\pi r^2 \cdot v_Y^2 = 3mg$$

yazılabilir. Buradan,

$$\frac{v_X}{v_Y} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

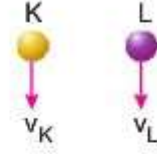
bulunur.

Cevap D

ÖRNEK SORU

Özdeş K ve L küreleri, yeterli bir yükseklikten düşey aşağı doğru sırasıyla v_K , v_L hızlarıyla atıldığında K hızlanırken, L küresi yavaşlıyor.

K nin ulaşabildiği limit hız v olduğuna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?



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

Çözüm:

Yeterli yükseklikten aşağı doğru atılan bir cismin atış hızı, cismin ulaşabileceği limit hızdan küçük ise cisim hızlanarak limit hıza ulaşır, büyük ise yavaşlayarak limit hıza ulaşır.

Cisimler özdeş olduğundan ulaşabilecekleri limit hızlar birbirine eşit ve v dir. K cisimi hızlandığına göre, v_K hızı limit hızından küçük olmalıdır ($v_K < v$). L cisimi yavaşladığına göre, v_L hızı limit hızından büyük olmalıdır ($v_L > v$).

Cevap D

DÜŞEY ATIŞ HAREKETİ

Hava direncinin olmadığı ortamda, düşey doğrultuda v_0 hızıyla atılan cisim yerçekiminin etkisiyle hızlanır ya da yavaşlar.

Aşağı Doğru Düşey Atış

Aşağı doğru düşey atılan cisim, yer çekiminin etkisi ile hızlanır. Cisim her saniyede g büyüklüğünde hız kazanır. Bu nedenle t sürede kazanabileceği hızın büyüklüğü,

$$\Delta v = g.t$$

olduğundan cismin atıldıktan t süre sonraki hızı,

$$v = v_0 + g.t$$

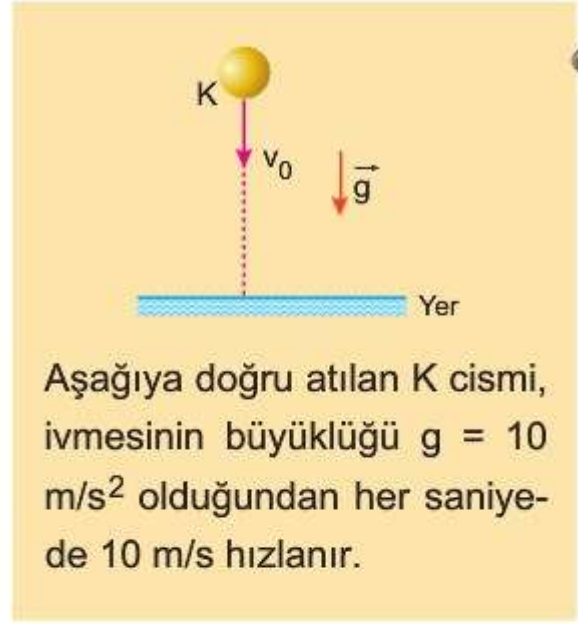
olur. Cismin t sürede düştüğü yükseklik,

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

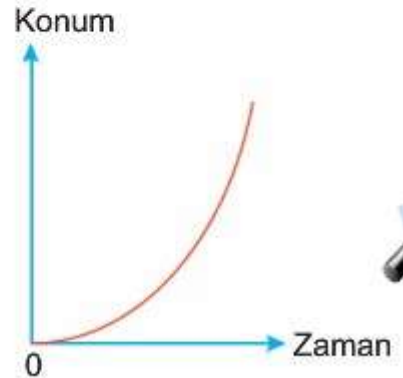
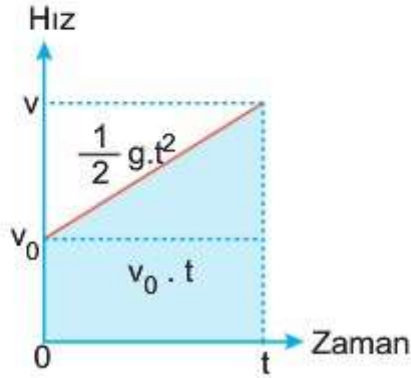
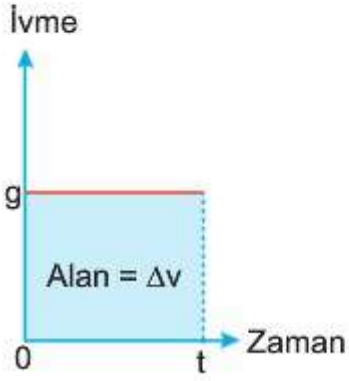
dir. h kadar yol aldığı andaki hızı ise,

$$v^2 = v_0^2 + 2g.h$$

ile bulunur.

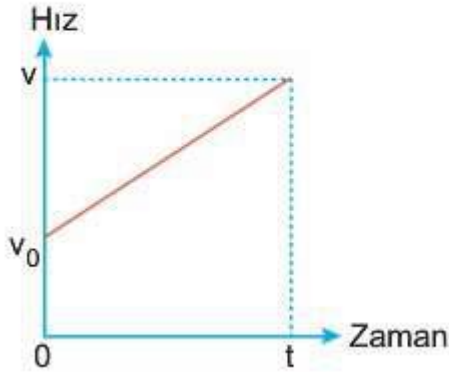


Aşağı doğru düşey atılan cismin hareket grafikleri aşağıdaki gibidir.





ÖĞRENELİM



Düzgün hızlanan ya da düzgün yavaşlayan bir cismin ortalama hızı

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_0 + v}{2}$$

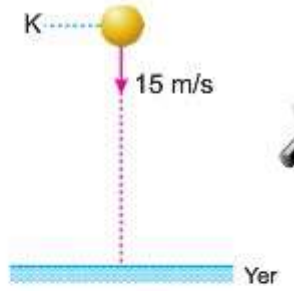
ile bulunur.

ÖRNEK SORU

Hava direncinin önemsenmediği bir ortamda K düzeyinden düşey doğrultuda aşağı doğru 15 m/s hızla atılan bir cisim, 5 s sonra yere düşüyor.

Buna göre, cismin yere düşme hızı kaç m/s dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 50 B) 65 C) 70 D) 75 E) 80



Çözüm:

Düşey doğrultuda aşağı doğru atılan cisimler her saniyede g büyüklüğünde yani 10 m/s hız kazandığından 5 s de 50 m/s hız kazanır. Cismin ilk hızı da 15 m/s olduğundan son hızı 65 m/s olur.

Hareket formülleri kullanılarak yere çarpma hızı bulunursa,

$$v = v_0 + g.t = 15 + 10.5 = 65 \text{ m/s}$$

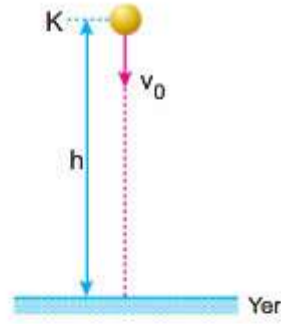
olur.

Cevap B

ÖRNEK SORU

Hava direncinin önemsenmediği bir ortamda K düzeyinden düşey aşağı doğru 30 m/s hızla atılan bir cisim 3 s sonra yere çarpıyor.

Buna göre, K düzeyinin yerden yüksekliği h kaç m dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



- A) 65 B) 75 C) 90 D) 125 E) 135

Çözüm:

Düşey aşağı doğru atılan cisim her saniyede 10 m/s hız kazanır. Cisim 3 s de 30 m/s hız kazanacağından son hızı,

$$\begin{aligned} v &= v_0 + \Delta v \\ &= 30 + 30 = 60 \text{ m/s} \end{aligned}$$

olur. Cismin ortalama hızı

$$v_{\text{ort}} = \frac{30 + 60}{2} = 45 \text{ m/s}$$

olduğundan 3 s de aldığı h yolu,

$$h = 45 \cdot 3 = 135 \text{ m}$$

bulunur. Soru, hareket denklemleri ile daha kısa çözülebilir. Buna göre,

$$\begin{aligned} h &= v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g t^2 \\ &= 30 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 = 135 \text{ m} \end{aligned}$$

bulunur.

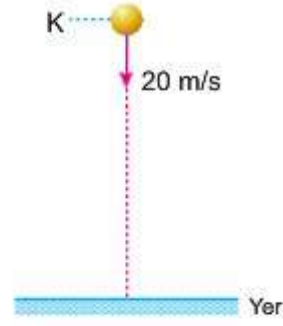
Cevap E

ÖRNEK SORU

Sürtünmesiz bir ortamda K düzeyinden 20 m/s hızla düşey aşağı doğru atılan bir cisim yere 70 m/s hızla çarpıyor.

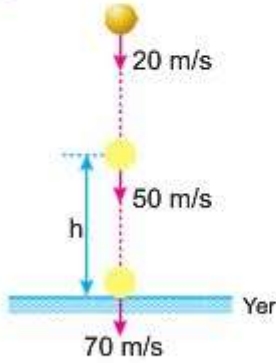
Buna göre, cisim hareketinin son 2 saniyesi içerisinde kaç m yol alır?

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



- A) 80 B) 100 C) 120 D) 140 E) 160

Çözüm:



Düşey doğrultuda aşağıya doğru 20 m/s hızla atılan cisim, hareketinin son 2 saniyesi içerisinde 20 m/s hız kazanarak yere 70 m/s hızla çarptığına göre, yere çarpmadan 2 s önceki hızı 50 m/s olur.

Bu durumda cismin son 2 s deki ortalama hızı,

$$v_{\text{ort}} = \frac{50 + 70}{2} = 60 \text{ m/s}$$

olur.

Bu ortalama hız ile 2 s de aldığı h yolu,

$$h = 60 \cdot 2 = 120 \text{ m}$$

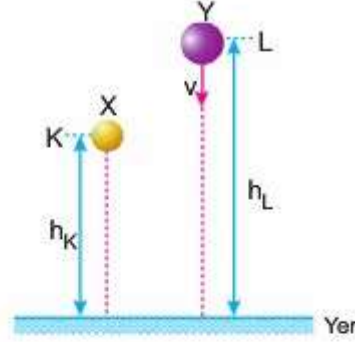
bulunur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Havasız bir ortamda X cismi K düzeyinden serbest bırakıldığı anda Y cismi L düzeyinde aşağı doğru v hızıyla atılıyor. X cisminin yere çarpma hızı $2v$ dir.

Cisimler aynı anda yere düştüklerine göre, K düzeyinin yerden yüksekliği h_K nin L düzeyinin yerden yüksekliği h_L ye oranı $\frac{h_K}{h_L}$ kaçtır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



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

Çözüm:

Serbest bırakılan X cismi $2v$ hızını kazanarak yere düştüğüne göre, Y cismi de aynı sürede $2v$ kadar hız kazanır. Bu durumda Y nin yere çarpma hızı,

$$v_Y = v + 2v = 3v$$

olur. X ile Y nin ortalama hızları,

$$v_X = \frac{0 + 2v}{2} = v$$

$$v_Y = \frac{v + 3v}{2} = 2v$$

olur. Bu durumda,

$$h_K = v.t$$

$$h_L = 2v.t$$

yazılabilir. Buradan $\frac{h_K}{h_L} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Düşey doğrultuda 5 m/s sabit hızla alçalmakta olan bir balon, yerden 120 metre yüksekte iken bir cisim balondan, balona göre 5 m/s hızla düşey aşağı doğru atılıyor.

Buna göre, cisim yere çarptığı anda balonun yerden yüksekliği kaç m dir? (g = 10 m/s²)

- A) 100 B) 97,5 C) 92,5 D) 90 E) 82,5

Çözüm:

Balona göre, 5 m/s hızla düşey aşağı doğru atılan cismin yere göre hızı,

$$v_0 = 5 + 5 = 10 \text{ m/s}$$

olur. Cismin yere çarpma hızı,

$$v^2 = v_0^2 + 2g.h$$

$$v^2 = 10^2 + 2 \cdot 10 \cdot 120$$

$$v^2 = 2500 \Rightarrow v = 50 \text{ m/s}$$

olur. Böylece cismin yere düşme süresi,

$$v = v_0 + g.t$$

$$50 = 10 + 10.t \Rightarrow t = 4$$

olur. Bu arada balonun aldığı yol,

$$x_{\text{balon}} = v_{\text{balon}} \cdot t = 5 \cdot 4 = 20 \text{ m}$$

olur. Bu durumda balonun yerden yüksekliği

$$h_{\text{balon}} = 120 - 20 = 100 \text{ m}$$

bulunur.



Cevap A

Yukarı Doğru Düşey Atış

Yukarı doğru atılan cisme etki eden yerçekimi kuvveti aşağı doğru olduğundan cisim yavaşlayarak çıkar. Her saniyede g kadar hız kaybeden cismin t süre sonra hızı,

$$v = v_0 - g.t$$

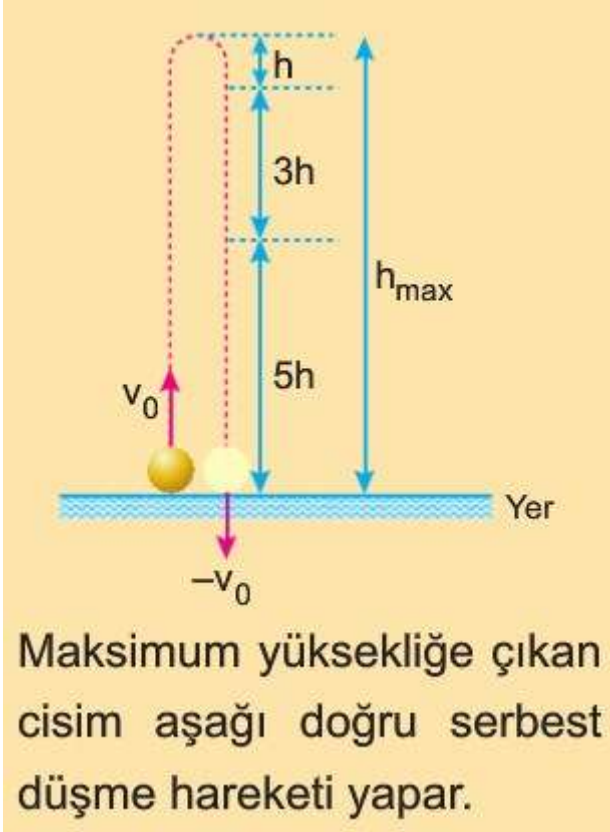
olur. t süre sonra atıldığı noktaya uzaklığı,

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

olur. Atıldığı noktadan h kadar uzaklıkta hızı,

$$v^2 = v_0^2 - 2g.h$$

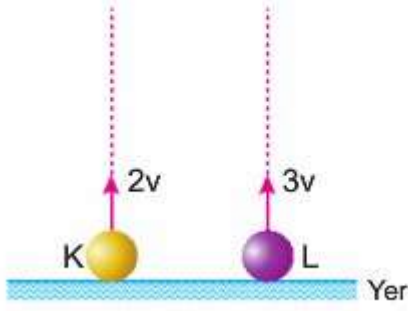
ile bulunur.



Yukarı doğru atılan cisim, hızı sıfır oluncaya kadar çıkar. Bu nedenle çıkış süresi cismin ilk hızına bağlıdır. Örneğin 20 m/s büyüklüğündeki hızla düşey yukarı atılan bir cisim her saniyede g büyüklüğünde yani 10 m/s hız kaybedeceğinden 2 s çıkar. Halbuki 30 m/s hızla atılan cismin çıkış süresi 3 s olur.



ÖĞRENELİM



Düşey yukarı yönde atılan cisimlerin havada kalma süreleri, atış hızı ile doğru orantılıdır. $2v$ hızı ile atılan K cisminin havada kalma süresi $2t$ ise L ninki $3t$ dir.

Yukarı yönde atılan cismin çıkış süresi iniş süresine eşittir. Bu nedenle cismin havada kalma süresi,

$$t = t_{\text{çıkış}} + t_{\text{iniş}}$$

olur.

Yukarıya doğru atılan cismin çıkabileceği maksimum yükseklik (h_{max}) cismin ilk hızına bağlıdır. Cismin çıkabildiği maksimum yükseklikte hız sıfır olduğundan,

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

$$0 = v_0^2 - 2g \cdot h_{\text{max}}$$

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

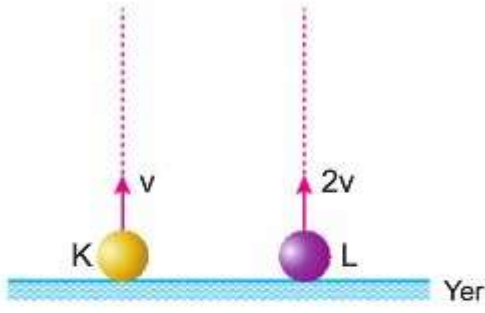
olur.

Buna göre, v hızıyla düşey yukarı yönde atılan cismin çıkabileceği maksimum yükseklik h ise, cisim $2v$ hızıyla atıldığında $4h$ olur.



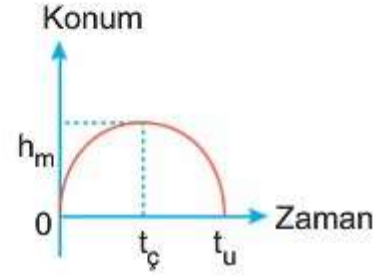
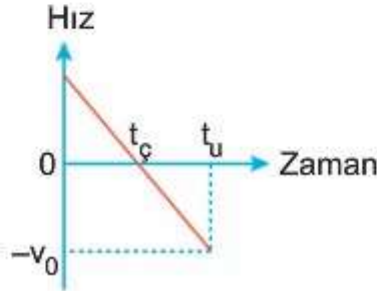
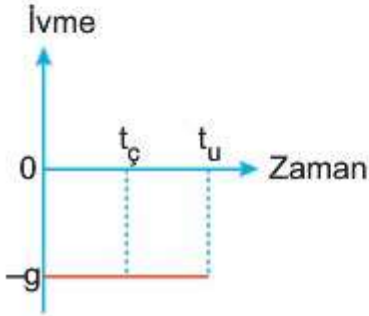


ÖĞRENELİM



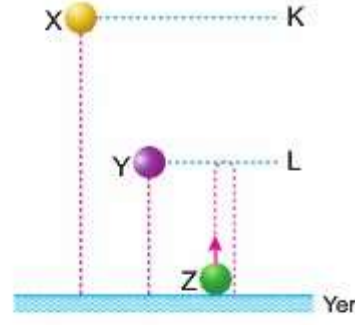
Yukarı yönde atılan cismin çıkabileceği maksimum yükseklik ilk hızının karesi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle v hızıyla atılan K cisminin çıkabileceği yükseklik h ise, $2v$ hızıyla atılan L ninki $4h$ olur.

Yukarı yönde atılan cismin ilk hareket yönü (+) seçilirse cismin ivme - zaman, hız - zaman ve konum-zaman grafikleri şekildeki gibidir.



ÖRNEK SORU

X, Y, Z cisimlerinin kütleleri sırasıyla m , $2m$, m dir. X ve Y cisimleri K ve L düzeylerinden serbest düşmeye bırakıldığı anda Z cismi yerden düşey yukarı doğru atılıyor. Z cismi L düzeyine çıkıp geri düşüyor.



K ve L düzeylerinin yerden yükseklikleri sırasıyla $4h$, h olduğuna göre, X, Y, Z cisimlerinin yere düşme anları ile ilgili ne söylenebilir?

- A) Önce Y, sonra Z, sonra da X düşer.
- B) Önce Y, sonra X, sonra da Z düşer.
- C) Önce Y, sonra da X ve Z aynı anda düşer.
- D) Önce Z, sonra Y, sonra da X düşer.
- E) Önce Z, sonra X, sonra da Y düşer.

Çözüm:

Serbest düşmeye bırakılan cismin düşme süresi kütlelerine bağlı değildir. Bu durumda, h yüksekliğindeki L düzeyinden serbest bırakılan Y cisminin yere düşme süresi t ise,

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

bağıntısına göre, $4h$ yüksekliğinden serbest bırakılan X cisminin yere düşme süresi $2t$ dir.

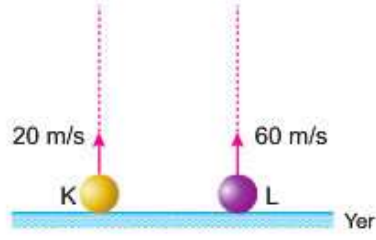
Düşey yukarı doğru atılan Z cisminin L düzeyine çıkış ve iniş süresi eşittir. Cismin h yüksekliğindeki L düzeyinden inişi serbest düşme olduğundan iniş süresi t dir. Bu durumda Z cismi atıldıktan $2t$ süre sonra yere düşer.

O halde, önce Y cismi, sonra da X ve Z cisimleri aynı anda yere düşer.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Hava direncinin önemsenmediği bir ortamda K ve L cisimleri sırasıyla 20 m/s, 60 m/s büyüklüğündeki hızlarla düşey yukarı doğru atılıyor. K nin çıkabileceği maksimum yükseklik h_K , L ninki de h_L dir.



Buna göre, $\frac{h_K}{h_L}$ oranı nedir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

A) $\frac{1}{9}$

B) $\frac{1}{8}$

C) $\frac{1}{4}$

D) $\frac{1}{3}$

E) $\frac{1}{2}$

Çözüm:

v_0 hızıyla düşey doğrultuda yukarı doğru atılan bir cismin çıkabileceği maksimum yükseklik h_{\max} ise,

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

yazılabilir. Buna göre,

$$20^2 = 2g \cdot h_K$$

$$60^2 = 2g \cdot h_L$$

yazılır. Buradan,

$$\frac{h_K}{h_L} = \frac{1}{9}$$

bulunur.



Soru, ortalama hızdan yararlanarak da çözülebilir. Her cismin maksimum yükseklikte hızı sıfır olduğundan her birinin ortalama hızı,

$$v_K = \frac{0 + 20}{2} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_L = \frac{0 + 60}{2} = 30 \text{ m/s}$$

olur. K cismi 2 s, L cismi 6 s yüksekliğinden,

$$h_K = 10 \cdot 2 = 20 \text{ m}$$

$$h_L = 30 \cdot 6 = 180 \text{ m}$$

olur. Buradan,

$$\frac{h_K}{h_L} = \frac{1}{9}$$

bulunur.

Cevap A

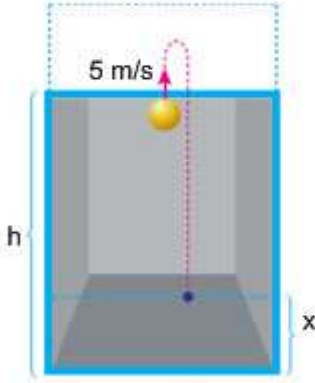
ÖRNEK SORU

2,45 m yüksekliğindeki bir asansör kabininin tavanına yapışmış bir cisim, asansör yukarı doğru 5 m/s büyüklüğündeki sabit hızla yükselirken kopuyor.

Buna göre, cisim asansörün tabanına çarpıncaya kadar asansör kaç m yükselir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 1,5 B) 2 C) 2,4 D) 3 E) 3,5

Çözüm:



Asansörün tavanına yapışmış cisim, asansörün tavanından koptuğunda, yere göre asansörün 5 m/s hızıyla düşey yukarı doğru atış hareketi yapar. Cisim asansörün tabanına çarpıncaya kadar geçen süre içinde asansör de yukarı doğru yol alır. t sürede asansörün aldığı yol,

$$x = 5.t$$

yazılabilir.

Bu durumda cismin aldığı yol, $x - h$ kadar olacağından,

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

olur. Buradan cismin asansörün tabanına çarpma süresi,

$$5t - 2,45 = 5t - \frac{1}{2} 10.t^2$$

$$0,49 = t^2 \Rightarrow t = 0,7 \text{ s}$$

bulunur. Bu sürede asansörün yükselme miktarı,

$$x = 5.0,7 = 3,5 \text{ m}$$

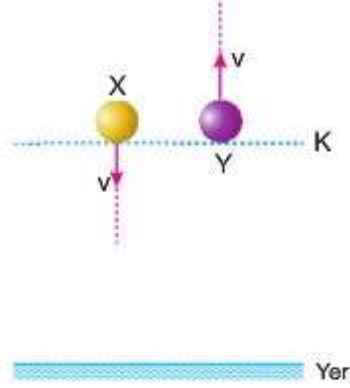
olur.

Cevap E

ÖRNEK SORU

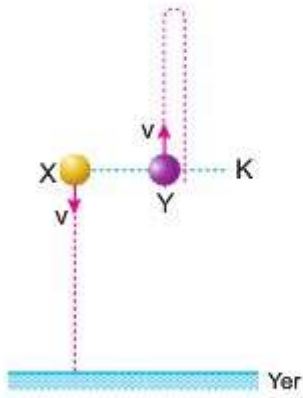
X ve Y cisimleri, şekildeki gibi K düzeyinden v büyüklüğündeki hızlarla düşey aşağı doğru ve düşey yukarı doğru aynı anda atılıyor. X cismi yere çarptıktan 10 s sonra Y cismi yere çarpıyor.

X in yere çarpma hızı 70 m/s olduğuna göre, K düzeyinin yerden yüksekliği kaç m dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



- A) 60 B) 75 C) 90 D) 120 E) 160

Çözüm:



Y cisminin, X cismi yere çarptıktan 10 s sonra yere çarpması, yukarı yönde atılan Y nin atıldığı K seviyesine gelene kadar geçen sürenin 10 s olmasını gerektirir. Bu durumda Y cisminin çıkış süresi 5 s, atış hızı ise,

$$v_0 = g \cdot t_{\uparrow}$$

$$v = 10 \cdot 5 = 50 \text{ m/s}$$

olur.

Bu durumda 50 m/s hızla aşağıya doğru atılan X cisminin yere çarpma hızı 70 m/s olduğundan yere çarpma süresi 2 s olur. K düzeyinin yerden yüksekliği, 2 s içerisindeki ortalama hızla aldığı yol olduğundan,

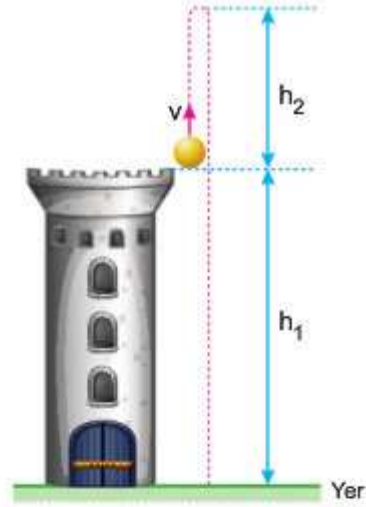
$$\begin{aligned} h_K &= v_{\text{ort}} \cdot t \\ &= \frac{50 + 70}{2} \cdot 2 = 120 \text{ m bulunur.} \end{aligned}$$

Cevap D

ÖRNEK SORU

Yerden yüksekliği h_1 olan bir kulenin tepesinden v büyüklüğündeki hızla düşey yukarı doğru fırlatılan bir cisim, şekildeki yolu izleyerek $3v$ büyüklüğündeki hızla yere düşüyor. Cisim atıldığı noktadan h_2 kadar yükseliyor.

Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?
(Hava direnci önemsizdir.)



A) 2

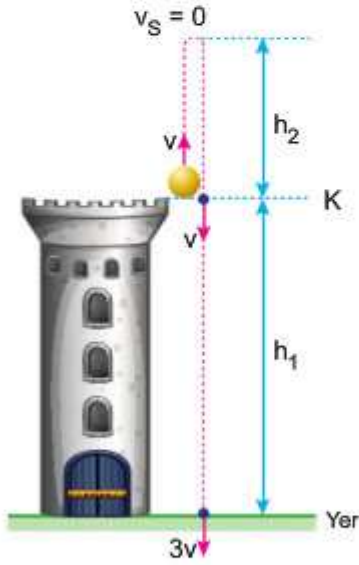
B) 4

C) 6

D) 8

E) 9

Çözüm:



Cisim atıldığı K düzeyinden h_2 kadar yükseldiğinde hızı sıfır olur. Cisim bu noktadan itibaren aşağı doğru serbest düşme hareketi yapar. h_2 yüksekliğini t sürede düştüğünde hızı v , yere çarpma hızı $3v$ ise K düzeyinden yere ulaşma süresi $2t$ olur. Bu durumda h_1 yüksekliğini,

$$v_1 = \frac{v + 3v}{2} = 2v$$

ortalama hızı ile $2t$ sürede; h_2 yükselişini de

$$v_2 = \frac{0 + v}{2} = \frac{v}{2}$$

ortalama hızı ile t sürede alır.

Bu durumda,

$$h_1 = 2v \cdot 2t$$

$$h_2 = \frac{v}{2} \cdot t$$

yazılır. Buradan $\frac{h_1}{h_2} = 8$ bulunur.

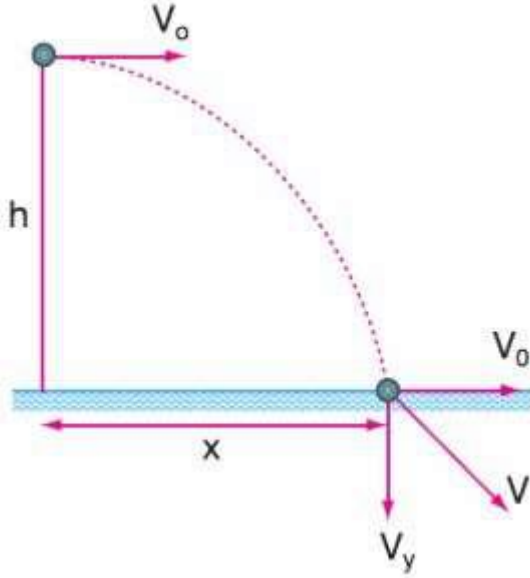
Cevap D

İki Boyutta Hareket

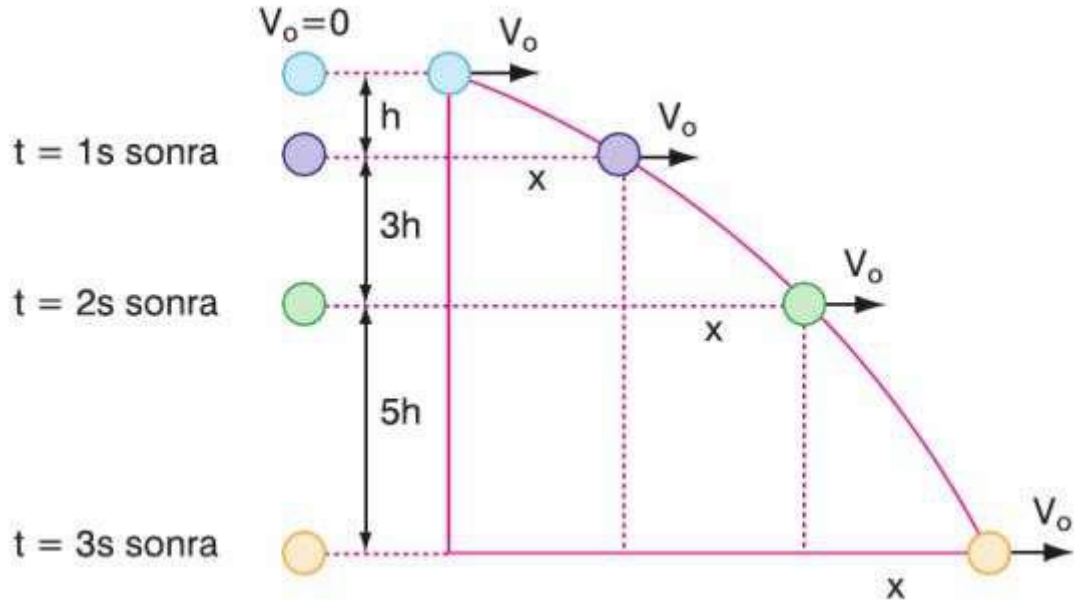
YERİN ÇEKİM ALANINDA İKİ BOYUTTA HAREKET

Basketbol oynayan bir çocuk topu potaya doğru attığında, futbolcu topa vurduğunda, top hem yatay hem de düşey doğrultuda yer değiştirmiş olur. Sürtünmenin önemsenmediği havasız bir ortamda top yalnızca ağırlık kuvvetinin etkisinde olduğundan sabit ivmeli hareket yapacaktır. Yatay ve eğik atış hareketi iki boyutta sabit ivmeli harekettir.

Yatay Atış



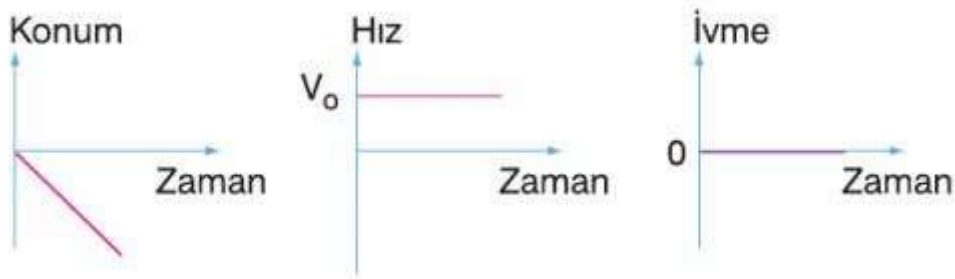
Cismin yüksek bir h yüksekliğinden V_0 hızı ile yatay atılmasıdır. Yatay atış hareketi düşeyde serbest düşme, yatayda ise sabit hızlı hareketten oluşan bileşik bir harekettir. Aşağıdaki şekilde serbest düşmeye bırakılan bir cisim ile aynı yükseklikten yatay atış yapan bir cismin yörüngeleri çizilmiştir.



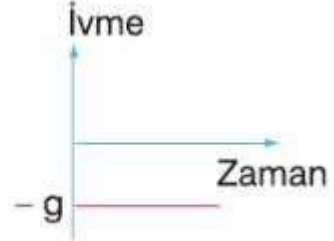
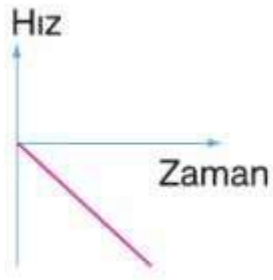
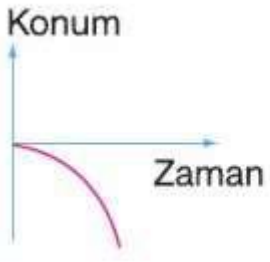
Yatay atış hareketi yapan şekildeki cisim, düşeye bakıldığında serbest düşme, yataya bakıldığında ise eşit zaman aralıklarında eşit yollar alacak şekilde yani sabit hızlı hareket yapmaktadır.

Yatayda	Düşeyde
Sabit hızlı	Serbest düşme
$x = V_o \cdot t$	$V = g \cdot t$
	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
	$V^2 = 2gh$

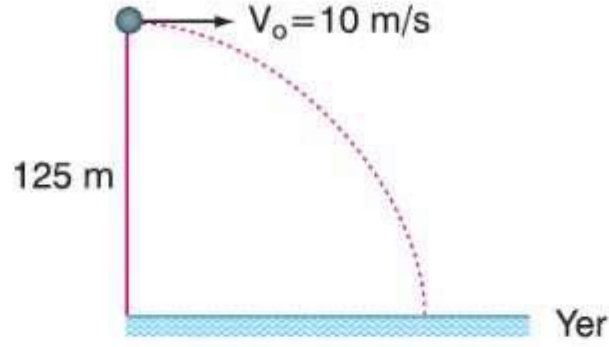
Yatay eksenindeki harekete ait konum-zaman, hız-zaman ivmezaman grafikleri aşağıdaki gibidir.



Düşey eksenindeki harekete ait konum-zaman, hız-zaman, ivmezaman grafikleri aşağıdaki gibidir.



Örnek .. 1



Sürtünmesiz bir ortamda 125 m yükseklikten şekildeki gibi yatay atılan cismin havada kalma süresi kaç saniyedir?

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

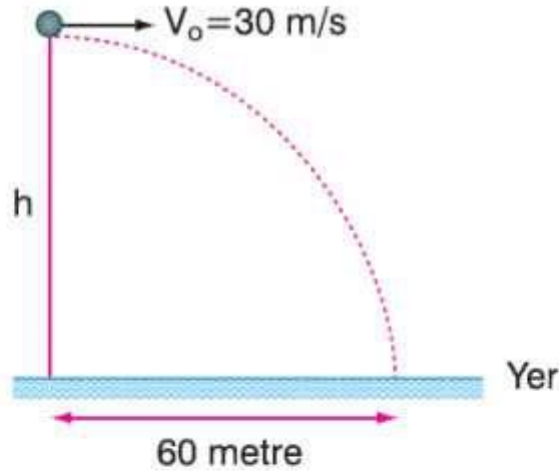
Çözüm

Cismin düşeydeki hareketi serbest düşme olduğundan,

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

$$125 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \quad t = 5 \text{ s olur.}$$

Örnek .. 2



Sürtünmesiz bir ortamda h yüksekliğinden $V_0 = 30 \text{ m/s}$ hızla yatay olarak şekildeki gibi atılan cisim yatayda 60 m yol alarak yere çarpıyor.

Buna göre, h kaç metredir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm

Cismin yatayda aldığı yol yazılırsa

$$x = V_0 \cdot t$$

$$60 = 30 \cdot t$$

$$t = 2 \text{ s bulunur.}$$

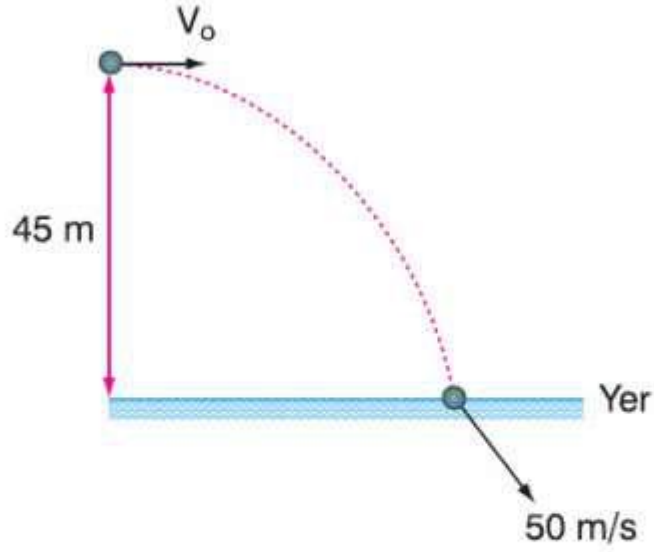
$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$h = 5 t^2$$

$$h = 5 \cdot 2^2 = 20 \text{ m olur.}$$

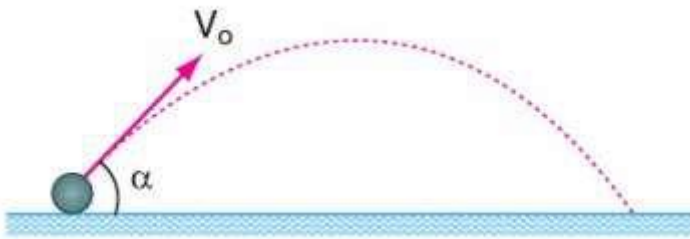
Örnek .. 3



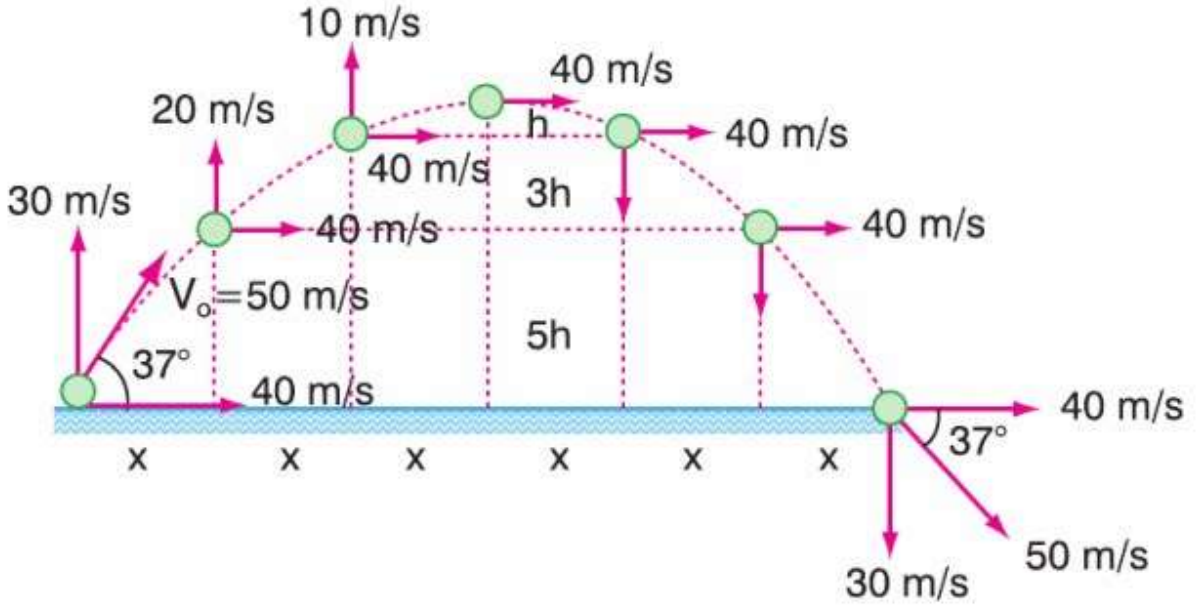
Sürtünmesiz ortamda V_0 hızı ile yatay olarak şekildeki gibi atılan cisim 50 m/s hızla yere çarpıyor.

Cismin atıldığı yerin yerden yüksekliği 45 m olduğuna göre cismin V_0 hızı kaç m/s dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Eğik Atış



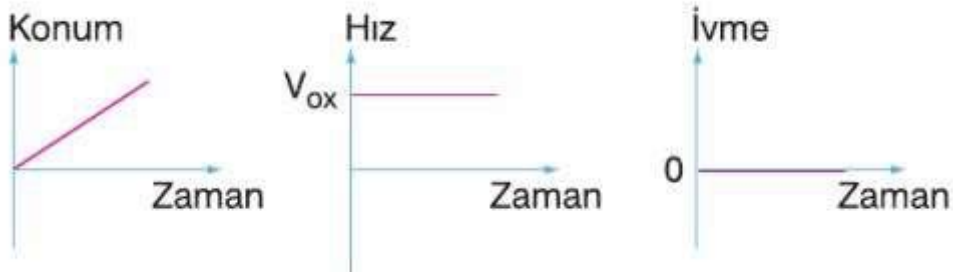
Cismin yerden V_0 hızı ile yer ile α açısı yapacak şekilde atılmasıdır. Eğik atış hareketi düşeyde aşağıdan yukarıya düşey atış, yatayda ise sabit hızlı hareketten oluşan bileşik bir harekettir. Aşağıdaki şekilde $V_0 = 50 \text{ m/s}$ hızla yatayla 37° lik açı ile eğik atış hareketi yaptırılan bir cismin yörüngesi çizilmiştir.



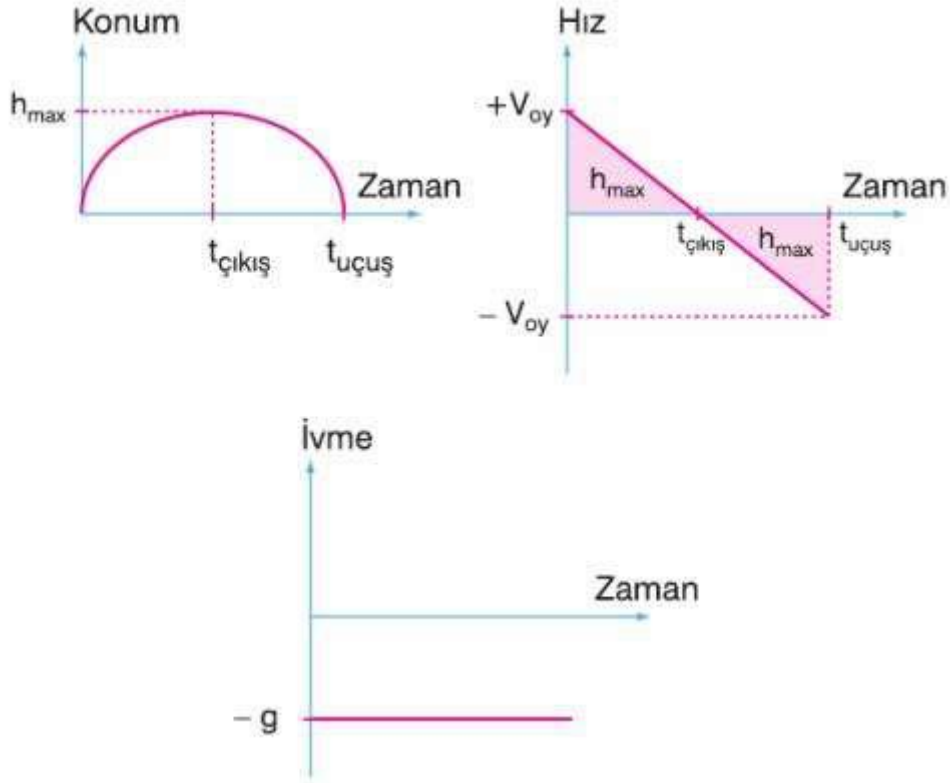
Eğik atış hareketi yapan şekildeki cisim düşeye bakıldığında aşağıdan yukarıya düşey atış, yataya bakıldığında ise sabit hızla hareket yapmaktadır.

Yatayda	Düşeyde
Sabit hızlı	Aşağıdan yukarıya düşey atış
$x = V_{ox} \cdot t$	$V_{son} = V_{oy} - gt$
	$h = V_{oy} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
	$V_{son}^2 = V_{oy}^2 - 2gh$

Yatay eksendeki harekete ait konum – zaman, hız-zaman, ivme – zaman grafikleri şekildeki gibidir.



Düşey eksendeki harekete ait konum-zaman, hız-zaman, ivme – zaman grafikleri şekildeki gibidir.



- Eğik atış hareketi yapan bir cismin maksimum yüksekliğe çıkış süresi ile iniş süresi birbirine eşittir.

$$t_{iniş} = t_{çıkış}$$

$$t_{çıkış} = \frac{V_o}{g}$$

- Cismin havada kalma süresi $t_{uçuş}$ ise,

$$t_{uçuş} = t_{iniş} + t_{çıkış}$$

$$t_{uçuş} = \frac{2V_o}{g}$$

- Cismin yörüngesi üzerinde düşme hız bileşeninin sıfır olduğu noktada cismin hızı V_x hızına eşittir. Bu noktada cisim çıkabileceği maksimum yükseklik h_{max} dadır.

$$h_{\max} = \frac{V_{oy}^2}{2g}$$

ile bulunur.

- Cismın yatayda aldığı en uzak mesafe menzıl mesafesıdır.

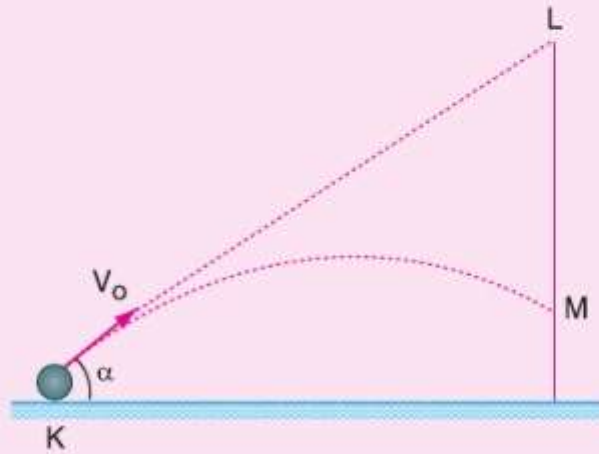
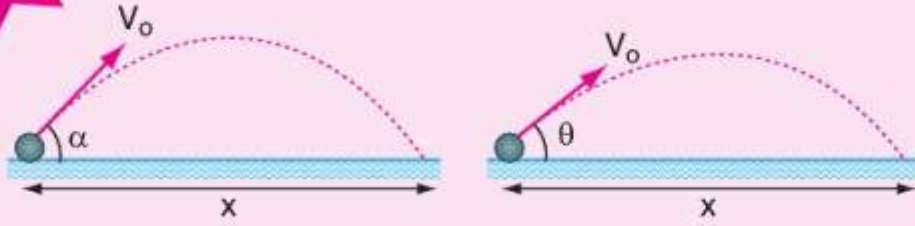
$$X_{\text{menzıl}} = V_{ox} \cdot t_{\text{uçuş}}$$

$$X_{\text{menzıl}} = \frac{V_o^2 \cdot \text{Sin } 2\alpha}{g}$$

ile bulunur.

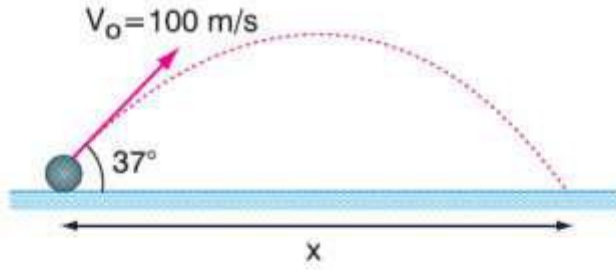


Aynı V_o hızıyla eğık atılan cısimler için $\alpha + \theta = 90^\circ$ ise cısimlerin menzıl mesafeleri eşıttır.



Bır cısim K noktasından L noktasını hedefleyerek eğık atıldığında M noktasına çarptığında geçen süre, L noktasından serbest bırakılan cısimin M noktasına gelme sresıne eşıttır.

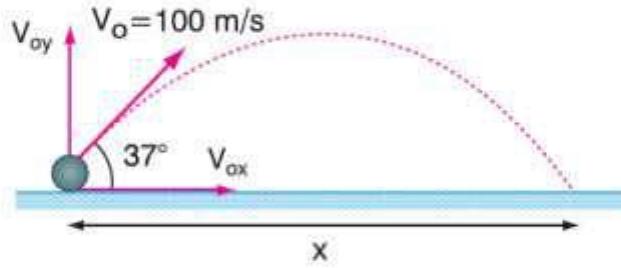
Örnek .. 4



Sürtünmesiz bir ortamda 100 m/s hızla şekildeki gibi eğik atılan bir cismin menzil mesafesi x kaç metredir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)

Çözüm



$$V_{ox} = V_0 \cdot \cos 37^\circ = 100 \cdot \cos 37^\circ = 80 \text{ m/s}$$

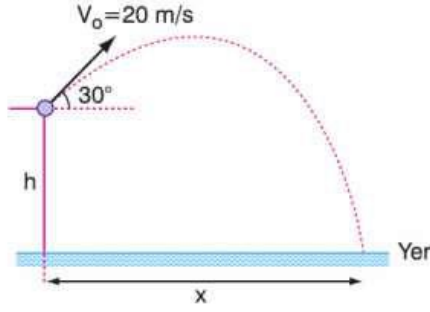
$$V_{oy} = V_0 \cdot \sin 37^\circ = 100 \cdot \sin 37^\circ = 60 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{uçuş}} &= \frac{2 \cdot V_{oy}}{g} \\ &= 2 \cdot \frac{60}{2} = 12 \text{ s olur.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{\text{menzil}} &= V_{ox} \cdot t_{\text{uçuş}} \\ &= 80 \cdot 12 \end{aligned}$$

$$x_{\text{menzil}} = 960 \text{ metre bulunur.}$$

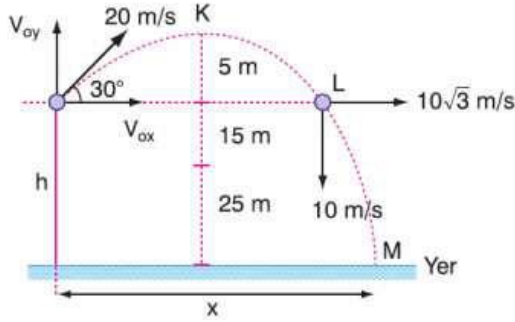
Örnek .. 5



Sürtünmesiz bir ortamda 20 m/s hızla yüksek bir yerden şekildeki gibi eğik atılan cisim 4 s sonra yere düşüyor.

Buna göre h ve x kaç metredir?

Çözüm



Cismin hızı şekildeki gibi bileşenlerine ayrılınca

$$V_{ox} = V_0 \cdot \cos 30^\circ = V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$$

$$V_{oy} = V_0 \cdot \sin 30^\circ = 20 \cdot \frac{1}{2} = 10 \text{ m/s} \text{ olur.}$$

Cismin atıldığı noktadan K noktasına gelme süresi

$$t = \frac{V_{oy}}{g} = \frac{10}{10} = 1 \text{ s}$$

L noktasına gelme süresi

$$1 + 1 = 2 \text{ s} \text{ olur.}$$

Cismin uçuş süresi 4 s olduğuna göre L noktasından M noktasına gelme süresi 2 s olur.

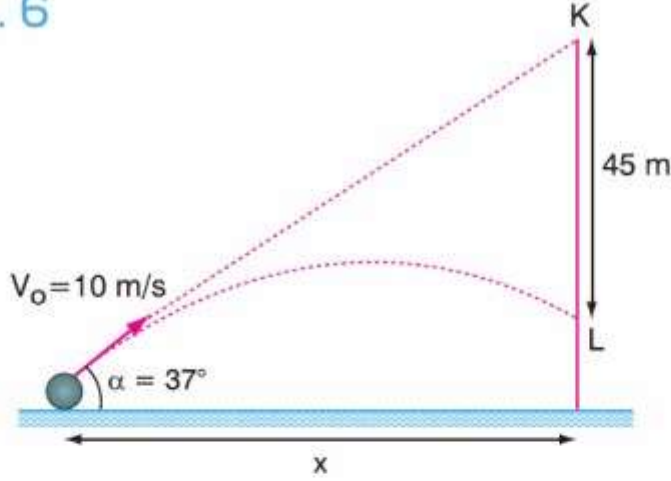
L ile M arasında alacağı yol,

$$h = 15 + 25 = 40 \text{ m} \text{ olur.}$$

$$x = V_{ox} \cdot t_{\text{uçuş}} \\ = 10\sqrt{3} \cdot 4$$

$$x = 40\sqrt{3} \text{ metre olur.}$$

Örnek .. 6



Sürtünmesiz bir ortamda 10 m/s hızla yerden K noktasına şekildedeki gibi atılan cisim L noktasına çarpmaktadır.

Buna göre, cismin yataydaki yer değiştirmesi kaç m dir?

($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)

Çözüm

Cismin L noktasına gelme süresi, K noktasından serbest bırakılan cismin L noktasına gelme süresine eşittir.

$$h = 5t^2$$

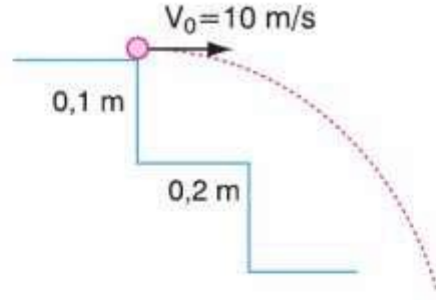
$$45 = 5t^2 \quad t = 3 \text{ s olur.}$$

Cismin yataydaki yer değiştirmesi

$$x = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$= 10 \cdot \cos 37^\circ \cdot 3 = 10 \cdot 0,8 \cdot 3 = 24 \text{ m olur.}$$

Örnek .. 7



Bir cisim merdivenin en üst noktasından 10 m/s hızla şekildeki gibi atılıyor.

Sürtünmeler önemsenmediğine göre, cisim kaçınıcı basamağa çarpar? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm

Cismin düşeceği basamak n ise

$$h = 5t^2 = n \cdot 0,1$$

$$x = V_0 \cdot t = n \cdot 0,2$$

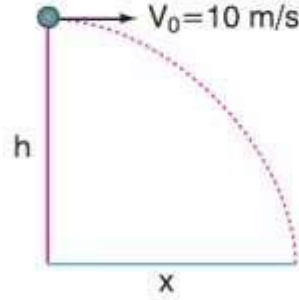
$$\frac{5t = 1}{10 = 2}$$

$t = 1$ saniye olur.

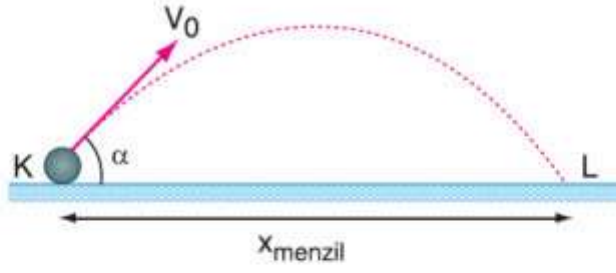
$$x = V_0 \cdot t = n \cdot 0,2$$

$$10 \cdot 1 = n \cdot 0,2$$

$n = 50$ bulunur.



Örnek .. 8



Yerçekimi ivmesinin g olduğu bir yerde V_0 hızı ile şekildeki gibi K noktasından atılan cisim t süre sonra L noktasına düşüyor.

Buna göre g ve t bilinenleriyle,

- I. Cismin çıkabileceği maksimum yükseklik
- II. Menzil mesafesi
- III. V_0 hızı

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

Çözüm

$$h_{\max} = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{t}{2}\right)^2 \text{ olur.}$$

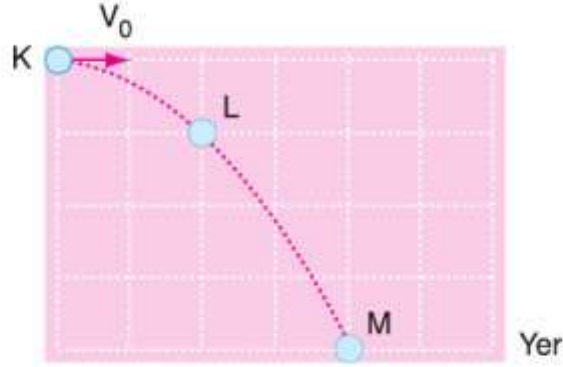
h_{\max} bulunabilir.

Açı bilinmediği için V_0 ve x bulunamaz.

Buna göre Yalnız I bulunabilir.

Örnek .. 9

Sürtünmesiz ortamda K noktasından V_0 hızı ile yatay atılan cisim bir saniye sonra L noktasından geçerek M noktasında yere çarpıyor.



Buna göre,

- I. Cisim atıldıktan 4 saniye sonra M noktasından geçer.
- II. Cismin hareket süresi 2 saniyedir.
- III. Cismin düşey doğrultuda ivmesi sıfırdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

Yatay atışta düşeydeki yerdeğiştirme her bir saniyede h , $3h$, $5h$, $7h$, ... değerlerini alır.

Cisim bir saniye sonra L noktasında ise 2 saniye sonra M noktasında olur.

I yanlış, II doğrudur.

Cisim düşeyde yerçekimi ivmesindedir.

III. yargı yanlıştır.

Buna göre, Yalnız II doğrudur.

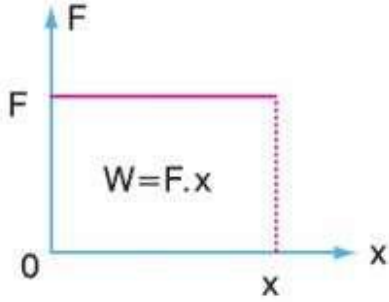
Enerji ve Hareket

Barajda depolanan su, sıkıştırılmış bir yay, hareket halindeki cisimler enerjiye sahiptir. Bir cisim ya da sistem iş yapabiliyorsa enerjisi de vardır.

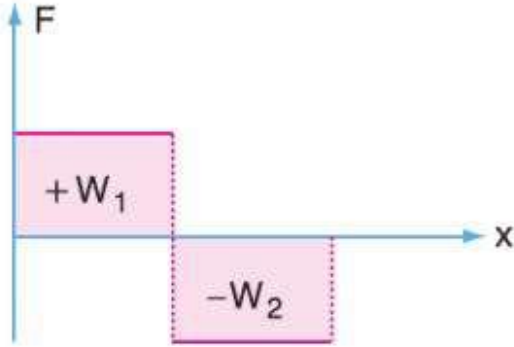
- Enerji iş yapabilme yeteneğidir.
- İş ve enerji birimleri aynıdır.
- Bir cisim üzerine yapılan iş o cismin enerjisindeki değişme miktarına eşittir.

Yapılan İş = Enerji Değişimi

$$W = \Delta E$$



Bir cisme uygulanan kuvvetin yola bağlı değişim grafiğinde grafiğin altında kalan yapılan işi ya da enerjideki değişimi verir.

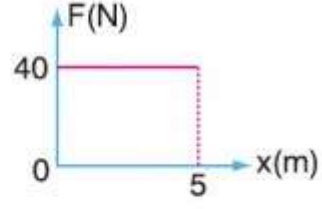


$$W_{\text{net}} = +W_1 + (-W_2) \text{ olur.}$$

Örnek .. 1

Yatay ve sürtünmesiz bir yolda cisme etki eden yatay kuvvetin yola bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre 5 metre sonunda F kuvvetinin yaptığı iş kaç joule dur?

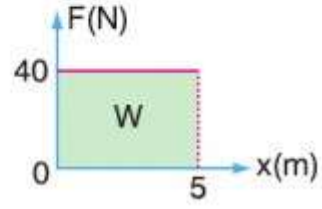


Çözüm

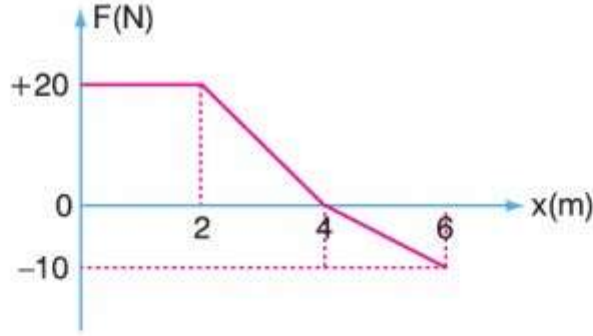
Kuvvet yol grafiğinin altında kalan alan işi verir.

Alan hesaplandığında

$$w = 40 \cdot 5 \\ = 200 \text{ joule bulunur.}$$



Örnek .. 2



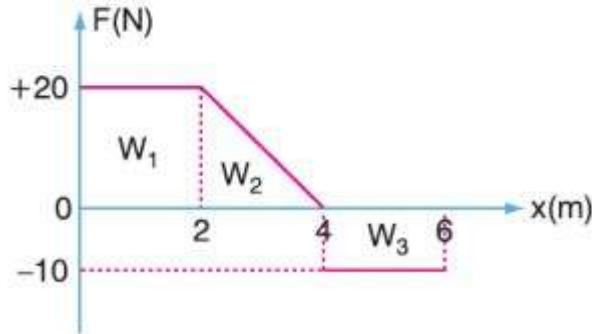
Yatay ve sürtünmesiz bir yolda cisme etki eden yatay kuvvetin yola bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, 6 metre sonunda cismin enerjisindeki değişim kaç joule dur?

Çözüm

Bir cismin enerjisindeki değişim o cismin üzerine yapılan net işe eşittir.

Kuvvet yol grafiğinin altında kalan hesaplanırsa iş dolayısıyla enerjideki değişim bulunur.



$$w_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ J}$$

$$w_2 = \frac{2 \cdot 20}{2} = 20 \text{ J}$$

$$w_3 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= W_1 + W_2 - W_3 \\ &= 40 + 20 - 20 = 40 \end{aligned}$$

$$W = \Delta E = 40 \text{ joule olur.}$$

ÖTELEME KİNETİK ENERJİSİ

Cisimlerin hareketi nedeniyle sahip olduğu enerji çeşitidir.



Kinetik enerjinin matematiksel modeli $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ yazılır.

Bağıntıda,

m : Cismin kütlesi (kg)

V : Cismin hızı $\left(\frac{m}{s}\right)$

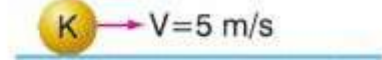
E : Cismin kinetik enerjisi (joule)

Örnek .. 3

Şekildeki $m = 400$ g kütleli K cismi 5 m/s hızla hareket etmektedir.

K cisminin kinetik enerjisi kaç joule dur?

$m = 400$ g

 $V = 5$ m/s

Çözüm

$m = 400$ g = $0,4$ kg dır.

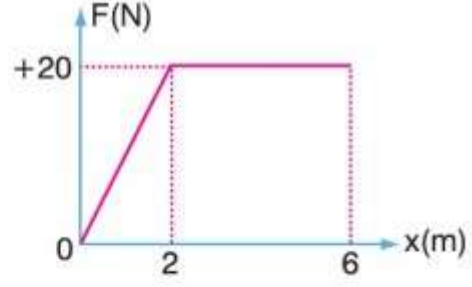
Kinetik enerjisi,

$$\begin{aligned} E_{\text{kin}} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 5^2 \\ &= 5 \text{ joule bulunur.} \end{aligned}$$

Örnek .. 4

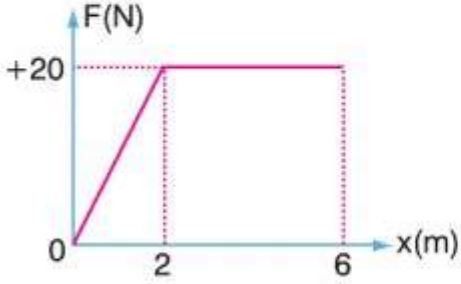
Yatay ve sürtünmesiz yolda durmakta olan 2 kg kütleli cisme uygulanan yatay kuvvetin yola bağlı değişim grafiği verilmiştir.

Buna göre cismin 6 m sonunda hızı kaç m/s dir?



Çözüm

Kuvvet - yol grafiğinin altında kalan alan yapılan iş ya da enerji değişimidir.



Grafiğin altındaki alan hesaplanırsa,

$$\Delta E = \frac{2 \cdot 20}{2} + 4 \cdot 20 = 100 \text{ J dur.}$$

$$\Delta E = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

$$100 = E_{\text{son}} - 0$$

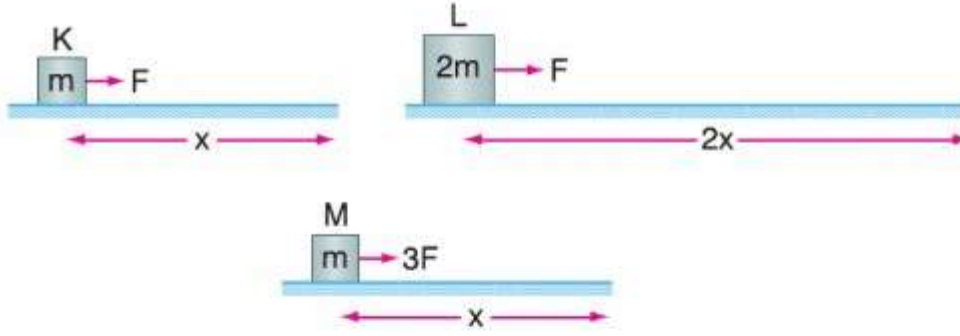
$$E_{\text{son}} = 100 \text{ J}$$

$$E = \frac{1}{2} m \cdot V_{\text{son}}^2$$

$$100 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V_{\text{son}}^2$$

$$V_{\text{son}} = 10 \text{ m/s bulunur.}$$

Örnek .. 5



Sürtünmesiz yatay düzlemlerde durmakta olan m , $2m$ m kütleli K, L ve M cisimleri x , $2x$, x yolu boyunca sırasıyla F , F ve $3F$ kuvvetlerinin etkisindedirler.

Buna göre, cisimlerin kazandıkları kinetik enerjiler E_K , E_L ve E_M arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm

Cisimler üzerine yapılan işler cisimlere kinetik enerji olarak aktarır. Cisim üzerine yapılan iş enerji değişimine, cisimler başlangıçta durduklarından enerji değişimi son enerjilerine eşit olacaktır.

$$W = \Delta E = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

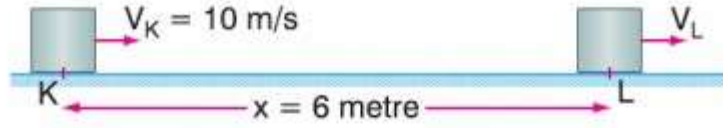
$$W = \Delta E = E_{\text{son}} - 0$$

$$F \cdot x = E_{\text{son}} \quad \text{olur.}$$

$$E_K = F \cdot x \quad E_L = F \cdot 2x \quad E_M = 3F \cdot x \quad \text{yazılır.}$$

Buna göre, $E_M > E_L > E_K$ bulunur.

Örnek .. 6



Sürtünmeli yatay yol üzerinde hareket etmekte olan 2 kg kütleli cisim K noktasından 10 m/s hızla geçiyor.

K ile L noktaları arasında cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü 14 N olduğuna göre cisim L noktasından kaç m/s hızla geçer?

Çözüm

KL noktaları arasında yapılan iş cismin enerjisindeki değişime eşittir.

$$W = \Delta E$$

$$F_{\text{sür}} \cdot x = E_K - E_L$$

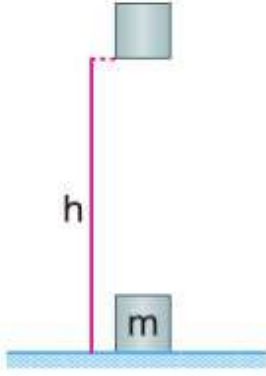
$$F_{\text{sür}} \cdot x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_K^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_L^2$$

$$14 \cdot 6 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V_{10}^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V_L^2$$

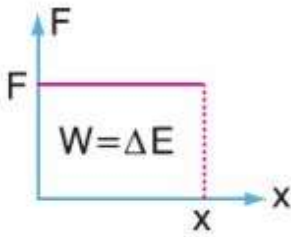
$$V_L = 4 \text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

YERÇEKİM POTANSİYEL ENERJİSİ

Yerden yüksele bulunan cisimlerin durumu nedeniyle yere göre potansiyel enerjisi vardır. Bu enerji cismi yerden h yüksekliğine çıkarmak için yerçekimine karşı yapılan işe eşittir.



Şekildeki m kütleli cismi sabit hızla h yüksekliğine çıkarabilmek için cismin ağırlığına eşit bir kuvvet ($F=mg$) uygulanır. Cisme uygulanan kuvvetin yola bağlı değişim grafiği şekildedir.



Grafiğin altında kalan alan yapılan iş ya da enerjideki değişimi verdiğinden

$$W = \Delta E_{\text{pot}} = F \cdot x$$

$$\Delta E_{\text{pot}} = mg \cdot h \text{ bulunur.}$$

Seçilen referans düzeyinde potansiyel enerji sıfır olacağından $E_0 = 0$ olur.

Potansiyel enerjinin matematiksel modeli $E_{\text{pot}} = mgh$ yazılır.

Bağıntısı,

m : kütle (kg)

g : çekim ivmesi (m/s^2)

h : cismin yerden yüksekliği (metre)

E : Cismin potansiyel enerjisi (joule)

Bilgi: Potansiyel enerji yazılırken geometrik cisimler için h kütle merkezinin yerden yüksekliğidir.

Örnek .. 6



Sürtülmeli yatay yol üzerinde hareket etmekte olan 2 kg kütleli cisim K noktasından 10 m/s hızla geçiyor.

K ile L noktaları arasında cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü 14 N olduğuna göre cisim L noktasından kaç m/s hızla geçer?

Çözüm

KL noktaları arasında yapılan iş cismin enerjisindeki değişime eşittir.

$$W = \Delta E$$

$$F_{\text{sür}} \cdot x = E_K - E_L$$

$$F_{\text{sür}} \cdot x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_K^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_L^2$$

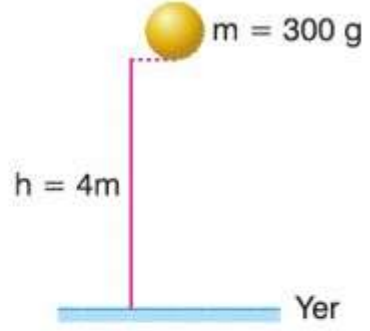
$$14 \cdot 6 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V_{10}^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V_L^2$$

$$V_L = 4 \text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 7

Şekildeki $m = 300$ g kütleli K cismi yerden 4 m yüksektedir.

K cisminin yere göre potansiyel enerjisi kaç jouledur? ($g=10$ m/s²)



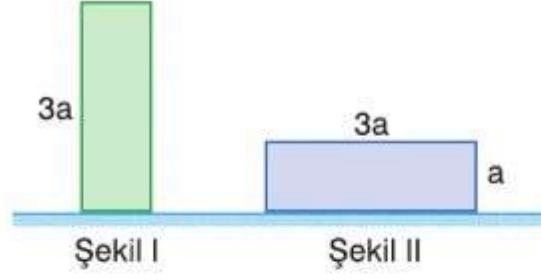
Çözüm

$m = 300$ g = 0,3 kg dır.

Potansiyel enerji,

$$\begin{aligned} E_{\text{pot}} &= mgh \\ &= 0,3 \cdot 10 \cdot 4 = 12 \text{ J bulunur.} \end{aligned}$$

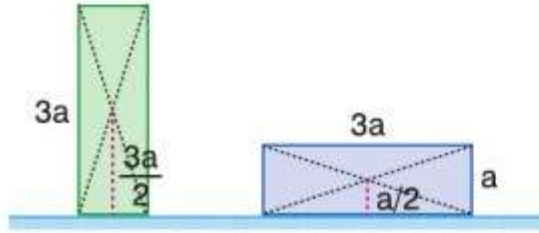
Örnek .. 8



Düzdün ve türdeş bir kutunun yere göre potansiyel enerjisi Şekil I konumunda E_1 , Şekil II deki konumunda E_2 dir.

Buna göre, $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm

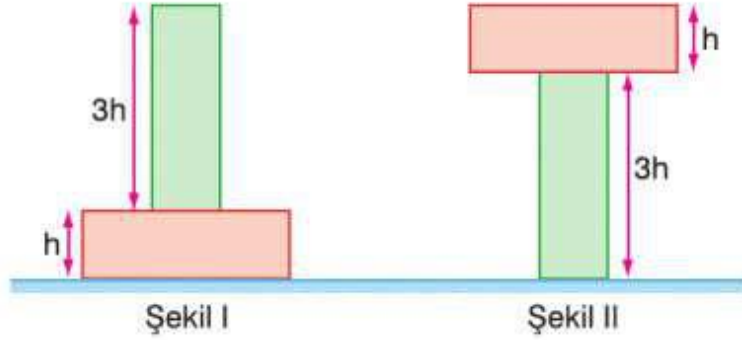


Potansiyel enerjiler yazılırsa

$$E_1 = mg \cdot \frac{3a}{2}$$
$$E_2 = mg \cdot \frac{a}{2}$$

$\frac{E_1}{E_2} = 3$ bulunur.

Örnek .. 9

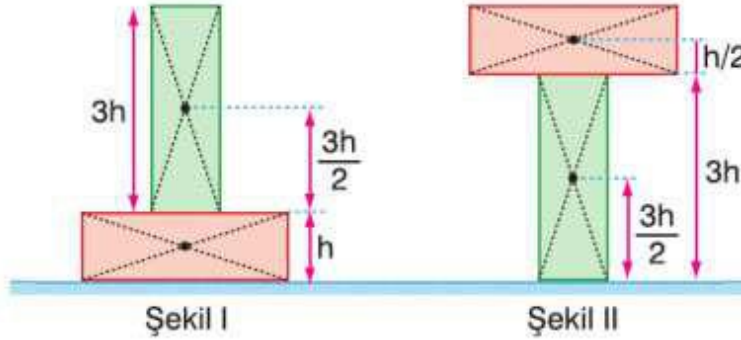


Özdeş ve türdeş P ağırlıklı tuğlalar Şekil I konumundan Şekil II konumu getiriliyor.

Tuğlaların boyutları şekildeki gibi olduğuna göre yerçekimi karşı yapılan iş kaç Ph dır?

Çözüm

Yerçekime karşı yapılan iş cismin enerjisindeki değişimine eşittir.



Şekil I için

$$E_{\text{pot}_1} = P \cdot \frac{h}{2} + P \cdot \left(h + \frac{3h}{2} \right) = 3Ph$$

Şekil II için

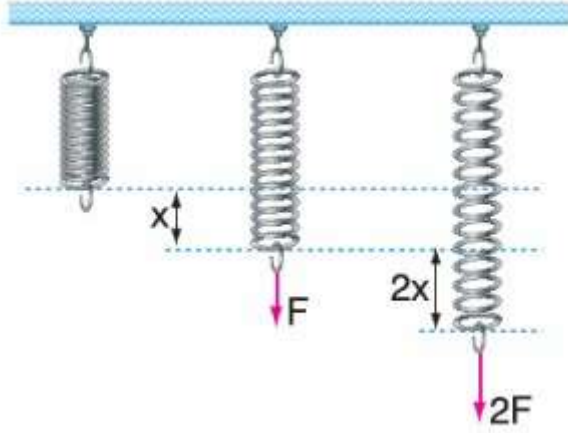
$$E_{\text{pot}_2} = P \cdot \frac{3h}{2} + P \cdot \left(\frac{h}{2} + 3h \right) = 5Ph$$

$$\Delta E = 5Ph - 3Ph$$

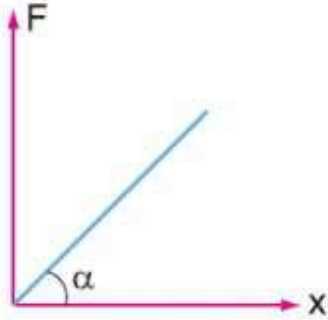
$$= 2Ph \text{ olur.}$$

ESNEKLİK POTANSİYEL ENERJİSİ

Bir yaya kuvvet uygulandığında uzama ya da sıkışma yapar.



Yaya uygulanan kuvvet ile yayın uzama ya da sıkışma miktarı doğru orantılıdır. Yayın x kadar uzaması ya da sıkışması halinde yaydaki geri çağırıcı kuvvet $F = -k \cdot x$ olarak yazılır. Bu bağıntı Hooke Yasası olarak bilinir. Buradaki "k" yayın yay sabitidir. Birimi N/m dir. " - " işareti uzama ya da sıkışma ile yay kuvvetinin zıt yönlü olduğunu gösterir.

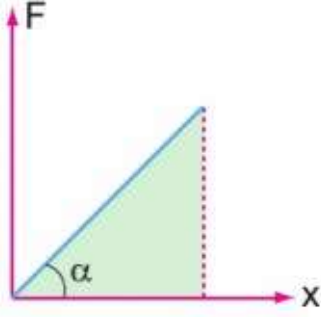


Kuvvet uzama grafiğinin eğimi yay sabitini verir.

$$\tan \alpha = \frac{F}{x} = k$$

ESNEK YAYDAKİ ENERJİ

Esnek yay x kadar sıkıştığında ya da gerildiğinde yapılan iş yayda depolanan potansiyel enerji kadardır.



Kuvvet - uzama grafiğinin altında kalan alan yayda depo edilen potansiyel enerjiye eşittir.

$$E_{\text{pot}} = \frac{F \cdot x}{2} \quad (F = kx \text{ yazılırsa})$$
$$= \frac{kx \cdot x}{2}$$

$$E = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \text{ yazılır.}$$

k : Yay sabiti (N)

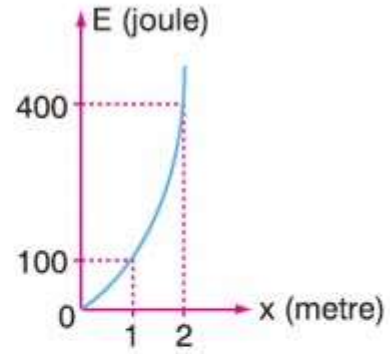
x : Yayın uzama ya da sıkışma miktarı (m)

E : Yayda depo edilen enerji (Joule)

Örnek .. 10

Esnek bir yayın sıkışma miktarının potansiyel enerjisine göre değişim grafiği şekilde verilmiştir.

Buna göre, yayın esneklik katsayısı k kaç N/m dir?



Çözüm

Esnek yay sıkıştığında yayda depo edilen potansiyel enerji yazılırsa,

$$E = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

$$100 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot 1^2$$

$$k = 200 \text{ N/m bulunur.}$$

Örnek .. 11

Şekil I ve II deki X ve Y yayları özdeşdir. X yayına G ağırlığı, Y yayına 3G ağırlığı asılıyor.

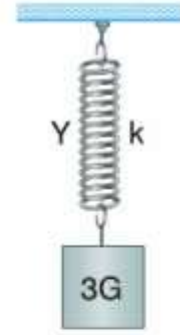
X yayında depo edilen enerji E_1 ,

Y yayında depo edilen enerji E_2

olduğuna göre $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?



Şekil I



Şekil II

Çözüm

X yayına etki eden kuvvet G

Y yayına etki eden kuvvet 3G dir.

X yayındaki uzama,

$$F = kx$$

$$G = k \cdot x_1$$

Y yayındaki uzama,

$$F = kx$$

$$3G = k \cdot x_2$$

Bu bağıntılardan $x_1 = x$ ise $x_2 = 3x$ olur.

Yayda depo edilen enerjiler oranlanırsa

$$\frac{E_x = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2}{E_y = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (3x)^2} = \frac{1}{9} \text{ bulunur.}$$

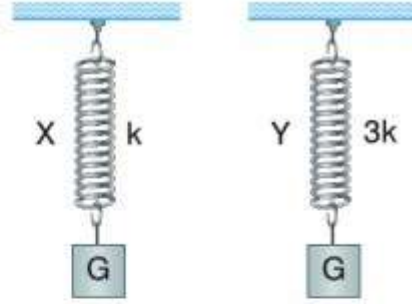
Örnek .. 12

Şekil I ve II deki X ve Y yaylarına G ağırlıklı özdeş cisimler asılıyor. X yayının yay sabiti k, Y yayının yay sabiti 3k dır.

X yayında depo edilen enerji E_1 ,

Y yayında depo edilen enerji E_2

olduğuna göre $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?



Çözüm

X ve Y yaylarına G ağırlığı asıldığında yaylara etki eden kuvvetler eşittir.

X yayındaki uzama,

$$F = kx$$

$$G = k \cdot x_1$$

Y yayındaki uzama,

$$F = kx$$

$$G = 3k \cdot x_2$$

Bu bağıntılardan $x_2 = x$ ise $x_1 = 3x$ olur.

Yayda depo edilen enerjiler oranlanırsa

$$\frac{E_1 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (3x)^2}{E_2 = \frac{1}{2} \cdot 3k \cdot x^2} = 3 \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 13

Özdeş I ve II yaylarına m ve 3m kütleli cisimler şekildeki gibi bağlanmıştır.

Denge konumunda I. yayda depo edilen E_1 , II. yayda depo edilen enerji E_2 olduğuna göre $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?



Çözüm

I. ve II yayın yay sabitleri eşit olduğundan yaya etki eden kuvvet ile yaydaki uzama doğru orantılıdır.

II. yay 3x kadar uzarsa

I. yay 4x kadar uzar.

Yayda depo edilen enerjiler oranlanırsa

$$\frac{E_1 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (4x)^2}{E_2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (3x)^2} = \frac{16}{9} \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 14



Yay sabitleri $3k$ ve k olan I ve II yayları şekildeki gibi bağlanarak iki duvar arasına gerilmiştir.

I. yay x kadar gerildiğinde II. yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi kaç kx^2 olur?

Çözüm

Yaylar birbirine bağlı olduğunda yaylara etki eden kuvvetler eşittir.

X yayındaki uzama,

$$F = k_1 \cdot x_1$$

$$F = 3k \cdot x$$

Y yayındaki uzama,

$$F = k_2 \cdot x_2$$

$$F = k \cdot x_2$$

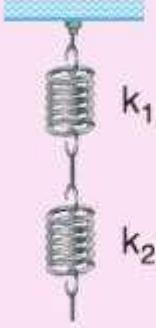
Bu bağıntılardan $x_2 = 3x$ olmalıdır.

II. yayda depolanan enerji

$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (3x)^2 = \frac{9}{2} \text{ bulunur.}$$

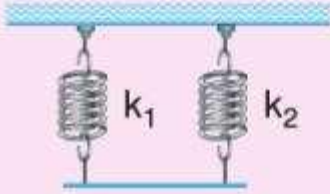
YAYLARIN BAĞLANMASI

SERİ BAĞLAMA



$$\frac{1}{k_{eş}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots$$

PARALEL BAĞLAMA



$$k_{eş} = k_1 + k_2 + \dots$$

BEST
BİLGİ



MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU

Enerji kaybolmaz fakat bir türden başka bir türe dönüşebilir. **Sürtünme yoksa**, mekanik bir sistemde her noktada kinetik ve potansiyel enerjinin toplamı sabittir. Mekanik enerji korunur. **Sürtünme varsa**, mekanik bir sistemde sürtünmeden dolayı enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşür.

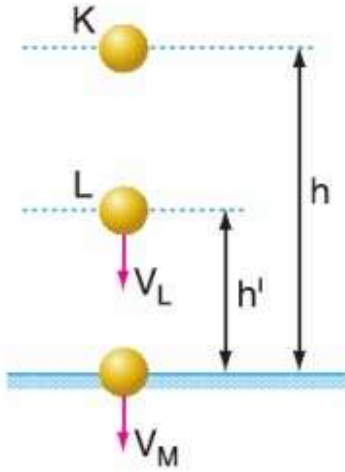
Isıya dönüşen enerji sürtünme kuvvetinin yaptığı işe eşittir.

$$E_{ısı} = w_{sür} = F_{sür} \cdot x$$

BEST
BİLGİ

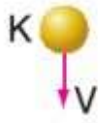


Örneğin, sürtünmesiz bir ortamda K noktasından serbest bırakılan m kütleli cismin K, L ve M noktalarındaki enerjileri birbirine eşittir.



$$E_K = E_L = E_M$$

$$mgh = mgh' + \frac{1}{2} m v_L^2 = \frac{1}{2} m v_M^2$$



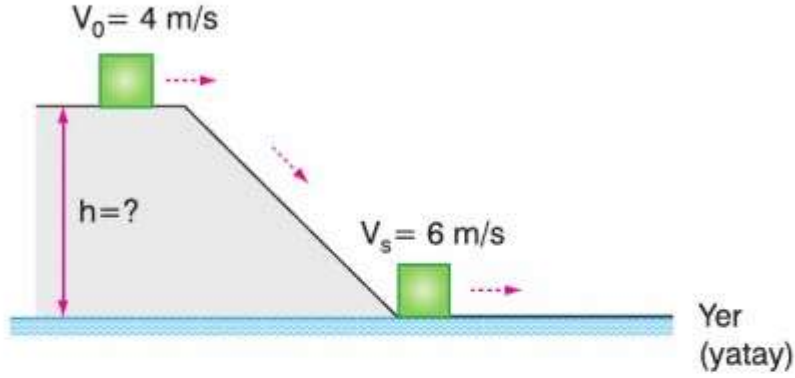
 yer

Sürtünmeli bir ortamda K noktasından v hızı ilk atılan cisim sabit hızla düşüyor olsun. Cisim yere yaklaştıkça potansiyel enerjisi azalmaktadır. Cismin hızı sabit olduğundan kinetik enerjisi de sabittir. Toplam enerji sabit olacağına göre potansiyel enerjideki azalma ısı enerjisine dönüşmektedir.

Örnek .. 15

ÖSYM Sorusu

Küp şeklindeki bir blok şeklindeki gibi sürtünmesi ihmal edilebilecek kadar küçük buzdan bir kaydıraftan kaymaktadır. Blok en üstten 4 m/s hızla kaymaya başladığında en alt noktadaki hızı 6 m/s oluyor.



Buna göre, kaydırağın yüksekliği (h) kaç metredir?
(Yerçekimi ivmesini 10 m/s^2 alınız.)

Çözüm

Enerji korunumları olduğundan K ve L noktalarındaki enerjiler eşitlenir.

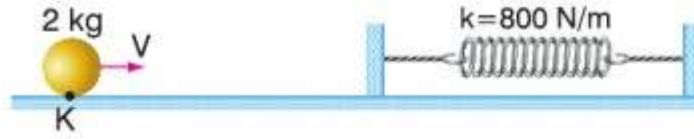
$$E_{\text{Üst}} = E_{\text{Alt}}$$

$$mgh + \frac{1}{2} mV_0^2 = \frac{1}{2} mV_s^2$$

$$10 \cdot h + \frac{1}{2} 4^2 = \frac{1}{2} 6^2$$

$$h = 1 \text{ metre bulunur.}$$

Örnek .. 16



Şekildeki sürtünmesi önemsiz yolda 2 kg kütleli cisim K noktasından V hızı ile geçerken yay sabiti 800 N/m olan yaya çarpıyor.

Yayın maksimum sıkışma miktarı 0,5 m olduğuna göre cismin V hızı kaç m/s dir?

Çözüm

Cisim K noktasındaki enerjisi ile yaya çarptığında yayı sıkıştırır ve enerjisini yaya aktarır. Cismin enerjisi yaydaki enerjiye eşitlenirse

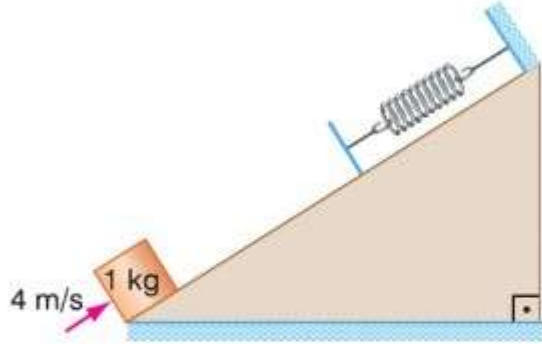
$$\frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \cdot k x^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 800 \cdot 0,5^2 \quad V = 10 \text{ m/s bulunur.}$$

Örnek .. 17

ÖSYM Sorusu

Kütlesi 1 kg olan noktasal kabul edilebilecek bir cisim sürtünmesiz bir eğik düzlemin en alt noktasından şekildeki gibi eğik düzleme paralel doğrultuda 4 m/s lik ilk hızla fırlatılıyor. Cisim eğik düzlemin tepe noktasına sabitlenen sıkıştırılmamış bir yaya çarpıyor. Cisim yay sabiti 10 N/m olan bu yayı 0,2 m sıkıştırdıktan sonra duruyor.



Buna göre, cisim yerden en fazla kaç cm yüksekliğe çıkabilir?

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

Çözüm

Enerji korumuna göre,

$$E_{\text{Üst}} = E_{\text{Alt}}$$

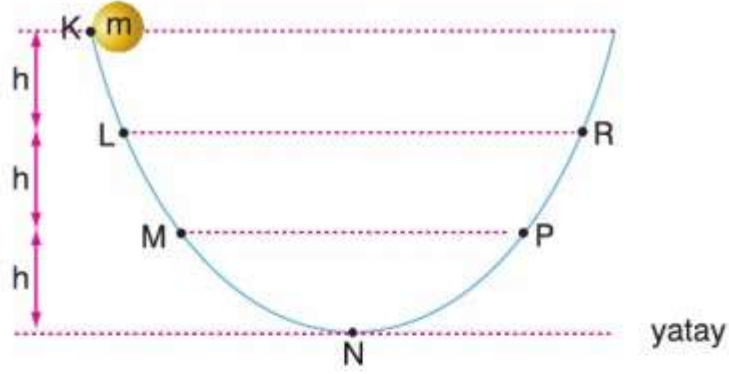
$$\frac{1}{2} mv^2 = mgh + \frac{1}{2} kx^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 4^2 = 1 \cdot 10 \cdot h + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,2^2$$

$$h = 0,78 \text{ m olur.}$$

$$h = 0,78 \text{ m} = 78 \text{ cm bulunur.}$$

Örnek .. 18



Sürtülmeli kuyunun K noktasından serbest bırakılan cisim R noktasına kadar çıkabiliyor.

Tüm bölmelerde ısıya dönüşen enerjiler eşit olduğuna göre cisim N noktasından ikinci kez geçerken enerjisi kaç mgh dir?

Çözüm

Cismin K noktasındaki enerjisi $3 mgh$ dir. Cisim R noktasındaki enerjisi $2 mgh$ olduğuna göre KR bölümünde ısıya dönüşen enerji

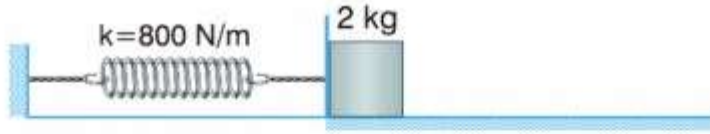
$$E_{\text{ısı}} = mgh \text{ olur.}$$

Herbir bölümde ısıya dönüşen enerji ise $\frac{mgh}{5}$ olur.

Cisim R noktasından N noktasına geldiğinde enerji

$$\begin{aligned} E_m &= 2mgh - 2 \cdot \frac{mgh}{5} \\ &= \frac{8}{5} mgh \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Örnek .. 19



Yay sabit 800 N/m olan bir yay 0,4 m sıkıştırılarak önünde 2 kg kütleli bir cisim şekildeki gibi yerleştiriliyor. Yay serbest bırakıldığında cisim sürtünme katsayısı 0,2 olan yatay yola girmektedir.

Buna göre cisim en çok kaç metre ilerler? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm

Yayda depo edilen potansiyel enerji bulunursa

$$E_{\text{yay}} = \frac{1}{2} \cdot kx^2 = \frac{1}{2} \cdot 800 \cdot 0,4^2 = 64 \text{ J olur.}$$

Yay serbest kaldığında yayda depo edilen enerji cisme kinetik enerji olarak aktarılır. Cismin bu enerjisinin tamamı ısıya dönüştüğünde cisim durur.

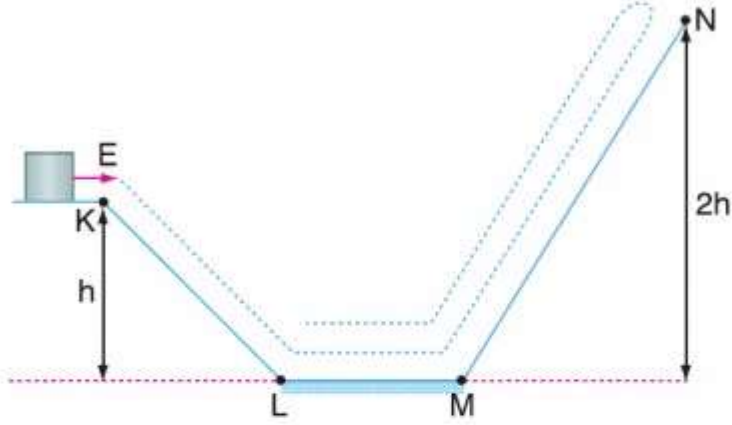
$$E_{\text{ısı}} = 64 \text{ J olduğunda cisim duracaktır.}$$

$$E_{\text{ısı}} = W_{\text{sür}} = F_{\text{sür}} \cdot x = mgkx$$

$$64 = 20 \cdot 0,2 \cdot x \quad x = 16 \text{ m olur.}$$

Örnek .. 20

Şekildeki K noktasından E kinetik enerjisi ile geçen m kütlesi cisim N noktasına kadar çıkıp geri dönüşte L noktasında duruyor.



Sürtünme yalnız LM noktaları arasında olduğuna göre cismin E kinetik enerjisi kaç mgh dir?

Çözüm

Gidişle (K ile N noktaları arasındaki) enerji dönüşümü yazılırsa

$$E + mgh = E_{\text{ısı}} + 2mgh \text{ olur.}$$

Dönüşte N ile L noktaları arasında N noktasındaki $2mgh$ lık enerjinin tamamı ısıya dönüşmüştür.

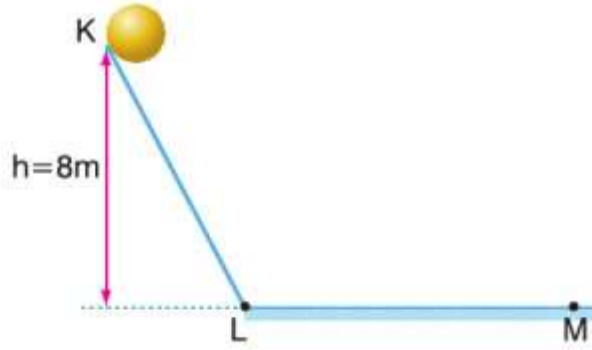
$$E_{\text{ısı}} = 2mgh$$

Bu durumda E enerjisi,

$$E + mgh = 2mgh + 2mgh$$

$$E = 3mgh \text{ olur.}$$

Örnek .. 21



K noktasından serbest bırakılan 2 kg kütleli cisim M noktasında duruyor. K noktasının yerden yüksekliği 8 m ve LM yolunda sürtünme katsayısı 0,4 tür.

Buna göre, LM uzunluğu kaç metredir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm

Cismin K noktasındaki enerjisi

$$E_k = mgh = 2 \cdot 10 \cdot 8 = 160 \text{ J dur.}$$

Cisim M noktasında durduğunda bu enerjinin tamamı ısıya dönüşmüştür.

$$E_{\text{ısı}} = 160 \text{ J dur.}$$

Isıya dönüşen enerjisi sürtünme kuvvetinin yaptığı işe eşittir.

$$E_{\text{ısı}} = W_{\text{sür}} = F_{\text{sür}} \cdot x$$

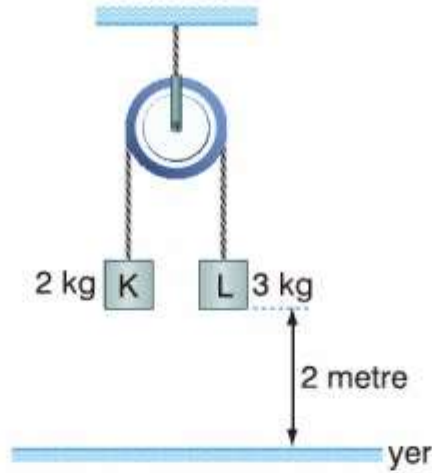
$$160 = k \cdot N \cdot x$$

$$160 = k \cdot mg \cdot |LM|$$

$$160 = 0,8 \cdot 2 \cdot 10 \cdot LM$$

$$LM = 10 \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 22



Sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki sistemde 2 kg ve 3 kg kütleli K ve L cisimleri serbest bırakılıyor.

Buna göre L cismi yere çarparken K ve L cisminin hızı kaç m/s dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm

K cismi 2 metre alçaldığında K cismi 2 metre yükselir.

Sistem,

K cisminden dolayı $m_K g \cdot h = 3 \cdot 10 \cdot 2 = 60 \text{ J}$ enerji kaybeder.

L cisminden dolayı $m_L g \cdot h = 2 \cdot 10 \cdot 2 = 40 \text{ J}$ enerji kazanır.

$60 - 40 = 20$ joule kayıp sisteme kinetik enerji olarak aktarılır.

Cisimler aynı ipe bağlı olduklarından hızları eşittir.

$$(E_K)_{kin} + (E_L)_{kin} = 20$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_K V^2 + \frac{1}{2} \cdot m_L \cdot V^2 = 20$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot V^2 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot V^2 = 20$$

$$\frac{5}{2} V^2 = 20$$

$$V = 2\sqrt{2} \text{ m/s olur.}$$

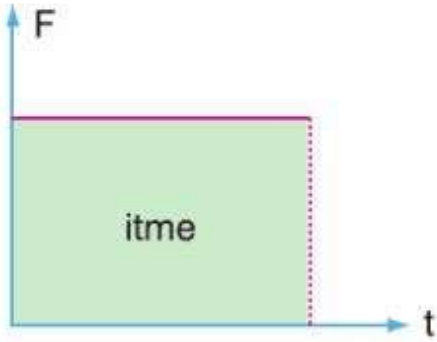
İtme ve Çizgisel Momentum

İTME

Bir cisme etki eden kuvvet ile kuvvetin etki süresinin çarpımıdır.

- I ile gösterilir.
- Vektörelidir. Yönü kuvvetin yönü ile aynıdır.
- Birimi N.s dir.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

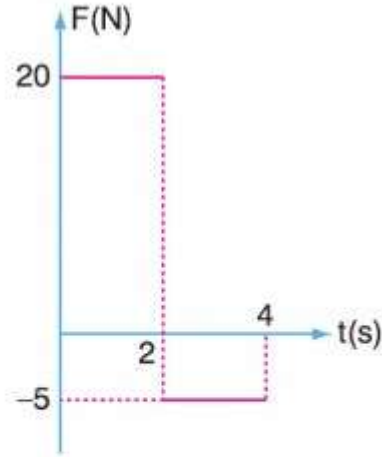


Kuvvet - zaman grafiklerinin altında kalan alan itmeyi verir.

Örnek .. 1

Bir cisme ait uygulanan kuvvetin zaman bağılı değişim şekilindeki gibidir.

Buna göre 4s sonunda cisme etki eden net itme kaç N.s dir?



Çözüm

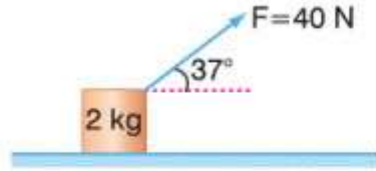
Kuvvet - zaman grafiğinin altında kalan alan itmeyi verir.

Zaman ekseninin üstündeki alanlar +, altındaki alanlar - alınırsa

$$I_{\text{net}} = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2$$

$$I_{\text{net}} = 30 \text{ Ns} \quad \text{bulunur.}$$

Örnek .. 2

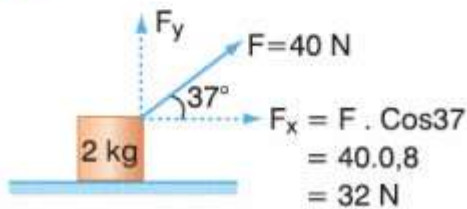


Sürtünmesiz yatay düzlem üzerindeki 2 kg kütleli cisme 5s boyunca 40 N luk kuvvet şekildeki gibi etki ediyor.

Buna göre cisme etki eden itme kaç Ns dir?

($\sin 37^\circ = 0,6$ $\cos 37^\circ = 0,8$)

Çözüm



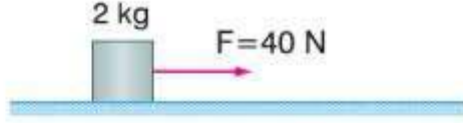
Cisme etki eden itme,

$$I = F_x \cdot t$$

$$= 32 \cdot 5$$

$$= 160 \text{ Ns} \quad \text{bulunur.}$$

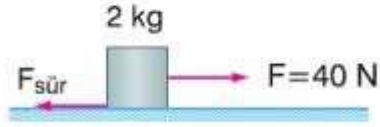
Örnek .. 3



Yatay düzlem üzerindeki 2 kg lık cisme $F=40\text{ N}$ luk kuvvet 3s etki ediyor.

Cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,5 olduğuna göre cisme etki eden net itme kaç Ns dir?

Çözüm



$$\begin{aligned} F_{\text{sür}} &= k.N \\ &= 0,5.20 \\ &= 10\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{net}} &= F_{\text{net}} \cdot \Delta t \\ &= (F - F_s) \cdot \Delta t \\ &= (40 - 10) \cdot 3 = 90\text{ Ns} \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Örnek .. 4

Sürtünmesiz ortamda 4 kg kütleli bir cisim 45 m yüksekten serbest düşmeye bırakılıyor.

Cisme yere çarpıncaya kadar geçen sürede etki eden itme kaç N.s dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm

Cisim yere çarpıncaya kadar geçen süre

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

$$45 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$t = 3 \text{ s olur.}$$

Cisim yere gelinceye kadar ağırlık kuvvetinin etkisindedir. Cisim etki eden itme

$$I = F \cdot \Delta t$$

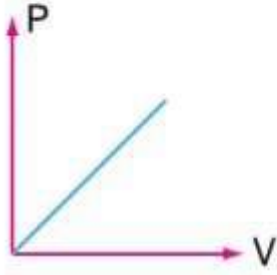
$$= mg \cdot \Delta t$$

$$= 4 \cdot 10 \cdot 3 = 120 \text{ Ns bulunur.}$$

MOMENTUM

- 📖 Bir cismin kütlesi ile hızının çarpımıdır.
- 📖 P ile gösterilir.
- 📖 Vektördür. Yönü hızının yönü ile aynıdır.
- 📖 Birimi $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ dir.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{V}$$



Momentum - hız grafiklerinin eğimi kütleyi verir.

Örnek .. 5

300 g kütleli bir cisim 2m/s hızla ilerliyor.

Cismin momentumu kaç $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ dır?

Çözüm

$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$ olur.

Cismin momentumu,

$$P = mV$$

$$= 0,3 \cdot 2$$

$$= 0,6 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 6



Sürtünmesiz yatay yolda K cismi V , L cismi $3V$ hızı ile ilerliyor.

Cisimlerin momentumları eşit olduğuna göre kütleleri oranı

$\frac{m_K}{m_L}$ kaçtır?

Çözüm

$$P_K = P_L$$

$$m_K \cdot V_K = m_L \cdot V_L$$

$$m_K \cdot V = m_L \cdot 3V$$

$$\frac{m_K}{m_L} = 3 \text{ bulunur.}$$

MOMENTUM DEĞİŞİMİ

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

Momentum vektörel olduğundan çıkarma işlemi vektör kurallarına uygun yapılır.

$$\begin{aligned}\Delta \vec{P} &= \vec{P}_{\text{son}} - \vec{P}_{\text{ilk}} \\ &= m\vec{V}_{\text{son}} - m\vec{V}_{\text{ilk}} \\ &= m(\underbrace{\vec{V}_{\text{son}} - \vec{V}_{\text{ilk}}}_{\Delta \vec{V}}) \text{ bulunur.}\end{aligned}$$

$$\Delta \vec{P} = m \cdot \Delta \vec{V}$$

İTME - MOMENTUM ARASI İLİŞKİ

Dinamik temel prensibine göre,

$$F = m \cdot a \text{ yazılır.}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ olduğundan}$$

$$F = m \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ olur.}$$

$$\underbrace{F \cdot \Delta t}_{\text{İtme}} = \underbrace{m \cdot \Delta V}_{\text{Momentum değişimi}}$$

$$I = \Delta P \text{ dir.}$$



İtme, momentum değişimine eşittir.

$$I = F \cdot \Delta t$$

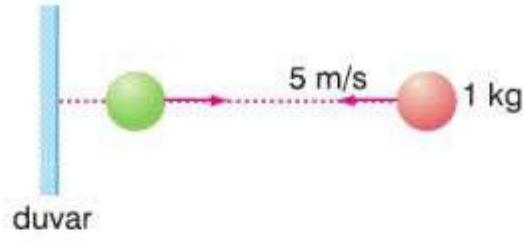


İtme ve momentum birimleri aynıdır.

$$N \cdot s = kg \cdot \frac{m}{s}$$



Örnek .. 7



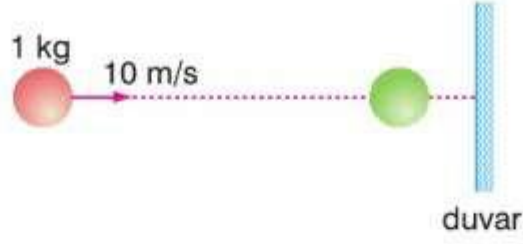
Şekildeki 1 kg kütleli cisim 5 m/s hızla duvara çarpıp aynı hızla geri dönüyor.

Buna göre duvarın topa uyguladığı itme kaç N.s dir?

Çözüm

$$\begin{aligned} \text{İtme} = \Delta P &= \vec{P}_{\text{son}} - \vec{P}_{\text{ilk}} \\ &= m \cdot V_{\text{son}} - m \cdot V_{\text{ilk}} \\ &= 1 \cdot 5 - (1 \cdot (-5)) \\ &= 10 \text{ N.s olur.} \end{aligned}$$

Örnek .. 8



Şekildeki 1 kg kütleli bir top 10 m/s hızla duvara çarpıyor. Top 5 m/s hızla şekildeki gibi geri dönüyor

Duvar top etkileşme süresi 0,1 olduğuna göre duvarın topa uyguladığı kuvvet kaç N dur?

Çözüm

$$\text{İtme} = \Delta P$$

$$F \cdot t = P_{\text{son}} - P_{\text{ilk}}$$

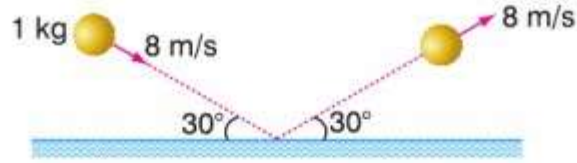
$$F \cdot 0,1 = mV_{\text{son}} - mV_{\text{ilk}}$$

$$F \cdot 0,1 = 1 \cdot (-5) - 1 \cdot 10$$

$$F \cdot 0,1 = -15$$

$$F = -150 \text{ N olur.}$$

Örnek .. 9



Kütlesi 1 kg olan bir cisim yere 8 m/s hızla çarpıp aynı hızla şekildeki gibi yansımaktadır.

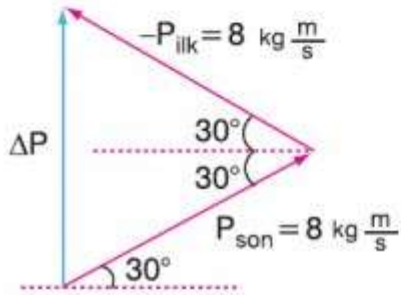
Buna göre yerin topa uyguladığı itme kaç N.s dir?

Çözüm

$$P_{ilk} = mV_{ilk} = 1 \cdot 8 = 8 \text{ kg } \frac{m}{s}$$

$$P_{son} = mV_{son} = 1 \cdot 8 = 8 \text{ kg } \frac{m}{s}$$

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



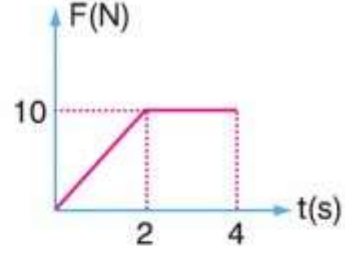
Bu çıkarma yapılırken son momentum ucuna ilk momentumun tersi taşınır.

$$\Delta P = 8 \text{ kg } \frac{m}{s} \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 10

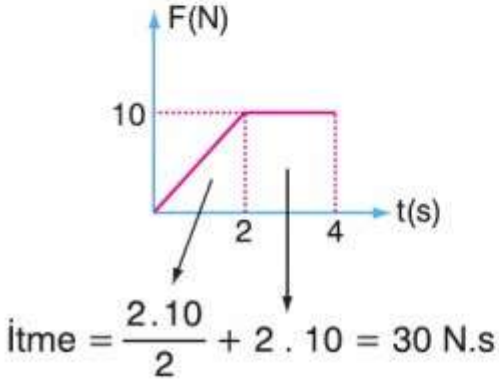
Durmakta olan 2 kg kütleli cisme ait kuvvet - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre cismin 4s sonunda hızı kaç m/s dir?



Çözüm

F - t grafiğinin altında kalan alan itme ya da momentum değişimine eşittir. Cismin ilk momentumu sıfır olduğundan momentum değişimi son momentuma eşit olur.



$$I = \Delta P = P_{\text{son}} - \underbrace{P_{\text{ilk}}}_0$$

$$P_{\text{son}} = 30 \text{ N s}$$

$$mV_{\text{son}} = 30$$

$$2 \cdot V_{\text{son}} = 30$$

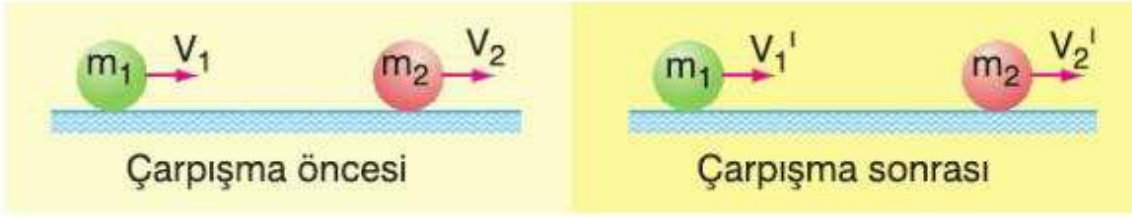
$$V_{\text{son}} = 15 \text{ m/s bulunur.}$$

ÇARPIŞMALAR

cisimlerin çarpıştıktan sonra çarpışma öncesi doğrultularında hareket ediyorlarsa merkezi çarpışma; çarpışma sonrasında geliş doğrultularından farklı doğrultuda hareket ediyorlarsa merkezi olmayan çarpışma yaparlar. Çarpışma sonrası cisimler ayrı ayrı hareket ediyorsa bu çarpışma esnek, çarpışma sonrası cisimler yapışarak birlikte hareket ediyorlarsa bu çarpışma esnek olmayan çarpışma adını alır. Tüm çarpışmalarda momentum korunur. Esnek çarpışmalarda kinetik enerji de korunur.

TEK BOYUTTA (MERKEZİ) ESNEK ÇARPIŞMA

Cisimlerin momentumları, kinetik enerjileri ve doğrultuları korunur.



Bu iki kütle için,

Momentum Korunumu

$$\Sigma P_{\text{önce}} = \Sigma P_{\text{sonra}}$$

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_1' + \vec{P}_2'$$

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 V_2 = m_1 \cdot V_1' + m_2 V_2'$$

Kinetik Enerji Korunumu

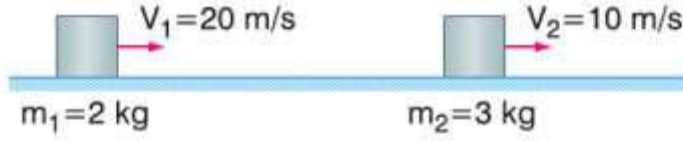
$$\Sigma E_{\text{ilk}} = \Sigma E_{\text{son}}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_2^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_1'^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_2'^2$$

1. ve 2. denklem birleştirilince Hızlar Eşitliği

$$V_1 + V_1' = V_2 + V_2' \quad \text{bulunur.}$$

Örnek .. 11



Yatay ve sürtünmesiz düzlemde m_1 ve m_2 cisimleri merkezi ve esnek çarpışıklarına göre cisimlerin çarpışmadan sonraki hızları V_1' ve V_2' nedir?

Çözüm

Momentum korunumuna göre

$$P_{\text{önce}} = P_{\text{sonra}}$$

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = m_1 \cdot V_1' + m_2 \cdot V_2'$$

$$2 \cdot 20 + 3 \cdot 10 = 2 \cdot V_1' + 3 \cdot V_2'$$

$$2V_1' + 3V_2' = 70 \quad (1)$$

Hızlar eşitliğine göre,

$$V_1 + V_1' = V_2 + V_2'$$

$$20 + V_1' = 10 + V_2'$$

$$V_1' - V_2' = -10 \quad (2)$$

1. ve 2. denklem çözülürse

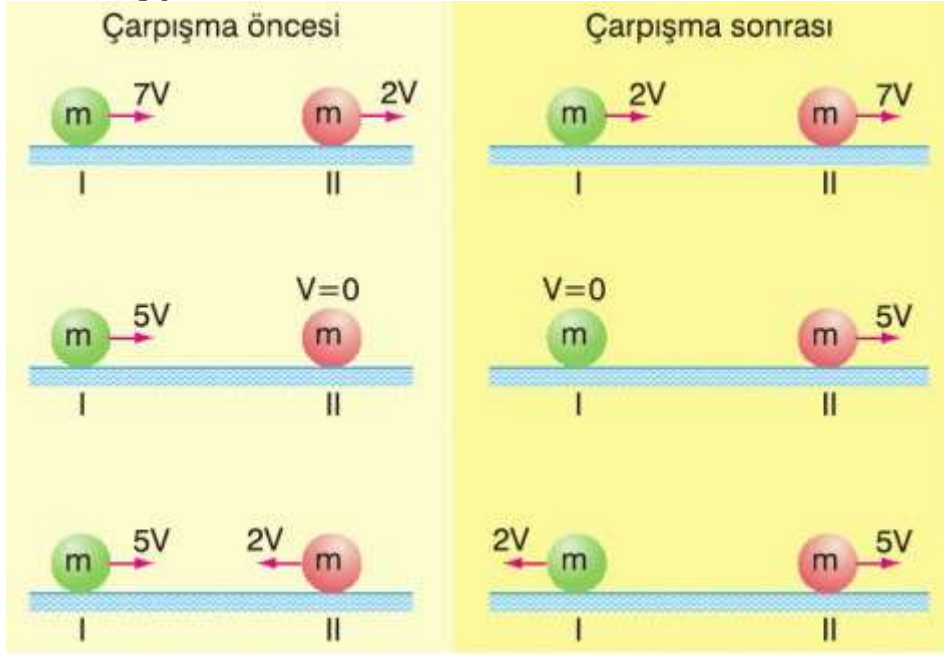
$$2V_1' + 3V_2' = 70$$

$$2/ \quad V_1' - V_2' = -10$$

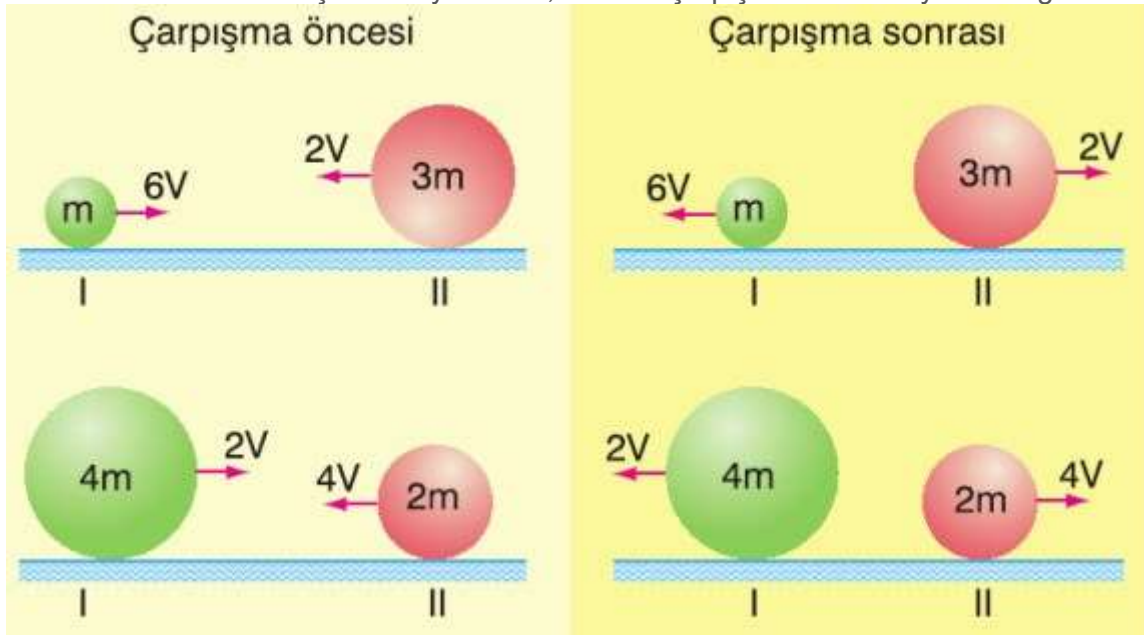
$$V_1' = 8 \text{ m/s}$$

$$V_2' = 18 \text{ m/s} \quad \text{bulunur.}$$

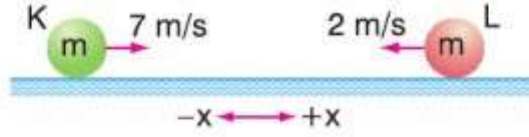
- Merkezi ve esnek çarpışmalarda; Kütleler eşit ise, cisimler çarpışma sonrası hızlarını değiştirirler.



- Momentumları eşit ve zıt yönlü ise, cisimler çarpışma sonrası aynı hızla geri dönerler.



Örnek .. 12



Sürtünmesiz yatay yolda özdeş K ve L cisimleri şekildeki gibi 7 m/s ve 2 m/s hızlarla merkezi esnek çarpışma yapıyorlar.

Çarpışmadan sonra cisimlerin hızları ve hareket yönleri nedir?

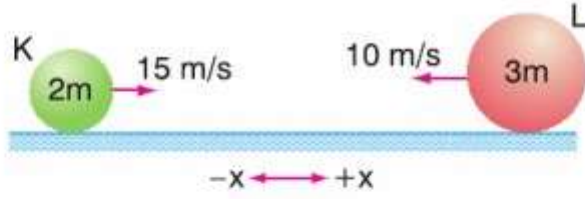
Çözüm

Eşit kütleli cisimler merkezi ve esnek çarpışma yaptıklarında hızlarını birbirine aktarırlar.

K cisimi L cisminin hızını alarak 2 m/s hızla $-x$ yönünde

L cisimi K cisminin hızını alarak 7 m/s hızla $+x$ yönünde hareket eder.

Örnek .. 13



Sürtünmesiz yatay yolda $2m$ kütleli K cismi 15 m/s hızla, $3m$ kütleli L cismi 10 m/s hızla şekildeki gibi merkezi esnek çarpışma yapıyor.

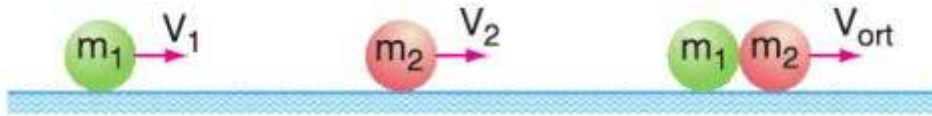
Buna göre cisimlerin çarpışmadan sonra hızları ve hareket yönleri nedir?

Çözüm

Merkezi esnek çarpışma yapan cisimlerin çarpışma öncesi momentumları eşit ise çarpışmadan sonra aynı hızla geri dönerler. Bu nedenle K cismi 15 m/s hızla $-x$ yönünde, L cismi 10 m/s hızla $+x$ yönünde hareket eder.

TEK BOYUTTA (MERKEZİ) ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA

Cisimlerin momentumları korunur. Cisimler çarpışma sonrası birlikte yapışıp kenetlenerek ortak bir hızla aynı doğrultuda hareket ederler.

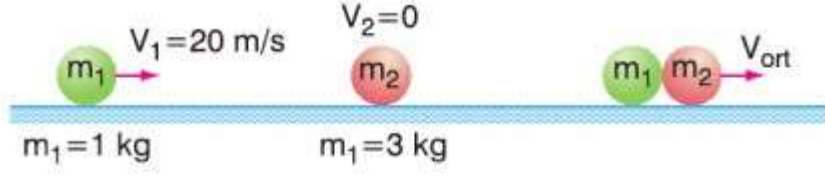


Momentum korunumuna göre

$$\Sigma P_{\text{önce}} = \Sigma P_{\text{sonra}}$$

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}} \text{ yazılır.}$$

Örnek .. 14



Sürtünmesiz yatay yolda 1 kg kütleli cisim 20 m/s hızla durmakta olan 3 kg kütleli cisim ile esnek olmayan çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra ortak kütleli cismin hızı kaç m/s dir?

Çözüm

Momentum korunumuna göre

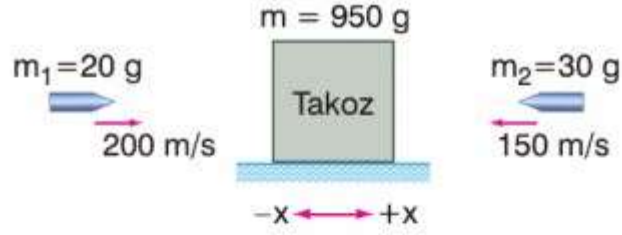
$$P_{\text{önce}} = P_{\text{sonra}}$$

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}}$$

$$1 \cdot 20 + 0 = (1 + 3) \cdot V_{\text{ort}}$$

$$V_{\text{ort}} = 5 \text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

Örnek .. 15



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 950 g kütleli takozu 30 g kütleli mermi 200 m/s hızla 20 g kütleli mermi 150 m/s hızla aynı anda saplanıyor.

Buna göre takoz hangi yönde kaç m/s hızla hareket eder?

Çözüm

Momentum korunumu yazılırsa

$$P_{ilk} = P_{son}$$

$$m_1 \cdot V_1 + M \cdot V_{takoz} - m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2 + M) \cdot V_{ort}$$

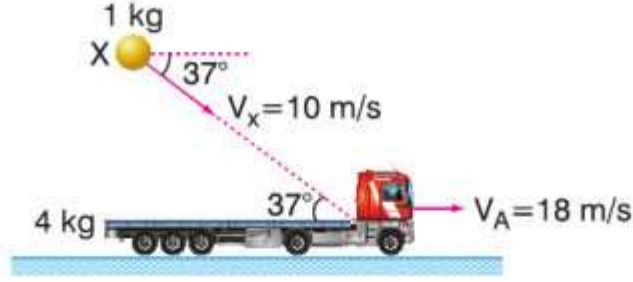
$$20 \cdot 200 + 950 \cdot 0 - 30 \cdot 150 = (20 + 30 + 950) \cdot V_{ort}$$

$$4000 + 0 - 4500 = 1000 \cdot V_{ort}$$

$$V_{ort} = -0,5 \text{ m/s} \text{ olur.}$$

Hız - olduğundan, takoz -x yönünde hareket eder.

Örnek .. 16



Sürtünmesiz yatay yolda 4 kg kütleli bir araba 18 m/s hızla giderken 1 kg kütleli X cisim şekildeki gibi arabaya atılmaktadır.

Buna göre cisim arabaya düştüğünde araba kaç m/s hızla hareket eder?

($\sin 37^\circ = 0,6$ $\cos 37^\circ = 0,8$)

Çözüm

X cisimi arabaya düştüğünde çarpışma olacak ve araba ile birlikte hareketine devam edecektir.

Aracın hareketi yatay doğrultuda olduğundan X cisminin yatay hızı kullanılacaktır.

Momentum korunumu yazılınca

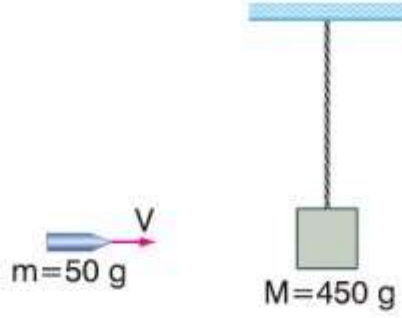
$$P_{\text{önce}} = P_{\text{sonra}}$$

$$m_x \cdot V_x \cdot \cos 37^\circ + m_{\text{araba}} \cdot V_A = (m_x + m_{\text{araba}}) \cdot V_{\text{ort}}$$

$$1 \cdot 10 \cdot 0,8 + 4 \cdot 18 = (1 + 4) \cdot V_{\text{ort}}$$

$$V_{\text{ort}} = 16 \text{ m/s bulunur.}$$

Örnek .. 17



Sürtünmesiz ortamda 50 g kütleli mermi V hızı ile 450 g kütleli takozla saplanıyor.

Takoz 5 cm yükselebildiğine göre merminin V hızı kaç m/s dir? ($g=10\text{ m/s}^2$)

Çözüm

Çarpışma sonrası ortak bir hıza ulaşan mermi ve takoz için enerji korunumu yazarsak

$$\frac{1}{2} \cdot (m+M) \cdot V_{\text{ort}}^2 = (m+M) \cdot g \cdot h$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{\text{ort}}^2 = 10 \cdot 0,05$$

$$V_{\text{ort}} = 1\text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

Çarpışma için momentum korunumu yazılırsa

$$P_{\text{önce}} = P_{\text{sonra}}$$

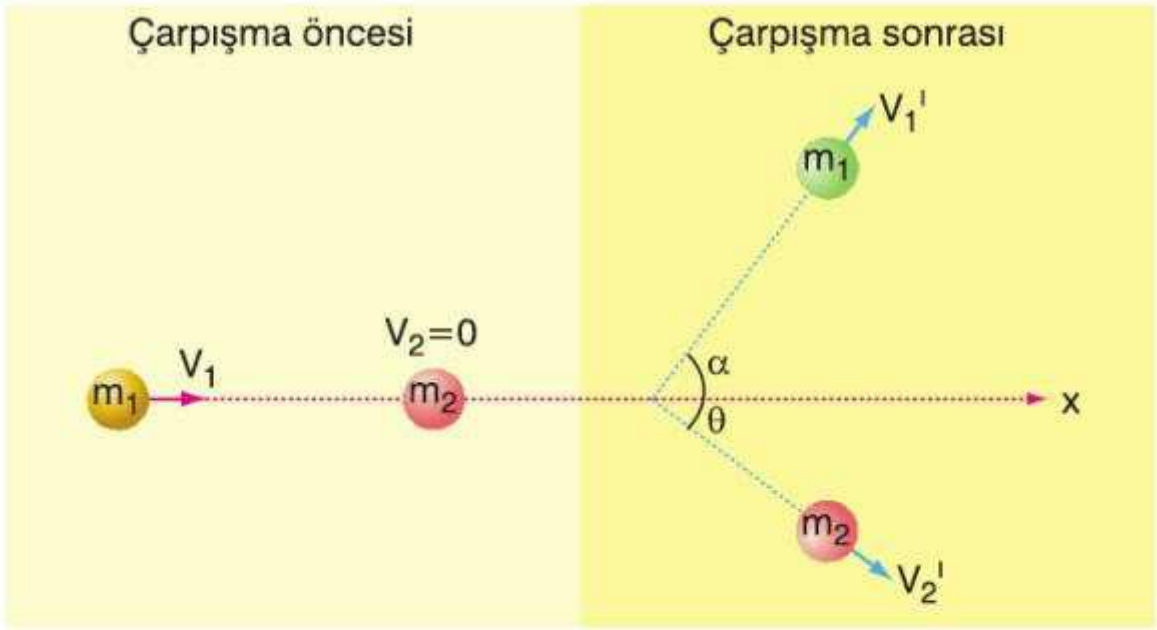
$$m \cdot V + 0 = (m+M) \cdot V_{\text{ort}}$$

$$50 \cdot V = (50+450) \cdot 1$$

$$V = 10\text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

İKİ BOYUTTA (MERKEZİ OLMAYAN) ESNEK ÇARPIŞMA

Cisimlerin momentum ve kinetik enerjileri korunur. Cisimler çarpışma sonrası farklı doğrultularda hareket ederler.



X eksenindeki momentum korunumu

$$\Sigma P_{\text{önce}} = \Sigma P_{\text{sonra}}$$

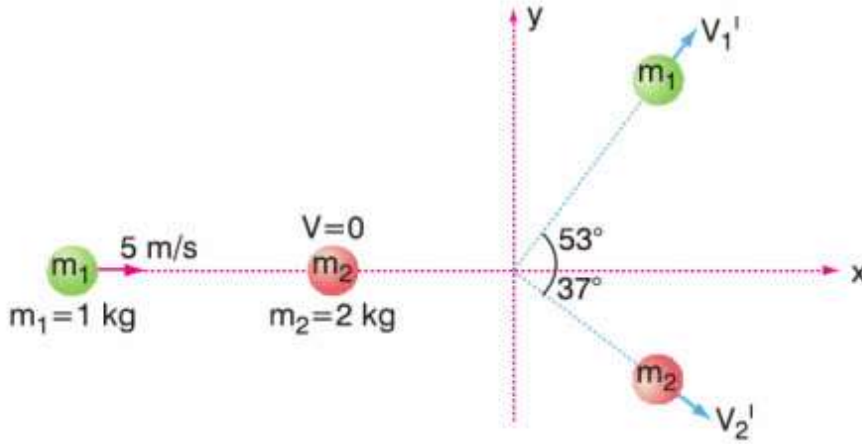
$$m_1 \cdot V_1 + 0 = m_1 \cdot V_1' \cdot \cos\alpha + m_2 \cdot V_2' \cdot \cos\theta \text{ yazılır.}$$

Y eksenindeki momentum korunumu

$$\Sigma P_{\text{önce}} = \Sigma P_{\text{sonra}}$$

$$0 = m_1 \cdot V_1' \cdot \sin\alpha - m_2 \cdot V_2' \cdot \cos\theta \text{ yazılır.}$$

Örnek .. 18



Yatay ve sürtünmesiz yolda $m_1 = 1 \text{ kg}$ kütleli bir cisim 5 m/s hızla durmakta olan $m_2 = 2 \text{ kg}$ kütleli cisim ile merkezi olmayan esnek çarpışma yapıyor.

Çarpışma sonrası cisimler şekildeki gibi hareket ettiğine göre m_1 kütleli cismin hızı V_1' kaç m/s dir?

Çözüm

X eksenindeki momentum korunumundan

$$\Sigma(P_x)_{\text{önce}} = \Sigma(P_x)_{\text{sonra}}$$

$$1 \cdot 5 + 0 = 1 \cdot V_1' \cdot \cos 53^\circ + 2 \cdot V_2' \cdot \cos 37^\circ$$

$$5 = V_1' \cdot 0,6 + 2V_2' \cdot 0,8$$

$$5 = V_1' \cdot 0,6 + 1,6V_2' \quad (1)$$

Y ekseninde momentum korunumundan

$$\Sigma(P_y)_{\text{önce}} = \Sigma(P_y)_{\text{sonra}}$$

$$0 = 1 \cdot V_1' \cdot \sin 53^\circ + 2 \cdot V_2' \cdot \sin 37^\circ$$

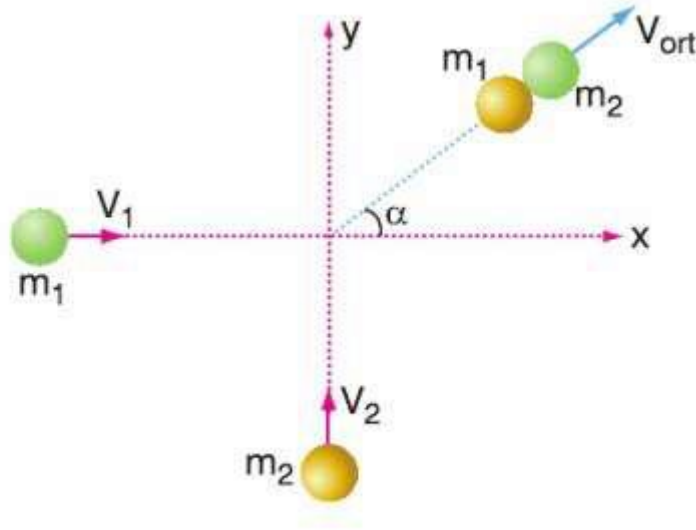
$$0 = V_1' \cdot 0,8 + 2 \cdot V_2' \cdot 0,6$$

$$0 = 0,8 \cdot V_1' + 1,2 \cdot V_2' \quad (2)$$

1. ve 2. denklem birleştirilince $V_1' = 3 \text{ m/s}$ bulunur.

İKİ BOYUTTA (MERKEZİ OLMAYAN) ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA

Cisimlerin momentumları korunur. Cisimler çarpışmadan sonra birlikte doğrultu değiştirerek hareket ederler.



X eksenindeki momentum korunumu

$$\Sigma(P_x)_{\text{önce}} = \Sigma(P_x)_{\text{sonra}}$$

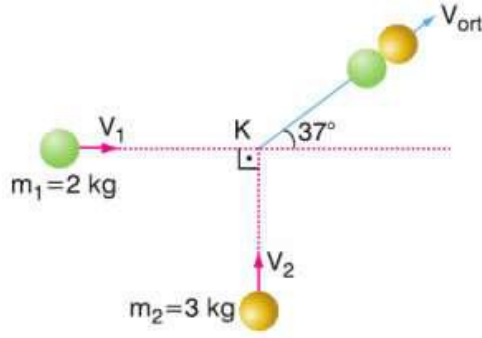
$$m_1 \cdot V_1 = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}} \cdot \cos\alpha \text{ yazılır.}$$

Y ekseninde momentum korunumunun

$$\Sigma(P_y)_{\text{önce}} = \Sigma(P_y)_{\text{sonra}}$$

$$m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}} \cdot \sin\alpha \text{ yazılır.}$$

Örnek .. 19



Yatay ve sürtünmesiz yolda $m_1 = 2 \text{ kg}$ ve $m_2 = 3 \text{ kg}$ kütleli cisimler V_1 ve V_2 hızları ile K noktasında çarpışarak kenetleniyor.

Çarpışmadan sonra cisimler ortak hızla şekildeki gibi hareket ettiklerine göre $\frac{V_1}{V_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm

X eksenindeki momentum korunumu

$$\Sigma(P_x)_{\text{önce}} = \Sigma(P_x)_{\text{sonra}}$$

$$m_1 \cdot V_1 = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}} \cdot \cos 37^\circ$$

$$2V_1 = (2+3) \cdot V_{\text{ort}} \cdot 0,8$$

$$2V_1 = 4V_{\text{ort}} \quad (1)$$

$$V_1 = 2V_{\text{ort}}$$

Y ekseninde momentum korunumu

$$\Sigma(P_y)_{\text{önce}} = \Sigma(P_y)_{\text{sonra}}$$

$$m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}} \cdot \sin 37^\circ$$

$$3 \cdot V_2 = (2+3) \cdot V_{\text{ort}} \cdot 0,6$$

$$3V_2 = 5 \cdot V_{\text{ort}} \cdot 0,6$$

$$3V_2 = 3V_{\text{ort}}$$

$$V_2 = V_{\text{ort}} \quad (2)$$

1 ve 2 denklemini birleştirilirse

$$\frac{V_2 = V_{\text{ort}}}{V_1 = 2V_{\text{ort}}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2 \text{ bulunur.}$$

PATLAMALAR

Tüm patlamalarda momentum korunumludur. Patlamadan önceki momentum vektörü patlamadan sonraki parçaların momentumlarının vektörel toplamına eşittir.

Örnek .. 20



Durmakta olan 6 kg kütleli bir cisim iç patlama sonucu iki parçaya ayrılıyor.

Kütlesi 4 kg olan parça 2 m/s şekildeki gibi hareket ettiğine göre diğer parçanın hızı kaç m/s dir?

Çözüm

$$P_{\text{ilk}} = P_{\text{son}}$$

$$0 = P_1 + P_2$$

$$0 = m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2$$

$$0 = 4 \cdot 2 + 2 \cdot V_2$$

$$V_2 = -4 \text{ m/s}$$

2 kg kütleli parçanın $-x$ yönünde 4 m/s hızla hareket eder.

Örnek .. 21



Şekildeki 4 kg kütleli bir cisim 20 m/s hızla +x yönünde hareket ederken patlayarak iki eşit parçaya ayrılır.

Parçalardan biri 10 m/s hızla – x yönünde hareket ettiğine göre, diğer parça kaç m/s hızla ne yönde gitmektedir?

Çözüm

$$P_{ilk} = P_{son}$$

$$P_{ilk} = P_1 + P_2$$

$$m_{ilk} \cdot V_{ilk} = m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2$$

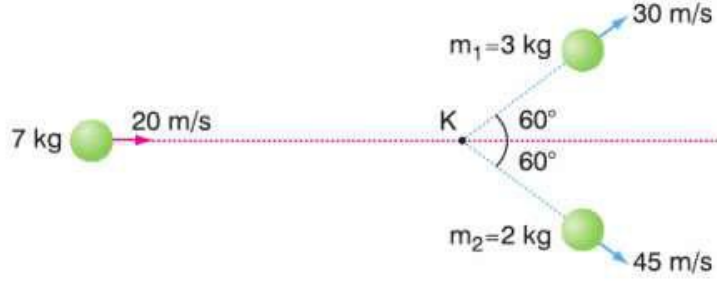
$$4 \cdot 20 = -2 \cdot 10 + 2 \cdot V_2$$

$$V_2 = 50 \text{ m/s}$$

Parçanın + x yönünde 50 m/s hızla hareket eder.

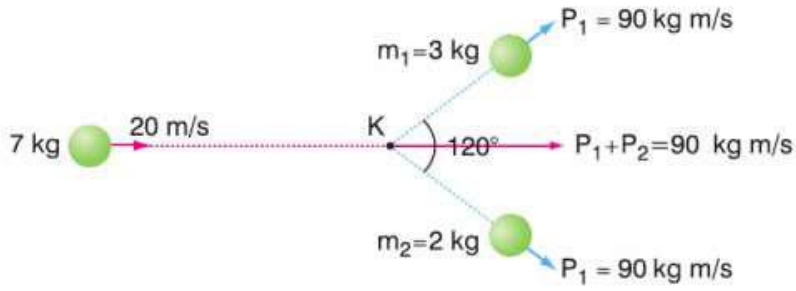
Örnek .. 22

Sürtünmesiz ortamda yatayda 40 m/s hızla gitmekte olan 7 kg kütleli cisim patlayarak 3 parçaya ayrılıyor. Parçalardan ikisinin hareket yönleri şekildeki gibi oluyor.



Buna göre, üçüncü parçanın hızı kaç m/s dir?

Çözüm



$$\begin{aligned}\vec{P}_{\text{ilk}} &= \vec{P}_{\text{son}} \\ 140 &= \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 \\ 140 &= 90 + \vec{P}_3 \\ P_3 &= 50 \text{ kg.m/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_1 + m_2 + m_3 &= 7 \text{ kg} \\ 3 + 2 + m_3 &= 7 \\ m_3 &= 2 \text{ kg}\end{aligned}$$

Üçüncü parçanın kütlesi 2 kg olduğuna göre,

$$\begin{aligned}P_3 &= m_3 \cdot V_3 \\ 50 &= 2 \cdot V_3 \\ V_3 &= 25 \text{ m/s} \text{ bulunur.}\end{aligned}$$

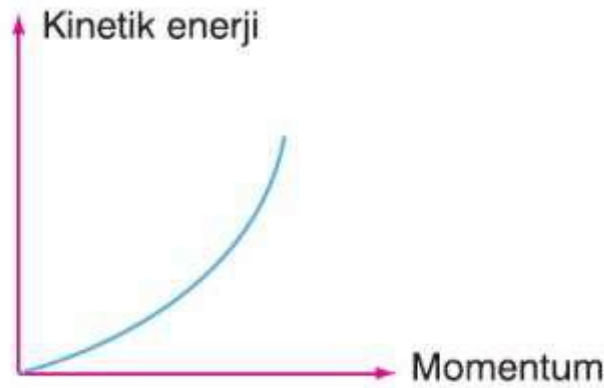
KİNETİK ENERJİ VE MOMENTUM İLİŞKİSİ

Kinetik enerji eşitliği yazılırsa

$$\begin{aligned} E_K &= \frac{1}{2} m \cdot V^2 \\ &= \frac{1}{2} m \cdot V \cdot V \quad (P = m \cdot V \Rightarrow V = \frac{P}{m}) \\ &= \frac{1}{2} P \cdot \frac{P}{m} \end{aligned}$$

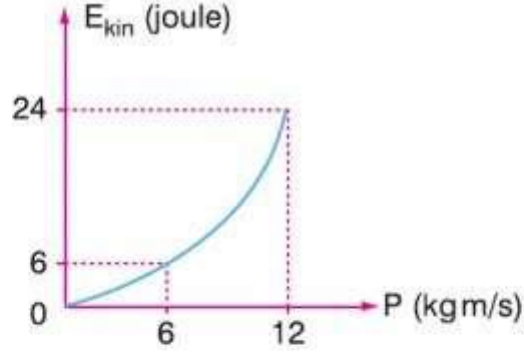
$$E_K = \frac{P^2}{2m} \text{ bulunur.}$$

Kinetik enerji momentum grafiği şekildeki gibidir.



Grafikten yararlanılarak kütle bulunabilir.

Örnek .. 23



Bir cismin kinetik enerji momentum grafiği Şekildeki gibidir.

Buna göre, cismin momentumu 12 kg m/s olduğunda cismin hızı kaç m/s dir?

Çözüm

$$E = \frac{P^2}{2m}$$

$$6 = \frac{6^2}{2m}$$

$$m = 3 \text{ kg olur.}$$

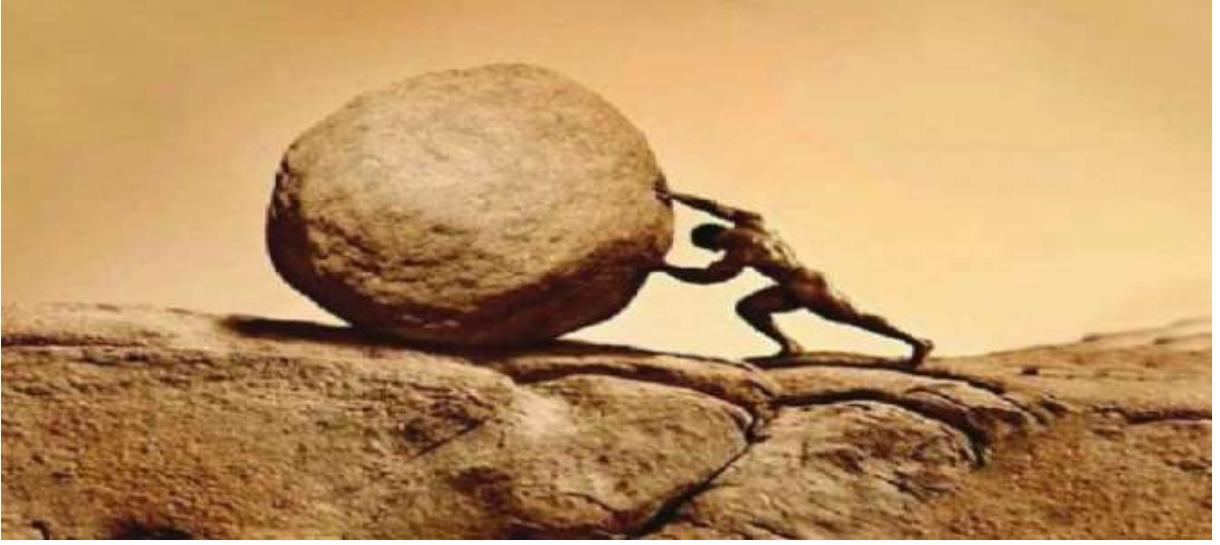
Cismin momentumu 12 kg m/s olduğunda,

$$P = m.V$$

$$12 = 3.V$$

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

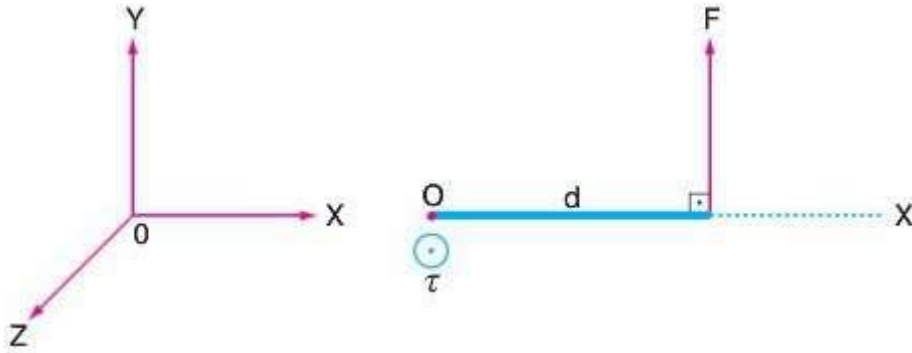
Tork (Kuvvetin Momenti)



Tork; kuvvetlerin cisimleri bir nokta ya da eksen etrafında döndürmesi olayıdır ve vektörel bir niceliktir.

Tork, $\vec{\tau} = \vec{F} \cdot d$ dir.

Torkun yönü: Sağ el kuralı uygulanarak bulunur.



- F:** Baş parmak yönü
- d:** Dön parmak yönü
- τ :** Avuç içinin baktığı yön

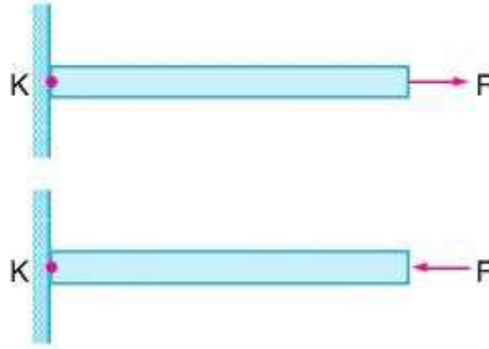
Dört parmağımızı d doğrultusunda O (dönme) noktasına doğru yatırın, baş parmağınızı F(kuvvet) yönüne çevirdiğinizde avuç içiniz sayfa düzleminde size

doğru bakacaktır. İşte bu avuç içinin yönü τ (torkun) yönüdür. Bu örneğimizde sayfa düzleminden dışı yönlüdür.

Birim Tablosu

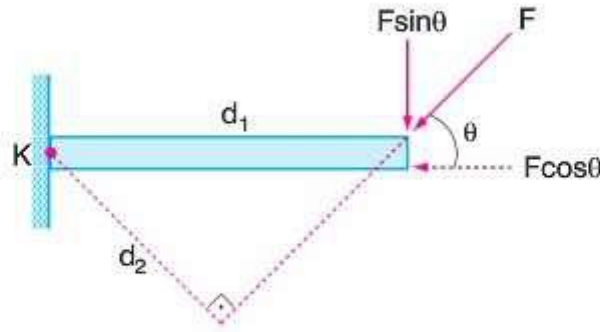
Tork	Kuvvet	Uzunluk
τ	F	d
N.m	N	m

Adım 1



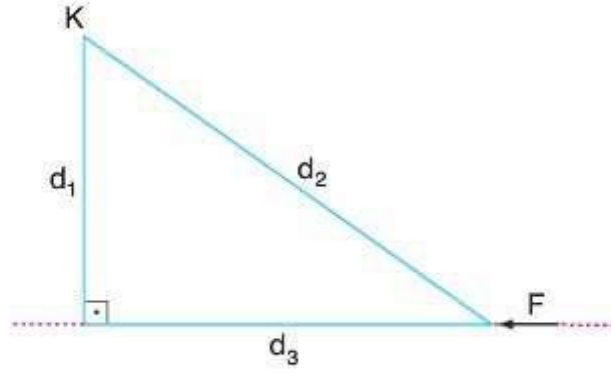
F kuvvetleri, çubukları K noktası etrafında döndüremez. Kuvvetlerin kendisi ya da uzantıları dönme noktasından geçiyorsa, çubuklarda dönme olayı gerçekleşmez.

Adım 2



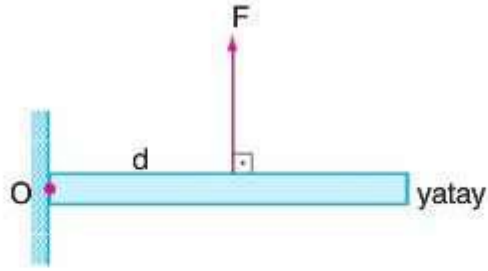
F kuvvetinin yatay bileşeni $F \cos \theta$ çubuğu döndürmez. F kuvvetinin torku, $F \cdot d_2$ ya da $F \sin \theta \cdot d_1$ kadar olur.

Adım 3



Yatay F kuvvetinin K noktasına göre torku $F \cdot d_1$ olur. Önemli olan F nin ya da uzantısının dönme noktasına olan dik uzaklığıdır.

Örnek - 1



F kuvvetinin O noktasına göre torku kaç $F.d$ dir?

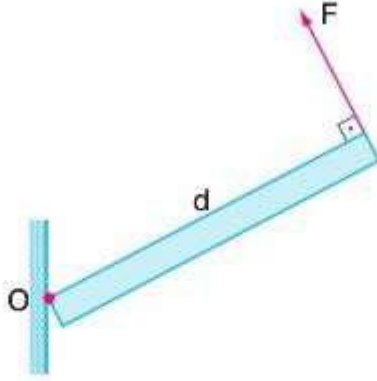
- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

Çözüm:

Tork = Kuvvet . Dik uzaklık olduğundan,

$\tau = F.d$ dir. **Cevap D**

Örnek - 2



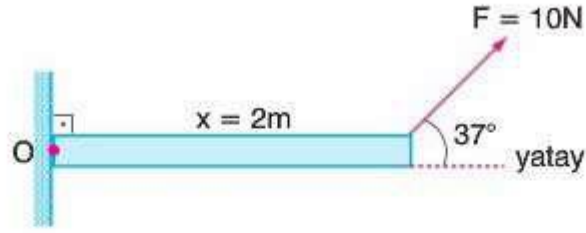
Çubuk şekildeki konumda iken F kuvvetinin çubuğun dönme noktası O ya göre torku kaç F.d dir?

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

Çözüm:

$\tau = F \cdot d$ olup, F kuvvetinin O noktasına göre dik uzaklığı d olduğundan, $\tau = F \cdot d$ olur. **Cevap C**

Örnek - 3



Şekildeki F kuvvetinin çubuğun dönme noktası O ya göre torku kaç N.m dir?

($\cos 37^\circ = 0,8$, $\sin 37^\circ = 0,6$)

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

Çözüm:

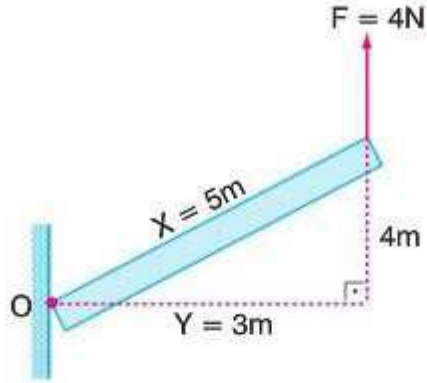
Kuvvetin yatay bileşeni öteleme ya da çekme yapıp, döndürme hareketi yapmaz. Bu bakımdan tork,

$$\tau = F \cdot \sin 37^\circ \cdot d = 10 \cdot \frac{3}{5} \cdot 2 = 12 \text{ N.m} \text{ olur.}$$

Cevap E



Örnek - 4



Çubuk şekildeki konumda iken, F kuvvetinin dönme noktası O ya göre torku kaç N.m dir?

A) 20

B) 16

C) 12

D) 8

E) 6

Çözüm:

Kuvvetin kendisinin ya da uzantısının dönme noktasına olan dik uzaklığı dikkate alınır. Bu bakımdan;

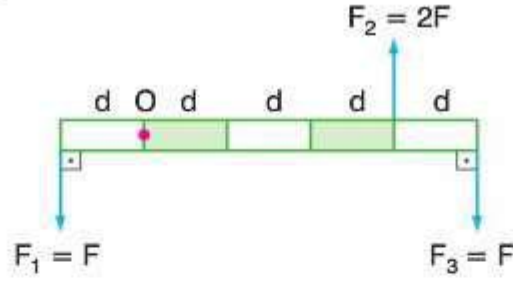
$$\tau = F.Y \text{ den}$$

$$\tau = 4.3 = 12 \text{ N.m dir.}$$

Cevap C



Örnek - 5



Şekildeki \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin O noktasına göre torklarının büyüklükleri arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ B) $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$ C) $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$
D) $\tau_3 > \tau_2 > \tau_1$ E) $\tau_2 > \tau_1 = \tau_3$

Çözüm:

$$\tau_1 = F_1 \cdot d$$

$$\tau_1 = F \cdot d$$

$$\tau_2 = F_2 \cdot 3d$$

$$\tau_2 = 2F \cdot 3d = 6F \cdot d$$

$$\tau_3 = F_3 \cdot 4d$$

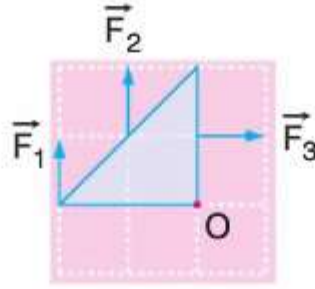
$$\tau_3 = F \cdot 4d$$

Buna göre, $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$ olur.

Cevap B



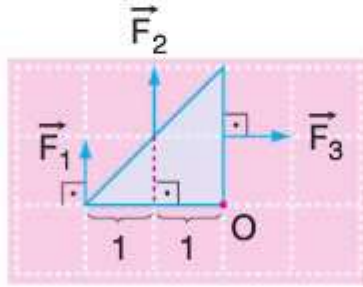
Örnek - 6



Birim kareler üzerindeki \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin, levha üzerinde O noktasına göre torkları arasındaki ilişki nedir?

- A) $\tau_1 > \tau_2 = \tau_3$ B) $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ C) $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$
D) $\tau_3 > \tau_2 = \tau_1$ E) $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$

Çözüm:



\vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin O noktasına olan dik uzaklıkları şekildeki gibidir. Buna göre torkları;

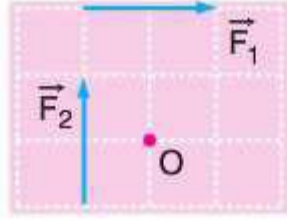
$$\tau_1 = F_1 \cdot 2 = 1 \cdot 2 = 2 \quad , \quad \tau_2 = F_2 \cdot 1 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\tau_3 = F_3 \cdot 1 = 1 \cdot 1 = 1 \text{ olur.}$$

Genel sıralama $\tau_1 > \tau_2 = \tau_3$ bulunur.

Cevap A

Örnek - 7

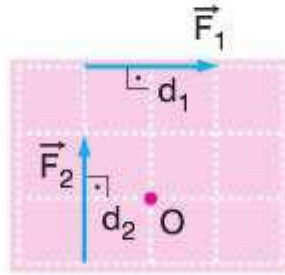


Eşit karelere bölünmüş düzlemdeki \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin O noktasına göre torkları τ_1 ve τ_2 dir.

Buna göre, $\frac{\tau_1}{\tau_2}$ oranı nedir?

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

Çözüm:



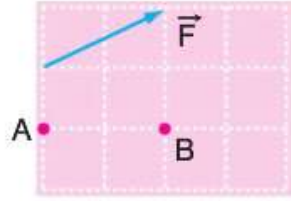
Tork, kuvvet ile dönme noktasına olan dik uzaklıkla doğru orantılı olduğundan,

$$\tau_1 = F_1 \cdot d_1 = 2 \cdot 2 = 4 \text{ N.m}$$

$$\tau_2 = F_2 \cdot d_2 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ N.m dir.}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ olur.} \quad \text{Cevap A}$$

Örnek - 8

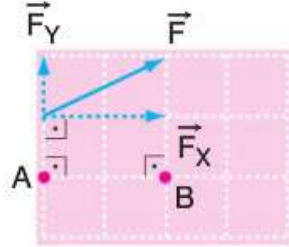


Eşit karelere bölünmüş düzlemdeki F kuvvetinin A ve B noktalarına göre torkları sırasıyla τ_1 ve τ_2 dir.

Buna göre, $\frac{\tau_1}{\tau_2}$ oranı nedir?

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

Çözüm:



F kuvvetinin yatay ve düşey bileşenleri F_x ve F_y dir.

$$\tau_A = F_x \cdot 1 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ olur.}$$

F_y kuvvetinin uzantısı A noktasından geçiyor, bu bakımdan döndürme yapmaz.

$$\tau_{B_x} = F \cdot 1 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ olur.}$$

$$\tau_{B_y} = F_y \cdot 2 = 1 \cdot 2 = 2 \text{ olur.}$$



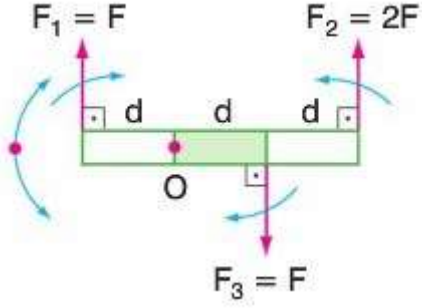
Görüldüğü gibi F_y kuvvetinin uzantısının B noktasına olan dik uzaklığı 2 birimdir. F_x ve F_y kuvvetlerinin döndürme yönlerine dikkat edildiğinde B noktasını ikisi de aynı yönde zorluyor, yani döndürmek istiyor.

$$\tau_B = F_x \cdot 1 + F_y \cdot 2 \text{ den } 2 + 2 = 4 \text{ N.m olur.}$$

$$\frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

Cevap E

Toplam Tork



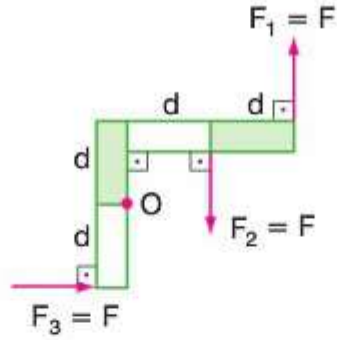
Toplam torkta, kuvvetlerin döndürme yönleri çok önemlidir. Çubuk sabit O noktası etrafında döndürülmek isteniyorsa, kuvvetlerin döndürme yönleri şekildeki gibi olur. Bu bakımdan toplam tork,

$$\tau = F_3 \cdot d + F_1 \cdot d - F_2 \cdot 2d \text{ den}$$

$$\tau = F \cdot d + F \cdot d - 2F \cdot 2d = -2F \cdot d \text{ olur.}$$

Yani çubuk (-) yönde hızlanarak dönüş hareketi yapar.

Örnek - 9



Eşit bölmeli çubuğa şekildeki gibi dik uygulanan kuvvetlerin, dönme noktası O ya göre toplam torku kaç $F \cdot d$ dir?

A) 1

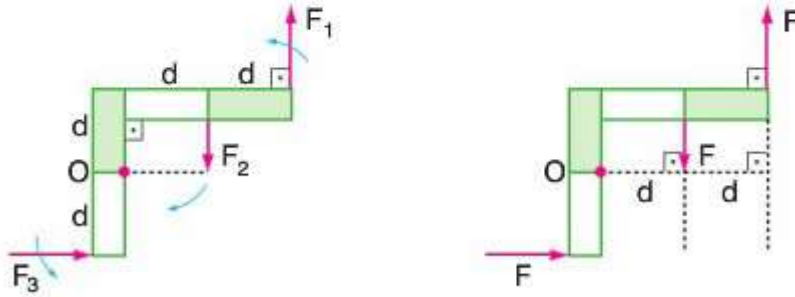
B) 2

C) 3

D) 4

E) 5

Çözüm:

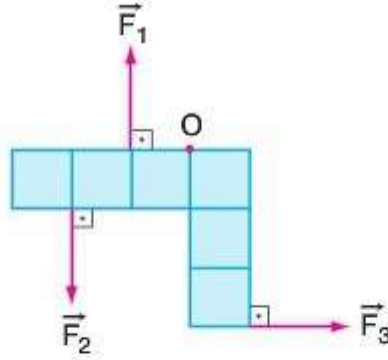


Dönme yönlerine ve dik uzaklıklara dikkat edildiğinde toplam tork,
 $\tau = F_1 \cdot 2d + F_3 \cdot d - F_2 \cdot d = F \cdot 2d + F \cdot d - F \cdot d = 2F \cdot d$ olur.

Cevap B



Örnek - 10



Eşit kare bölmelerden oluşmuş şekildeki levhaya uygulanan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin O noktasına göre torkları eşit olduğuna göre, bu kuvvetlerin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $F_1 > F_2 = F_3$ B) $F_1 > F_2 > F_3$ C) $F_3 > F_2 > F_1$
D) $F_1 = F_2 = F_3$ E) $F_2 > F_1 > F_3$

Çözüm:

Dönme noktasına dik uzaklığı yakın olan kuvvet büyük olmalı ki aynı torku (momenti) oluşturabilsin. Birim uzaklıkları d kabul ettiğimizde;

$$F_1 \cdot d = \tau \quad , \quad F_1 = \frac{\tau}{d}$$

$$F_2 \cdot 2d = \tau \quad \text{den} \quad F_2 = \frac{\tau}{2d}$$

$$F_3 \cdot 3d = \tau \quad \text{den} \quad F_3 = \frac{\tau}{3d} \quad \text{olur.}$$

Cevap B

Altın Kural: Torkların eşitliği durumunda, kuvvetin dönme noktasına olan dik uzaklığı küçük ise kendisi büyük olmalı ki aynı torku oluştursun.

Denge ve Denge Şartları

Bir cisim sabit hızla hareket ediyor ya da duruyor ise **dengede** olduğu söylenir. Denge halindeki cismin denge şartlarını sağlaması gerekir.

DENGE ŞARTLARI

1. Cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

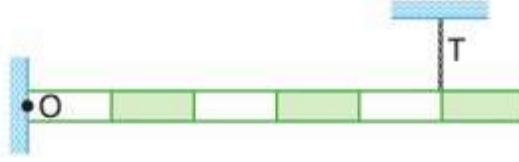
$$\Sigma F_{\text{net}} = 0 \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$$

2. Her noktada toplam tork sıfır olmalıdır.

$$\Sigma \tau = 0$$

Bilgi: Dengedeki sistemler için önce tüm kuvvetler çizilmeli ve denge şartlarına göre çözüm yapılmalıdır. Denge halinde toplam tork sıfıra eşit olacağından aynı yönde döndüren kuvvetlerin torku eşitliğin bir tarafına, farklı yönde döndüren kuvvetlerin torku eşitliğin diğer tarafına yazılır.

Örnek .. 1

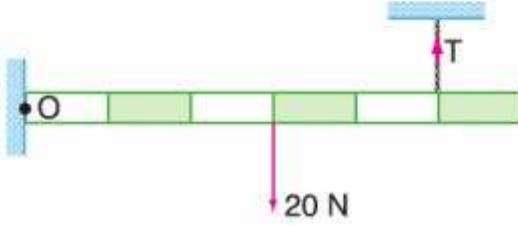


Şekildeki O noktasından geçen dik eksen etrafında dönebilen 20 N ağırlığındaki türdeş çubuk yatay dengededir.

Buna göre ipteki gerilme kuvveti T kaç N dur?

Çözüm

Çubuğun ağırlığını göstererek O noktasına göre tork yazılırsa



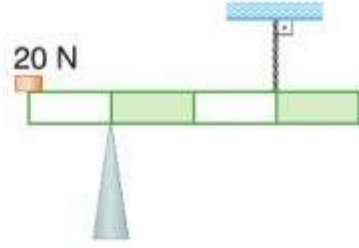
$$T \cdot 5 = 20 \cdot 3$$

$$T = 12 \text{ N bulunur.}$$

Örnek .. 2

Şekildeki eşit bölmeli 40 N ağırlığındaki türdeş çubuk yatay dengededir.

Buna göre çubuğun bağlı olduğu ipteki gerilme kuvveti T kaç N dur?



Çözüm

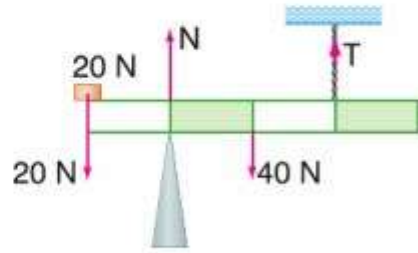
Çubuğa etki eden çubuklar şekildedeki gibidir.

Desteğe göre tork aldığımızda destek tepkisinin tork sıfır olacaktır.

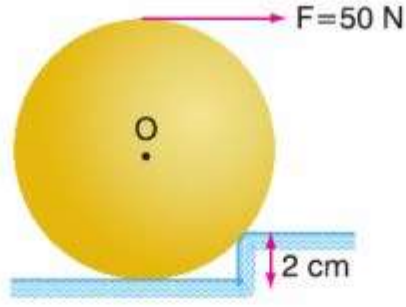
Desteğe göre tork yazarken çubuğun ağırlığının saat yönünde T ve 20 N luk kuvvetin saat tersinde döndürdüğü görülür.

$$T \cdot 2 + 20 \cdot 1 = 40 \cdot 1$$

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



Örnek .. 3



Şekildeki O merkezli türdeş küre basamaktan $F = 50 \text{ N}$ luk şekildeki kuvvet ile çıkarılmaktadır.

Kürenin yarıçapı 5 cm olduğuna göre kürenin ağırlığı en fazla kaç N olmalıdır?

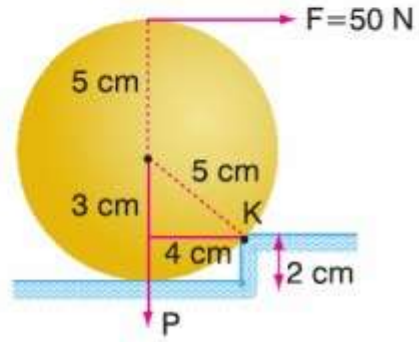
Çözüm

Küre basamağın köşesi K noktasının etrafında dönerek basamaktan çıkarılabilir. K noktasına göre tork yazılırsa

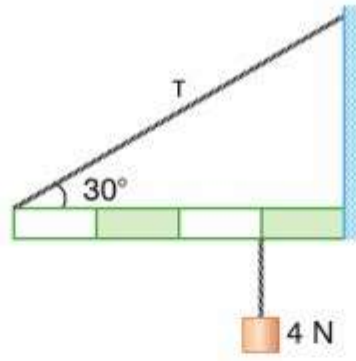
$$F \cdot (3+5) = P \cdot 4$$

$$50 \cdot 8 = P \cdot 4$$

$$P = 100 \text{ N} \text{ bulunur.}$$



Örnek .. 4

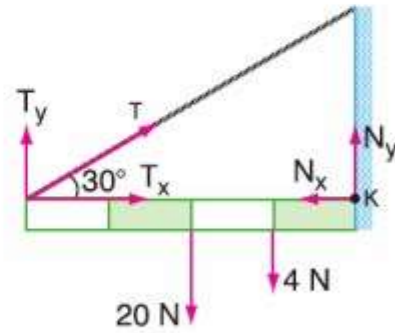


Şekildeki eşit bölmeli düzgün ve türdeş çubuk yatay dengededir.

Çubuğun ağırlığı 20 N olduğuna göre ipteki gerilme kuvveti T kaç N dur? (Sin 30° = 0,5)

Çözüm

Şekil üzerinde tüm kuvvetler gösterilince, düzenek dengede olduğundan istenilen noktaya göre tork alınır. Tork alınan nokta çubuğun duvara dokunduğu K noktası seçilirse T_x , N_x ve N_y kuvvetlerinin torku sıfır olacaktır.



K noktasına göre tork yazılırsa,

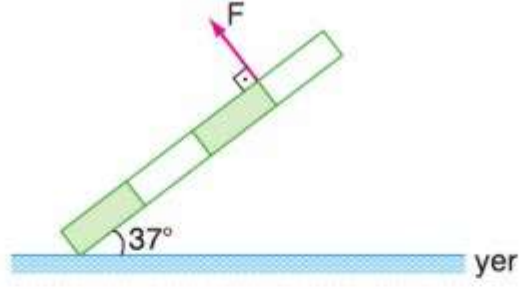
$$T_y \cdot 4 = 20 \cdot 2 + 4 \cdot 1$$

$$T \cdot \sin 30^\circ \cdot 4 = 40 + 4$$

$$T \cdot 0,5 \cdot 4 = 44$$

$$T = 22 \text{ N bulunur.}$$

Örnek .. 5

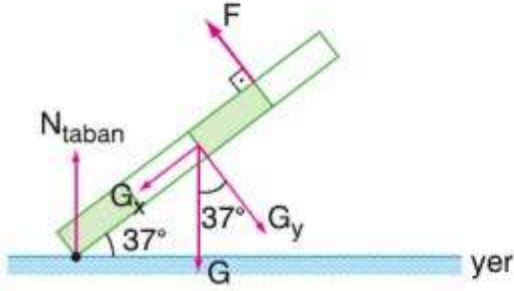


Şekildeki eşit bölmeli düzgün ve türdeş çubuk yatay dengededir.

Çubuğun ağırlığı 30 N olduğuna göre F kuvveti kaç N dur?

Çözüm

Çubuğa etki eden kuvvetleri gösterilince, çubuğun yere temas ettiği noktaya göre tork yazılırsa,



$$F \cdot 3 = G_y \cdot 2$$

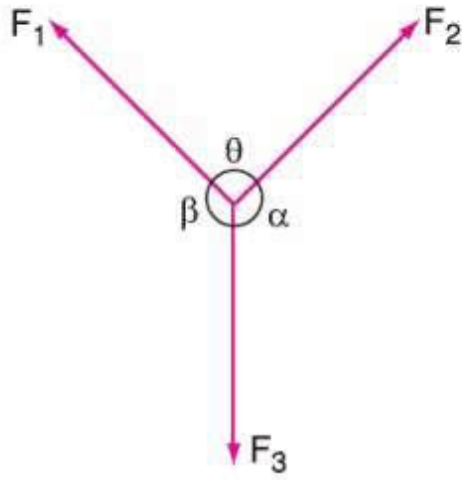
$$F \cdot 3 = G \cdot \cos 37^\circ \cdot 2$$

$$F \cdot 3 = 30 \cdot 0,8 \cdot 2$$

$$F = 16 \text{ bulunur.}$$

KESİŞEN KUVVETLERİN DENGESİ

Doğrultulan birbirini kesen kuvvetlere **kesişen kuvvetler** denir. Şekildeki üç kuvvet dengede ise,



Herhangi iki kuvvetin bileşkesi diğer kuvvete eşit ve ters yöndedir.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_2$$

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_1 \text{ dir.}$$

Kuvvetlerin karşılarındaki açılarının sinüslerine oranı sabittir. (Lami Teoremi)

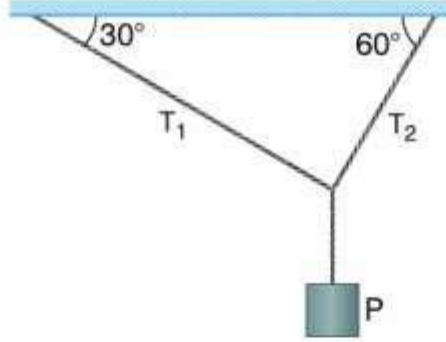
$$\frac{F_1}{\sin\alpha} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\theta}$$

Küçük açı karşısındaki kuvvet en büyüktür.

$$\theta < \alpha < \beta \text{ ise}$$

$$F_3 > F_1 > F_2 \text{ olur.}$$

Örnek .. 6



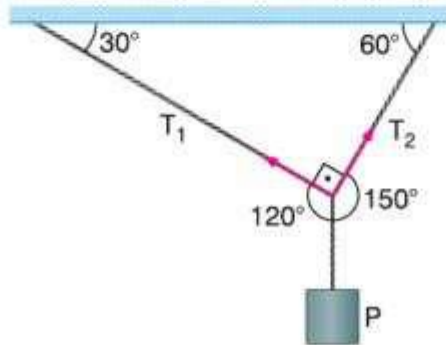
Şekildeki düzenekte P ağırlıklı cisim dengededir.

Buna göre ipteki gerilme kuvvetleri T_1 , T_2 ve P arasındaki ilişki nasıldır?

$$\left(\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}, \sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

Çözüm

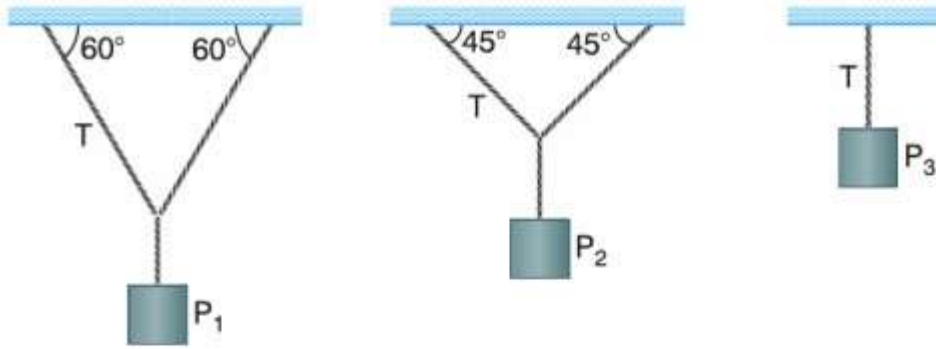
Kuvvetler arasındaki açı belirlenirse



Küçük açı karşısındaki kuvvet büyük olacağından

$$P > T_2 > T_1 \text{ olur.}$$

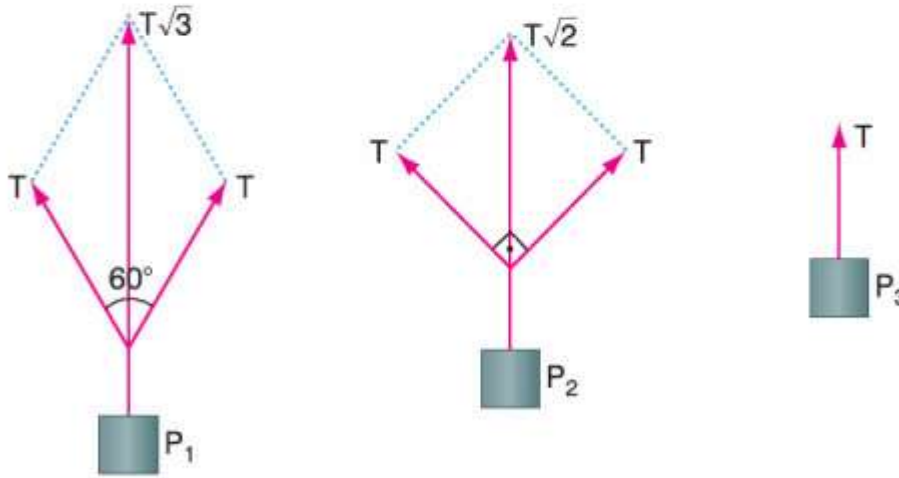
Örnek .. 7



Ağırlığı P_1 , P_2 ve P_3 olan cisimler şekillerdeki gibi dengelendiklerinde iplerdeki gerilme kuvvetleri eşit oluyor.

Buna göre P_1 , P_2 ve P_3 ağırlıkları arasındaki ilişki nedir?

Çözüm

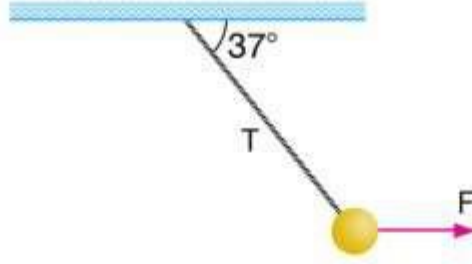


Şekillerdeki kuvvetler arasındaki açılar gösterilerek, iki kuvvetin bileşkesi üçüncüsüne eşitlenirse,

$$P_1 = T\sqrt{3} \quad P_2 = T\sqrt{2} \quad P_3 = T$$

$$P_1 > P_2 > P_3 \text{ olur.}$$

Örnek .. 8

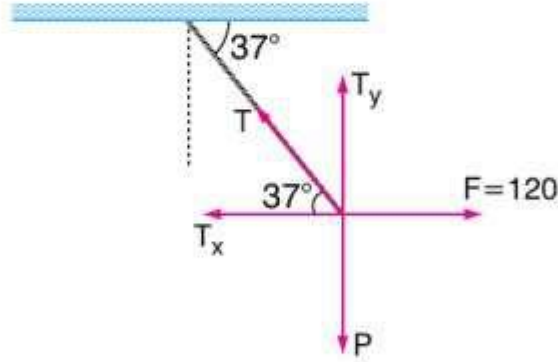


Şekildeki P ağırlığındaki cisim $F = 120$ N luk kuvvet ile dengelenmiştir.

Buna göre ipteki gerilim kuvveti ve P kaç N dur?

($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)

Çözüm



Sistem dengede olduğuna göre, ($\Sigma F_{\text{net}} = 0$)

$$T_x = F \quad \text{ve} \quad T_y = P \quad \text{olmalıdır.}$$

$$T_x = 120 \quad T_y = P$$

$$T \cdot \cos 37 = 120 \quad T \cdot \sin 37 = P$$

$$T \cdot 0,8 = 120 \quad 150 \cdot 0,6 = P$$

$$T = 150 \text{ N} \quad P = 90 \text{ N} \quad \text{olur.}$$

Basit Makineler 11. sınıf



Denge ve Denge Koşulları

Gündelik yaşantımızda kolaylık sağlayan düzeneklere “**basit makine**” denir. Basit makinelerin yapılış amacı öncelikle iş kolaylığı, sonra kuvvet kazancıdır.

Basit makinelerde;

a. Amaç, genelde kuvvet kazancı sağlamaktır.

kazanç = $\text{Yük} / \text{Kuvvet}$

b. Eğer kazanç yoksa, uygulanan kuvvetin doğrultusu ve yönünü değiştirilerek iş kolaylığı sağlanır.

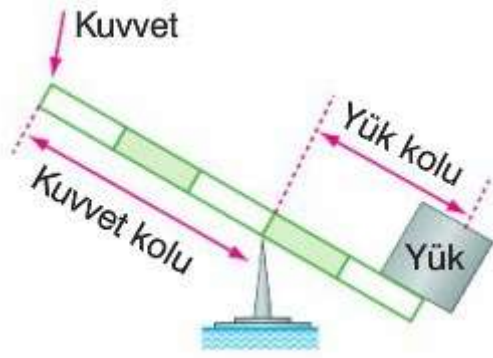
c. Basit makine kuvvetten kazanç sağlıyor ise yoldan kaybettirir.

d. Basit makinelerde işten kazanç yoktur. Çoğu zaman sürtünmelerden dolayı enerjiden kayıp vardır. Buna göre makinelerin verimi oluşur.

Verim = $\text{Yapılan İş} / \text{Harcanan Enerji}$

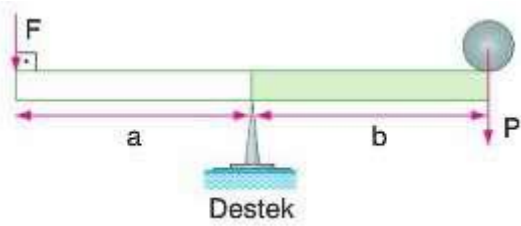
e. Tork prensipleri ve iş – enerji ilkesine göre çalışırlar.

Kaldıraçlar

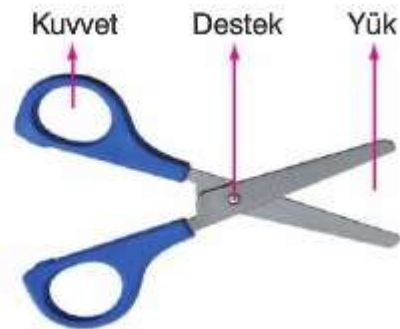
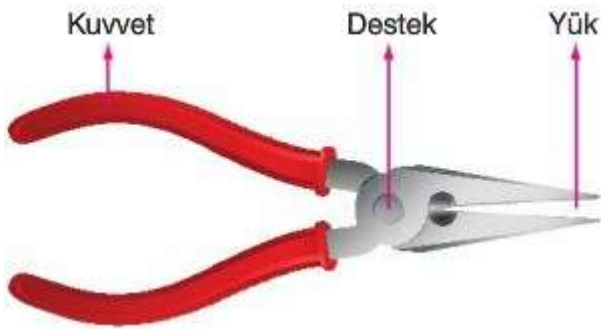


Yukarıda görüldüğü gibi sabit bir destek etrafında dönebilen çubuklardan oluşan araçlara “**kaldıraç**” denir. Tork ilkesine göre kaldıraç denklemi, **kuvvet x kuvvet kolu = Yük x Yük kolu** şeklinde yazılır.

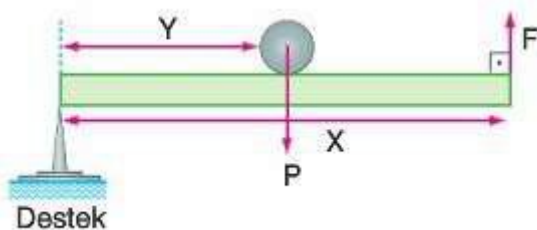
a) Desteğin Ortada Olduğu Kaldıraçlar



Desteğe göre tork alınırsa $F \cdot a = P \cdot b$ bulunur. $a > b$ olması durumunda kuvvet kazancı gerçekleşir. Genel olarak kaldıraç sorularında çubuğun kütlesi önemsenmemektedir.



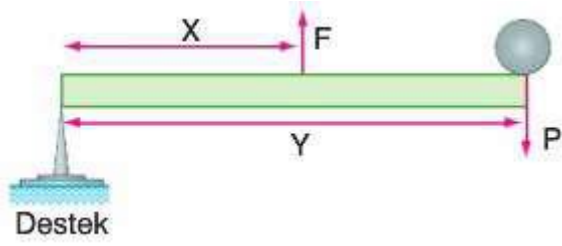
b) Desteğin ve kuvvetin Uçlarda olduğu Kaldıraçlar



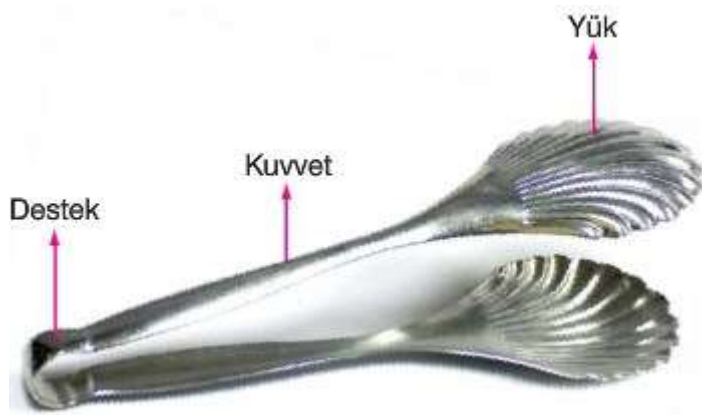
Desteğe göre tork alınırsa, $F.X = P.Y$ olur. $X > Y$ olduğundan kuvvet kazancı olur. El arabası, ceviz kırma makinesi ve kapak açacağı, bu kaldıraç çeşidine örnek olarak verilebilir.



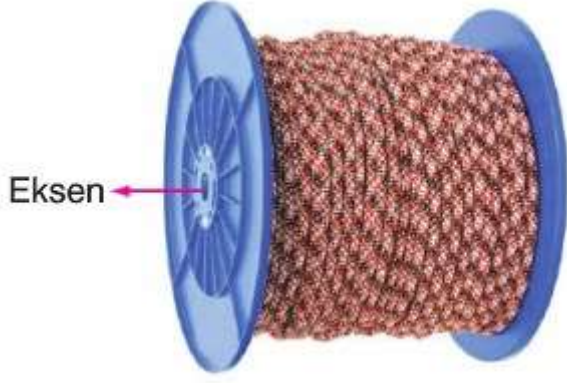
c) Desteğin ve Yükün Uçlarda Olduğu Kaldıraçlar



Desteğe göre tork alınırsa, $F.X = P.Y$ olur. $Y > X$ olduğundan kuvvetten kayıp, yoldan kazanç vardır. Cımbız, maşa, insanın çenesi bu kaldıraç çeşidine örnek verilebilir.

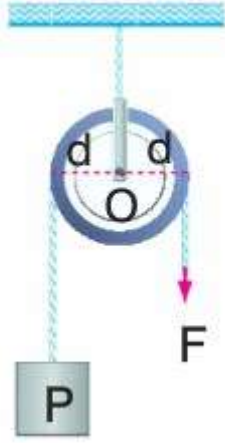


Makaralar



Çevresine ip geçirilmiş, eksenini çevresinde dönerek ipin hareket etmesi sonucu çalışan araçlara “**makara**” denir.

1. Sabit Makaralar



Ekseninden tavana veya duvara sabitlenerek sadece dönme hareketi yapan makaralardır. O noktasına göre tork hesaplandığında,

$P \cdot d = F \cdot d$ olur.

Buradan **$P = F$** ifadesi elde edilir.

P yükünü dengelemek için uygulanan kuvvetin büyüklüğü F, P ye eşittir. Sabit makaralarda kuvvetten kazanç sağlanmaz, yalnızca kuvvetin yönünü değiştirmek için kullanılır.

2. Hareketli Makaralar

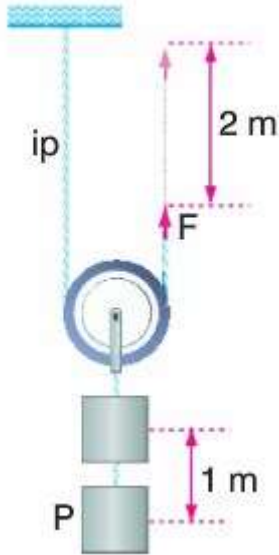


Dönme hareketi ile birlikte aşağı ve yukarı hareket edebilen makaralardır. O noktasına göre moment alınırsa,

$$P \cdot d = F \cdot 2d \text{ olur.}$$

Buradan $F = P/2$ bulunur.

Bu durumda, kuvvetten yarı yarıya kazanç vardır.



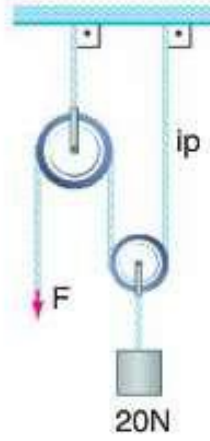
Hareketli makaralarda kuvvetten kazanç oranında yoldan kayıp vardır. Yani P yükünü 1 metre yükseltmek için F kuvvetinin uygulandığı ipi 2 metre çekmek gerekir.

Altın kural: Bu olay makaranın dönmesi için gereklidir. Yani ipin 2 metre çekilmesi, makaranın çevresi etrafında 1m lik tur atmasına sebep olur. İpin

Çekilme miktarının yarısı makarayı döndürmeye, diğer yarısı yükseltmeye harcanır.



Örnek - 1



Makara ağırlıklarının ve sürtünmelerinin önemsenmediği sistemde 20N luk yük F kuvvetiyle dengelenmiştir.

Buna göre, F kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?

A) 5

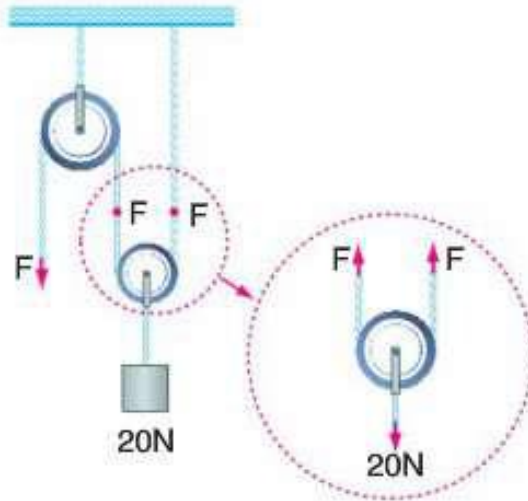
B) 6

C) 10

D) 15

E) 20

Çözüm:



İplerde bir noktada olan gerilme kuvveti ipin her yerine aynen aktarılır.

$$2F = 20N$$

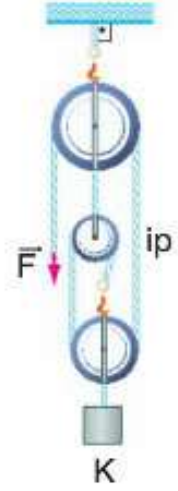
$$F = 10N \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Örnek - 2

Makara ağırlıkları ve sürtünmelerin önemsiz olduğu düzenekte, G ağırlıklı K cismi şekildeki gibi \vec{F} kuvvetiyle dengelenmiştir.

Buna göre, \vec{F} kuvvetinin büyüklüğü kaç G dir?



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

Çözüm:

Makara ağırlıkları ve sürtünmeler önemsezi olduğundan K ye etki eden kuvvetler şekildeki gibi gösterilebilir.

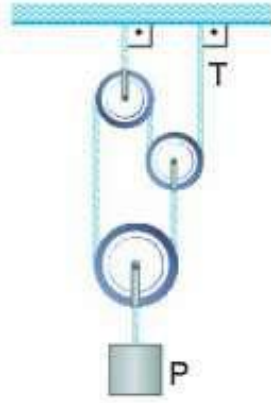
Buradan

$$G = 3F \Rightarrow F = \frac{G}{3} \text{ olur.}$$



Cevap A

Örnek - 3

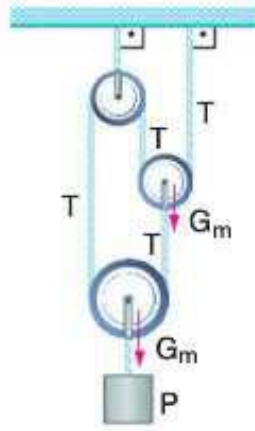


Özdeş makaralar ve P ağırlıklı cisimden oluşan düzenek şekildeki gibi dengededir.

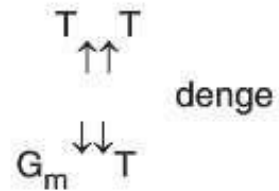
Buna göre, ipteki gerilme kuvveti T kaç P dir?

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

Çözüm:

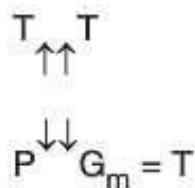


Bir ipin her noktasındaki gerilme aynı olduğundan,



durumundan, $G_m + T = 2T$ den $G_m = T$ olur.

Altındaki makaradan,



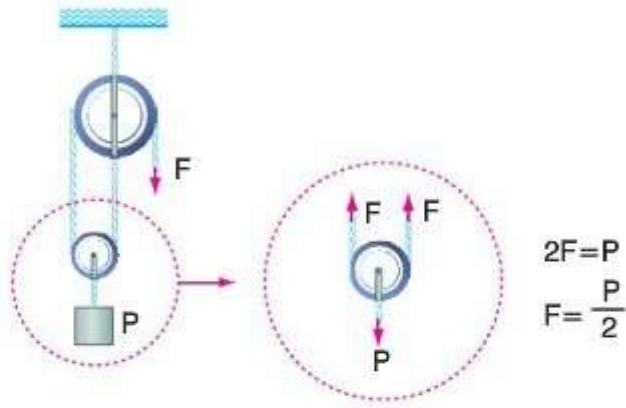
Denge durumundan $P = T$ olur.

Cevap C

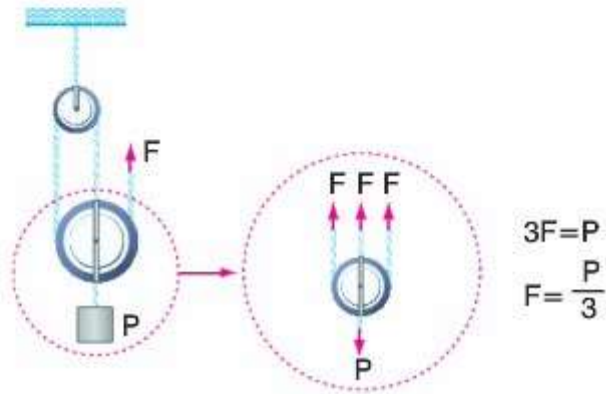
Palangalar

Sabit ve hareketli makaralardan oluşmuş sistemlerdir.

a. Kuvvetin uygulandığı ip sabit makarada ise,

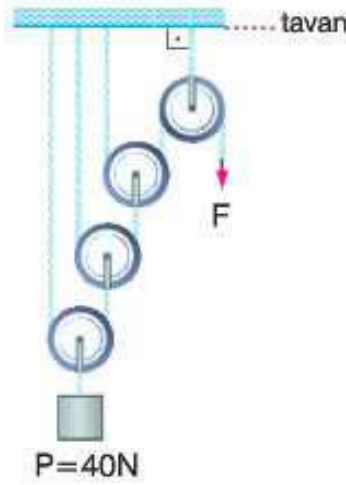


b. Kuvvetin uygulandığı ip hareketli makarada ise,





Örnek - 4



Şekildeki sistem dengede olduğuna göre, F kuvveti kaç N dur?
(Makara ağırlıkları ve sürtünmeler önemsizdir.)

A) 40

B) 30

C) 20

D) 10

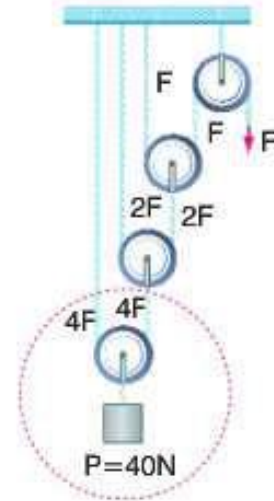
E) 5

Çözüm:

Denge koşulu gereği ip gerilmeleri yazılırsa,

$$\left. \begin{array}{c} 4F \quad 4F \\ \uparrow \quad \uparrow \\ \downarrow \\ P = 40 \text{ N} \end{array} \right\} \text{ den } 8F = 40 \text{ N}$$

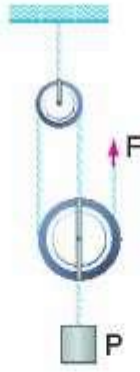
$F = 5 \text{ N}$ bulunur.



Cevap E



Örnek - 5



Şekildeki P ağırlıklı yükü 9 m yukarıya yükseltmek için ip kaç metre çekilmelidir?

- A) 3 B) 6 C) 9 D) 18 E) 27

Çözüm:

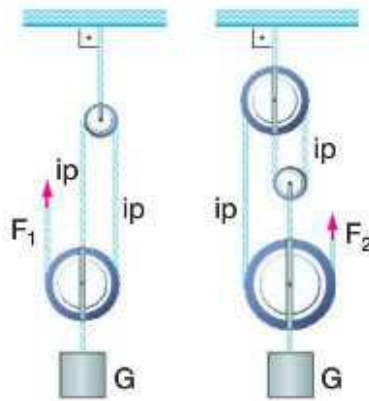
$$3F = P \Rightarrow F = \frac{P}{3} \text{ olur.}$$

$$\text{kuvvet kazancı} = \frac{P}{F} = \frac{P}{\frac{P}{3}} = 3$$

Kuvvetten kazanç olduğu oranda yoldan kayıp vardır. Yükü 9 m yükseltmek için ip 27 m çekilmelidir.

Cevap E

Örnek - 6

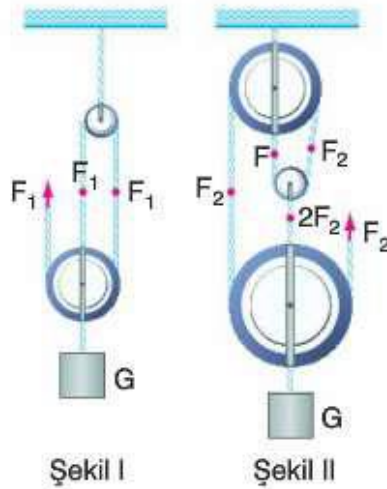


Sürtünmelerin ve makara ağırlıklarının önemsenmediği şekildeki düzeneklerdeki G ağırlıkları F_1 ve F_2 kuvvetleri ile dengededir.

Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?

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

Çözüm:



Şekil I deki dengeden, $3F_1 = G$, $F_1 = \frac{G}{3}$ olur.

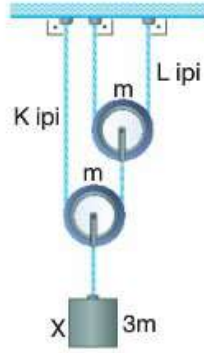
Şekil II deki dengeden, $4F_2 = G$, $F_2 = \frac{G}{4}$ olur.

Buna göre, $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{G}{3}}{\frac{G}{4}}$ ten $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{3}$ olur.

Cevap A



2005 / ÖSS



Şekildeki düzende X cisminin kütlesi $3m$, makaraların her birinin kütlesi de m dir.

K, L iplerindeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla T_K, T_L olduğuna göre, $\frac{T_K}{T_L}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$

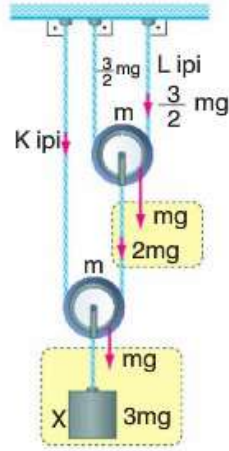
B) $\frac{1}{2}$

C) $\frac{2}{3}$

D) $\frac{3}{4}$

E) $\frac{4}{3}$

Çözüm:



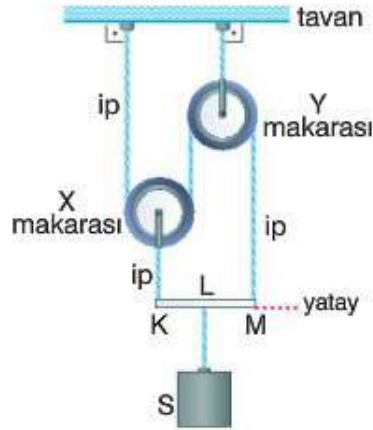
X cismi ile X in bağlı olduğu makaranın ağırlıkları toplamını iki ipe böldüğümüzde K ipine $2mg$ kuvveti düşer. Daha sonra L ipindeki makara ağırlığı ile $2mg$ nin toplamı $3mg$ yi L ipine bölüştürdüğümüzde, L ipine $\frac{3}{2}mg$ kuvveti düşer.

$$T_K = 2mg,$$

$$T_L = \frac{3}{2}mg \text{ olur.}$$

$$\frac{T_K}{T_L} = \frac{2mg}{\frac{3}{2}mg} = \frac{4}{3} \text{ bulunur.}$$

Cevap E



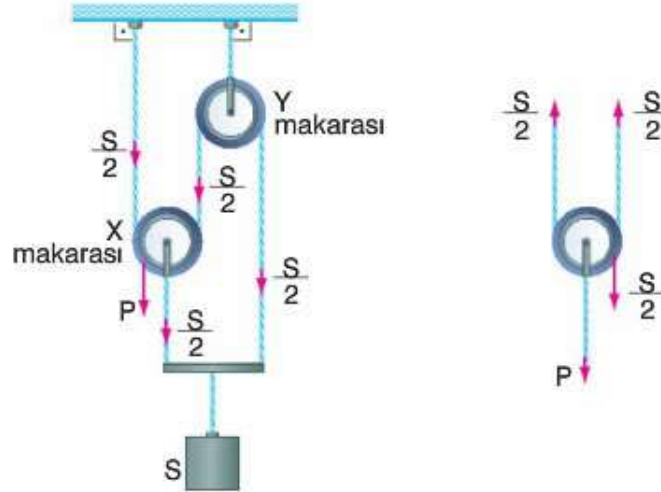
S cismi, şekildeki makara düzündeğinde ağırlığı önemsenmeyen, eşit bölmeli KLM çubuğunun L noktasına asıldığında çubuk yatay dengede kalıyor.

X makarasının ağırlığı P olduğuna göre, S cisminin ağırlığı kaç P dir?

(Makaralardaki sürtünmeler önemsizdir.)

- A) 5 B) 4 C) 3 D) 2 E) 1

Çözüm:



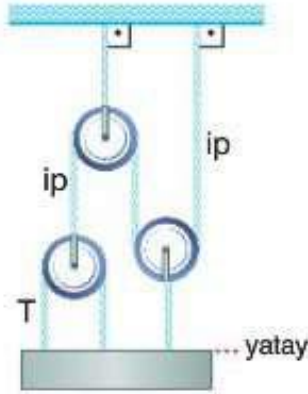
S cisminin ağırlığı iplere $\frac{S}{2}$ olarak düştüğünden, X makarasına etki eden kuvvetler şekildeki gibi olur.

Düşey dengeden, $S = P + \frac{S}{2}$ den $\Rightarrow S = 2P$ olur.

Cevap D



Örnek - 7



Ağırlığı 120 N olan cisim, ağırlıkları önemsenmeyen makaralarla oluşturulan düzenekte şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, ipteki gerilme kuvveti T kaç N dur?

A) 10

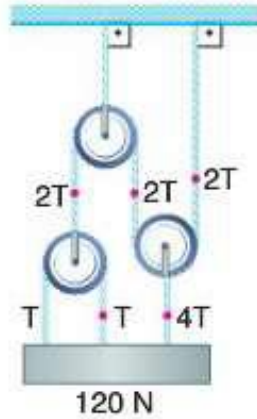
B) 15

C) 20

D) 30

E) 40

Çözüm:

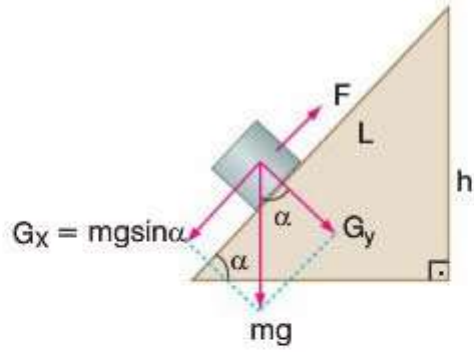


Bir ipin her noktasında gerilme aynı olacağından denge koşulu yazılırsa

$$\left. \begin{array}{l} T \quad T \quad 4T \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \downarrow \\ 120N \end{array} \right\} 6T = 120N, T = 20N \text{ olur.}$$

Cevap C

Eğik Düzlem



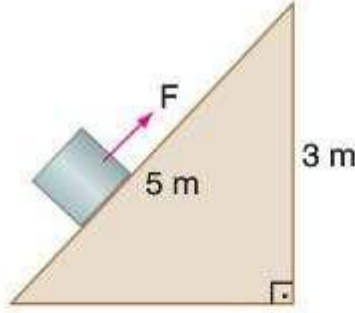
Eğik düzlem; yoldan kayıp, kuvvetten kazanç sağlayan bir düzendir.

Şekildeki denge koşulundan, $G_x = F$, $mgsin\alpha = F$, $mg \cdot \frac{h}{L} = F$ denklemleri bulunur.

Ya da iş enerji prensibinden, $F.L = G.h$, $F.L = mg.h$, $F = mg \cdot \frac{h}{L}$ bulunur.



Örnek - 8



4 kg lık cismi, sürtünmelerin önemsenmediği şekildeki eğik düzlemde dengede tutabilecek eğik düzleme paralel F kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?

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

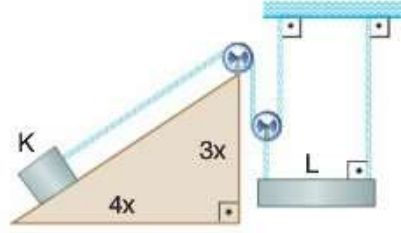
- A) 4 B) 8 C) 12 D) 24 E) 28

Çözüm:

$F \cdot 5 = mg \cdot 3 = 40 \cdot 3$ olur. Buradan, $F = 24 \text{ N}$ bulunur.

Cevap D

Örnek - 9



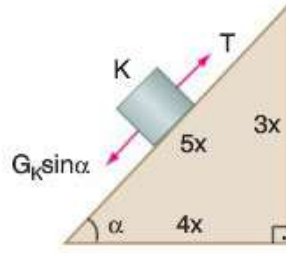
Şekildeki sürtünmesiz sistemde eğik düzlem üzerindeki K cisminin ağırlığı G_K , türdeş L çubuğunun ağırlığı G_L dir.

Sistem dengede olduğuna göre, $\frac{G_K}{G_L}$ oranı kaçtır?

(Makara ağırlıkları önemsizdir.)

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

Çözüm:



Şekil I

K cismine etkiyen kuvvetler Şekil I deki gibidir.

Burada, $\sin\alpha = \frac{\text{Karşı dik kenar}}{\text{Hipotenüs}} = \frac{3x}{5x} = \frac{3}{5}$ tir.

Denge gereği $T = G_K \cdot \sin\alpha$

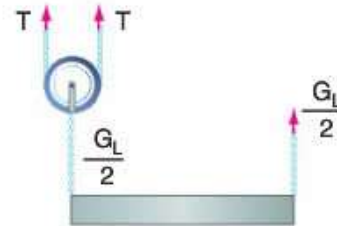
$$T = G_K \cdot \frac{3}{5}$$

L çubuğuna etkiyen kuvvetler de Şekil II deki gibi verilebilir.

$$\frac{G_L}{2} = 2T = 2 \cdot G_K \cdot \sin\alpha$$

$$\frac{G_L}{2} = 2 \cdot G_K \cdot \frac{3}{5}$$

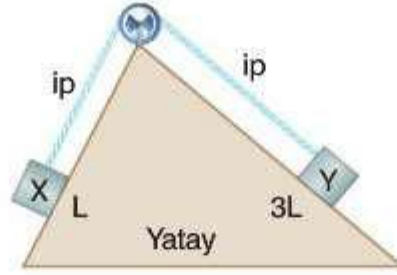
$$\frac{G_K}{G_L} = \frac{5}{12} \text{ bulunur.}$$



Şekil II

Cevap B

Örnek - 10



X ve Y cisimleri, sürtünmesi önemsenmeyen eğik düzlemler üzerinde şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, cisimlerin ağırlıkları oranı $\frac{P_x}{P_y}$ kaçtır?

A) $\frac{1}{3}$

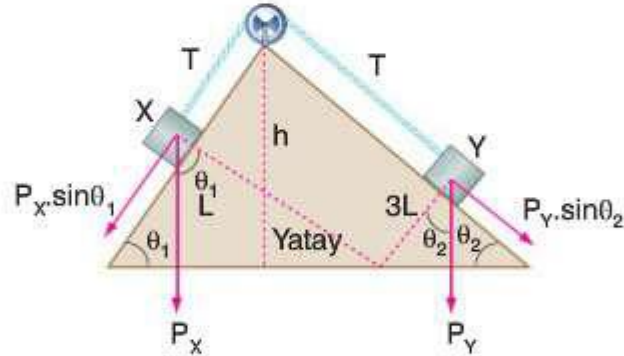
B) $\frac{1}{2}$

C) 1

D) 2

E) 3

Çözüm:



Denge koşulu gereği her iki taraftaki ip gerilmeleri eşit olduğundan

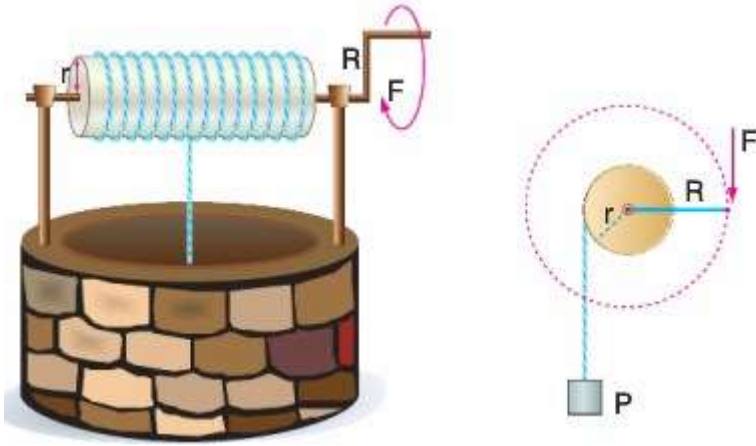
$$P_x \cdot \sin \theta_1 = P_y \cdot \sin \theta_2$$

$$\frac{P_x}{P_y} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

$$\frac{P_x}{P_y} = \frac{h}{3L} = \frac{1}{3} \text{ bulunur.}$$

Cevap A

Çıkrık



Özellikle çiftliklerde kuyulardan su çekmek için kullanılan araçtır. Kuvvet ve yük arasındaki ilişki kaldıraçtaki gibidir.

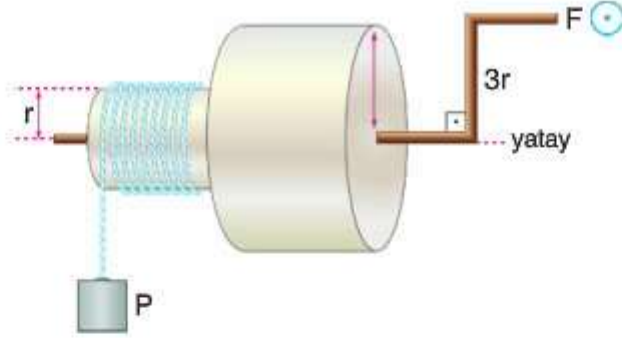
$F.R = P.r$ olur.

h: Yükün yükselme miktar

N: Çıkrık kolunun tur sayısı olmak üzere; **$h = 2.\pi.r.N$** bağıntısı ile bulunur.



Örnek - 11



Eş merkezli r ve $3r$ yarıçaplı silindirin lehimlenmesi ile oluşturulan çıkırcık sisteminde, P yükü F kuvveti ile dengelenmiştir.

Buna göre, F kuvveti kaç P dir?

A) $\frac{1}{3}$

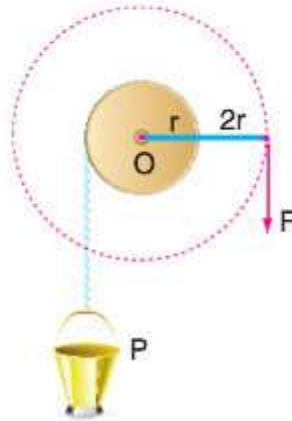
B) $\frac{1}{2}$

C) 1

D) 2

E) 6

Çözüm:

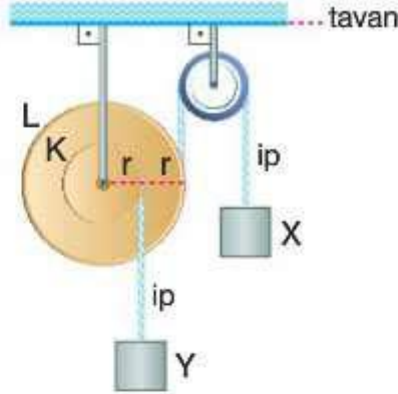


Yandan görünümü şekildeki gibi olan kasnaklara asılan yük ve kuvvetin O noktasına göre torkları eşittir.

Buna göre, $P \cdot r = F \cdot 3r$ den $F = \frac{P}{3}$ bulunur.

Cevap A

Örnek - 12



Sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki düzenekte eşmerkezli K ve L kasnaklarının yarıçapları sırasıyla r ve $2r$ dir.

X ve Y cisimleri dengede olduğuna göre, X cisminin ağırlığının Y cisminin ağırlığına oranı $\frac{G_X}{G_Y}$ kaçtır?

A) $\frac{1}{3}$

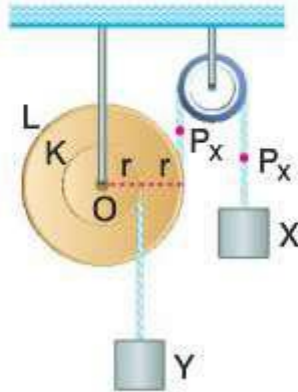
B) $\frac{1}{2}$

C) 3

D) 4

E) 5

Çözüm:



Aynı ipteki gerilmeler eşit olduğundan ip gerilmeleri şekildeki gibi olur.

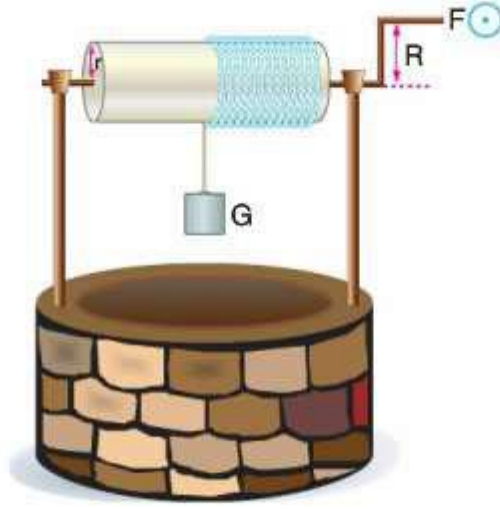
O noktasına göre tork alınırsa

$$P_X \cdot 2r = P_Y \cdot r$$

$$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

Cevap B

Örnek - 13

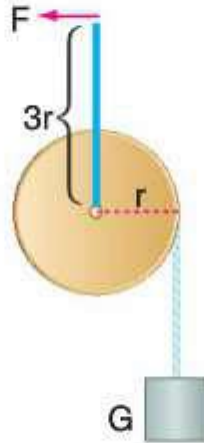


Şekildeki çıkırığın yarıçapı r , kuvvet kolunun uzunluğu R , kovanın ağırlığı G dir.

$R=3r$ ve düzenek dengede olduğuna göre, çıkırık koluna dik olarak uygulanan \vec{F} kuvvetinin büyüklüğü kaç G dir?

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

Çözüm:

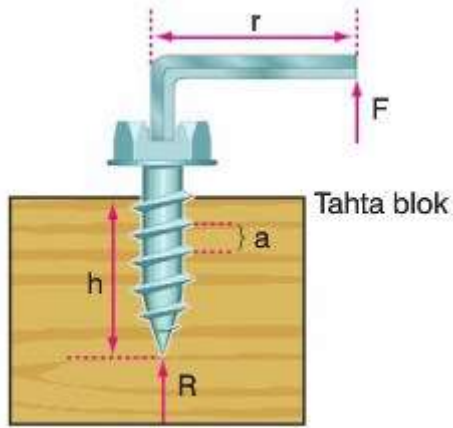


Çıkırığın merkezine göre tork alınırsa, $F \cdot 3r = G \cdot r$

Buradan $F = \frac{G}{3}$ bulunur.

Cevap B

Vida



Vida, iş prensibine göre çalışır. Bir tam dönme yaptığında vida, dişleri arasındaki mesafe (vida adımı) kadar iner veya çıkar.

a: Vida adımı

R: Direngen kuvvet

r: kuvvet kolunun uzunluğu

arasındaki ilişki $F \cdot 2\pi r = R \cdot a$ eşitliğiyle elde edilir.

h: Vidanın ilerleme miktarı

N: Vidanın tur sayısı olmak üzere,

$h = N \cdot a$ dır.



Örnek - 15

Vida adımı 0,5 cm olan ağaç vidası 8 kez saat yönünde, 3 kez ise ters yönde döndürülmüştür. Vida tahta blok içerisinde kaç cm ilerlemiştir?

A) 1,5

B) 2

C) 2,5

D) 3

E) 3,5

Çözüm:

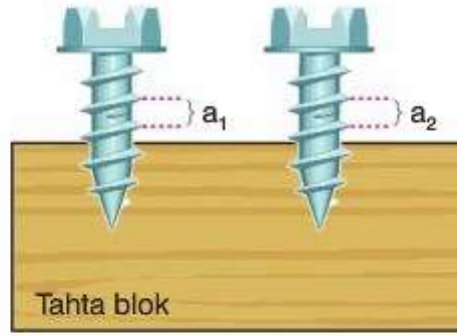
Vida, 8 kez saat yönünde, 3 kez ters yönde çevrildiğinde toplamda 5 kez saat yönünde döndürülmüş olur.

Vida 1 kez dönüşte 0,5 cm ilerlediğine göre 5 kez dönünce,

$h=N.a$ dan, $h=5.0,5=2,5$ cm ilerler.

Cevap C

Örnek - 16



Vida adımları sırasıyla a_1 ve a_2 olan ağaç vidaları sırasıyla $2N$ ve $3N$ kez döndülüyor.

Vidaların tahta blokta aldıkları yollar eşit olduğuna göre, $\frac{a_1}{a_2}$ kaçtır?

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

Çözüm:

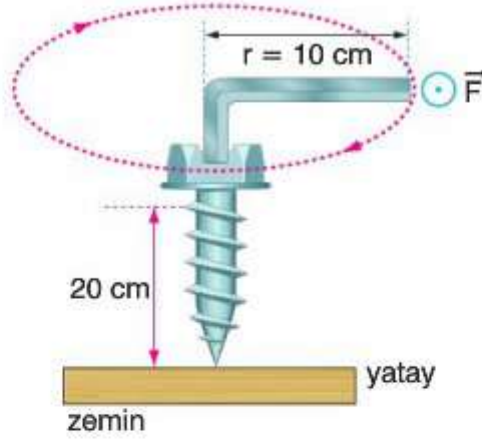
Aldıkları yollar eşittir.

$h = 2N \cdot a_1 = 3N \cdot a_2$ yazılır. Buradan, $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{2}$ bulunur.

Cevap D



Örnek - 17



20 cm boyundaki vida ahşap zemine tornavidanın 10 kez döndürülmesiyle ancak monte ediliyor.

Tornavidayı çevirebilecek en küçük kuvvet 2 N olduğuna göre, zeminin gösterdiği direnç kuvveti R kaç N dur? ($\pi = 3$)

- A) 40 B) 50 C) 60 D) 100 E) 200

Çözüm:

10 kez döndürüldüğünde vida monte ediliyor ise ilerleme miktarı,

$h = N.a$, 20 cm = 0,2 m dir.

$$0,2 = 10.a$$

$$a = \frac{2}{100} = \frac{1}{50} \text{ m olur.}$$

$$F.2\pi.r = Ra \text{ den } 2.2.3.0,1 = R \cdot \frac{1}{50}$$

R = 60 N bulunur.

Cevap C

Dişli Çarklar ve Kasnaklar

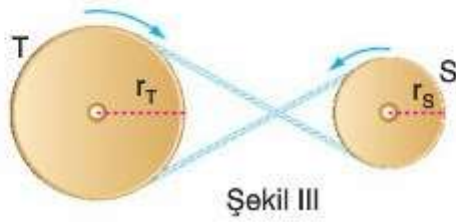
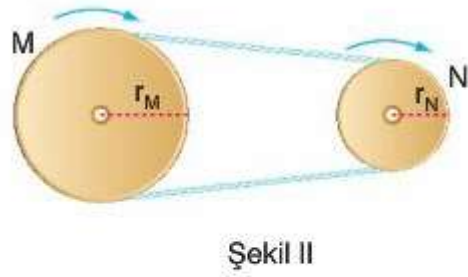
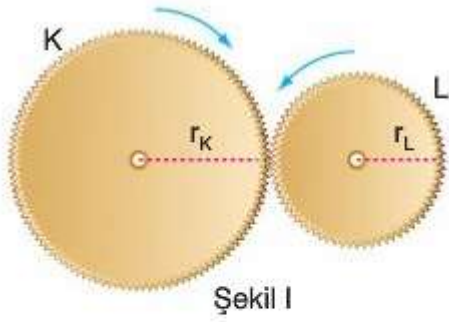
Sistemin dönme hızını ve yönünü değiştiren araçlardır. İki türlü sistem vardır.

Not: Eş merkezli çarkların, kasnakların tur sayıları ve dönme yönleri aynıdır.

Not: Frekans (tur) sayısı ile, diş sayısı, yarıçap ile orantılı alınabilir.

Not: Yarıçapı büyük olan dişlinin tur sayısı küçük olur.

1. Farklı Merkezli Düzenekler



Şekil I, Şekil II ve Şekil III teki gibi farklı merkezli kasnak ve dişlilerin dönme yönleri verilmiştir. Sırasıyla sistemler için tur sayıları bağıntıları,

$$n_K \cdot r_K = n_L \cdot r_L$$

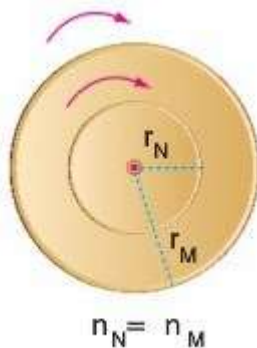
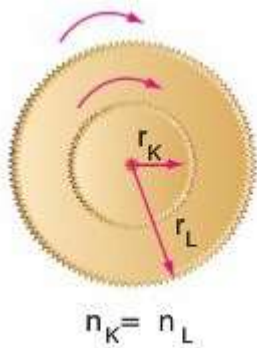
$$n_M \cdot r_M = n_N \cdot r_N$$

$$n_T \cdot r_T = n_S \cdot r_S \text{ dir.}$$

n: Dişli ve kasnakların tur sayısı.

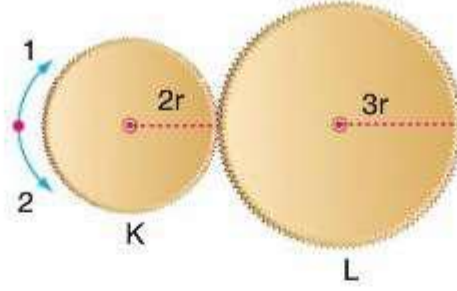
r: Yarıçap

2. Eşmerkezli Sistemler



Bu sistemlerde tur sayıları eşit ve dönme yönleri aynıdır.

Örnek - 18



K dişlisi 1 yönünde 3 tur attığında, L dişlisi hangi yönde kaç tur atar?

	<u>Tur Sayısı</u>	<u>Dönme Yönü</u>
A)	2	1
B)	1	2
C)	1	1
D)	2	2
E)	3	1

Çözüm:

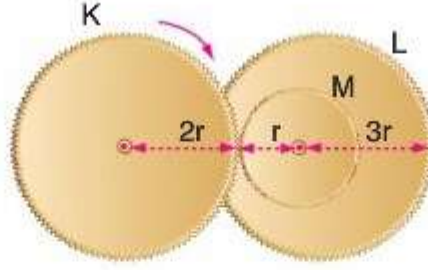
$n_K = 3$ olduğuna göre, $n_K \cdot r_K = n_L \cdot r_L$ ise $3 \cdot 2r = n_L \cdot 3r$ olur.

$n_L = 2$ tur olur.

2 yönünde 2 tur atar.

Cevap D

Örnek - 19



Şekildeki K dişlisi ok yönünde 2 tur döndüğünde, L dişlisi kaç tur döner?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

Çözüm:

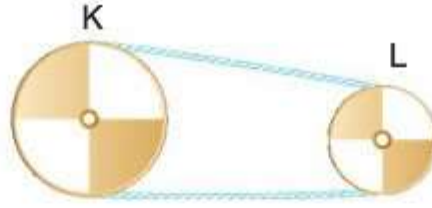
$n_K=2$ olduğuna göre;

$n_K \cdot r_K = n_M \cdot r_M$ ise $2 \cdot 2r = n_M \cdot r$ olur.

$n_M=4$ tur bulunur.

M dişlisi L dişlisi ile eşmerkezli olduğundan L dişlisi de 4 tur atar.

Cevap D



Yarıçapları sırasıyla r_K ve r_L olan K ve L kasnakları, esnemeyen bir kayışla birbirine bağlanmıştır.

Buna göre,

I. $\frac{r_K}{r_L} = 2$ ise K yi 3 tur döndürme,

II. $\frac{r_K}{r_L} = 3$ ise L yi 2 tur döndürme,

III. $\frac{r_K}{r_L} = \frac{3}{2}$ ise L yi $\frac{3}{2}$ tur döndürme,

İşlemlerinden hangileri yapılırsa kasnakların görünümü yine aynı olur?

A) Yalnız I

B) I ve II

C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III

Çözüm:

I. İşlemden K 3 tur dönerse, L 6 tur döner. İkisi de tam tur attığından görünüşleri aynı olur.

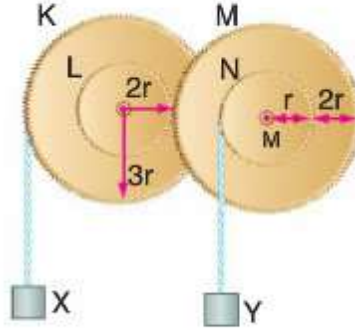
II. İşlemden L 2 tur dönerse, K $\frac{2}{3}$ tur döner.

III. İşlemden L $\frac{3}{2}$ tur dönerse, K 1 tur döner, görünüşler aynı olabilir. Buna göre, I ve III işlemleri yapılabilir.

Cevap C



Örnek - 21



Merkezlerinden geçen bir eksen etrafında dönebilen dişlilerden K ile L ve M ile N eşmerkezlidir.

Dişliler dengede olduğuna göre, X ve Y cisimlerinin ağırlıkları

$\frac{G_X}{G_Y}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{8}$

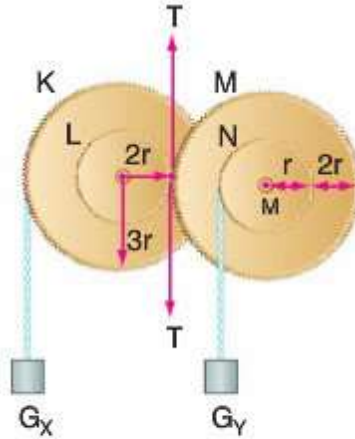
B) $\frac{2}{9}$

C) $\frac{1}{3}$

D) $\frac{1}{2}$

E) 1

Çözüm:



Dişlilerin temas ettikleri noktada oluşan T tepki kuvvetinin G_X ve G_Y cinsinden dişlilerin merkezlerine göre tork alarak,

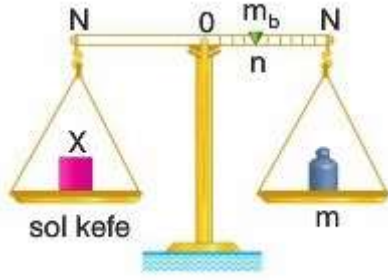
$$G_X \cdot 3r = T \cdot 2r \text{ ise } G_X = \frac{2}{3} T \text{ olur.}$$

$$G_Y \cdot r = T \cdot 3r \text{ ise } G_Y = 3T \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan, } \frac{G_X}{G_Y} = \frac{2}{9} \text{ bulunur.}$$

Cevap B

Eşit Kollu Terazisi



Terazide kütlesi bilinmeyen cisim, kütlesi bilinen cisimler ile dengelenmeye çalışılır. Cismin kütlesini tam ve hassas olarak ölçebilmek için ise terazinin bir koluna binici yerleştirilir.

m_X : X cisminin kütlesi

m_b : Binici kütlesi

m : Bilinen kütle

N : Koldaki bölme sayısı

n : Binicinin bulunduğu bölme sayısı

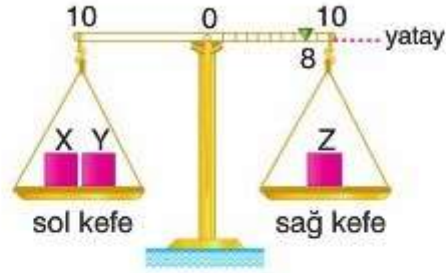
olmak üzere, X cisminin kütlesini bulmak için terazinin O noktasına göre tork yazılır.

m_b / N : Binicinin bir bölme hareketi sonucu kefeye yaptığı kütle katkısı veya duyarlılık olarak adlandırılır. Duyarlılık ne kadar küçük ise, teraziyle o kadar hassas ölçümler yapılabilir.

Not: Soruları tork esasına göre de çözebiliriz.



Örnek - 25



Eşit kollu terazinin kefelelerinde kütleleri sırasıyla 30 g, 10 g, 20 g olan X, Y, Z cisimleri varken yatay denge sağlanmıştır.

Buna göre, binicinin kütlesi kaç g dır?

- A) 10 B) 12,5 C) 20 D) 25 E) 50

Çözüm:

O noktasına göre denge şartları yazıldığında,

$$m_X \cdot 10 + m_Y \cdot 10 = m_Z \cdot 10 + m_b \cdot 8$$

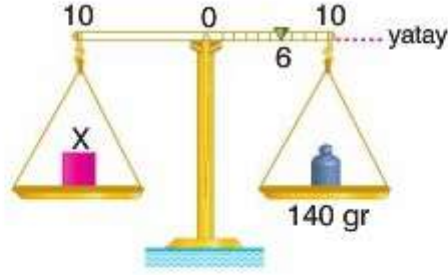
$$30 \cdot 10 + 10 \cdot 10 = 20 \cdot 10 + m_b \cdot 8$$

$$8m_b = 200 \Rightarrow m_b = 25 \text{ g olur.}$$

Cevap D



Örnek - 26



Şekildeki eşit kollu terazide X cismi ile 140 gramlık kütle, binici 6. bölmedeyken yatay denge sağlanıyor.

Binicinin kütlesi 20 g ise, X cisminin kütlesi kaç g dır?

- A) 120 B) 130 C) 142 D) 152 E) 180

Çözüm:

$$\text{Duyarlılık} = \frac{\text{Binicinin Kütlesi}}{\text{koldaki bölme sayısı}}$$

$$D = \frac{20.g}{10} = 2g$$

Denge yazılırsa

$$X = 140.g + 6 (D)$$

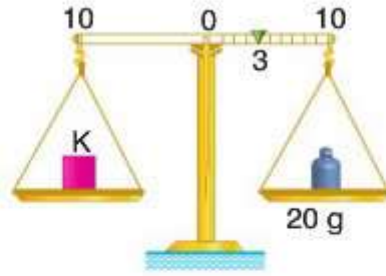
$$X = 140.g + 6(2g)$$

$$X = 152g$$

Cevap D



Örnek - 27



Bir kolu 10 eşit bölmeye ayrılmış eşit kollu terazi şekildeki gibi dengededir.

Binicinin 1 bölme hareketi 1 g'a denk geldiğine göre, K cisminin kütlesi kaç g dır?

- A) 13 B) 20 C) 23 D) 26 E) 46

Çözüm:

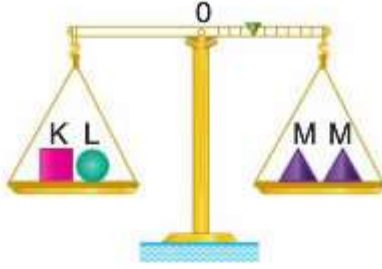
Sistemin dengesinden $K = 20g + 3 (D)$

Binicinin 1 bölme hareketi 1 g ise, duyarlılık $D = 1g$ dır.

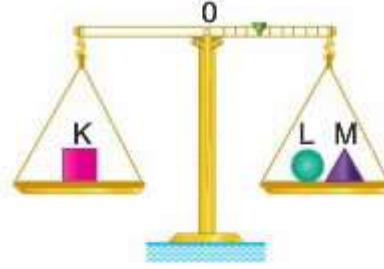
$$K = 20 + 3 (1)$$

$$K = 23g \text{ bulunur}$$

Cevap C



Şekil I



Şekil II

Eşit kollu terazi Şekil I ve Şekil II deki gibidir.

K, L, M cisimlerinin kütleleri M_K , M_L , M_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

A) $M_K > M_L > M_M$

C) $M_K > M_M > M_L$

B) $M_L > M_M > M_K$

D) $M_M > M_L > M_K$

E) $M_M > M_L = M_K$

Çözüm:

Eşit kollu terazinin Şekil I deki denge durumundan

$$M_K + M_L = 2M_M \text{ olur.}$$

Eşit kollu terazinin Şekil II deki denge durumundan

$$M_K = M_L + M_M \text{ olur.}$$

her iki denklem çözümlenirse

$$(M_L + M_M) + M_L = 2M_M$$

$$2M_L = M_M \text{ den,}$$

$$M_M > M_L \text{ bulunur}$$

Şekil II deki denge durumundan M_K hem M_L den hem M_M den

büyük olduğundan $M_K > M_M > M_L$ olur

Cevap C