

VEKTÖRLER

- Vektörlerin Özellikleri
- Vektörlerde Toplama İşlemi
- Vektörlerde Çıkarma İşlemi
- Vektörlerde Dik Bileşenlerine Ayırma

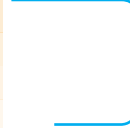


Fasikül

1

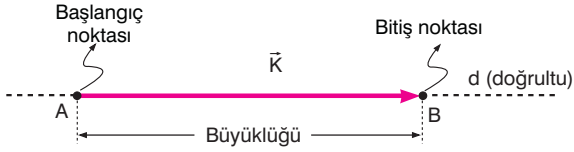
BAĞIL HAREKET

- İki Boyutta Bağıl Hareket
- Hareketli Ortamlarda Bağıl Hareket
- Tek Boyutta Bağıl Hareket



VEKTÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

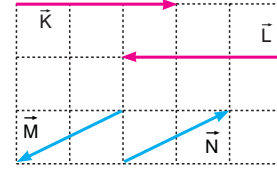
- Yönlendirilmiş doğru parçasına **vektör** denir. Vektörün **başlangıç noktası**, **doğrultusu**, **yönü** ve **şiddeti** (büyüklüğü) vardır.



Bir vektörün gösterimi

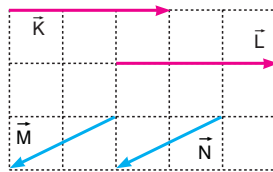
- Vektörel büyüklükleri, skaler büyüklüklerde olduğu gibi bir sayı ve birimle ifade etmek yeterli değildir.
- Şekildeki \vec{K} vektörünün doğrultusu d doğrultusu, yönü A'dan B'ye doğru, büyüklüğü vektörün büyüklüğüdür.
- Vektörel büyüklükler ok ile gösterilir. Okun yönü vektörel niceliğin yönünü, büyüklüğü ise vektörel niceliğin büyüklüğünü belirtir.
- Vektörel büyüklükler türetilmiş büyüklüklerdir. Bir niceliğin üzerine konulan ok, onun vektörel büyüklük olduğunu belirtir. (\vec{A} , \vec{F} , \vec{K} gibi)
- Büyüklüğü bir birim olan vektöre **birim vektör** denir.

- Büyüklükleri eşit yönleri zıt olan vektörlere **ters vektör** denir. $\vec{K} = -\vec{L}$; $\vec{M} = -\vec{N}$ şeklinde gösterilir.
- Bir vektörün büyüklüğü ve yönü değiştirilmeden bir yerden başka bir yere taşınabilir. Vektörün yönü değişirse, o vektör başka bir vektör olur.



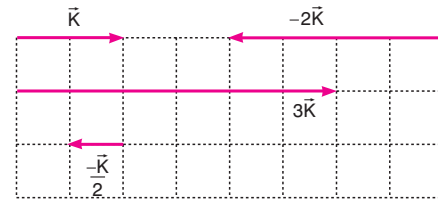
Ters (zıt) vektörler

- Aynı yönlü ve büyüklükleri eşit olan iki vektöre **eşit vektör** denir. Şekilde, \vec{K} ile \vec{L} ve \vec{M} ile \vec{N} vektörleri eşit vektörlerdir. $\vec{K} = \vec{L}$ ve $\vec{M} = \vec{N}$ şeklinde gösterilir.
- Büyüklükleri eşit vektörler yön ve doğrultularına bakılmaksızın şiddetleri eşit vektörlerdir. $A = B$ veya $|\vec{A}| = |\vec{B}|$ şeklinde gösterilir.



Eşit vektörler

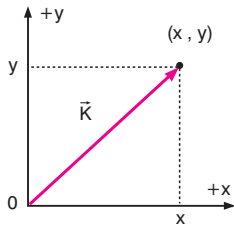
- Bir vektör bir sayıyla çarpılıp, bölünürse vektörün doğrultusu değişmez. Yalnız büyüklüğü ve yönü değişebilir. Şekilde \vec{K} vektörünün -2 , $+3$ ile çarpımı ve -2 'ye bölümü ile elde edilen vektörler gösterilmiştir. $(-)$ ile çarpıldığında yönünün değiştiğine dikkat ediniz.



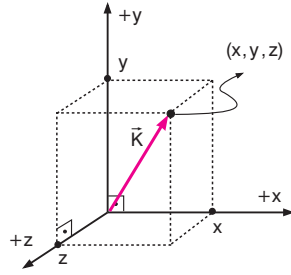
Vektörün skaler ile çarpılması

Vektörün Kartezyen Koordinat Sisteminde Gösterimi

- ◆ Yatay ve düşey eksenlerin kesiştiği noktanın orijin olarak alındığı koordinat sistemine **kartezyen koordinat sistemi** ya da dik koordinat sistemi denir.
- ◆ İki boyutlu (x, y) kartezyen koordinat sisteminde vektör çizilirken vektörün başlangıç noktası orijin (0, 0) olarak kabul edilir. Vektörün bitiş noktası ise (x, y) koordinatlarla belirtilen noktadır. Başlangıç noktası ile bitiş noktası arasına çizilen ok, çizilmesi istenen vektördür. Vektörün yönü daima başlangıç noktasından bitiş noktasına yöneliktir.
- ◆ Üç boyutlu dik koordinat sisteminde vektör çizilecekse benzer şekilde yine vektörün bitiş noktasının (x,y,z) koordinatları belirtilir ve orijinden o noktaya şekildeki gibi ok çizilir. Bu ok kenar uzunlukları (x,y,z) koordinatları belirtilen değerdeki kare ya da dikdörtgenler prizmasının köşegenidir.



İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde vektör gösterimi

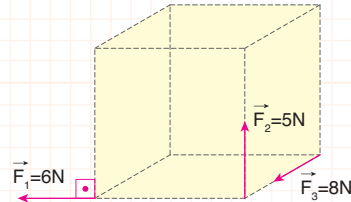


Üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde vektör gösterimi

SORU - 1

Bir küpün üzerine yerleştirilen \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibidir.

Buna göre, \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin bileşkesi kaç N olur?

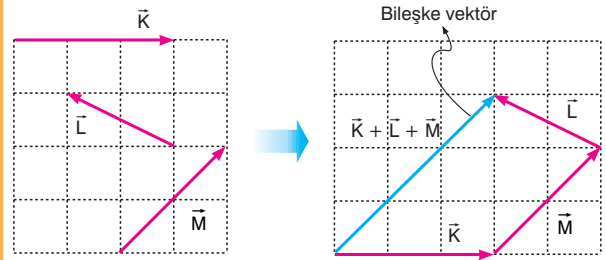


- A) $2\sqrt{2}$ B) $2\sqrt{3}$ C) $3\sqrt{3}$ D) $5\sqrt{3}$ E) $5\sqrt{5}$

VEKTÖRLERDE TOPLAMA İŞLEMİ

UÇ UCA EKLEME YÖNTEMİ

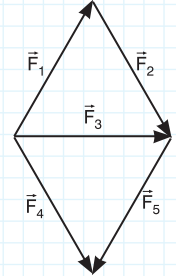
- Herhangi bir vektör seçilir. Sıra gözetmeksizin vektörlerin yönünü değiştirmeden kendisinden bir önce seçilen vektörün uç noktasına eklenir.
- Tüm vektörler uç uca eklendikten sonra ilk vektörün başlangıç noktasından son vektörün bitiş noktasına çizilen vektör, bileşke vektördür. Şekilde \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörleri uç uca eklenerek toplanmıştır.
- ◆ Vektörler uç uca eklendiğinde, ilk vektörün başlangıç noktası ile son vektörün bitiş noktası çakışıyor ise, toplam vektör sıfırdır.



ÖRNEK - 1 (ÖSYM'DEN)

Şekildeki \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , \vec{F}_4 , \vec{F}_5 kuvvetlerinin her birinin büyüklüğü F dir.

Kuvvetler aynı düzlemde olduğuna göre, bu kuvvetlerden hangisi çıkarılırsa geri kalan kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü 2F olur?



- A) \vec{F}_1 B) \vec{F}_2 C) \vec{F}_3 D) \vec{F}_4 E) \vec{F}_5

ÇÖZÜM

Uç uca ekleme yöntemine göre, verilen kuvvetlerin bileşkesi

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 \text{ tir.}$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_5 = \vec{F}_4 \text{ olduğundan,}$$

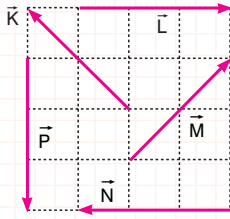
$$\vec{R} = 2\vec{F}_4 + \vec{F}_3 \text{ olur.}$$

Kuvvetlerin her birinin büyüklüğü F olduğuna göre, bileşke kuvvetin büyüklüğünün 2F olması için \vec{F}_3 kuvveti yok edilmelidir. Bu durumda yeni bileşke kuvvet $\vec{R}' = 2\vec{F}_4$ olacaktır. $F_4 = F$ olduğundan $R' = 2F$ olur.

Cevap: C

SORU - 2

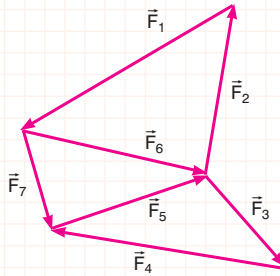
Aynı düzlemde olan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörleri şekildeki gibi verilmiştir.



Bölmeler 1 br olduğuna göre, aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) \vec{L} ve \vec{N} vektörleri zıt vektörlerdir.
- B) Bütün vektörlerin toplamının büyüklüğü 1 br'dir.
- C) $\vec{P} + \vec{L}$ vektörü ile \vec{K} vektörünün yönleri zıttır.
- D) \vec{K} ve \vec{M} vektörleri eşit vektörlerdir.
- E) $\vec{K} + \vec{M}$ vektörünün doğrultusu \vec{L} vektörünün doğrultusuna diktir.

SORU - 3



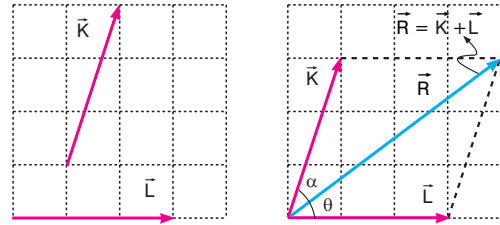
Aynı düzlemde bulunan şekildeki \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , \vec{F}_4 , \vec{F}_5 , \vec{F}_6 ve \vec{F}_7 vektörlerinin bileşkesi bu vektörlerden hangisine eşittir?

- A) \vec{F}_1
- B) \vec{F}_3
- C) \vec{F}_4
- D) \vec{F}_5
- E) \vec{F}_7

PARALEL KENAR YÖNTEMİ

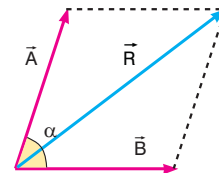
- Paralel kenar yöntemiyle bileşkesi bulunacak K ve L vektörleri, yön ve doğrultuları değiştirilmeden başlangıç noktaları bir araya gelecek şekilde taşınır.
- \vec{K} vektörünün bitiş noktasından \vec{L} ye paralel, \vec{L} vektörünün bitiş noktasından da \vec{K} ye paralel çizgiler çizilerek paralel kenar oluşturulur.
- Vektörlerin çakışık olan başlangıç noktasını paralel kenarın karşı köşesine birleştiren vektör, iki vektörün toplamına eşit olan bileşke vektördür.

Bu şekilde $\vec{R} = \vec{K} + \vec{L}$ bulunmuş olur.



- Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin büyüklükleri eşit olursa, bileşke vektör açıortay üzerinde olur. Yani $\alpha = \theta$ olur.
- Vektörlerden birinin büyüklüğü daha fazla ise, bileşke vektör büyük vektöre yakın olur. Örneğin $|\vec{L}| < |\vec{K}|$ ise, $\alpha < \theta$ olur.
- Aralarında α açısı bulunan \vec{A} ve \vec{B} vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğü aşağıdaki bağıntıdan bulunur.

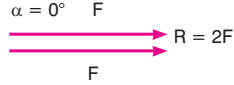
$$R^2 = A^2 + B^2 + 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos\alpha$$



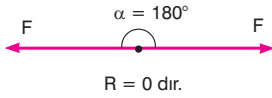
- İki vektörün bileşkesinin maksimum değeri vektörlerin büyüklüklerinin toplamı, minimum değeri vektörlerin farkı kadardır. Aralarındaki açı büyüdükçe bileşke vektör küçülür.

BÜYÜKLÜKLERİ EŞİT OLAN VEKTÖRLERİN BİLEŞKESİ

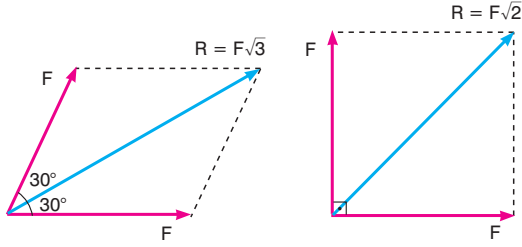
- Kuvvet vektörel büyüklük olduğu için vektörlerin özellikleri kuvvetler üzerinden de açıklanabilir.
- Büyüklükleri F olan iki vektör arasındaki açı değiştiğinde bileşkeleri de değişir.
- Kuvvetler aynı yönlü olup aralarındaki açı 0° ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü $R = 2F$ 'dir.



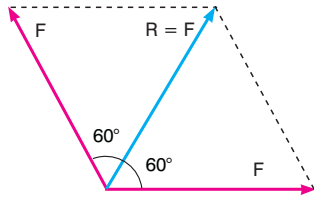
- Kuvvetler zıt yönlü olup aralarındaki açı 180° ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü sıfırdır. $R = 0$ dir.



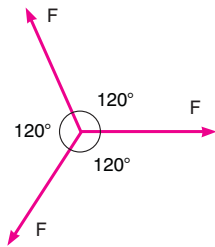
- Kuvvetler eşit büyüklükte ve aralarındaki açı $\alpha = 60^\circ$ ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü, $R = F\sqrt{3}$ tür.



- Kuvvetler arasındaki açı 90° ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü pisagor bağıntısından bulunur. $R = F\sqrt{2}$ dir.
- Eşit büyüklükteki kuvvetler arasındaki açı, $\alpha = 120^\circ$ ise bileşke kuvvetin büyüklüğü kuvvetlerden bir tanesinin büyüklüğüne eşittir. $R = F$ dir.

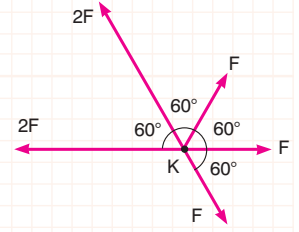


- Eşit büyüklükteki üç kuvvetin arasındaki açı, $\alpha = 120^\circ$ ise bileşke kuvvetin büyüklüğü sıfırdır. Üç kuvvette olduğu gibi aralarındaki açı eşit olan n tane eşit büyüklükteki kuvvetin bileşkesi sıfır olur.



SORU - 4

Yatay düzlemde bulunan noktasal K cismine büyüklükleri F ve $2F$ olan yatay kuvvetler şekildedeki gibi etki ediyor.



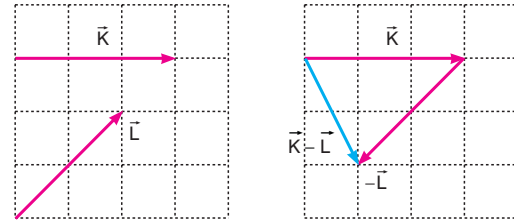
Buna göre, noktasal K cismine etki eden kuvvetlerin bileşkesi kaç F 'dir?

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

VEKTÖRLERDE ÇIKARMA İŞLEMİ

- Vektörlerle yapılan çıkarma işlemi, toplama işleminin özellikleri kullanılarak yapılabilir. Aynı düzlemdeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinden $\vec{K} - \vec{L}$ vektör farkı $\vec{K} + (-\vec{L})$ şeklinde yazılabilir. Bu ifade \vec{K} vektörü ile $-\vec{L}$ vektörü uç uca eklenerek toplama işlemi yapılabileceğini belirtir.

- $\vec{K} - \vec{L}$ vektörünü bulmak için, \vec{K} vektörü aynen alınır, \vec{L} vektörü ters çevirilip toplanır. Başlangıç uçları çakışık vektörlerin çıkarma işlemi, eksi işaretli vektörün ucundan, artı vektörün ucuna çizilerek de bulunabilir.



SORU - 5

Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörlerine ait $\vec{K} + \vec{L}$ ile $\vec{L} + \vec{M}$ vektörleri şekildedeki gibidir.

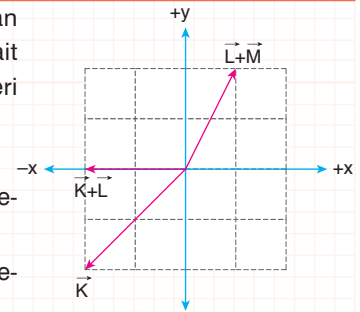
Buna göre,

- \vec{L} vektörü $+y$ yönündedir.
- \vec{M} vektörü $+x$ yönündedir.

- \vec{L} nin büyüklüğü \vec{K} ninkine eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?
(Bölmeler eşit aralıktır.)

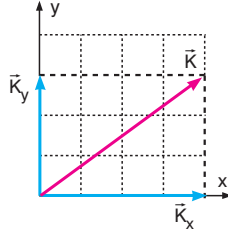
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III



VEKTÖRLERDE DİK BİLEŞENLERİNE AYIRMA

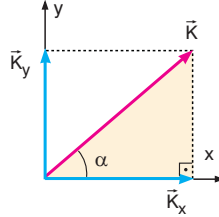
► Bir vektörün dik bileşenleri, o vektörü oluşturan x ve y eksenlerindeki vektörlerdir. Bu bileşenleri bulmak için, vektörün başlangıç noktası, x, y koordinat ekseninin başlangıcına alınır.

► Şekilde \vec{K} vektörünün ucundan x eksenine dik inilir ve başlangıç noktasını bu noktaya birleştiren vektör \vec{K} 'nin \vec{K}_x bileşenidir. Benzer, şekilde y eksenine dik inilerek \vec{K}_y bileşeni bulunur.



► Dik bileşenlerin bileşkesi \vec{K} vektörüdür.

► Taralı üçgende sinüs ve cosinüs değerlerinden faydalanılarak bileşenlerin büyüklüğü bulunur.

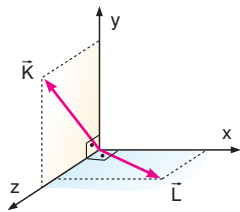


$$\cos \alpha = \frac{K_x}{K}$$

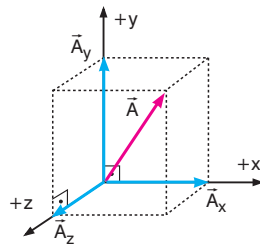
$$K_x = K \cdot \cos \alpha \text{ dir.}$$

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

$$K_y = K \cdot \sin \alpha \text{ dir.}$$



Şekil - I



Şekil - II

◆ Şekil - I'deki vektörlerden yz koordinat düzleminde olan \vec{K} vektörünün y ve z eksenlerinde dik bileşeni vardır. xz koordinat düzleminde olan \vec{L} vektörünün ise x ve z eksenlerinde bileşeni vardır.

◆ Şekil - II'deki \vec{A} vektörü ise üç boyutlu vektör olduğundan, xyz koordinat eksenlerinin her birinde $\vec{A}_x, \vec{A}_y, \vec{A}_z$ bileşenleri vardır.

KUVVETİN HAREKETE ETKİSİ

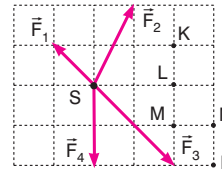
► Kuvvetin hareket ettirme ya da hareketi engelleme özelliğinin olduğunu TYT konusunda öğrenmiştiniz. Burada kuvvetin farklı doğrultularda uygulandığında harekete etkisi incelenecek.

► Duran cisimler, üzerine uygulanan kuvvetlerin **bileşkesi yönünde** harekete geçer. Bileşke kuvvet sıfır ise, duran cisim harekete geçemez, hareket hâlinde ise sabit süratli hareketini devam ettirir.

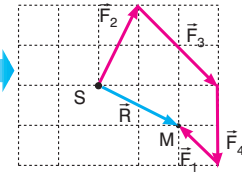
► Cismin hareketi yönünde uygulanan bileşke kuvvet cismi aynı yönde hızlandırır, zıt yönde uygulanan ise aynı yönde yavaşlatır.

► Cismin hareket yönü ile uygulanan kuvvet vektörü aynı doğrultuda değilse, cisim kuvvetin etkisi ile eğrisel yörünge izler.

► Sürtünmesi önemsiz ölçekli yatay düzlemde durmakta olan noktasal S cismine yatay $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ kuvvetleri Şekil - I'deki gibi uygulandığında cismin hangi noktadan geçeceğini bulmak için bileşke kuvvet Şekil - II'deki gibi uç uca ekleme metodundan bulunur. Duran cisimler bileşke kuvvet yönünde harekete geçeceği için cisim M noktasından geçer.



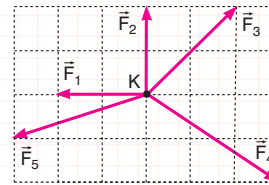
Şekil - I



Şekil - II

SORU - 6

Yatay düzlemdeki beş kuvvet duran noktasal K cismine şekildeki gibi uygulanıyor.



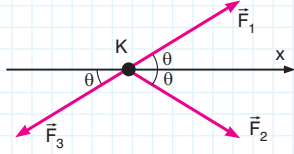
Buna göre, cisim hareket halinde iken kuvvetlerden hangisi kaldırılırsa cisim hareket doğrultusunu değiştirmez?

(Bölmeler eşit aralıklı ve sürtünlere önemsizdir.)

- A) \vec{F}_1 B) \vec{F}_2 C) \vec{F}_3 D) \vec{F}_4 E) \vec{F}_5

ÖRNEK - 2 (ÖSYM'den)

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki noktasal K cismine, bu düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibi etki ettiğinde, cisim x yönünde hareket ediyor.



\vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla F_1 , F_2 , F_3 olduğuna göre, aşağıda verilenlerden hangisi kesinlikle yanlıştır?

(Şekildeki kuvvetlerin büyüklükleri ölçekli çizilmemiştir.)

- A) $F_1 = F_3$ B) $F_2 = F_3$ C) $F_1 > F_2$
D) $F_1 > F_3$ E) $F_2 > F_3$

ÇÖZÜM

Cismin x yönünde hareket etmesi için kuvvetlerin bileşkesinin x yönünde olması gerekir. \vec{F}_1 ile \vec{F}_3 zıt yönlü olduğu için bu ikisinin bileşkesi \vec{F}_1 yönünde olmalıdır.

Ayrıca $F_1 - F_3 = F_2$ olmalıdır. Çünkü, ancak böyle bir durumda bileşke açortay üzerinde olabilir.

Buradan, $F_1 = F_2 + F_3$ olur.

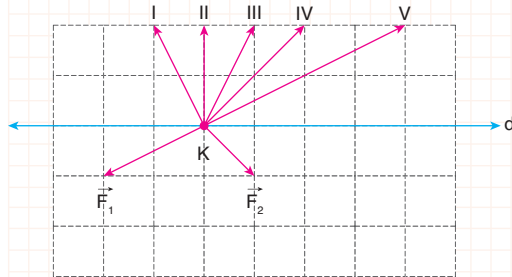
Sonuç olarak F_1 hem F_2 den hem de F_3 ten kesinlikle büyüktür. Ancak F_2 ile F_3 arasında kesin bir ilişki kurulamaz. Eşitlik olabileceği gibi birisi diğerinden büyük de olabilir.

Soruda kesinlikle yanlış olan sorulduğu için, $F_1 = F_3$ olamaz. Eğer $F_1 = F_3$ olursa, cisim x yönünde hareket etmez \vec{F}_2 yönünde hareket eder.

Cevap: A

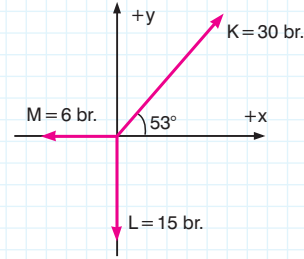
SORU - 7

Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan noktasal K cismine aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetleri uygulandığında cisim d doğrultusunda harekete başlıyor.



F_1 ve F_2 kuvvetleri şekildeki gibi olduğuna göre F_3 kuvveti I, II, III, IV ve V oklarıyla gösterilen kuvvetlerden hangisi gibi kesinlikle olamaz? (Bölmeler eşit aralıktır.)

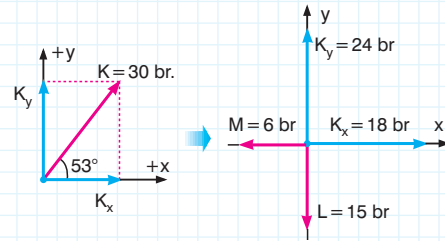
- A) I B) II C) III D) IV E) V

ÖRNEK - 3 (ÖSYM'den)

Büyüklükleri ve yönleri şekildeki gibi olan x, y düzlemindeki \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörlerinin bileşkesinin ($\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$) büyüklüğü kaç birimdir? ($\cos 53^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$)

ÇÖZÜM

\vec{K} vektörünün dik bileşenleri;



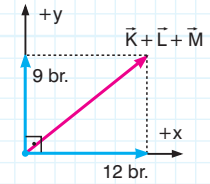
$$K_x = K \cdot \cos 53^\circ = 30 \cdot 0,6 = 18 \text{ br}$$

$$K_y = K \cdot \sin 53^\circ = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ br}$$

x ve y eksenlerindeki zıt yönlü olan vektörlerin bileşkesi alınarak iki vektöre indirgenir. Daha sonra da 9 birimlik y eksenindeki vektör ile x eksenindeki 12 br'lik vektörünün bileşkesi bulunur.

$$R^2 = 9^2 + 12^2 \Rightarrow R = 15 \text{ br dir.}$$

Bu aynı zamanda $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ vektörlerinin vektörel toplamına eşittir.

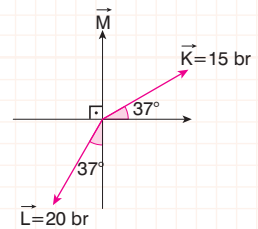


Cevap: 15

SORU - 8

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

\vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörlerinin büyüklüğü sıfır olduğuna göre, \vec{M} vektörünün büyüklüğü kaç birimdir? ($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$ dir.)



- A) 3 B) 5 C) 7 D) 9 E) 11



1. Kütlesi 100 kg, boyu 180 cm olan sporcu halatın ucunda şekildeki gibi dengede kaldığında halatta 980 N gerilme kuvveti oluşuyor.



Bu ifadelerle göre,

- I. 100 kg skaler bir büyüklüktür.
- II. 980 N vektörel bir büyüklüktür.
- III. 180 cm vektörel bir büyüklüktür.

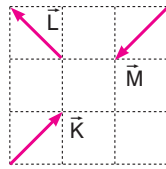
yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörleri şekilde verilmiştir.

Buna göre,

- I. $\vec{K} = \vec{L}$ dir.
- II. $\vec{L} = \vec{M}$ dir.
- III. $\vec{K} = -\vec{M}$ dir.



yargılarından hangileri doğrudur?

(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

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

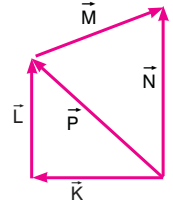
3. Aynı düzlemde bulunan 4f, 3f, 6f büyüklüğündeki kuvvetler için,

- I. Bileşkelerinin alacağı en küçük değer f'dir.
- II. Bileşkelerinin alacağı en büyük değer 13f'dir.
- III. Bileşkeleri sıfır olabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

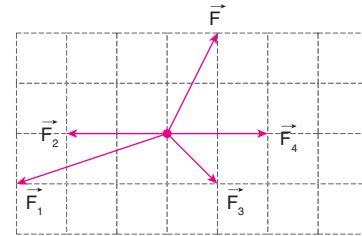
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

4. Şekilde aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörlerinin bileşkesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?



- A) $\vec{K} + \vec{N}$ B) $\vec{K} + \vec{M}$ C) $\vec{M} + \vec{N}$
D) $\vec{P} + 2\vec{N}$ E) $2\vec{L} + \vec{P}$

- 5.



Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , \vec{F}_4 ve \vec{F} kuvvetleri şekildeki gibidir. \vec{F} ile \vec{F}_1 kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü R dir.

Buna göre,

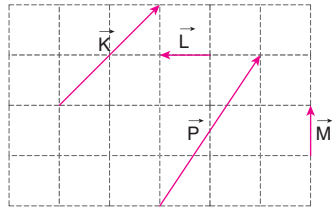
- I. \vec{F} ile \vec{F}_2 kuvvetinin bileşkesinin büyüklüğü R dir.
- II. \vec{F} ile \vec{F}_3 kuvvetinin bileşkesinin büyüklüğü R dir.
- III. \vec{F} ile \vec{F}_4 kuvvetinin bileşkesinin büyüklüğü R dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



6.



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

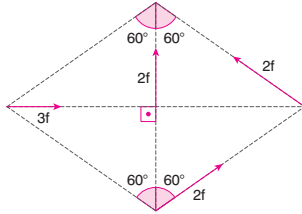
Buna göre, aşağıdaki işlemlerden hangisi yapıldığında bileşke vektör \vec{P} ye eşit olur?

A) $\vec{K} - \vec{L} + \frac{\vec{M}}{2}$ B) $2\vec{K} + \vec{L} - \vec{M}$

C) $\frac{\vec{K}}{2} - 2\vec{L} + \vec{M}$ D) $\frac{\vec{K}}{2} - \vec{L} + 2\vec{M}$

E) $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$

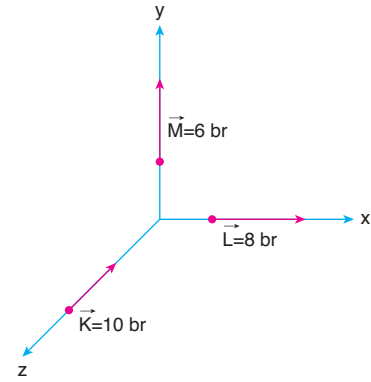
7. Aynı düzlemde bulunan $2f$ ve $3f$ büyüklüğündeki kuvvetler şekildeki gibidir. Şekildeki dört kuvvete ait bileşke kuvvetin büyüklüğü R dir.



Buna göre, R kaç f dir?

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

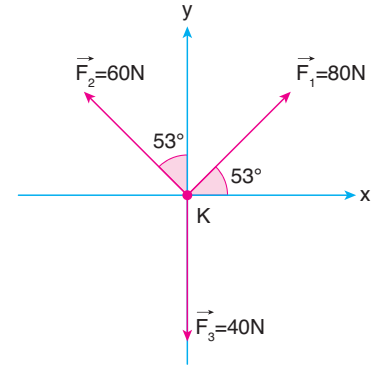
8. x, y, z koordinat sistemine şekildeki gibi yerleştirilen \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerinin büyüklüğü şekildeki gibidir.



Buna göre, \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğü kaç br dir?

- A) $5\sqrt{2}$ B) $5\sqrt{3}$ C) $8\sqrt{2}$
D) $10\sqrt{2}$ E) $10\sqrt{3}$

9. x, y düzleminde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerinin büyüklüğü şekildeki gibidir.



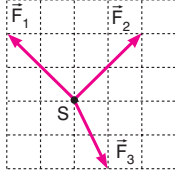
Buna göre, \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü kaç N dur?

($\sin 53^\circ = 0,8$, $\cos 53^\circ = 0,6$ dir.)

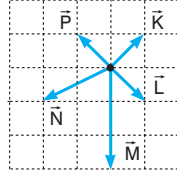
- A) 20 B) 40 C) 60 D) 80 E) 100



1. Sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerindeki noktasal S parçacığı, aynı düzlemdeki beş ayrı kuvvetin etkisinde hareketsiz kalıyor.



Şekil - I



Şekil - II

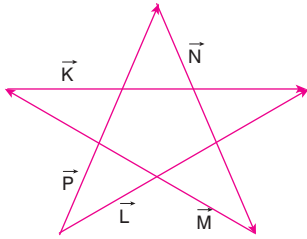
Bu kuvvetlerden üçü \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 Şekil - I'deki gibi olduğuna göre, diğer iki kuvvet,

- I. M ile P
- II. L ile N
- III. K ile M

Şekil - II'de verilenlerden hangileri olabilir?

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

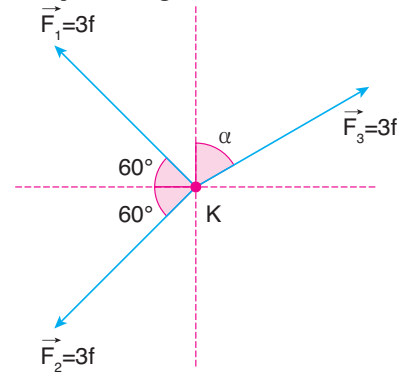
2. Aynı düzlemde \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörleri şekildeki gibidir.



Buna göre, \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörlerinin bileşkesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $2\vec{K}$
- B) $2\vec{L}$
- C) $2\vec{M}$
- D) $3\vec{K}$
- E) $3\vec{L}$

3. Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan K noktasal cismine aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 ve \vec{F}_4 kuvvetleri uygulandığında cisim dengede kalıyor. \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibidir.



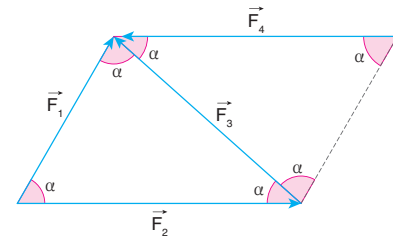
F_4 kuvvetinin büyüklüğü için,

- I. $\alpha = 30^\circ$ ise $3f$ dir.
- II. $\alpha = 60^\circ$ ise sıfırdır.
- III. $\alpha = 90^\circ$ ise sıfırdır.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

- 4.



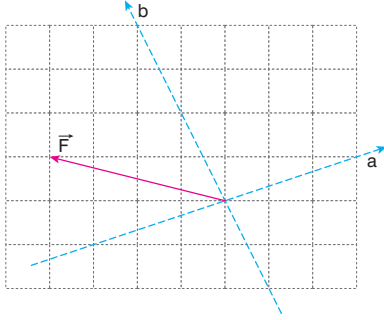
Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 ve \vec{F}_4 kuvvetleri şekildeki gibidir. \vec{F}_1 ile \vec{F}_2 nin bileşkesi \vec{R}_1 , \vec{F}_2 ile \vec{F}_3 ün bileşkesi \vec{R}_2 , \vec{F}_3 ile \vec{F}_4 ün bileşkesi \vec{R}_3 dür.

Buna göre, R_1 , R_2 ve R_3 büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

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



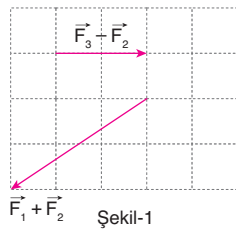
5. a ve b eksenleriyle aynı düzlemde bulunan F büyüklüğündeki kuvvetin a eksenindeki bileşeninin büyüklüğü F_a , b eksenindeki bileşeninin büyüklüğü F_b dir.



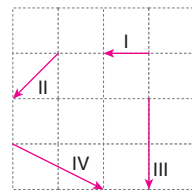
Buna göre, F, F_a ve F_b büyüklükleri arasındaki ilişki nedir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) $F > F_a > F_b$ B) $F > F_a = F_b$ C) $F_a > F > F_b$
D) $F_b > F_a > F$ E) $F_b > F > F_a$

6.



Şekil-1



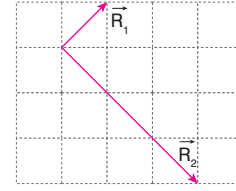
Şekil-2

Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1, \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerine ait $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ile $\vec{F}_3 - \vec{F}_2$ bileşke kuvvetleri Şekil-1'deki gibidir.

Buna göre, \vec{F}_1 ve \vec{F}_3 kuvvetleri Şekil-2'deki I, II, III ve IV nolu oklarla gösterilen kuvvetlerden hangi ikisi olabilir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

7. Aynı düzlemde bulunan \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin toplamı \vec{R}_1 , \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin farkı ise \vec{R}_2 dir.



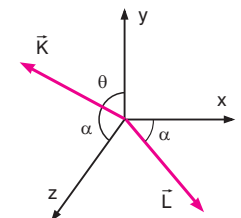
Buna göre, \vec{K} ve \vec{L} vektörleri aşağıdakilerden hangisi kesinlikle olamaz? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) B)
C) D)
E)

8. Büyüklükleri eşit \vec{K} vektörü yz düzleminde, \vec{L} vektörü xz düzleminde.

Buna göre, vektörlerin K_y, K_z, L_x bileşenlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

($\theta < \alpha$ dir.)



- A) $L_x < K_y < K_z$ B) $K_y < L_x = K_z$
C) $L_x = K_y < K_z$ D) $K_z < K_y < L_x$
E) $L_x = K_z < K_y$

BAĞIL HAREKET

HAREKETİN GÖRECELİ OLMASI

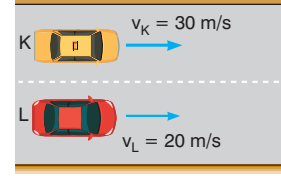
- ◆ Hareketli ya da duran cisimlere farklı gözlem noktalarından bakıldığında cisimler gerçek hareketlerinden farklı hareket yapıyormuş gibi algılanabilir.
- ◆ Örneğin araçlar hareket hâlinde iken yol kenarındaki bir ağacı geriye doğru gidiyormuş gibi görürüz. Bundan dolayı **hareketin görelî** bir kavram olduğu ifade edilir.
- ◆ Bir cismin hareketini tanımlamak için duruyor kabul edilen noktaya **referans noktası** denir. Cisimlerin hareketlerinin veya hızlarının tanımlanması, seçilen referans sistemine göre farklılık gösterebilir.
- ◆ Hareket halindeki araç içinde koltukta oturan bir yolcu aracın şoförünü duruyor olarak görürken, yol kenarından bakan birisi aynı şoförün hareket hâlinde olduğunu görür.
- ◆ Bir gözlemcinin başka bir gözlemciye göre hareketine **bağlı hareket**, gözlemcilerin birbirine göre hızına **bağlı hız** denir.
- ◆ Evrende mutlak duran hiçbir cisim olmadığı hâlde, yer küre sabit referans noktası seçilmektedir.
- ◆ Araçların hızlarını anlatmak için kullanılan ifadelerde, referans sistemi olarak yerküre seçilmiştir. Yere göre aracın hızı 40 km/h denildiğinde yer hareketsiz kabul edilmektedir.
- ◆ Bağlı hız \vec{v}_b ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. Birimi m/s dir. Bağlı hız bulunurken vektörel işlem yapılır. Cismin hızı ile gözlemcinin hızının vektörel farkı bağlı hızı verir.

$$\vec{v}_{\text{bağlı}} = \vec{v}_{\text{cisim}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

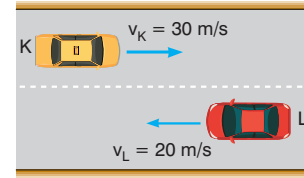
- ◆ \vec{v}_{cisim} : Cismin yere göre hızı, $\vec{v}_{\text{gözlemci}}$: Gözlemcinin yere göre hızıdır.

İKİ CİSMİN BİRBİRİNE GÖRE HAREKETİ

- ◆ K aracının L aracına göre hızı denildiğinde, L aracının hızı gözlemcinin hızı, K aracının hızı da gözlenen hızıdır.



Şekil - I



Şekil - II

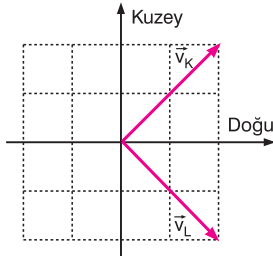
- ◆ Aynı yönde aynı hızla giden araçların sürücüleri birbirlerini hareket etmiyormuş gibi görür.
- ◆ Hareket yönleri aynı olan araçların bağlı hızının büyüklüğü hızlarının farkına eşittir. Şekil - I'de K ve L araçlarının birbirlerine göre hızının büyüklüğü 10 m/s dir. K aracının sürücüsü L aracını geriye doğru 10 m/s hızla gidiyormuş gibi görürken, L'nin sürücüsü ise K aracını 10 m/s hızla ileriye gidiyormuş gibi görür.
- ◆ Şekil - II'deki gibi hareket yönleri zıt olan araçların bağlı hızının büyüklüğü hızlarının toplamına eşittir. K ve L araçlarının birbirlerine göre hızlarının büyüklüğü 50 m/s dir. K aracının hareket yönü pozitif seçilirse,
- ◆ K'nin L'ye göre hızı,

$$\vec{v}_b = \vec{v}_K - \vec{v}_L = 30 - (-20) = +50 \text{ m/s}$$
- ◆ L'nin K'ye göre hızı,

$$\vec{v}_b = \vec{v}_L - \vec{v}_K = -20 - (+30) = -50 \text{ m/s}$$
 dir.
- ◆ Bağlı hızların işareti vektör farkından daha kolay anlaşılabilir. Gözlemcinin hız vektörünü ters çevirip toplamak yeterlidir.

İKİ BOYUTTA BAĞIL HAREKET

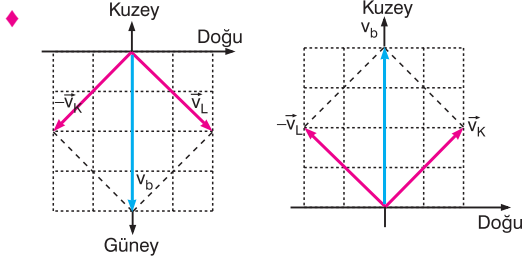
- ◆ Araçlar aynı yönlü hareket ettiklerinde bağıl hızın büyüklüğü en az, zıt yönde hareket ettiklerinde ise en büyüktür. Hız vektörleri arasındaki açı arttıkça bağıl hızın büyüklüğü de artar.



Şekildeki gibi yere göre, v_K , v_L hızları ile hareket eden K ve L araçlarının birbirlerine göre bağıl hızın büyüklüğü,

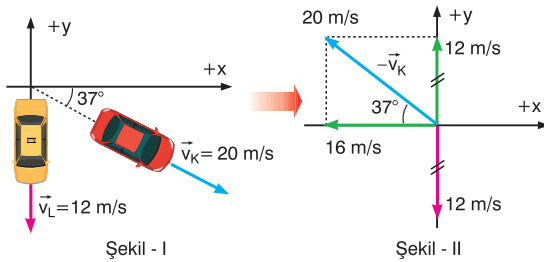
$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{cisim}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

ile bulunur.

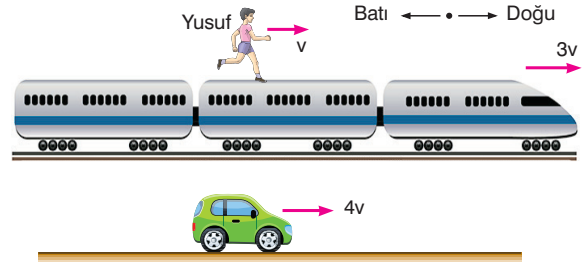


Kuzeydoğu yönünde yere göre v_K hızı ile giden aracın sürücüsü yere göre v_L hızı ile giden L aracını güney yönünde gidiyormuş gibi görür. L aracının sürücüsü ise K aracını kuzey yönünde gidiyormuş gibi görür.

- ◆ Bağıl hız, gözlemcinin hızı ters çevrilip gözlenen hızla vektörel olarak toplanması ile bulunur.
- ◆ Şekildeki gibi aralarında belli açıların olduğu araçların birbirlerine göre bağıl hızı vektörel işlemler ile yapıldığı için K'nin hız vektörü bileşenlerine ayrılarak şekildeki gibi yapılabilir.



- ◆ Yere göre Şekil - I'deki gibi hareket eden K ve L araçlarından L aracının K'ye göre hızını bulmak için Şekil - II'deki gibi gözlemcinin hızı ters çevrilip vektörel olarak bileşkenin bulunabilmesi için \vec{v}_K hız vektörü bileşenlerine ayrılarak yapılmıştır.
- ◆ Yapılan işleme göre bağıl hız $-x$ yönünde ve 16 m/s'dir. O halde K aracının sürücüsü L aracını $-x$ yönünde ve 16 m/s hızla gidiyormuş gibi görür.

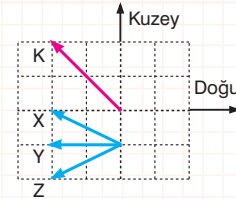


Yukarıda verilen şekilde tren ve otomobil yere göre $3v$ ve $4v$ hızları ile doğu yönünde hareket ediyor. Yusuf ise trenle aynı yönde ve trene göre v hızı ile hareket ediyor.

- ◆ Yusuf'un yere göre hızı, trenin hızı ile trene göre hızının vektörel toplamıdır. Bu da $v + 3v = 4v$ dir.
- ◆ Otomobile göre trenin hızı,
 $\vec{v}_b = \vec{v}_{\text{tren}} - \vec{v}_{\text{oto}} = 3v - 4v = -v$ 'dir.
- ◆ Otomobile göre Yusuf'un hızı,
 $\vec{v}_b = \vec{v}_Y - \vec{v}_{\text{oto}} = 4v - 4v = 0$ 'dir.

SORU - 1

Aynı düzlemde hareket eden K, X, Y, Z araçlarının yere göre hız vektörleri şekildeki gibidir.

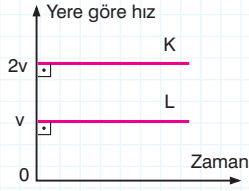


Buna göre, X, Y ve Z araçlarındaki araca göre hareketsiz olan gözlemcilerden hangileri, K aracını kuzeye doğru gidiyormuş gibi görür? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) X ve Y
D) Y ve Z E) X, Y ve Z

ÖRNEK - 1 (ÖSYM'DEN)

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

Gözlemcilerin hareketleri süresince sabit hızla hareket ettiklerinden birbirlerini hızlanıyor veya yavaşlıyor göremezler. Bağıl hızları sabittir.

K'nin gözlemci olduğu verildiğine göre, doğu yönü pozitif yön olarak kabul edilirse, araçlar doğu yönünde hareket etmektedir.

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

$$\vec{v}_b = \vec{v}_L - \vec{v}_K$$

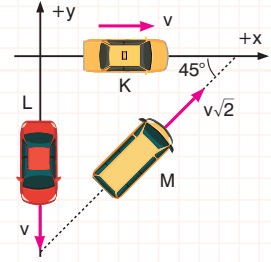
$$\vec{v}_b = v - 2v = -v \text{ olur.}$$

işaretin (-) olması yönün batı olduğu anlamına gelir.

Cevap: A

SORU - 2

Şekilde K ve L araçları v büyüklüğünde, M ise $v\sqrt{2}$ hızıyla hareket ediyor.



Buna göre,

- I. K'nin L'ye göre hızı $v\sqrt{2}$ dir.
- II. L'nin M'ye göre hızı v 'dir.
- III. M'nin K'ye göre hızı v 'dir.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

SORU - 3

Aynı doğrultuda zıt yönlerde hareket eden K ve L araçlarının hızları şekilde belirtildiği gibi sırasıyla $-3v$ ve v dir.



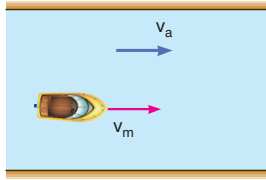
K aracındaki gözlemci L aracını v_1 , L aracındaki gözlemci K aracını v_2 hızı ile hareket ediyor gördüğüne göre, hızların büyüklüklerinin $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?

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

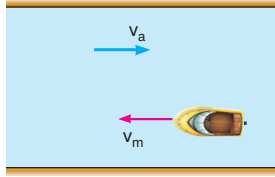
HAREKETLİ ORTAMLARDA BAĞIL HAREKET

TEK BOYUTTA BAĞIL HAREKET

- ◆ Rüzgarlı hava ya da akan ırmak hareketli ortamlardır. Varlıkların bu ortamlardaki hareketi ortamların hızından etkilenir.
- ◆ İrmak problemleri incelenirken akıntının hızının sabit ve aynı yönde aktığı kabul edilecektir.
- ◆ **Suya göre hız:** Su durgun iken kayığın ya da motorun sahip olduğu hızdır.
- ◆ **Yere göre hız:** Suya göre hız ile akıntı hızının vektörel bileşkesi olan hızdır. Yani, yerde duran bir gözlemciye göre hızdır.
- ◆ İrmağın akıntısına bırakılan cismin yere göre hızı irmağın hızına eşittir.



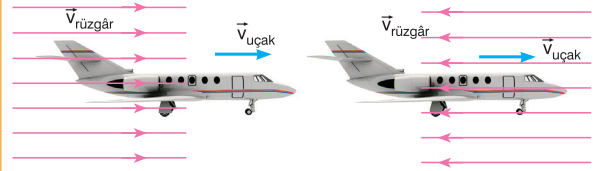
Şekil - I



Şekil - II

- ◆ Motor, Şekil - I'deki gibi akıntı yönünde hareket ediyorsa,
 $v_{yer} = v_a + v_m$ dir.
- ◆ Motor, Şekil - II'deki gibi akıntıya zıt yönde hareket ediyorsa, motorun yere göre hızı ve yere göre hareketi için üç olasılık vardır.
 1. $v_m = v_a$ ise olduğu yerde kalır.
 2. $v_m < v_a$ ise akıntı yönünde sürüklenir.
 3. $v_m > v_a$ ise akıntıya ters yönde yol alır.
- ◆ Motor hangi yönde giderse gitsin yer değiştirme miktarı sabit hızlı hareket denklemi olan, $x = v_{yer} \cdot t$ bağıntısı ile bulunur.

- ◆ Rüzgârlı ortamda hareket eden uçağın yerde duran bir gözlemciye göre hızı, $\vec{v}_{yer} = \vec{v}_{uçak} + \vec{v}_{rüzgâr}$ ile bulunur.

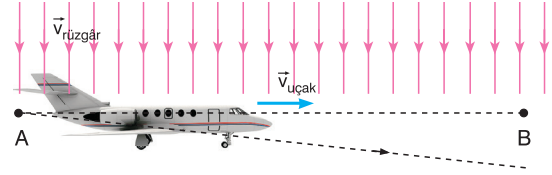


- ◆ Uçak rüzgâr ile aynı yönde hareket ediyorsa uçağın yerde duran bir gözlemciye göre hızı,

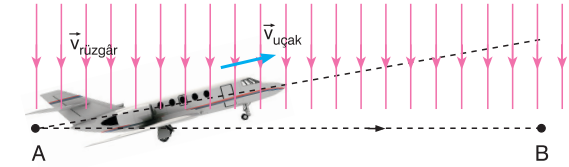
$$v_{yer} = v_{uçak} + v_{rüzgâr} \text{ dir.}$$

- ◆ Uçak rüzgâr ile zıt yönde hareket ediyorsa uçağın yerde duran bir gözlemciye göre hızı,

$$v_{yer} = v_{uçak} - v_{rüzgâr} \text{ dir.}$$

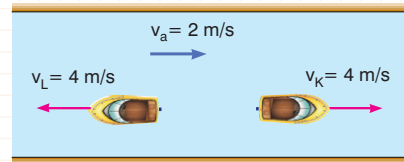


- ◆ Rüzgâra dik doğrultuda A kentinden B kentine gitmek isteyen uçağın yere göre hızı B kentine yönelik olmaz. B kentine gidebilmesi için rotasını aşağıdaki gibi ayarlaması gerekir.



SORU - 4

Akıntı hızının her yerinde sabit ve $v_a = 2$ m/s olduğu ırmakta, K ve L kayıklarının suya göre akıntı doğrultusundaki hızları v_K ve v_L şeklindeki gibidir.

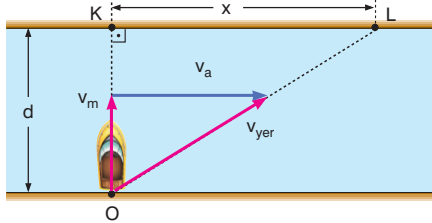


Kayıkların yere göre hızlarının büyüklükleri v'_K ve v'_L olduğuna göre, $\frac{v'_K}{v'_L}$ oranı kaçtır?

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

AKINTIYA DİK DOĞRULTUDA BAĞIL HAREKET

- ◆ Akıntıya dik olarak hareket eden motor hem akıntı yönünde hem de akıntıya dik doğrultuda yer değiştirir.
 - ◆ Motor hem kendi hızının hem de akıntı hızının etkisi ile bileşik bir hareket yapar.
 - ◆ Şekildeki gibi O noktasından K noktasına doğru hareket eden motor, akıntı etkisi ile x kadar uzaklıktaki L noktasına çıkar.
 - ◆ Hangi doğrultudaki yer değiştirme bulunmak isteniyorsa, o doğrultudaki hız alınır.
 - ◆ Akıntı doğrultusundaki yer değiştirme akıntının hızından kaynaklanır ve akıntı hızı motorun karşı kıyıya geçme süresini etkilemez.
- $d = v_{\text{motor}} \cdot t$ bağıntısına göre, karşı kıyıya geçme süresi ırmağın genişliği ile doğru, motorun suya göre hızı ile ters orantılıdır.



Akıntı hızı v_a , motorun hızı v_m , motorun yere göre hızı v_{yer} olduğuna göre, üç farklı doğrultuda alınan yollar,

$$d = |OK| = v_m \cdot t$$

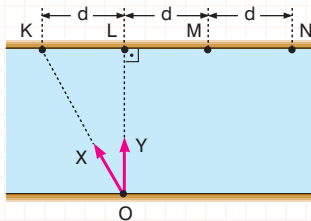
$$x = |KL| = v_a \cdot t$$

$$|OL| = v_{\text{yer}} \cdot t \text{ dir.}$$

Bağıntılardaki t'ler eşittir.

SORU - 5

Akıntı hızının her yerinde eşit ve sabit olduğu bir ırmakta O noktasından suya göre eşit büyüklükteki hızlarla harekete geçen X ve Y motorlarından X, L noktasından karşı kıyıya çıkıyor.

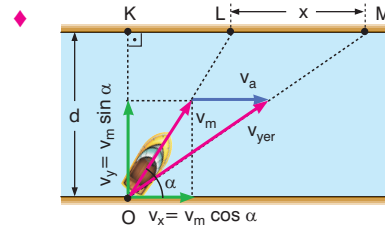


Buna göre, Y nereden karşı kıyıya çıkar?

- A) KL arasında B) L'den
C) LM arasında D) M'den
E) MN arasında

AKINTIYA DİK OLMAYAN HAREKET

- ◆ Bir motor nehirde şekildeki gibi L noktasına yönelerek harekete geçtiğinde, akıntının etkisi ile M noktasına varıyor.



Motorun suya göre v_m hızı bileşenlerine ayrıldığında, motorun karşı kıyıya çıkma süresi bulunurken akıntıya dik v_y bileşeni kullanılır.

- ◆ Akıntı hızı v_a , motorun hızı v_m , motorun yere göre hızı v_{yer} olduğuna göre, her doğrultuda alınan yollar bulunurken o doğrultudaki bileşke hız alınır. Bağıntılardaki t'ler eşittir.

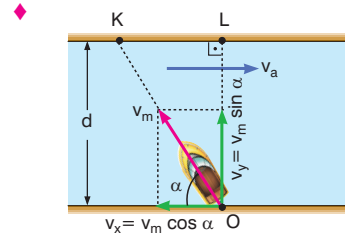
$$d = v_m \sin \alpha \cdot t$$

$$x = |LM| = v_a \cdot t$$

$$|OM| = v_{\text{yer}} \cdot t$$

$$|KM| = (v_m \cos \alpha + v_a) \cdot t$$

- ◆ Bir motor nehirde şekildeki gibi K noktasına yönelerek harekete geçtiğinde, akıntının etkisi ile karşı kıyıda üç farklı yere varabilir.



Motorun karşı kıyıya çıkma süresi yine akıntıya dik olan v_y hız bileşeninden bulunur.

$$d = v_m \sin \alpha \cdot t$$

- ◆ Karşı kıyıya çıkacağı yer, akıntının v_a hızı ile motorun akıntı doğrultusundaki v_x hız bileşeni arasındaki büyüklük ilişkisine bağlıdır.

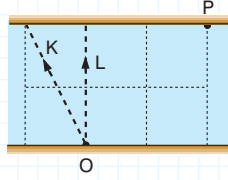
$$v_a < v_x \text{ ise K - L arasında bir yere çıkar.}$$

$$v_a = v_x \text{ ise L noktasına çıkar. Akıntı doğrultusunda bileşke hız sıfır olduğundan, motor akıntı doğrultusunda yol alamaz.}$$

$$v_a > v_x \text{ ise L'nin sağında bir yere çıkar.}$$

ÖRNEK - 2 (ÖSYM'DEN)

Bir ırmağın O noktasından, şekilde belirtilen yönlerde yüzmeye başlayan K, L yüzücüleri karşı kıyıda ki P noktasına varıyorlar.

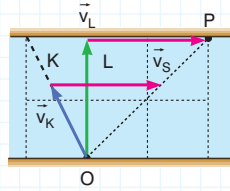


K ve L'nin suya göre hızlarının büyüklüğü sırasıyla v_K , v_L , ırmağın akıntı hızının büyüklüğü de v_S olduğuna göre, v_K , v_L , v_S arasındaki ilişki nedir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

ÇÖZÜM

Yüzücüler, suya göre hız ile akıntı hızının bileşkesi yönünde yani yere göre hız yönünde hareket eder. Yüzücüler O noktasından P noktasına vardığına göre, K ve L'nin suya göre v_K , v_L hız büyüklüğü ile akıntı hızının v_S büyüklüğü şekildeki gibidir.

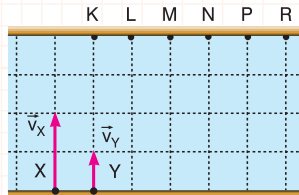


v_S , akıntı hızı 2 birim kabul edilirse L yüzücüsünün P'ye çıkabilmesi için v_L akıntıya dik ve 2 birim olur. v_K ise şekildeki gibi olur. O halde hızların büyüklük ilişkisi $v_K < v_L = v_S$ dir.

Cevap: B

SORU - 6

Akıntı hızı her yerinde eşit ve sabit olan nehrin kıyısından akıntıya dik olarak harekete geçen X ve Y motorlarının suya göre hız vektörleri şekildeki gibidir.

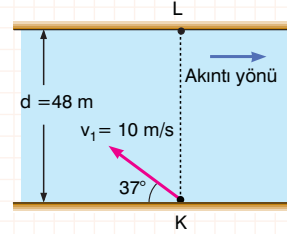


X motoru L noktasından karşı kıyıya vardığına göre, Y motoru hangi noktaya varır? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) L B) M C) N D) P E) R

SORU - 7

Akıntı hızı 2 m/s olan nehrde suya göre hızı $v_1 = 10$ m/s olan motor K noktasından şekildeki yöne doğru hareket ediyor.

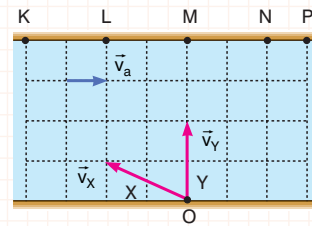


Nehrin genişliği 48 m olduğuna göre, motor karşı kıyıya vardığında L noktasından kaç metre uzakta olur? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$)

- A) 16 B) 24 C) 36 D) 48 E) 64

SORU - 8

Akıntı hızı her yerinde eşit, sabit ve \vec{v}_a olan bir ırmağın O noktasından suya göre sabit \vec{v}_x ve \vec{v}_y hızlarıyla yüzücüler yüzüyor.



Buna göre, yüzücüler hangi noktalardan karşı kıyıya çıkar? (Bölmeler eşit aralıktır.)

	X yüzücüsü	Y yüzücüsü
A)	K	L
B)	K	N
C)	L	M
D)	L	N
E)	M	P



1. Doğu batı doğrultusunda uzanan doğrusal bir yolda hareket eden X ve Y araçlarında X in yere göre hızının büyüklüğü doğu yönünde $2v$, X in Y ye göre hızının büyüklüğü $6v$ dir.

Buna göre,

- I. Y aracının hızı doğu yönünde $8v$ dir.
 II. Y aracının hızı batı yönünde $2v$ dir.
 III. X aracı Y aracını sürekli uzaklaşıyormuş gibi görür.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

2. Birbirine paralel ve doğu-batı doğrultusunda uzanan tren yollarında hareket eden X, Y, Z trenlerinin yere göre hızları sırasıyla v_X , v_Y , v_Z dir. X'ten bakan bir gözlemci, Y'yi batıya, Z'yi ise doğuya gidiyormuş gibi görmektedir.

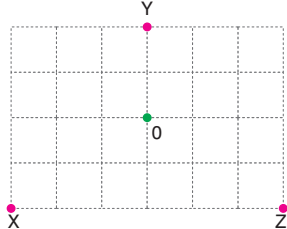
$v_Z > v_X > v_Y$ olduğuna göre,

- I. X treni doğuya gitmektedir.
 II. Y treni batıya gitmektedir.
 III. Z treni doğuya gitmektedir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

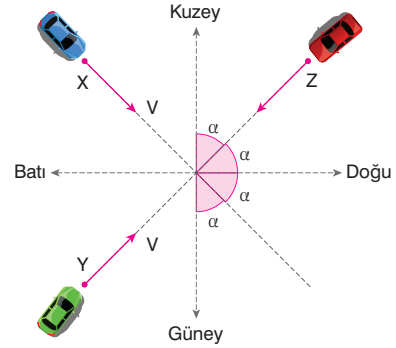
3. X, Y, Z hareketlileri, buldukları konumlardan aynı anda yere göre sabit süratlerle harekete başladıktan t süre sonra O noktasına ulaşıyorlar.



Y nin süratı v olduğuna göre, X'in Z'ye göre hızının büyüklüğü kaç v dir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

4. Şekildeki gibi hareket eden X, Y, Z araçlarının yere göre hızlarının büyüklüğü eşit ve v dir.



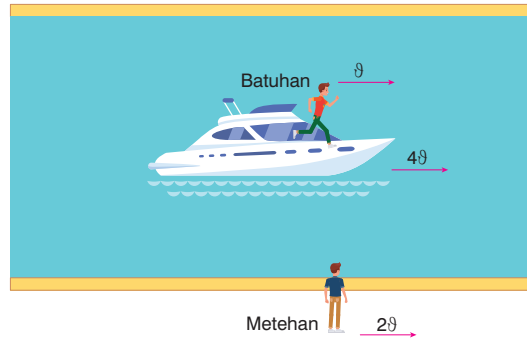
Buna göre,

- I. X in Y ye göre hızı güney yönündedir.
 II. X in Z ye göre hızı batı yönündedir.
 III. Y nin Z ye göre hızı sıfırdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

5. Düzgün ve sabit v_a hızıyla akan bir nehrde geminin suya göre hızı $4v$, Batuhan'ın gemiye göre hızı v , Metehan'ın yere göre hızı şekildeki gibi $2v$ dir.

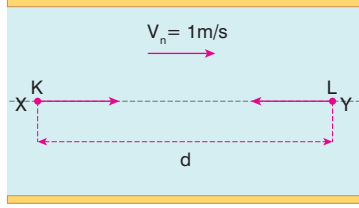


Metehan Batuhan'ı duruyormuş gibi gördüğüne göre v_a 'nın büyüklüğü kaç v dir?

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



6. Düzgün ve sabit v_n hızıyla akan bir nehirde X in suya göre hızı 2 m/s, Y nin yere göre hızı 3 m/s dir. Şekildeki gibi aynı anda K ve L noktalarından harekete başlayan X ile Y yüzücüleri 5 saniye sonra karşılaşıyorlar.



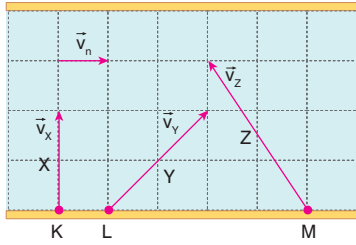
Buna göre,

- I. X ile Y nin yere hızlarının büyüklükleri eşittir.
- II. X ile Y nin suya göre hızlarının büyüklükleri eşittir.
- III. d uzaklığı 30 metredir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

7. Düzgün ve sabit v_n hızıyla akan bir nehirde suya göre hızları şekildeki gibi sırasıyla v_x , v_y , v_z olan X, Y, Z yüzücüleri K, L, M noktalarından yüzmeye başladıklarında karşı kıyıya ulaşma süreleri sırasıyla t_x , t_y , t_z oluyor.

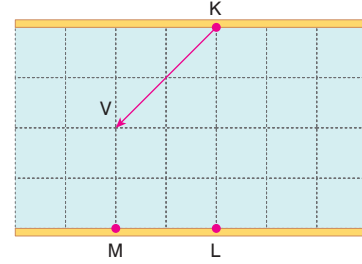


Buna göre t_x , t_y ve t_z arasındaki ilişki nedir?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) $t_y < t_x = t_z$ B) $t_y < t_x < t_z$
C) $t_z < t_x = t_y$ D) $t_x < t_y < t_z$
E) $t_x < t_y = t_z$

8. Düzgün ve sabit v_a hızıyla akan bir nehirde suya göre hızıyla şekildeki gibi yüzmeye başlayan yüzücü t süre sonra karşı kıyıya M noktasından çıkıyor.



Bu olayda nehrin hızı $2v_a$ olsaydı,

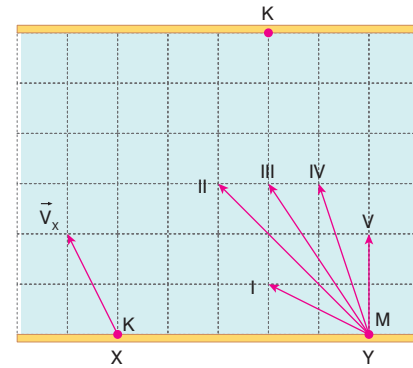
- I. Yüzücünün karşı kıyıya geçme süresi değişmez.
- II. Yüzücünün yere göre hızının büyüklüğü azalır.
- III. Yüzücü karşı kıyıya L den çıkardı.

yargılarından hangileri doğru olur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

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

9. Düzgün ve sabit hızla akmakta olan nehrin L noktasından suya göre v_x hızıyla yüzmeye başlayan yüzücü 3t süre sonra K noktasına ulaşıyor. M noktasından yüzmeye başlayan Y yüzücüsü 2t süre sonra yine K noktasına ulaşıyor.



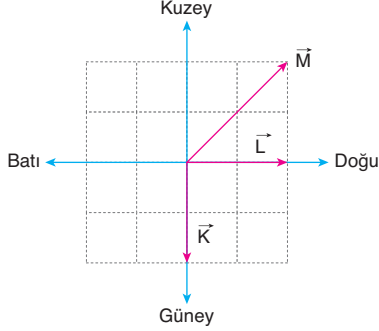
Buna göre Y nin suya göre hızı I, II, III, IV ve V oklarından hangisi gibidir?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

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



1. X, Y, Z araçları aynı yatay düzlemde hareket ediyor. Şekildeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} hızları X, Y, Z, araçlarına aittir. Y'den bakan gözlemci X'i kuzey yönünde, Z'yi ise güney-batı yönünde hareket ediyormuş gibi görüyor.

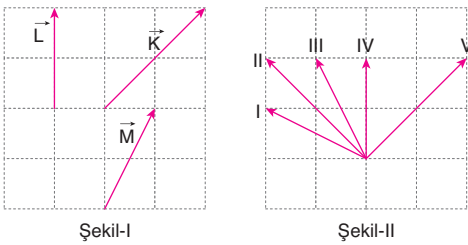


Buna göre, X, Y, Z araçları ile K, L, M hızlarının eşleştirilmesi aşağıdakilerden hangisinde doğru yapılmıştır?

(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

	K	L	M
A)	X	Y	Z
B)	X	Z	Y
C)	Y	X	Z
D)	Z	Y	X
E)	Z	X	Y

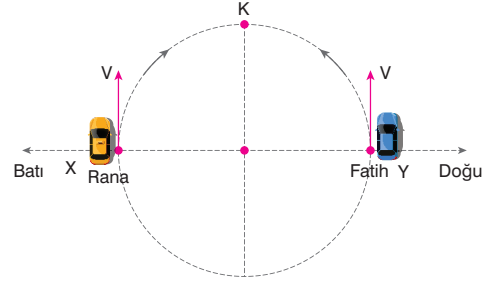
2. Aynı yatay düzlemde hareket eden K, L, M ve N araçlarından K'nin L'ye göre hızı ile M'nin N'ye göre hızı aynı yönlü ve aynı büyüklüktedir.



K, L, M'nin yere göre hızları Şekil-I deki gibi olduğuna göre, N'nin yere göre hızı Şekil-II deki I, II, III, IV, V oklarından hangisidir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

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

3. Rana ile Fatih yere göre hızlarının büyüklüğü v olan X ve Y araçları ile buldukları konumlardan aynı anda harekete başlıyorlar.



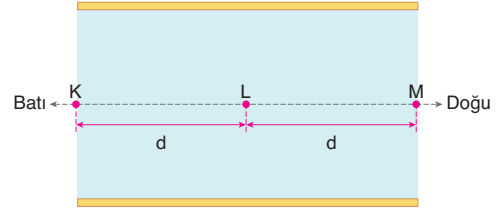
X ile Y araçları çembersel yörüngeyi izleyerek K ya ulaştıklarına göre,

- X in Y ye göre hızının büyüklüğü zamanla artar.
- Rana, Fatih'i sürekli doğu yönünde gidiyormuş gibi görür.
- K noktasına ulaşmadan hemen önce X in Y ye göre hızının büyüklüğü sıfır olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

- 4.



Düzensiz ve sabit hızla akan bir nehrde K noktasından yüzmeye başlayan Berkay K dan L ye t sürede, L den M ye $3t$ sürede geliyor.

Berkay sürekli doğu-batı doğrultusunda ve suya göre hızının büyüklüğü değişmeden yüzdüğüne göre,

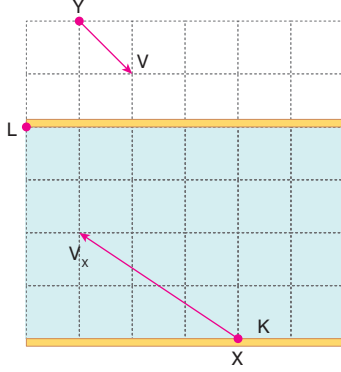
- Berkay KL aralığında nehrin akış yönünde yüzmüştür.
- Berkay LM aralığında nehrin akışına zıt yönde yüzmüştür.
- Berkay'ın suya göre hızının büyüklüğü nehrin akış hızından büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



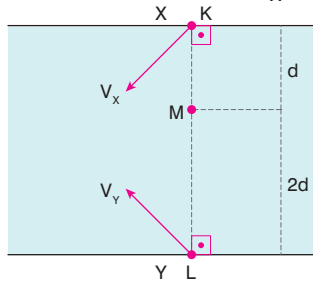
5. Düzgün ve sabit hızla akan bir nehirde X yüzücüsünün suya göre hızı şekildeki gibi v_x , Y koşucusunun yere göre hızının büyüklüğü v dir. K noktasından yüzmeye başlayan yüzücü L noktasından karşı kıyıya çıkıyor.



Buna göre, Y nin X e göre hızının büyüklüğü kaç v dir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

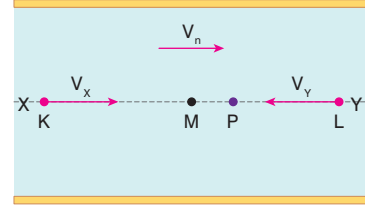
6. Düzgün ve sabit v hızıyla akan nehrin K ve L noktalarından aynı anda yüzmeye başlayan X ve Y yüzücüleri M noktasında karşılaşıyorlar. X ve Y yüzücülerinin suya göre hızları sırasıyla şekildeki gibi v_x ve v_y dir.



Buna göre v_x , v_y ve v büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $v_x < v_y < v$ B) $v_y < v_x < v$
C) $v < v_x < v_y$ D) $v < v_x = v_y$
E) $v_x < v_y = v$

7. Düzgün ve sabit v_n hızıyla akan bir nehirde X, Y yüzücüleri aynı anda K ve L noktalarından suya göre v_x ve v_y hızlarıyla şekildeki gibi harekete başladıklarından t süre sonra M noktasında karşılaşıyorlar.



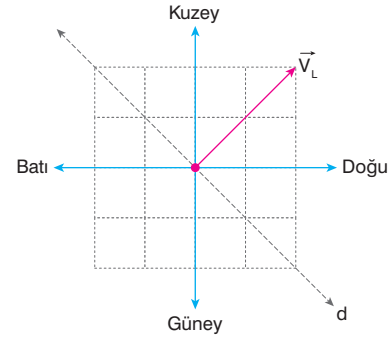
Bu olayda yalnız nehrin hızı daha büyük olsaydı,

- I. X ile Y yüzücüleri P noktasında karşılaşırdı.
II. X in suya göre hızı daha büyük olurdu.
III. Y nin yere göre hızı daha küçük olurdu.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

8. Yere göre hızlarının büyüklüğü sırasıyla V_K , V_L ve V_M olan K, L ve M araçlarından L nin hızı şekildeki gibi V_L dir. Doğu yönünde hareket eden K aracındaki gözlemci L yi kuzey yönünde, d doğrultusu boyunca hareket eden M aracındaki gözlemci L yi doğu yönünde gidiyormuş gibi görüyor.



Buna göre,

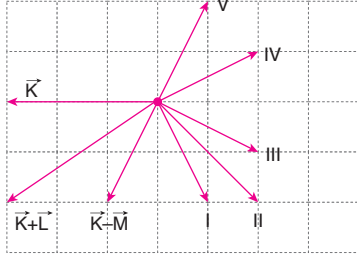
- I. K ile L nin hızlarının büyüklüğü eşittir.
II. L ile M nin hızlarının büyüklüğü eşittir.
III. K nin hızının büyüklüğü M ninkine göre daha büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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



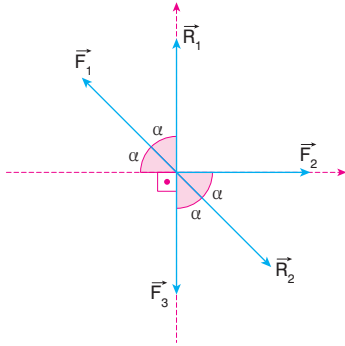
1. Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerine ait $\vec{K} + \vec{L}$ ile $\vec{K} - \vec{M}$ vektörleri ile \vec{K} vektörü şekildeki gibidir.



Buna göre, $\vec{K} - 2\vec{M} - \vec{L}$ vektörü I, II, III, IV ve V oklarından hangisi gibidir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

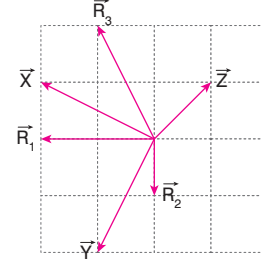
2. Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibidir. \vec{F}_1 ile \vec{F}_2 nin bileşkesi \vec{R}_1 , \vec{F}_2 ile \vec{F}_3 bileşkesi \vec{R}_2 dir.



Buna göre, \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $F_1 > F_2 > F_3$ B) $F_1 > F_2 = F_3$
 C) $F_1 > F_3 > F_2$ D) $F_3 > F_1 > F_2$
 E) $F_2 > F_1 > F_3$

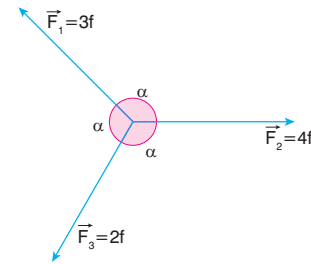
3. Öğretmen tahtaya aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerini çizdiğinde bileşke vektör \vec{R}_1 oluyor. Öğretmen \vec{K} vektörünü sildiğinde tahtada kalan vektörlerin bileşkesi \vec{R}_2 oluyor. Öğretmen K vektörünü tekrar çizip L vektörünü sildiğinde bileşke vektör \vec{R}_3 oluyor.



Buna göre, \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak eşleştirilmiştir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

	K	L	M
A)	X	Z	Y
B)	X	Y	Z
C)	Y	X	Z
D)	Y	Z	X
E)	Z	X	Y

4. Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetleri şekildeki gibidir.

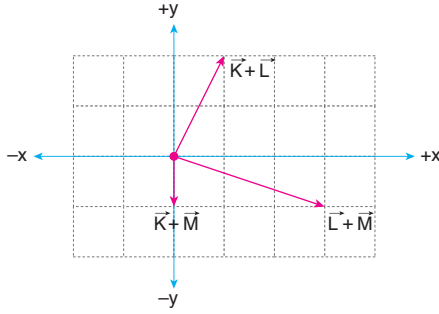


Buna göre, \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü kaç F dir?

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



5. Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerine ait $\vec{K} + \vec{L}$, $\vec{L} + \vec{M}$, $\vec{K} + \vec{M}$ vektörleri şekildeki gibidir.

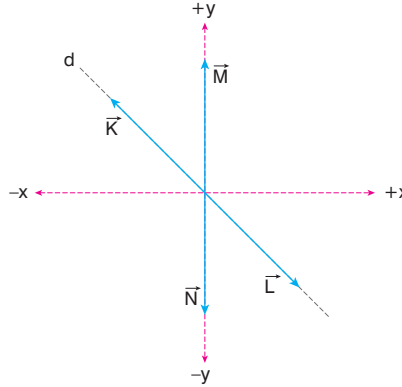


Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ bileşke vektörü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak ifade edilmiştir?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) +x yönünde 1 br B) +x yönünde 2br
C) +y yönünde 1 br D) +y yönünde 2br
E) -y yönünde 1 br

6. Aynı düzlemde bulunan K, L, M, N vektörlerinin bileşkesi +y yönündedir.



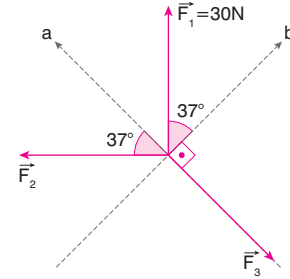
K ve L vektörleri d doğrultusunda olduğuna göre,

- I. K nin şiddeti L ninkinden büyüktür.
II. N nin şiddeti M ninkinden küçüktür.
III. K nin şiddeti N ninkinden büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

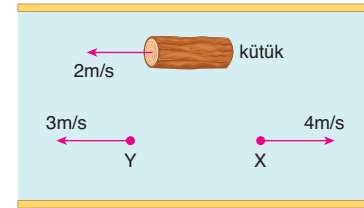
7. Fizik öğretmeni a – b eksen düzlemine \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerini şekildeki gibi çizdikten sonra bu kuvvetlerin bileşkesinin sıfır olduğunu söylüyor. Daha sonra öğrencilerinden \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerini bulmasını istiyor.



Buna göre, doğru cevabı bulan öğrenci aşağıdaki şıklardan hangisini işaretlemiştir? ($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$ dir.)

	F_2	F_3
A)	30N	50N
B)	30N	40N
C)	40N	30N
D)	40N	50N
E)	50N	40N

8. Düzgün ve sabit hızla akan bir nehirde kütüğün yere göre hızı 2 m/s, X ve Y yüzücülerinin suya göre hızları sırasıyla 4 m/s ve 3 m/s dir.



Buna göre,

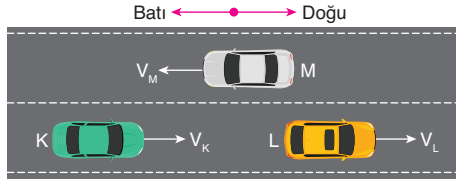
- I. Kütüğün X e göre hızının büyüklüğü 2 m/s dir.
II. Kütüğün Y ye göre hızının büyüklüğü 3 m/s dir.
III. X in Y ye göre hızının büyüklüğü 7 m/s dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



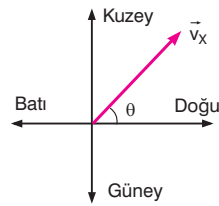
9. Batı-doğu doğrultusunda uzanan yolda, şekildeki gibi hareket eden K, L ve M araçlarının yere göre hızlarının büyüklüğü sırasıyla v_K , v_L ve v_M dir. K'den bakan bir gözlemci L ve M araçlarını batı yönünde gidiyormuş gibi görüyor.



Buna göre; v_K , v_L , v_M arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisindeki gibi kesinlikle olamaz?

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

10. Yere göre \vec{v}_x hızıyla şekildeki gibi hareket eden X aracının sürücüsü, Y aracını güneye gidiyormuş gibi görüyor.



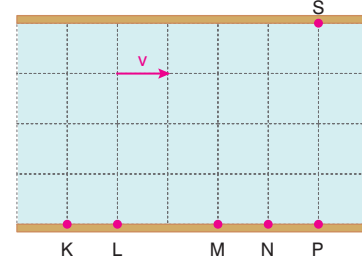
$45^\circ < \theta$ olduğuna göre, Y yere göre hız vektörü;

- I. Kuzey
 II. Doğu
 III. Güneydoğu

yönlerinden hangileri olabilir?

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

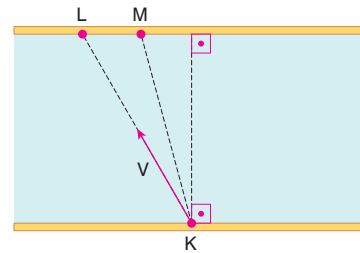
11. Düzgün ve sabit v büyüklüğünde hızla akan bir nehirde yüzen Ali ile Özkan'ın suya göre hızlarının büyüklüğü en fazla sırasıyla v ve $2v$ olabiliyor.



Ali ve Özkan hangi noktalardan yüzmeye başlarsa kendileri için olabilecek en kısa sürelerde S noktasından karşı kıyıya çıkarlar? (Bölmeler eşit aralıktır.)

	Ali	Özkan
A)	K	M
B)	K	N
C)	L	M
D)	L	N
E)	K	P

12. Düzgün ve sabit v_n hızıyla akan bir nehrin K noktasında suya göre v hızıyla yüzmeye başlayan yüzücü t süre sonra karşı kıyıya M noktasından çıkıyor.



Bu olayda nehrin hızı daha küçük olsaydı,

- I. Yüzücünün karşı kıyıya geçme süresi değişmez.
 II. Yüzücünün yere göre hızının büyüklüğü artardı.
 III. Yüzücünün suya göre hızının büyüklüğü artardı.

yargılarından hangileri doğru olur?

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

NEWTON'UN HAREKET YASALARI



Fasikül

2

- Eylemsizlik Yasası
- Temel Yasa
- Etki-Tepki Yasası
- Sürtünme Kuvveti
- Cisimlere Etki Eden Net Kuvvet

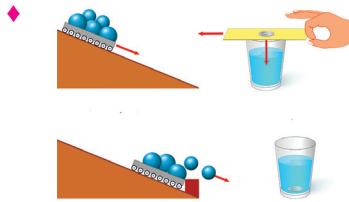


NEWTON'UN HAREKET YASALARI

- ◆ Newton'un hareket yasaları TYT konusunda açılara ve matematiksel işlemlerle birden fazla kütleli sistemler analiz edilmeden kavramsal düzeyde verilmiştir.
- ◆ Kuvvet etkisinde gerçekleşen hareketler, Newton'un Hareket Yasaları kullanılarak açıklanacaktır. Mekaniğin alt dalı olan dinamik, cisimlerin hareketini, harekete sebep olan kuvvet ile birlikte inceler.

1. EYLEMSİZLİK YASASI

- ◆ Dengelenmiş kuvvetler etkisindeki cisimlerin hareketi eylemsizlik yasası ile incelenir.
- ◆ Cisimlerin durgun ya da hareket hallerinde bir değişiklik olursa, cisimlerin bu değişikliğe direnme özelliği vardır. Bu özellik eylemsizlikten kaynaklanmaktadır.
- ◆ Cisimlerin hareketini koruma eğilimine **eylemsizlik** denir.
- ◆ Dengelenmiş kuvvetlerin etkisindeki cisimler duruyor ya da sabit hızla hareket ediyordur.
- ◆ Araçların ani duruş ve kalkışlarında harekete zorlanmamız eylemsizliğimizi korumak için direnç göstermemizden kaynaklanmaktadır.

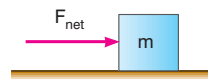


Eğik düzlemde hızlanarak ilerleyen kızak aniden durduğunda üzerindeki bilyeler eylemsizlik gereğince hareketine devam etmek ister ve ileri doğru fırlar.

- ◆ Durmakta olan paranın altındaki levha ani bir şekilde hareket ettirilirse, eylemsizlik prensibi gereğince para kap içine düşer.

2. TEMEL YASA

- ◆ Dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindeki cisimlerin hareketi temel yasa ile incelenir.
- ◆ Bir cisme uygulanan net kuvvet o cisimde hızlanma ya da yavaşlama meydana getirir. Cisim ivmeli hareket yapar.
- ◆ Cisme uygulanan net kuvvet hareket yönüyle aynı ise cisim hızlanır, zıt yönlü ise cisim yavaşlar.



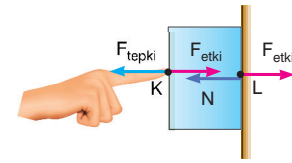
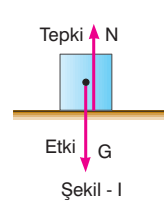
Kütlesi m olan cisme uygulanan kuvvet F ise cismin ivmesi aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

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

- ◆ Birden fazla kütleli sistem sorularına temel yasa uygulanırken kütlelerin toplamı alınacaktır.
- ◆ Kütle sabit ise, net kuvvet ile cismin ivmesi doğru orantılıdır. Net kuvvetin yönü ile ivmenin yönü daima aynıdır.

3. ETKİ - TEPKİ YASASI

- ◆ Cisimlerin birbirine hareket aktarması da etki - tepki yasası ile incelenir.
- ◆ Her etkiye eşit ve zıt yönde bir tepki vardır. Etki ile tepki kuvvet çifti farklı cisimler üzerine uygulanır.
- ◆ Bütün kuvvetler etki - tepki kuvvet çifti şeklinde bulunur.



- ◆ Şekil - II'de cisim üzerine duvara dik doğrultuda K noktasından parmak ile etki yapıldığında cisim de parmağa tepki gösterir. Ayrıca bu kuvvet cisim tarafından duvara etki kuvveti olarak iletilir ve duvarda cisme N tepki kuvvetini uygular. Burada K ve L noktalarında iki farklı kuvvet çifti oluştuğuna dikkat ediniz.
- ◆ Parmağın uyguladığı etki ile duvarın gösterdiği tepki kuvvet çifti değildir. Çünkü kuvvet çiftinde etki ve tepki aynı cisim üzerine uygulanamaz.

SÜRTÜNME KUVVETİ

- ♦ Sürtünme kuvveti TYT konularında ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Burada kısa hatırlatma yapılmaktadır.

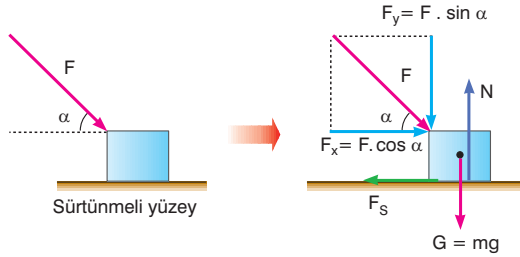
$$F_s = k \cdot N$$

Sürtünme kuvveti ← Yüzey tepki kuvveti
Sürtünme katsayısı

- ♦ Cisim durgun haldeyken cisme etki eden sürtünme kuvvetine **statik sürtünme kuvveti** (F_{ss}), cisimle bulunduğu yüzey arasındaki sürtünme katsayısına statik sürtünme katsayısı (k_s) denir. Büyüklüğü: $0 \leq F_{statik} \leq k_s \cdot N$
- ♦ Cisim hareket halindeyken cisme etki eden sürtünme kuvvetine **kinetik sürtünme kuvveti** (F_{ks}), cisimle bulunduğu yüzey arasındaki sürtünme katsayısına kinetik sürtünme katsayısı (k_k) denir. $F_{kinetik} = k_k \cdot N$

CİSİMLERE ETKİ EDEN NET KUVVET

- ♦ Dinamik konusunda cisimlerin ya da sistemlerin hareketi incelenirken cisme etki eden kuvvetlerin iyi analiz edilmesi gerekir.
- ♦ Cisimlere etki eden ya da etmesi muhtemel kuvvetler,
 1. Ağırlık kuvveti
 2. Tepki kuvveti
 3. Gerilme kuvveti
 4. Sürtünme kuvveti
- ♦ Bir cisme etki eden kütle çekim kuvvetine ağırlık (G) adı verilir ve ağırlığın yönü yerin merkezine doğrudur. $G = m \cdot g$ dir.

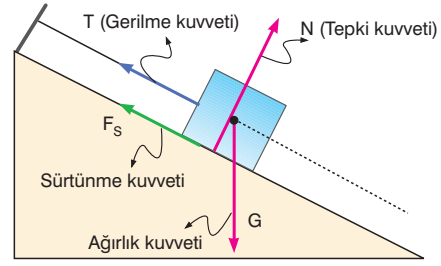


Sürtünme kuvveti, $F_s = k \cdot N = k (mg + F \cdot \sin \alpha)$
Net kuvvet hareket doğrultusundaki kuvvetlerin bileşkesidir.

$$F_{net} = F_x - F_s = F \cdot \cos \alpha - F_s$$

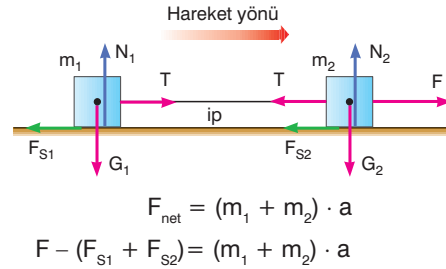
- ♦ Cisimlerin hareketinde ip varsa ipteki gerilme kuvveti oluşmakta ve bu gerilme kuvvetinin yönünün doğru göstermek problem çözümlerinde önemlidir.

- ♦ Sürtünme kuvvetinin harekete zıt yönde olduğu bilinmektedir.



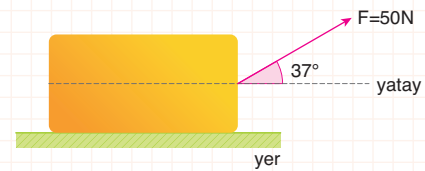
Şekilde eğik düzlemdeki iple bağlı bir cisme etki eden kuvvetler gösterilmiştir. Buna aynı zamanda **serbest cisim diyagramı** denir. Gerektiğinde cismin G ağırlık kuvveti bileşenlerine ayrılarak kuvvetler eğik düzleme paralel ve dik olmak üzere iki dik eksen taşıyılmış olur.

- ♦ Birbirine iple bağlı olan cisimler F kuvveti ile çekildiğinde ipteki gerilme kuvveti oluşur. İpin her noktasındaki gerilme kuvveti eşit büyüklüktedir. Eğer dinamiğin temel yasası ($F = m \cdot a$) m_1 kütleli cisme uygulanıyorsa ip gerilmesi hareket yönünde, m_2 kütleli cisme uygulanıyorsa harekete zıt yönde gösterilir. Çünkü aynı kuvvet arkadaki cismi hareket ettirenken, öndeki cismin hareketini engellemeye çalışıyor. İki cisme birlikte uygulanırken ip gerilmesi dikkate alınmaz.



SORU - 1

Sürtünme katsayısı 0,5 olan yatay düzlemde bulunan 5kg kütleli cisme F kuvveti şekildedeki gibi uygulandığında cisim a büyüklüğündeki ivmeyle hareket ediyor.

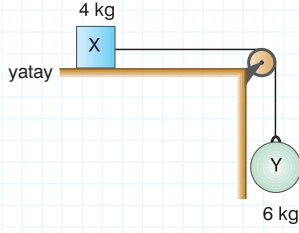


Buna göre, a kaç m/s^2 dir?

($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$ ve $g = 10 m/s^2$ dir.)

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 10

ÖRNEK - 1 (ÖSYM'DEN)

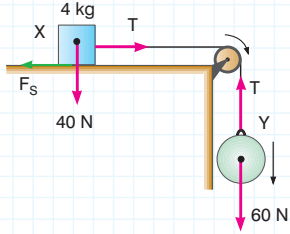


Kütleleri 4 kg ve 6 kg olan X, Y cisimlerinden oluşan düzeneğin serbest bırakılıyor.

X cismi ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,5 olduğuna göre,

- Düzeneğin ivmesi kaç m/s^2 dir?
- Cisimler arasındaki ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç N'dir? ($g = 10 m/s^2$)

ÇÖZÜM



Cisimlerin kütleleri verildiğine göre, ağırlık kuvvetleri $G_x = 40 N$, $G_y = 60 N$ 'dir.

X cismi ile yüzey arasındaki sürtünme kuvveti,

$$F_s = k \cdot N = 0,5 \cdot 40 = 20 N \text{ 'dir.}$$

X cisminin ağırlık kuvveti hareket doğrultusuna dik olduğundan net kuvvete doğrudan katkısı yoktur. Sürtünme kuvvetine etkisinden dolayı olarak katkısı vardır. Sisteme etki eden net kuvvet Y cisminin ağırlığı ile X cisme uygulanan sürtünme kuvvetinin bileşkesidir.

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

$$60 - 20 = (m_x + m_y) \cdot a$$

$$40 = (4 + 6) \cdot a$$

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

İpteki gerilme kuvvetini bulmak için temel yasa X ya da Y cisimlerinden birine uygulanarak bulunabilir. X cismine uygulanırsa,

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

$$T - F_s = m_x \cdot a$$

$$T - 20 = 4 \cdot 4 \Rightarrow T = 36 N \text{ 'dir.}$$

Y cismine uygulanırsa,

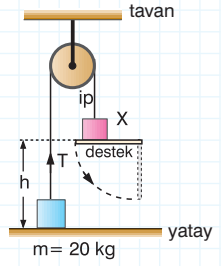
$$60 - T = m_y \cdot a$$

$$60 - T = 6 \cdot 4 \Rightarrow T = 36 N \text{ 'dir.}$$

ÖRNEK - 2 (ÖSYM'DEN)

Şekildeki düzenekte X cisminin altındaki destek çekilerek, $m = 20 \text{ kg}$ lık cisim yükseltilecektir.

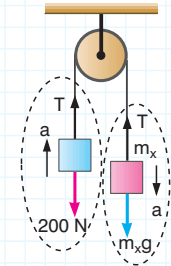
İp, en fazla $T = 300 \text{ N}$ luk bir gerilime dayanabildiğine göre, bu işlem sırasında ipin kopmaması için, X in kütlesi en fazla kaç kg olmalıdır? ($g = 10 m/s^2$; sürtünme yoktur.)



- A) 80 B) 60 C) 50 D) 40 E) 30

ÇÖZÜM

$F_{net} = m \cdot a$ bağıntısı 20 kg 'lık cisim için yazılarak, sistemin ivmesi bulunur. İpin dayanabileceği en büyük değer alınır. Cismin hareket yönündeki kuvvetin daha büyük olduğuna dikkat edilir.



$$T - mg = m \cdot a$$

$$300 - 20 \cdot 10 = 20 \cdot a$$

$$a = 5 m/s^2$$

X cismi de aynı ivme ile aşağı yönde hızlanır.

$$m_x \cdot g - T = m_x \cdot a$$

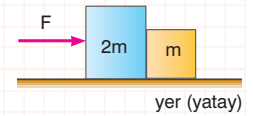
$$m_x \cdot 10 - 300 = m_x \cdot 5$$

$$m_x = 60 \text{ kg bulunur.}$$

Cevap: B

SORU - 2

$2m$ ve m kütleli cisimler sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde şekildeki gibi itiliyor. Cisimler arasında oluşan etki - tepki kuvvetlerinin büyüklükleri T 'dir.



Buna göre,

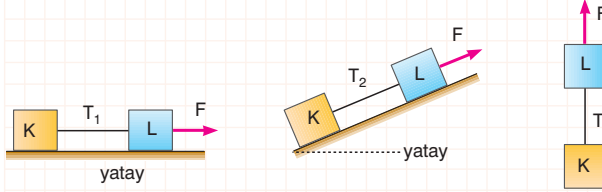
- cisimlerin yerlerini kendi aralarında değiştirmek,
- F kuvvetinin büyüklüğünü artırmak,
- F kuvvetinin büyüklüğünü azaltmak

işlemlerinden hangileri yapılırsa etki - tepki kuvveti (T) büyür?

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

SORU - 3

Birbirine ipe bağlı K, L cisimleri sürtünmesiz sistemlerde eşit büyüklükteki F kuvvetinin etkisinde, yatay, eğik ve düşey düzlemde hareket ediyor. İplerdeki gerilme kuvvetleri sırasıyla T_1 , T_2 , T_3 oluyor.

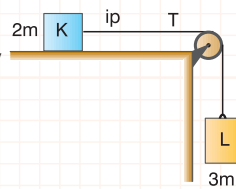


Buna göre, T_1 , T_2 , T_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $T_1 = T_2 = T_3$ B) $T_1 < T_2 = T_3$ C) $T_2 = T_3 < T_1$
 D) $T_1 < T_3 < T_2$ E) $T_3 < T_2 < T_1$

SORU - 4

Sürtünmesi önemsiz şekildeki düzende kütleleri 2m ve 3m olan K, L cisimleri serbest bıraktığında sistemin ivmesi a, ipteki gerilme kuvveti T oluyor.

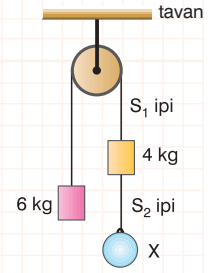


K ve L cisimlerinin yerleri kendi aralarında değiştirilirse, T ve a için ne söylenebilir?

	T	a
A)	Artar	Azalır
B)	Değişmez	Azalır
C)	Artar	Artar
D)	Azalır	Değişmez
E)	Değişmez	Artar

SORU - 5

Kütleleri 6 kg ve 4 kg olan cisimler ve kütlesi bilinmeyen X cismiyle şekildeki düzenek kurulmuştur.

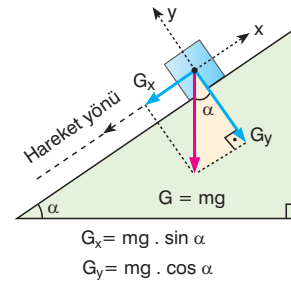


Cisimler serbest bırakıldığında S_1 ipindeki gerilme kuvveti 75 N olduğuna göre, S_2 ipindeki gerilme kuvveti kaç N'dir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$; makara sürtünmesi önemsenmiyor.)

- A) 25 B) 45 C) 50 D) 55 E) 60

SÜRTÜNMESİZ EĞİK DÜZLEM

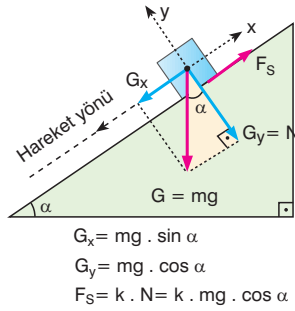


$$G_x = mg \cdot \sin \alpha$$

$$G_y = mg \cdot \cos \alpha$$

- ♦ Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde ağırlık kuvvetinin etkisi ile hareket eden cismin hareketi incelenirken, ağırlık kuvveti şekildeki gibi G_x ve G_y bileşenlerine ayrılır.
- ♦ Cismi aşağı doğru hareket ettiren kuvvet ağırlık kuvvetinin eğik düzleme paralel olan G_x bileşenidir. G_y bileşeni hareket doğrultusuna dik olduğundan, ayrıca sürtünme olmadığından net kuvvete katkısı yoktur.
- ♦ Cismin ivmesi,
 $F_{\text{net}} = m a$
 $mg \cdot \sin \alpha = ma$
 $a = g \cdot \sin \alpha$ dir.

SÜRTÜNMELİ EĞİK DÜZLEM



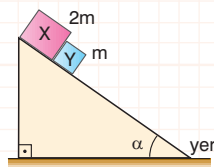
- ◆ Sürtünlü eğik düzlem üzerinde hareket eden cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü bulunurken cismin ağırlık vektörü, yine eğik düzleme paralel ve dik olarak G_x ve G_y bileşenlerine ayrılır. Eğik düzleme dik olan bileşeni, yüzeyin tepki kuvvetine eşittir ($G_y = N$).
- ◆ Cisim aşağı doğru hareket ettiği için sürtünme kuvveti harekete zıt yöndedir. Cismin ivmesi,

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

$$G_x - F_s = m \cdot a$$
 eşitliğinden bulunur.
- ◆ Cisim eğik düzlemde aşağı doğru v hızı ile atılrsa cismin hareket durumu G_x ve F_s kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişkiye bağlıdır.
 - $G_x > F_s$ ise cisim aşağı doğru hızlanır.
 - $G_x = F_s$ ise cisim sabit hızlı hareket yapar.
 - $G_x < F_s$ ise cisim aşağı doğru yavaşlar.

SORU - 6

Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinden $2m$ kütleli X cismi ile m kütleli Y cisimleri şekildeki konumlarından serbest bırakılıyor.



X ve Y cisimleri için,

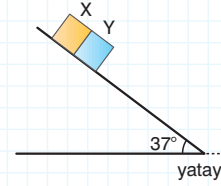
- İvmeleri eşittir.
- Aralarındaki tepki kuvvetleri sıfırdır.
- Eğik düzlemde kayarken cisimler birbirinden uzaklaşıyor.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÖRNEK - 3 (ÖSYM'DEN)

Eşit kütleli X ve Y cisimleri, eğim açısı 37° olan eğik düzlem üzerinde şekildeki konumda tutulmaktadır. X cismi sürtünmesiz, Y cismi sürtünlüdür. Y cismi ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı $0,5$ tir.

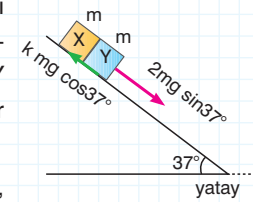


Serbest bırakıldığında harekete başlayan bu cisimlerin eğik düzlem üzerindeki ortak ivmesi kaç m/s^2 olur? ($g = 10 m/s^2$; $\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

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

ÇÖZÜM

Eğik düzlemde cisimlerin ivmesi $F_{net} = m \cdot a$ bağıntısıyla hesaplanır. Y cisminin sürtünlü olması Y cismine, $F_s = k \cdot mg \cdot \cos \alpha$ kadar sürtünme kuvveti etki eder.



Şekilde verilen kuvvetlere göre, cisimlerin ağırlıklarının sinüs bileşenleri ile Y cismine etki eden sürtünme kuvvetinden cisimlerin ortak ivmesi,

$$F_{net} = m_{top} \cdot a$$

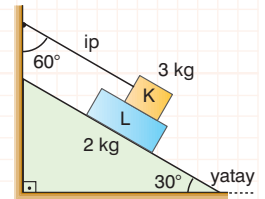
$$2mg \cdot \sin 37^\circ - 0,5 \cdot mg \cdot \cos 37^\circ = 2m \cdot a$$

$$1,2 mg - 0,4 mg = 2m \cdot a$$

$$a = 4 m/s^2 \text{ olur.} \quad \text{Cevap: C}$$

SORU - 7

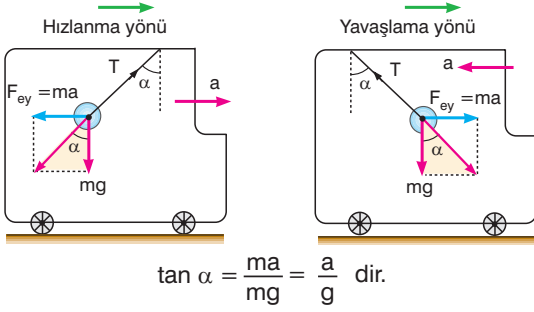
Kütelleri $m_K = 3 \text{ kg}$ ve $m_L = 2 \text{ kg}$ olan K ve L cisimleriyle kurulmuş şekildeki düzende eğik düzlem sürtünmesizdir. L cismi K'nin altından aşağı yönde kayarken ipteki gerilme kuvveti 20 N oluyor.



Buna göre, L cismi serbest bırakıldığında, K'nin altından kayarken L'nin ivmesi kaç m/s^2 dir? ($g = 10 m/s^2$; $\sin 30^\circ = 0,5$)

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

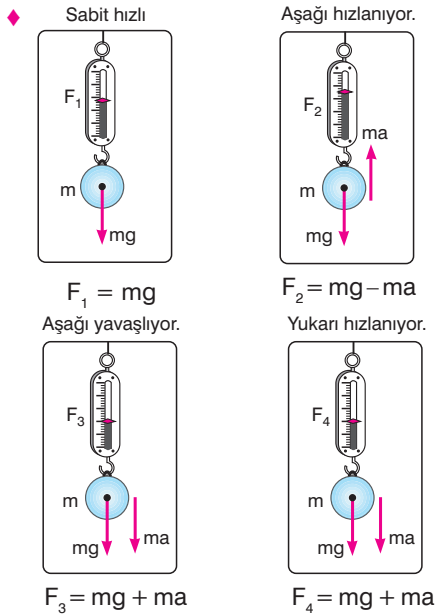
ÖNEMLİ: Newton dinamiğinde anlatılan eylemsizlik prensibinde "Eylemsizlik kuvveti" diye bir kuvvetten bahsedilemez. Ancak soruların daha rahat ve kolayca çözülebilmesi için bu kuvvetin varlığını kabul edersek;



- ◆ Bir aracın tavanına ipe asılan cisim, araç ivmesiz hareket yaparken düşey konumda dengede kalır.
- ◆ Araç ivmeli hareket yaptığında cisim denge konumundan ayrılır. Cisim denge konumundan ayıran kuvvet eylemsizlik kuvvetidir. Cismin eylemsizliğini korumak için etkisinde kaldığı zahiri kuvvete **eylemsizlik kuvveti** denir.
- ◆ Aracın ivmesi a_{arac} , cismin kütlesi m_c ise eylemsizlik kuvveti aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$F_{\text{ey}} = m_c \cdot a_{\text{arac}}$$

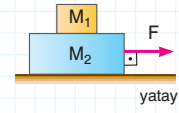
- ◆ Eylemsizlik kuvvetinin yönü aracın ivme vektörüne zıttır. Araç hızlanırken aracın hareketine zıt yöndedir. Araç yavaşlarken aracın hareketi yönündedir.



Asansörün ivmeli hareketi nedeni ile ölçüm yapan dinamometrenin gösterdiği değer değişir. Bunun nedeni de eylemsizlik kuvvetidir.

- ◆ Asansör yukarı yönde hızlanırken ya da aşağı yönde yavaşlarken dinamometre ile yapılan ölçüm, gerçeğinden fazladır.
- ◆ Asansör yukarı yönde yavaşlarken ya da aşağı yönde hızlanırken dinamometre ile yapılan ölçüm, gerçeğinden azdır.

ÖRNEK - 4 (ÖSYM'DEN)

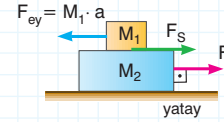


Şekildeki gibi yerleştirilmiş M_1 ve M_2 kütleli cisimler sürtünmesiz yatay düzlemde durmaktadır. Bu cisimler F kuvvetiyle harekete geçirilirken M_1 kütleli cisim, M_2 kütleli cisim üzerindeki yerini değiştirmemektedir.

Buna göre, cisimler arasındaki k sürtünme katsayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? (g : yer çekimi ivmesidir.)

- A) $\frac{g}{M_1 - M_2}$ B) $\frac{g}{M_1 + M_2}$ C) $\frac{F}{M_2} \cdot \frac{1}{g}$
D) $\frac{F}{M_1 + M_2} \cdot \frac{1}{g}$ E) $\frac{M_2 \cdot g}{M_1 + M_2}$

ÇÖZÜM



M_1 kütleli cisim M_2 kütleli cisim üzerinde yerini değiştirmedikçe göre, M_1 kütleli cisme uygulanan eylemsizlik kuvveti sürtünme kuvvetine eşittir.

$$F_{\text{ey}} = F_s$$

$$M_1 \cdot a = k \cdot M_1 \cdot g \quad \text{dir.} \Rightarrow k = \frac{a}{g}$$

Dimaniğin temel prensibinden,

$$F_{\text{net}} = M_{\text{top}} \cdot a$$

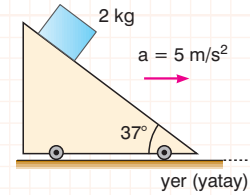
$$a = \frac{F}{M_1 + M_2} \quad \text{dir. İvme değeri yerine yazılırsa}$$

$$k = \frac{F}{M_1 + M_2} \cdot \frac{1}{g} \quad \text{olur.}$$

Cevap: D

SORU - 8

Yatay düzlemdeki sürtünmesi önemsiz eğik düzlem ok yönünde 5 m/s^2 lik ivmeyle hızlanan hareket yapıyor.



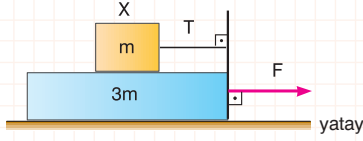
Buna göre, eğik düzlem üzerindeki kütleli 2 kg olan cismin eğik düzlemdeki ivmesi kaç m/s^2 dir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

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

SORU - 9

Kütlesi $3m$ olan cisim üzerine konulmuş X cismi şekildeki gibi iple alttaki cisme bağlanmıştır.

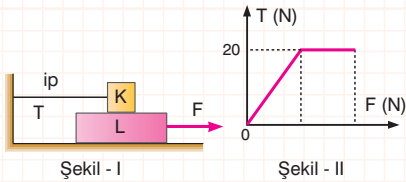


Sürtünmelerin önemsiz olduğu düzenekte $3m$ kütleli cisim F kuvvetiyle hareket ettirildiğinde X cisminin bağlı olduğu ipteki T gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç F olur?

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

SORU - 10

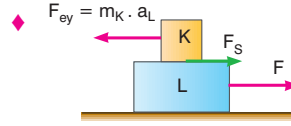
Şekil - I'deki düzenekte K ile L ve L ile zemin arasındaki sürtünme kuvvetlerin maksimum değeri eşittir.



İpte meydana gelen gerilme kuvvetinin L'ye uygulanan kuvvete göre değişim grafiği Şekil - II'deki gibi olduğuna göre, L'yi harekete geçirebilecek en küçük kuvvet kaç N'dir?

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 60

ÜST ÜSTE HAREKET EDEN CİSİMLER



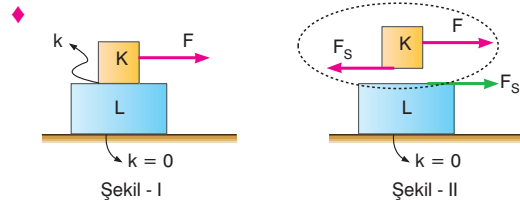
Şekildeki gibi üst üste duran cisimler arasında sürtünme yok ise L cisimine kuvvet uygulandığında K cismi hareket etmez ve L cismi biraz hareket ettikten sonra yere düşer.

- ◆ Cisimler arasında sürtünme kuvveti varsa, L cisimine kuvvet uygulanarak a ivmesi ile hareket yaptırıldığında, K cisimine, L'nin hareketine zıt yönde eylemsizlik kuvveti uygulanır. $F_{ey} = F_s$ ise cisimler birlikte hareket eder.

- ◆ $F_{ey} > F_s$ ise K cismi ivmeli hareket yapar ve kısa bir süre sonra L'nin üzerinden düşer. K'nin ivmesi dinamiğin temel yasasından bulunur.

$$F_{net} = m a$$

$$F_{ey} - k \cdot m_K g = m_K \cdot a_K$$



Yukarıda verilen şekilde cisimler arası sürtünmeli, yer ile L cismi arası sürtünmesizdir. Üstteki K cisimine F kuvveti uygulandığında cisimler arasındaki sürtünme kuvvetinden dolayı L cismi de hareket eder.

- ◆ Uygulanan kuvvetin belli bir maksimum değerine kadar cisimler birlikte hareket eder. Bu değerden daha büyük bir kuvvet uygulandığında üstteki K cismi L cismi üzerinde ivmeli hareket yapar. İvmesi dinamiğin temel yasasından bulunur.
- ◆ Hiç bir durumda L cismi K cisiminden daha büyük bir ivme ile hareket edemez.