

KUVVET VE KUVVETİN HAREKETLE BULUŞMASI (VEKTÖR – KUVVET)

1. FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER (NİCELİKLER)

Fizikte büyüklükler, skaler ve vektörel olmak üzere ikiye ayrılır.

a) Skaler Büyüklükler

Sayısal değeri ve birimi ile birlikte tanımlanabilen niceliklere **skaler büyüklükler** denir.

Örneğin, cismin kütlesi 40 kg sınıfın uzunluğu 10 m, bugün havanın sıcaklığı 20 °C, bir ders saati 40 dakika gibi.

Kütle, uzunluk, sıcaklık, ısı, zaman, iş, güç, enerji gibi nicelikler skaler büyüklüklerdir.

b) Vektörel Büyüklükler

Sayısal değeri ve birimi ile birlikte doğrultusu ve yönü de belirtilen niceliklere **vektörel büyüklükler** denir.

Örneğin, bir çocuk bir cismi 80 N kuvvetle çekiyor, dendiğinde kuvvet niceliği tam olarak tanımlanmamıştır. Çünkü kuvvetin yönü ve doğrultusu belirtilmemiştir. Kuvvet, yer değiştirme, ağırlık ve hız gibi nicelikler vektörel büyüklüklerdir.

2. KUVVET, KUVVET VEKTÖRÜNÜN ELEMANLARI VE ÖZELLİKLERİ

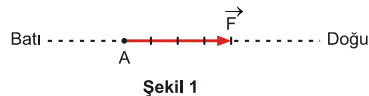
a) Kuvvet

Duran cisimleri hareket ettiren, hareket halindeki cisimleri hızlandıran, yavaşlatan, cismin yönünü değiştiren, cismin şeklini değiştiren etkiye **kuvvet** denir.

Kuvvet, kısaca cisimler üzerinde hareket ve şekil değişikliği oluşturan etkiye denir.

Kuvvet, vektörel bir büyüklüktür. **F** sembolü ile gösterilir. Birimi **newton** dur, **N** sembolü ile gösterilir.

b) Kuvvet Vektörü ve Elemanları

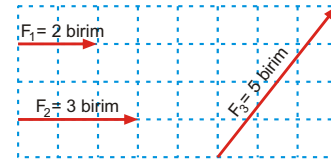


Kuvvet vektörü şematik olarak Şekil 1 deki gibi gösterilir.

Şekil 1 deki kuvvet vektörü \vec{F} şeklinde yazılır ve "F vektörü" olarak okunur.

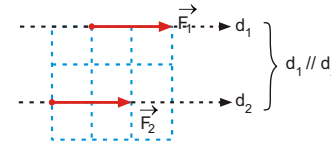
Kuvvet vektörünün elemanları şunlardır.

- Uygulama noktası : A noktasıdır.
- Yönü : Doğu yönündedir.
- Doğrultusu : Batı doğu doğrultusundadır.
- Şiddeti (büyüklüğü) : 4 birimdir.
- Bir kuvvetin büyüklüğü (şiddeti), Şekil 2 deki gibi düzlem üzerinde boyu (uzunluğu) ile gösterilir.



Şekil 2

c) Eşit Kuvvetler



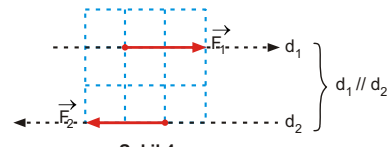
Şekil 3

Doğrultuları ve yönleri aynı, büyüklükleri eşit olan kuvvetlere **eşit kuvvetler** denir.

Şekil 3 teki \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri birbirine eşit olup,

$\vec{F}_1 = \vec{F}_2$ şeklinde gösterilir.

d) Zıt Kuvvetler



Şekil 4

Doğrultuları aynı, büyüklükleri eşit, yönleri zıt olan kuvvetlere **zıt kuvvetler** denir.

Şekil 4 teki \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri zıt kuvvetler olup,

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$, $\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$ şeklinde gösterilir.

- **Kuvvetler Zıt Yönlü İse** (Aralarındaki açı 180° ise) :

Şekil 8 (a) daki zıt yönlü \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin bileşkesi Şekil 8 (b) deki gibi,

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \text{ dir.}$$

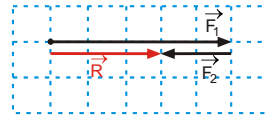
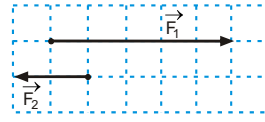
\vec{R} nin büyüklüğü,

$$R = F_{\text{büyük kuvvet}} - F_{\text{küçük kuvvet}}$$

$$R = 5 - 2$$

$$R = 3 \text{ birim dir.}$$

- Bileşke kuvvet, büyük kuvvet yönündedir.



Şekil 8

Uyarı
Kuvvetler aynı yönlü ise, bileşke kuvvet en büyüktür, yani maksimumdur.
İki kuvvet zıt yönlü ise, bileşke kuvvet en küçüktür, yani minimumdur.

- **Kuvvetler Birbirine Dik İse** (Aralarındaki açı 90° ise) :

Şekil 9 (a) daki gibi birbirine dik olan \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin bileşkesi Şekil 9 (b) deki gibi,

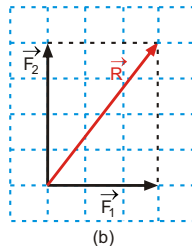
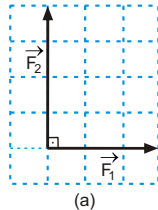
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \text{ dir.}$$

Bileşke kuvvetin büyüklüğü,

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2$$

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

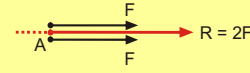
$$R = 5 \text{ birimdir.}$$



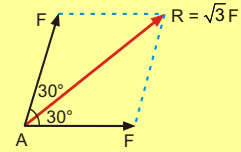
Şekil 9

- d. **Eşit Büyüklükteki İki Kuvvetin Bileşkesiyle İlgili Özel Durumlar**

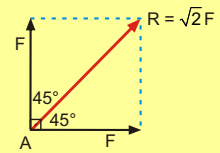
1. Kuvvetler arasındaki açı 0° ise:



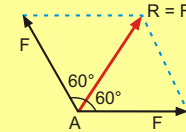
2. Kuvvetler arasındaki açı 60° ise:



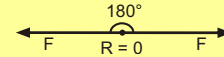
3. Kuvvetler arasındaki açı 90° ise:



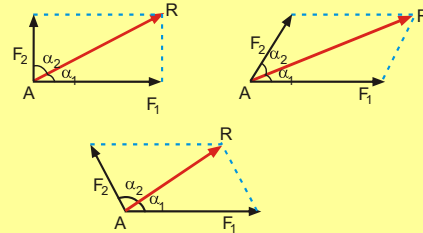
4. Kuvvetler arasındaki açı 120° ise:



5. Kuvvetler arasındaki açı 180° ise:



- İki kuvvetin arasındaki açı 0° ise bu iki kuvvetin bileşkesi en büyüktür (maksimumdur).
- İki kuvvetin arasındaki açı büyüdükçe bu iki kuvvetin bileşkesi küçülür.
- İki kuvvetin arasındaki açı 180° iken bu iki kuvvetin bileşkesi en küçüktür (minimumdur).
- Büyüklükleri farklı olan iki kuvvetin bileşkesi iki kuvvet arasında ve büyük kuvvete daha yakındır.



$F_1 > F_2$ ise $\alpha_2 > \alpha_1$ dir.

Bir yayın uzama ya da sıkışma miktarı yayın ucuna uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile doğru orantılıdır (Şekil 11-a).

Bir yayın ucuna uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile uzama miktarı arasındaki grafik Şekil 11-b deki gibidir.

Yayın esneklik sabiti,

$$\text{Yayın esneklik sabiti} = \frac{\text{Yaya uygulanan kuvvet}}{\text{Yayın uzama miktarı}} \Rightarrow k = \frac{F}{x}$$

bağıntısıyla bulunur. Yayı geren ya da sıkıştıran kuvvetin büyüklüğü aşağıdaki bağıntıyla bulunur.

$$\text{Kuvvet} = \text{Esneklik sabiti} \times \text{Yayın uzama miktarı}$$

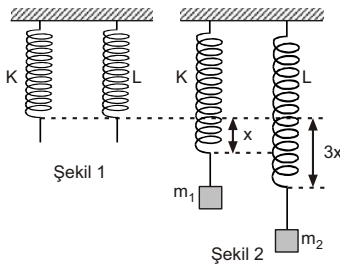
$$F = k \cdot x$$



Esnek bir yayın uzama miktarı, yaya uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Yayın k esneklik sabiti yaylar için ayırt edici özelliktir.

4. ÖRNEK

Özdeş K ve L yaylarının ucuna, kütleleri m_1 ve m_2 olan cisimler bağlanıp serbest bırakıldığında, Şekil 2 deki gibi dengede kalıyor.



$m_1 = 20$ kg olduğuna göre, m_2 kütlesi kaç kg dır?

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

ÇÖZÜM

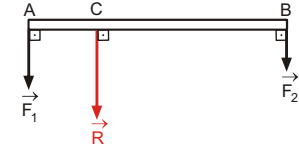
Bir yayın uzama miktarı, ucuna uygulanan kuvvet ile doğru orantılıdır. Yaylar özdeş olduğundan eşit kuvvetler yayları eşit miktarda uzatır. Kuvvet büyük ise, uzama miktarı büyük olur. Bu nedenle 20 kg kütleli cismi x kadar uzattığına göre, 3x uzatan cismin kütlesi 60 kg dır.

Yanıt: C

6. PARALEL KUVVETLERİN BİLEŞKESİ

a. Doğrultuları Paralel Yönleri Aynı Olan Kuvvetlerin Bileşkesi

AB çubuğunun uçlarına Şekil 12 deki gibi aynı yönlü \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri uygulanmış olsun.



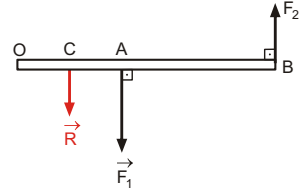
Şekil 12

Bu kuvvetlerin bileşkesi,

- $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ dir.
- Bileşke kuvvetin büyüklüğü,
- $R = F_1 + F_2$ ile bulunur.
- Bileşke kuvvet, kuvvetler arasında olup büyük kuvvete yakındır.
- Bileşke kuvvetin yönü kuvvetler yönündedir.
- Bileşke kuvvetin C uygulama noktası,
- $F_1 \cdot |AC| = F_2 \cdot |BC|$ bağıntısıyla bulunur.

b. Doğrultuları Paralel Yönleri Zıt Olan Kuvvetlerin Bileşkesi

OB çubuğunun A ve B noktalarına Şekil 13 deki gibi \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri uygulanmış olsun.



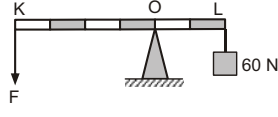
Şekil 13

Bu kuvvetlerin bileşkesi,

- $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ dir.
- Bileşke kuvvetin büyüklüğü,
- $R = F_{\text{büyük}} - F_{\text{küçük}}$
- $R = F_1 - F_2$ bağıntısıyla bulunur.
- Bileşke kuvvet büyük kuvvetin dışındadır.
- Bileşke kuvvetin yönü büyük kuvvetin yönündedir.
- Bileşke kuvvetin C uygulama noktası,
- $F_1 \cdot |AC| = F_2 \cdot |BC|$ bağıntısıyla bulunur.

5. ÖRNEK

Şekildeki eşit bölmeli, ağırlığı önemsenmeyen çubuk, ağırlığı 60 N olan cisim düşey F kuvvetiyle yatay olarak dengededir.

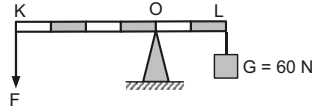


Buna göre, F kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?

- A) 15 B) 20 C) 30 D) 40

ÇÖZÜM

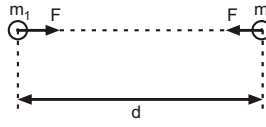
$F \cdot |KO| = G \cdot |LO|$ olduğundan
 $F \cdot 4 = 60 \cdot 2$
 $F = 30$ N bulunur.



Yanıt: C

7. KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ

Bütün cisimler arasında kütle çekim kuvveti vardır.



Şekil 14

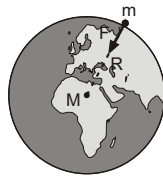
Aralarında d uzaklığı bulunan Şekil 14 deki m_1 , m_2 kütleli cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü

- m_1 ve m_2 kütleleriyle doğru orantılıdır.
- Kütlelerin merkezlerinin arasındaki d uzaklığının karesiyle ters orantılıdır.
- m_1 ve m_2 kütlelerinin birbirine uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü,

$$F = K \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

bağıntısıyla bulunur.

M kütleli Dünya'nın üzerindeki m kütleli cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetine, Dünya'nın kütle çekim kuvveti ya da cismin **ağırlığı** denir. Bu kuvvet,



Şekil 15

$$F = K \frac{Mm}{R^2}$$

bağıntısıyla bulunur (Şekil 15).

Cismin m kütlesi ve g yerçekim ivmesi biliniyorsa bu kuvvet yani cismin ağırlığı,

$$G = m \cdot g$$

bağıntısıyla da bulunabilir.

Dünya'nın g yerçekimi ivmesi (Yer'in çekim alanı),

$$g = K \frac{M}{R^2}$$

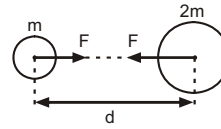
bağıntısıyla bulunur.

- Bu bağıntıdan da anlaşılacağı gibi yer yüzeyinden uzaklaştıkça yerçekimi ivmesi azalacağından cismin ağırlığı da azalır.
- Yer yüzeyinden yerin merkezine doğru inildikçe yerçekimi ivmesi azalacağından cismin ağırlığı da azalır.
- Yerkürenin kutuplarının yerin merkezine uzaklığı, ekvatorun Yer'in merkezine uzaklığından küçüktür. Bu nedenle bir cismin kutuplardaki ağırlığı ekvatordaki ağırlığından büyüktür.

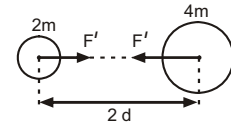
Birim Tablosu

Nicelik	Kuvvet	Kütle	Uzaklık	Genel çekim sabiti
Sembol	F	m	d	K
Birim	newton (N)	kilogram (kg)	metre (m)	$\frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

6. ÖRNEK



Şekil I



Şekil II

Şekil I de merkezleri arasındaki uzaklık d, kütleleri m, 2m olan iki gök cisminin birbirine uyguladıkları çekim kuvvetinin büyüklüğü F dir.

Buna göre, Şekil II de merkezleri arasındaki uzaklık 2d, kütleleri 2m ve 4m olan gök cisimleri arasındaki F' çekim kuvvetinin büyüklüğü kaç F dir?

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

ÇÖZÜM

Şekil I için çekim kuvveti,

$$F = K \frac{m \cdot 2m}{d^2}$$

dir.

Şekil II için çekim kuvveti, $F' = K \frac{2m \cdot 4m}{4d^2}$ den

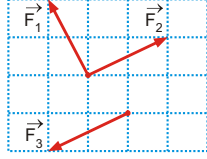
$$F' = K \frac{8m \cdot m}{4d^2} = K \frac{2m \cdot m}{d^2} = F$$

bulunur.

Yanıt: B

ÇÖZÜMLÜ TEST

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



Buna göre,

- I. \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 nin başlangıç noktaları aynıdır.
- II. \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 zıt kuvvetlerdir.
- III. \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 eşit büyüklükte kuvvetlerdir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

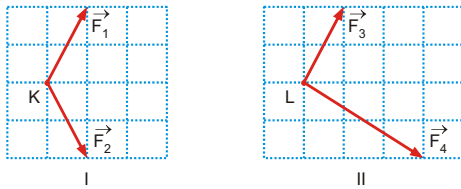
\vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin başlangıç noktaları aynı, yönleri ve doğrultuları birbirinden farklıdır.

\vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin doğrultuları ve büyüklükleri aynı, yönleri ise ters olduğundan zıt vektörlerdir.

\vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin uzunlukları aynı olduğundan eşit büyüklükte kuvvetlerdir.

Yanıt: D

- 2.

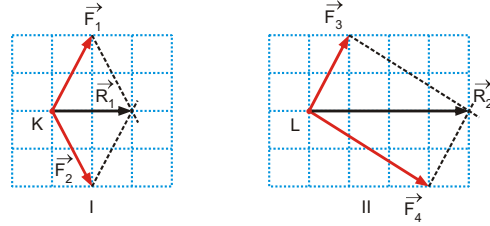


I deki \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin bileşkesi \vec{R}_1 , II deki \vec{F}_3 ve \vec{F}_4 kuvvetlerinin bileşkesi \vec{R}_2 dir.

Buna göre, bu bileşke kuvvetlerin büyüklüklerinin $\frac{R_1}{R_2}$ oranı kaçtır?

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

ÇÖZÜM



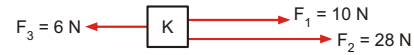
\vec{F}_1 ve \vec{F}_2 nin bileşkesi \vec{R}_1 , \vec{F}_3 ve \vec{F}_4 ün bileşkesi

\vec{R}_2 paralelkenar kuralı ile I ve II deki gibi bulunur.

I ve II de görüldüğü gibi, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ dir.

Yanıt: B

- 3.

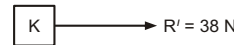


K cisminde aynı doğrultuda büyüklükleri belirtilen F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmıştır.

Buna göre, bu üç kuvvetin \vec{R} bileşkesinin büyüklüğü kaç N dur?

- A) 20
- B) 22
- C) 24
- D) 32

ÇÖZÜM

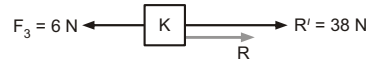


Doğrultuları ve yönleri aynı olan \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 nin R' bileşkesi yukarıdaki gibi,

$$R' = F_1 + F_2$$

$$R' = 10 + 28$$

$$R' = 38 \text{ N dur.}$$



Zıt yönlü olan F_3 ile R' nün bileşkesinin büyüklüğü,

$$R = R' - F_3$$

$$R = 38 - 6$$

$$R = 32 \text{ N bulunur.}$$

Yanıt: D

KONU TESTİ

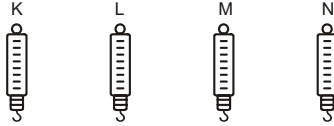
1.



Kuvvetin etkisiyle yukarıdakilerden kaç tanesinde kuvvetin etkisi görülebilir?

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

2.



Şekildeki K, L, M ve N dinamometreleri sırasıyla en çok 500 N, 200 N, 20 N ve 10 N luk kuvvet değerlerini ölçmektedir.

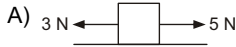
Buna göre, 18 N luk kuvveti ölçmek için hangi dinamometre en uygundur?

- A) K B) L C) M D) N

3.

Aşağıda sürtünmesiz yüzeylerde durmakta olan cisimlere etki eden kuvvetler gösterilmiştir.

Bu cisimlerle ilgili verilen bilgilerden hangisi doğrudur?



Cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir.



Cisim 7 N luk kuvvet yönünde hareket eder.

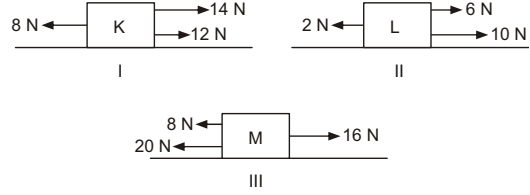


Cisim dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindedir.



Cisme etki eden net kuvvet 6 N luk kuvvetin yönündedir.

4.

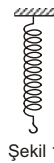


Sürtünmesiz yüzeylerde K, L ve M cisimlerine uygulanan kuvvetler I, II ve III teki gibidir.

Cisimleri harekete geçiren R_K , R_L ve R_M bileşke kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $R_K = R_L > R_M$ B) $R_K > R_L > R_M$
C) $R_L > R_K > R_M$ D) $R_M > R_L > R_K$

5.

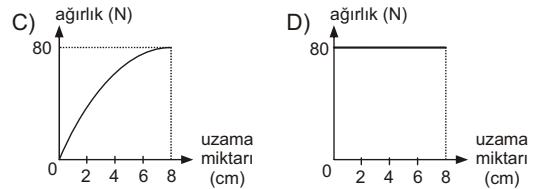
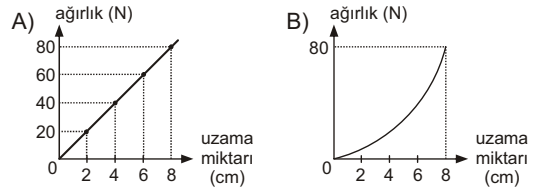


Ağırlık (N)	0	20	40	60	80
Uzama miktarı (cm)	0	2	4	6	8

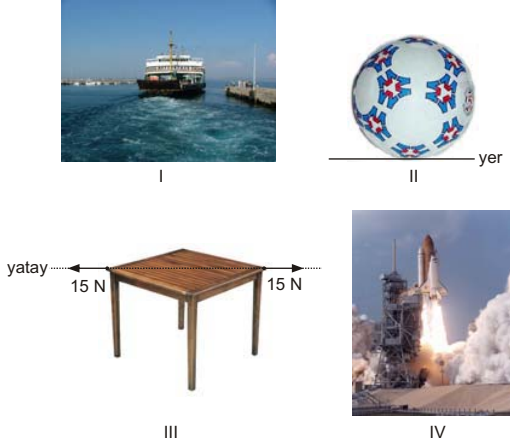
Şekil 2

Şekil 1 deki esnek yayın çengelinin ucuna asılan ağırlığa bağlı olarak yayın uzama miktarı Şekil 2 deki tablodaki gibidir.

Buna göre, ağırlık – uzama miktarı grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



6.



Yukarıdakilerden hangi ikisi dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir?

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

7.

- I. Madde miktarıdır. D
II. Eşit kollu terazi ile ölçülür. D
III. Bulunduğu yere göre değişmez. Y
IV. Birimi kilogramdır. D

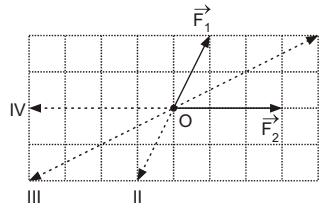
Başar, kütle ile ilgili cümlelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğunu yukarıdaki gibi cümle sonlarındaki kutucuklara işaretlemiştir.

Buna göre, Başar hangi cümlelerdeki işaretlemeleri doğru olarak yapmıştır?

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

8.

O noktasal cismine aynı düzlemde uygulanan \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri şekildeki gibidir.

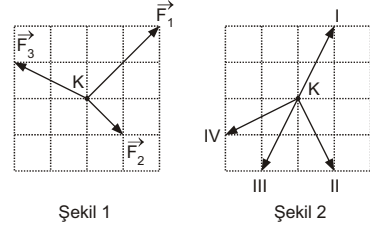


Buna göre, bu iki kuvvetin R bileşkesi ile R_d dengeleyen kuvveti kesikli çizgilerle gösterilenlerden hangisidir?

- | R | R_d |
|--------|-------|
| A) I | III |
| B) II | IV |
| C) III | IV |
| D) III | II |

9.

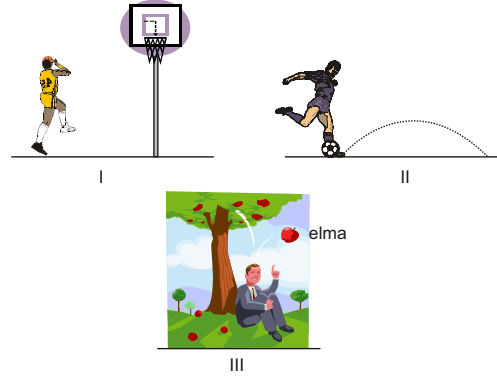
Şekilde noktasal K cismi Şekil 1'deki \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetleri ile şekilde verilmeyen \vec{F}_4 kuvvetlerinin etkisindedir.



K cismi serbest bırakıldığında hareketsiz kaldığına göre \vec{F}_4 kuvveti Şekil 2'dekilerden hangisidir?

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

10.

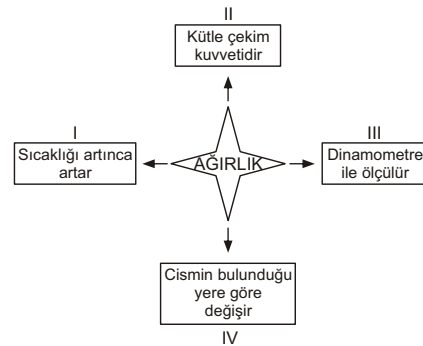


I'de Türkiye - Hırvatistan maçında Ersen İlyasova 3 lük atıyor. II'de Türkiye - Norveç maçında Hamit Altıntop serbest vuruş yapıyor. III'te ağacın altında oturan Murat'ın kafasına elma düşüyor.

Buna göre, I, II ve III'tekilerin hangileri temas gerektiren kuvvetlerle gerçekleşmiştir?

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

11.



Öykü'nün ağırlıkla ilgili yukarıdaki I, II, III ve IV kutularına yazdığı yargılardan hangisi yanlıştır?

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