

*Tamamı
Çözümlü*

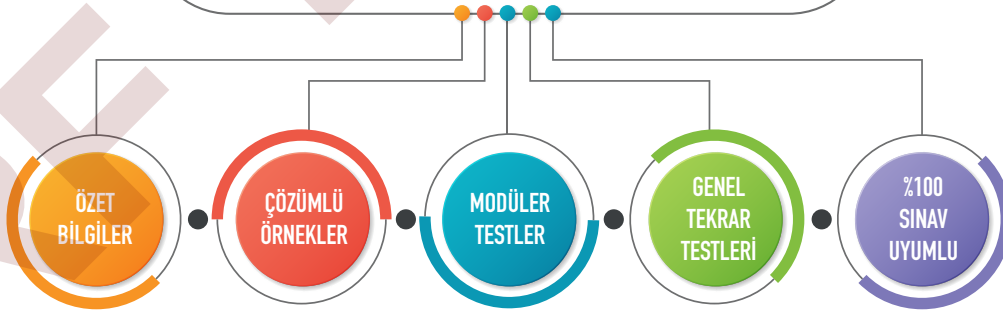
AYT

YENİ BAŞLAYANLAR İÇİN

ADIM ADIM

FİZİK

SORU KÜTÜPHANESİ



Hedefine Paraf At

İÇİNDEKİLER

ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

VEKTÖRLER VE KUVVETLER	9
TORK VE DENGİ	17
KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ	25
BASİT MAKİNELER	35
BAĞIL HAREKET	43
NEWTON'UN HAREKET YASALARI	49
BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET	55
İKİ BOYUTTA HAREKET	69
ENERJİ VE HAREKET	75
İTME VE MOMENTUM	87
ÜNİTE TARAMA	97
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	103

ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

ELEKTRİKSEL KUVVET, ELEKTRİKSEL ALAN VE ELEKTRİKSEL POTANSİYEL	161
DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN VE SİĞA	169
MANYETİZMA VE ELEKTROMANYETİK İNDÜKLENME	181
ALTERNATİF AKIM VE TRANSFORMATÖRLER	191
ÜNİTE TARAMA	199
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	203

ÜNİTE 3: ÇEMBERSSEL HAREKET

DÜZGÜN ÇEMBERSSEL HAREKET	229
DÖNEREK ÖTELEME HAREKETİ	237
AÇISAL MOMENTUM	245
KÜTLE ÇEKİMİ VE KEPLER YASALARI	251
ÜNİTE TARAMA	257
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	261

İÇİNDEKİLER

ÜNİTE 4: BASİT HARMONİK HAREKET

BASİT HARMONİK HAREKET	281
ÜNİTE TARAMA	291
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	293

ÜNİTE 5: DALGA MEKANİĞİ

DALGALARDA KIRINIM, GİRİŞİM VE DOPPLER OLAYI	303
ELEKTROMANYETİK DALGALAR	311
ÜNİTE TARAMA	317
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	321

ÜNİTE 6: ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE

ATOM KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ	335
BÜYÜK PATLAMA VE EVRENİN OLUŞUMU, RADYOAKTİVİTE	345
ÜNİTE TARAMA	353
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	357

ÜNİTE 7: MODERN FİZİK

ÖZEL GÖRELİLİK	371
KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ, FOTOELEKTRİK OLAY, COMPTON VE DE BROGLİE	377
MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI	389
ÜNİTE TARAMA	397
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ	401

GENEL TARAMA	417
GENEL TARAMA ÇÖZÜMLERİ	427



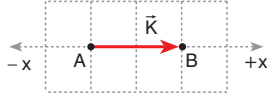
ÜNİTE 1
KUVVET VE HAREKET

VEKTÖRLER

Sayı ve birimle beraber yön bilgisini de içeren büyüklüklere vektörel büyüklük denir. Vektörel büyüklüklerin gösteriminde yönlendirilmiş doğru parçaları kullanılır. Vektörel büyüklüklere kuvvet, hız, konum, yer değiştirme, ivme ve tork örnek olarak verilebilir.

Vektörlerin Özellikleri

Her vektörün bir başlangıç noktası, bitiş noktası, büyüklüğü, doğrultusu ve yönü vardır.

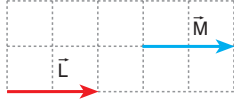


- Vektörel büyüklükler harf üzerine ok konularak gösterilir. Şekildeki $\vec{K}$ vektörünün; başlangıç noktası A, bitiş noktası B, doğrultusu x, yönü A dan B ye, şiddeti 2 birimdir.

- Vektörlerin şiddeti $|\vec{K}|$ ya da K şeklinde gösterilir. $|\vec{K}| = K = 2$ birim

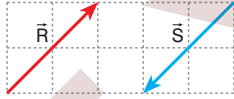
İki Vektörün Eşitliği

İki vektörün birbirine eşit olabilmesi için yön ve şiddet niceliklerinin eşit olması gerekir. Şekildeki $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri için $\vec{L} = \vec{M}$ dir.



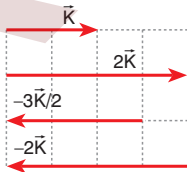
Vektörün Negatifi (Tersi)

Yönleri zıt, büyüklükleri eşit olan vektörler birbirinin negatifi (tersi) dir. Şekilde verilen $\vec{R}$ ve $\vec{S}$ vektörleri için $\vec{R} = -\vec{S}$ ya da $\vec{S} = -\vec{R}$ dir.



Vektörün Bir Skaler ile Çarpımı

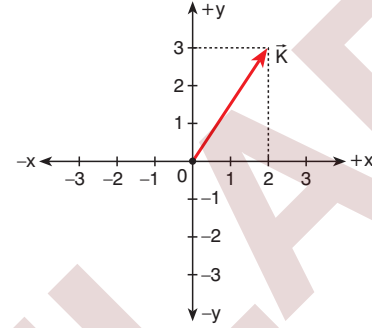
Bir vektör, pozitif sayıyla çarpıldığında vektörün büyüklüğü değişebilir, yönü ve doğrultusu değişmez. Negatif sayıyla çarpıldığında ise yön değişir, doğrultusu değişmez, büyüklüğü ise değişebilir.



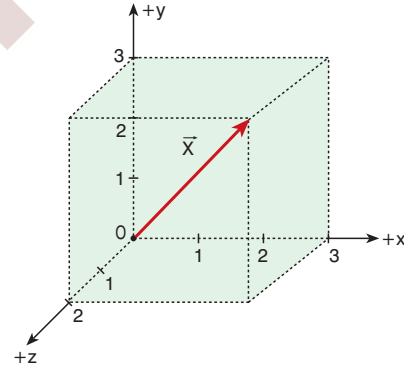
Vektörel Büyüklüklerin Kartezyen Koordinat Sisteminde Gösterilmesi

Aynı düzlemde bulunan ve dik keşiren iki sayı doğrusunun oluşturduğu sisteme **kartezyen koordinat sistemi** ya da **dik koordinat sistemi** denir.

- İki boyutlu vektörler, dik koordinat sistemindeki (x, y) koordinatları kullanılarak gösterilebilir. Bir $\vec{K}$ vektörü $\vec{K}(x, y)$ biçiminde yazılabilir. Buna göre, başlangıç noktası orjin olan $\vec{K}(2, 3)$ vektörünün gösterimi şekildedir.



- Üç boyutlu vektörler, birbirine dik koordinat sistemindeki (x, y, z) koordinatları kullanılarak gösterilebilir. Bir $\vec{X}$ vektörü $\vec{X}(x, y, z)$ biçiminde yazılabilir. Buna göre, başlangıç noktası orjin olan $\vec{X}(3, 3, 2)$ vektörünün gösterimi şekildedir.



KUVVETLER

Duran bir cismi hareket ettiren, hareket halindeki bir cismi durduran, cisimlerde şekil değişikliği yapan veya bir nokta etrafında cismi döndürebilen etkiye kuvvet denir. Kuvvet vektörel bir büyüklüktür. $\vec{F}$ ile gösterilir. Birimi newtondur, dinamometre ile ölçülür.

Kuvvetlerin Bileşkesinin Bulunması

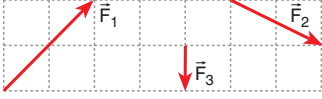
İki ya da daha fazla kuvvetin vektörel olarak toplanması ile elde edilen kuvvete, bileşke kuvvet denir. $\vec{R}$ ile gösterilir.

- Bileşke kuvvet üç yolla bulunur.

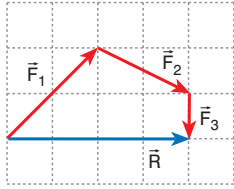
- Uç uca ekleme metodu
- Paralel kenar metodu
- Bileşenlerine ayırma metodu

Uç Uca Ekleme (Çokgen) Yöntemi

Bu metotda, kuvvetler yönü ve şiddetleri değiştirilmeden uç uca eklenir. İlk kuvvetin başlangıç noktası son kuvvetin bitiş noktasına birleştirilerek bileşke kuvvet bulunur. Kuvvetlerin eklenme sırasının önemi yoktur.

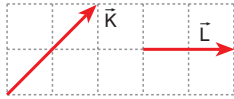


- Şekildeki $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetlerinin toplamı uç uca ekleme yöntemine göre aşağıdaki gibi olur.

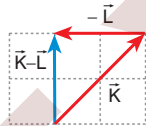


Vektörlerde Çıkarma İşlemi

Çıkarma işlemi bir toplama işlemi olduğundan, $\vec{K} - \vec{L}$ ifadesi, $\vec{K} + (-\vec{L})$ biçiminde yazılabilir. Buna göre, çıkarılacak vektörün zıt yönüsü bulunur ve bu vektör diğer vektörle toplanır.

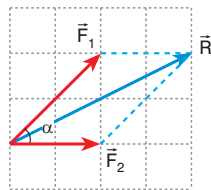
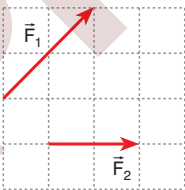


- Şekildeki $\vec{K}$ ve $\vec{L}$ vektörleri ile $\vec{K} - \vec{L}$ işlemi aşağıdaki gibi yapılır.



Paralelkenar Yöntemi

Bu yöntemde kuvvetlerin başlangıç noktaları birleştirilerek uçlarından çizilen paralellerle bir paralelkenar oluşturulur. Bu paralelkenarın köşegeni bileşke kuvveti verir. Buna göre, $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin paralelkenar yöntemiyle toplamı şekildeki gibidir.

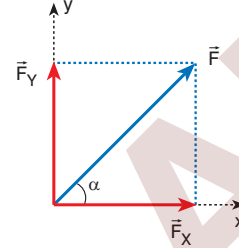


- $\vec{R}$ nin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha$$

Bileşenlerine Ayırma Yöntemi

Bir kuvvet kendini oluşturan dik bileşenlere ayrılırken, kuvvetin ucundan x ve y eksenlerine paralel doğrular çizilerek kuvvetin bu eksenlerdeki bileşenleri şekildeki gibi bulunur.

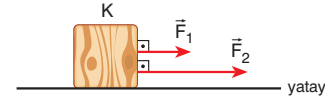


$$F_x = F \cdot \cos \alpha \quad \text{ve} \quad F_y = F \cdot \sin \alpha$$

Bileşkenin Bulunması ile İlgili Özel Durumlar

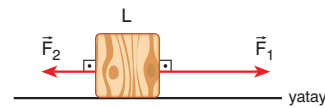
Büyüklükleri Farklı İki Kuvvetin Bileşkesi

- Kuvvetler şekildeki gibi aynı yönlü ise, K cismine uygulanan $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü, kuvvetlerin büyüklükleri toplanarak bulunur. Bileşke maksimum değerini alır.



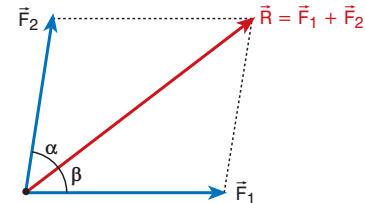
$$R = F_1 + F_2 \text{ dir.}$$

- Kuvvetler şekildeki gibi zıt yönlü ise, L cismine uygulanan $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü, kuvvetlerin büyüklükleri farkı alınarak bulunur. Bileşke minimum değerini alır.



$$R = F_1 - F_2 \text{ dir.}$$

- Kuvvetler arasında şekildeki gibi açı varsa;



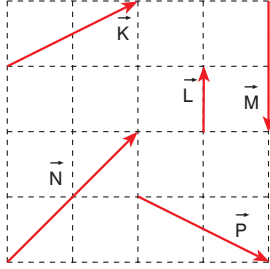
- Bileşkenin şiddeti, kuvvetlerin şiddetleri toplamı ile şiddetleri farkı arasında bir değer alır.

$$F_1 + F_2 > R > F_1 - F_2$$

- Bileşke kuvvet büyük kuvvete daha yakındır.

$$F_1 > F_2 \text{ ise } \beta < \alpha \text{ dir.}$$

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



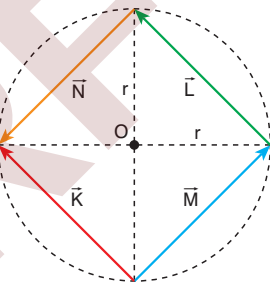
Buna göre;

- I. $\vec{N} - \vec{L}$
- II. $\vec{L} + \vec{P}$
- III. $\vec{P} - \vec{M}$

işlemlerinin hangilerinden $\vec{K}$ vektörü elde edilir?

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

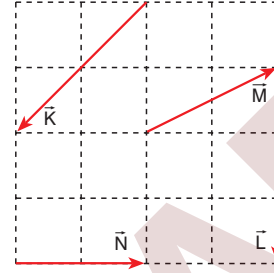
2. O merkezli r yarıçaplı çember üzerinde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibidir.



Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N}$ vektörü aşağıdakilerden hangisidir?

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

3. Aynı düzlemdeki $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$ ve $\vec{N}$ vektörleri şekildeki gibidir.



Bu vektörlerle ilgili olarak;

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

eşitliklerinden hangileri doğrudur?

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

4. Yönleri zıt, büyüklükleri eşit olan vektörlere birbirinin negatifi yani tersi vektörler denir.

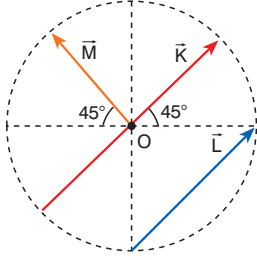
Birbirinin negatifi olan iki vektör ile ilgili;

- I. Doğrultuları
- II. Şiddetleri
- III. Yönleri

özelliklerinden hangileri iki vektör için de aynıdır?

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

5. O merkezli çembersel düzlem üzerine $\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibi konulmuştur.



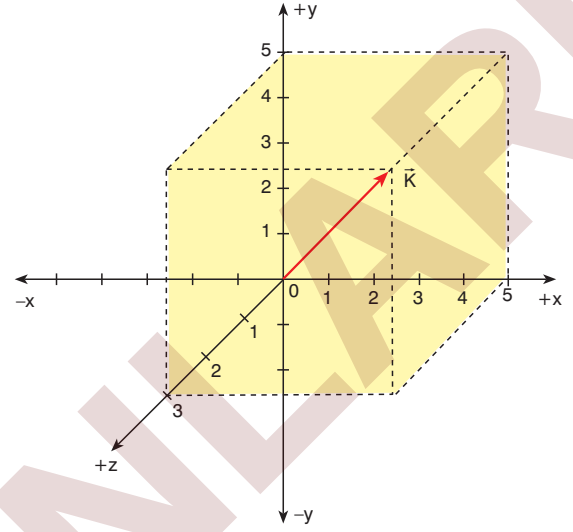
Buna göre; $\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri için;

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

eşitliklerinden hangileri doğrudur?

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

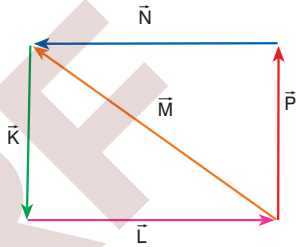
7. Üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde bulunan bir $\vec{K}$ vektörü şekildeki gibidir.



Buna göre, $\vec{K}$ vektörünün koordinatları (x, y, z) nedir?

- A) (3, 4, 5) B) (5, 3, 5) C) (5, 5, 3)
D) (3, 5, 5) E) (4, 5, 3)

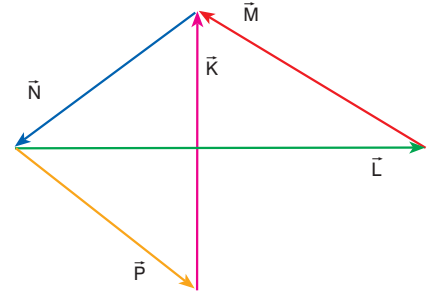
6. Aynı düzlemde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$, $\vec{N}$, $\vec{P}$ vektörleri şekildeki gibi konulmuştur.



Buna göre, bu vektörler için yazılan aşağıdaki eşitliklerden hangisi yanlıştır?

- A) $\vec{K} + \vec{L} = -\vec{M}$ B) $\vec{K} + \vec{L} = \vec{N} + \vec{P}$
C) $\vec{L} + \vec{M} = \vec{N} + \vec{P} + \vec{L}$ D) $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} = 0$
E) $\vec{K} + \vec{L} + \vec{P} + \vec{N} = 0$

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

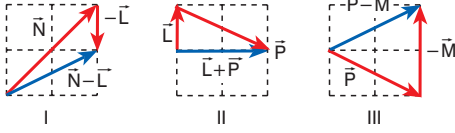


Buna göre; $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N} + \vec{P}$ vektörlerinin toplamı aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $\vec{P}$ B) $-\vec{N}$ C) $\vec{N}$ D) $-3\vec{N}$ E) $2\vec{M}$

Test - 1

Çözüm 1



- I. Şekildeki gibi $\vec{N} - \vec{L} = \vec{K}$ olur. (I. Doğru)
 II. Şekildeki gibi $\vec{L} + \vec{P}$ vektörü $\vec{K}$ vektörüne eşit olmaz. (II. Yanlış)
 III. Şekildeki gibi $\vec{P} - \vec{M} = \vec{K}$ olur. (III. Doğru)

Cevap A

Çözüm 2

Şekilde görüldüğü gibi $\vec{M}$ ve $\vec{N}$ vektörleri birbirinin zıttıdır. Bundan dolayı $\vec{M} + \vec{N} = 0$ olur.

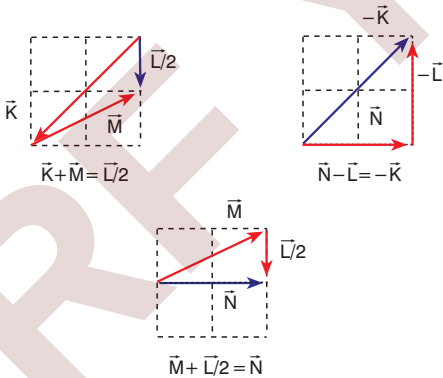
$\vec{K}$ ve $\vec{L}$ vektörleri ise eşit vektörlerdir. $\vec{K} = \vec{L}$ dir.

Buna göre;

$$\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N} = 2\vec{K} = 2\vec{L} \text{ olur.}$$

Cevap A

Çözüm 3



K, L, M vektörleri şekildeki gibi uç uca eklenerek toplandığında;

$$\vec{K} + \vec{M} = \frac{\vec{L}}{2} \text{ (I. Doğru)}$$

$$\vec{N} - \vec{L} = -\vec{K} \text{ (II. Doğru)}$$

$$\vec{M} + \frac{\vec{L}}{2} = \vec{N} \text{ (III. Doğru)}$$

olduğu görülür.

Cevap E

Çözüm 4

Birbirinin negatifi yani tersi olan iki vektörün;

Doğrultuları aynıdır. (I. Doğru)

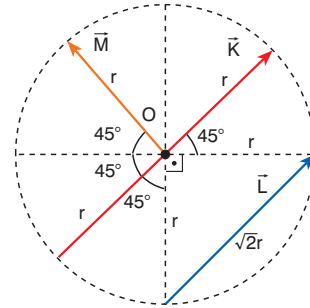
Şiddetleri eşittir. (II. Doğru)

Yönleri birbirinin zıttıdır. (III. Yanlış)

Cevap D

Çözüm 5

Şekilde görüleceği üzere, O merkezli çemberin yarıçapına r denilirse $\vec{L}$ vektörünün büyüklüğü Pisagor teoreminden,



$$L^2 = r^2 + r^2 = 2r^2$$

$$L = |\vec{L}| = \sqrt{2}r \text{ olur.}$$

$\vec{K}$ ve $\vec{M}$ vektörlerinin büyüklükleri ise,

$$|\vec{K}| = 2r, |\vec{M}| = r \text{ dir.}$$

Buna göre,

$$\vec{K} = 2\vec{L} \text{ olamaz. (I. Yanlış)}$$

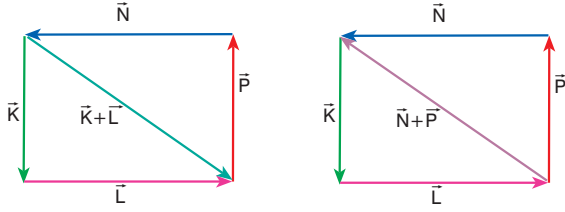
$$|\vec{K}| = 2|\vec{M}| \text{ olur. (II. Doğru)}$$

$$|\vec{L}| = |\vec{M}| \text{ olamaz. (III. Yanlış)}$$

Cevap B

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 6



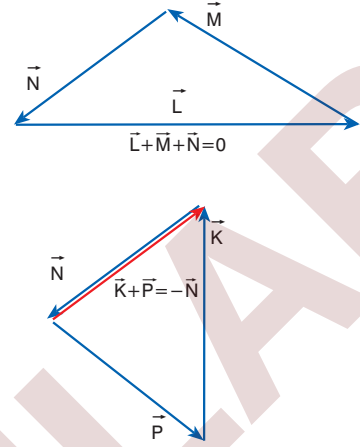
$\vec{K}$, $\vec{L}$ vektörleri ile $\vec{N}$, $\vec{P}$ vektörleri çokgen kuralına göre toplanırsa $\vec{K} + \vec{L}$ vektörü ile $\vec{N} + \vec{P}$ vektörü şekildeki gibi oluşur.

Şekilden de görüleceği gibi $\vec{K} + \vec{L}$ ve $\vec{N} + \vec{P}$ vektörleri birbirinin tersi olan vektörlerdir.

Bundan dolayı $\vec{K} + \vec{L} = \vec{N} + \vec{P}$ denilemez.

Cevap B

Çözüm 8



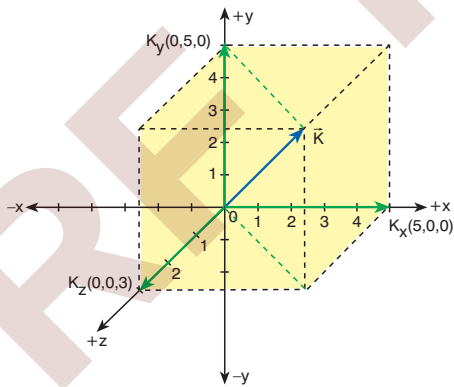
Şekildeki gibi vektörler çokgen metoduna göre toplandığında,

$\vec{L} + \vec{M} + \vec{N} = 0$ ve $\vec{K} + \vec{P} = -\vec{N}$ olduğu görülür.

Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N} + \vec{P} = -\vec{N}$ dir.

Cevap B

Çözüm 7



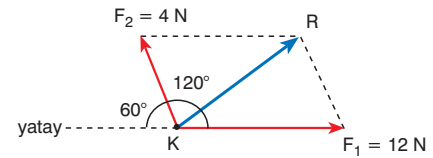
$\vec{K}$ vektörünün xyz eksenlerindeki bileşenleri K_x , K_y , K_z nin koordinat noktaları şekildeki gibi olur.

Bu noktalara göre $\vec{K}$ vektörü $\vec{K}(K_x, K_y, K_z)$ şeklinde tanımlanırsa $\vec{K}(5,5,3)$ olur.

Cevap C

Test - 2

Çözüm 1

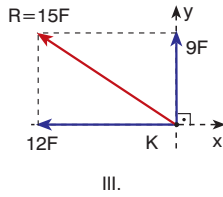
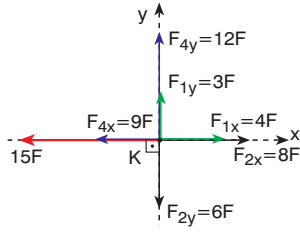
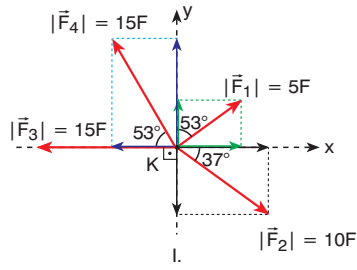


Durmakta olan cisimler bileşke kuvvetin etkisinde ve bileşke kuvvetin etki ettiği yönde harekete geçerler. Durmakta olan noktasal K cismine etkiyen $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin oluşturduğu bileşke kuvvet $\vec{R}$, paralel kenar metodu ile şekildeki gibi bulunur. R nin büyüklüğü $R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos 120^\circ$ formülünden,

$$R^2 = 4^2 + 12^2 + 2 \cdot 4 \cdot 12 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = 112 \Rightarrow R = 4\sqrt{7} \text{ N bulunur.}$$

Cevap B

Çözüm 2



$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_4$ kuvvetleri I. şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır. Buna göre;

$$F_{1x} = 5F \cdot \sin 53^\circ = 5F \cdot 0,8 = 4F$$

$$F_{1y} = 5F \cdot \cos 53^\circ = 5F \cdot 0,6 = 3F$$

$$F_{2x} = 10F \cdot \cos 37^\circ = 10F \cdot 0,8 = 8F$$

$$F_{2y} = 10F \cdot \sin 37^\circ = 10F \cdot 0,6 = 6F$$

$$F_{4x} = 15F \cdot \cos 53^\circ = 15F \cdot 0,6 = 9F$$

$$F_{4y} = 15F \cdot \sin 53^\circ = 15F \cdot 0,8 = 12F \text{ bulunur.}$$

Bu kuvvetler II. şekildeki gibi gösterilip xy eksenleri üzerindeki bileşke kuvvetler hesaplandığında III. şekildeki gibi iki kuvvet bulunur.

Bu iki kuvvetin bileşkesinin büyüklüğü R pisagor teoremine göre hesaplanırsa,

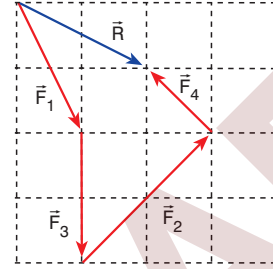
$$R^2 = (9F)^2 + (12F)^2$$

$$R^2 = 81F^2 + 144F^2 = 225F^2$$

$$R = 15F \text{ bulunur.}$$

Cevap D

Çözüm 3

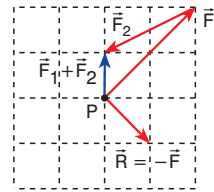


$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ kuvvetlerinin bileşkesi olan $\vec{R}$ şekildeki gibi bulunur. Dengeleyici kuvvet $\vec{F}_5$ kuvveti, $\vec{R}$ nin zıddı olan kuvvettir.

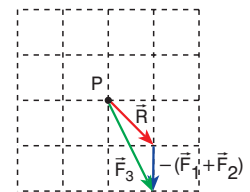
Bu kuvvette Şekil - II deki I numaralı kuvvettir.

Cevap A

Çözüm 4



Şekil - I



Şekil - II

Dengeleyici $\vec{F}$ kuvveti, $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ kuvvetlerinin bileşkesi $\vec{R}$ nin zıddı olan kuvvettir.

Bundan dolayı, Şekil - I deki gibi $\vec{R} = -\vec{F}$ dir.

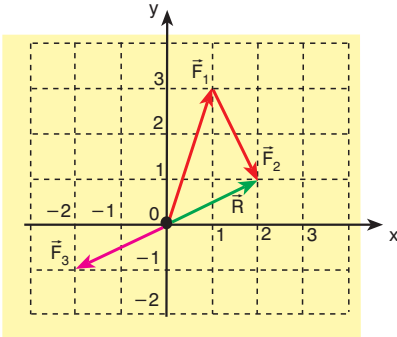
$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ dür. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ kuvveti Şekil - I deki gibi uç uca eklemeye metodu ile bulunur.

$\vec{F}_3$ kuvveti ise $\vec{F}_3 = \vec{R} - (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$ den Şekil - II deki gibi uç uca eklemeye metodu ile bulunur.

Cevap D

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 5

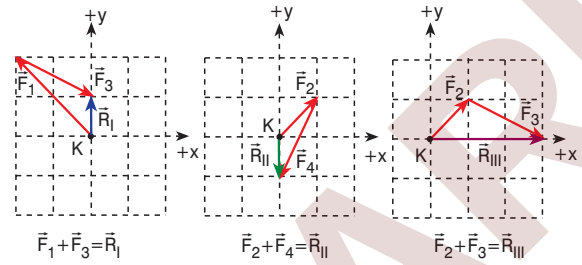


Noktasal parçacığın sabit hızla hareket etmesi cisme etki eden bileşke kuvvetin sıfır olması demektir. Şekilde görüldüğü gibi $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin bileşkesi uç uca eklenerek $\vec{R}$ olarak bulunur.

$\vec{R}$ yi sıfır yapacak $\vec{F}_3$ kuvveti şekildeki gibi $\vec{R}$ nin zıddı olan kuvvettir. Buna göre, $\vec{F}_3$ ün bitiş noktasının (x, y) koordinatları $(-2, -1)$ olur.

Cevap E

Çözüm 7



Noktasal K cisminin + y yönünde harekete geçebilmesi için cisme etkiyecek bileşke kuvvetin yönünün + y yönünde olması gerekir. Buna göre, şekildeki gibi;

$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{R}_I$ kuvveti + y yönünde oluşur. (I.Doğru)

$\vec{F}_2 + \vec{F}_4 = \vec{R}_{II}$ kuvveti - y yönünde oluşur. (II.Yanlış)

$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{R}_{III}$ kuvveti + x yönünde oluşur. (III.Yanlış)

Cevap A

Çözüm 6

Herhangi iki kuvvet ile oluşturulacak bileşke kuvvetin büyüklüğü, bu iki kuvvetin büyüklüklerinin toplamı ile farkı arasındaki değerlere eşit olabilir.

Buna göre, verilen kuvvetlerden 4 N ve 8 N luk kuvvetlerle oluşturulacak bileşke kuvvetin büyüklüğüne R denilirse,

$8 - 4 \leq R \leq 8 + 4$ ifadesinden $4 \text{ N} \leq R \leq 12 \text{ N}$ olur.

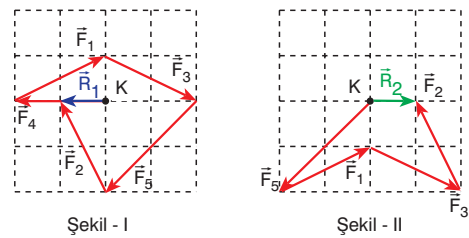
Bu durumda 4 N ve 8 N luk iki kuvvetle 10 N büyüklüğünde bir bileşke kuvvet oluşturulabilir.

Soruda verilen 10 N büyüklüğündeki kuvvet ile 4 N ve 8 N büyüklüğündeki kuvvetler kullanılarak oluşturulan 10 N büyüklüğündeki kuvvet zıt yönlü ise bunların bileşkesi sıfır olur.

Bu durumda, 4 N, 8 N ve 10 N büyüklüğündeki kuvvetlerin bileşkesi en küçük sıfır olabilir.

Cevap A

Çözüm 8



$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ ve $\vec{F}_5$ kuvvetleri uç uca eklenerek bileşke kuvvet Şekil - I deki gibi $\vec{R}_1$ olarak bulunur.

Bileşke kuvvetin doğrultusunun değişmemesi için $\vec{R}_1$ ile aynı doğrultuda olan bir kuvvet çıkarılmalıdır.

$\vec{F}_4$ kuvveti görüldüğü gibi $\vec{R}_1$ ile aynı doğrultuda olan bir kuvvettir. Bundan dolayı $\vec{F}_4$ kuvveti $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_5$ kuvvetlerinin bileşkesi Şekil - II deki gibi bulunduğunda oluşan $\vec{R}_2$ kuvveti $\vec{R}_1$ ile aynı doğrultuda olur.

Cevap D

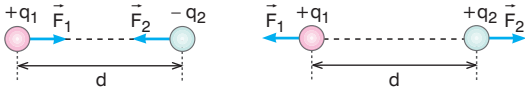
ÜNİTE 2
ELEKTRİK VE MANYETİZMA

ELEKTRİK KUVVET, ELEKTRİKSEL ALAN VE ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

ELEKTRİKSEL KUVVET

Yüklü cisimler arasındaki itme ve çekme kuvveti Coulomb Kuvveti (elektrostatik kuvvet) olarak tanımlanır.

- Elektrostatik kuvvet; yüklerin çarpımı ile doğru orantılı, yükler arasındaki yük merkezlerini birleştiren uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.
- Elektrostatik kuvvetin büyüklüğü yüklerin bulunduğu ortamın elektriksel özelliklerine de bağlıdır.



- Şekildeki yükler arasındaki itme veya çekme kuvvetinin büyüklüğü birbirine eşit şiddette ve zıt yönlüdür. Bu kuvvetin büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır. Birimi newton dur. Vektörel bir büyüklüktür.

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

ELEKTRİKSEL ALAN

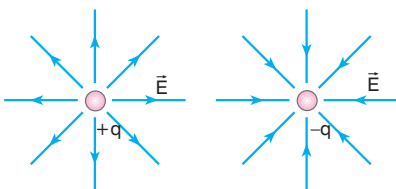
Coulomb kuvveti her bir cismin, diğerinin oluşturduğu kuvvet alanı yani elektriksel alan içinde olmasıyla gerçekleşir. Bir yükün elektriksel etkisini gösterebildiği alana **elektrik alan** denir. Elektrik alan, vektörel bir nicelikdir ve $\vec{E}$ harfi ile gösterilir.



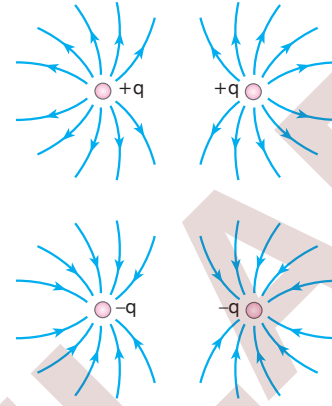
- Şekildeki gibi bir q yükünden d kadar uzakdaki bir noktanın elektrik alanının büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$E = k \cdot \frac{q}{d^2}$$

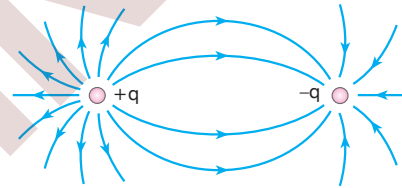
- Bir yükün etrafındaki elektrik alan gerçekte var olmayan hayali çizgilerle gösterilir. Elektrik alan kuvvet çizgileri şekildeki gibi pozitif yükün merkezinden dışa doğru, negatif yükün merkezine doğru kabul edilir. Elektrik alan çizgileri yüzeyden dik çıkar ve yüzeye dik olarak girerler.



- Aynı cins yüklü cisimler yan yana getirildiğinde, elektrik alanının görünümü şekildeki gibi olur. Alan çizgileri birbirini kesmezler.



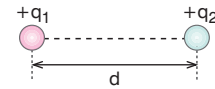
- Zıt cins yüklü cisimler yan yana getirildiğinde elektrik alanının görünümü şekildeki gibi olur.



ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

Elektiriksel Potansiyel Enerji

Şekildeki q_1 yükünden sonsuz uzaklıktaki bir q_2 yükünü, q_1 in elektrik alanı içerisinde ve q_1 den d kadar uzaklığa getirirken elektiriksel kuvvetlere karşı yapılan iş, elektiriksel potansiyel enerji olarak tanımlanır.



- Elektiriksel potansiyel enerji, aşağıdaki formül ile bulunur. Birimi joule dır. Skaler bir büyüklüktür.

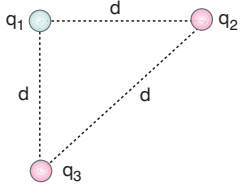
$$E_p = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d}$$

- Aynı işaretli q_1 ve q_2 yüklerinden oluşan sistemin potansiyel enerjisi pozitifdir. Zıt işaretli q_1 ve q_2 den oluşan sistemin elektiriksel potansiyel enerjisi negatiftir.

➤ Aynı cins yükler birbirine yaklaştıkça, elektiriksel potansiyel enerji artarken, uzaklaştıkça azalır.

➤ Zıt cins yükler birbirine yaklaşıırken elektiriksel potansiyel enerji azalırken, uzaklaşıırken artar.

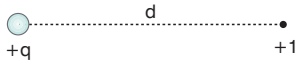
- Yüklerle kurulan şekildeki gibi bir sistemin toplam elektriksel potansiyel enerjisi, $E_p = k \frac{q_1 q_2}{d} + k \frac{q_1 q_3}{d} + k \frac{q_2 q_3}{d}$ dir.



Elektriksel Potansiyel

Pozitif birim yüke düşen elektrik potansiyel enerjiye O noktanın **elektriksel potansiyeli** denir.

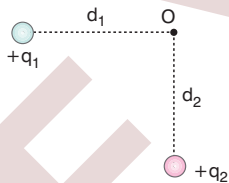
- Şekildeki q yükünün d kadar uzağındaki bir noktanın elektrik potansiyeli bulunurken bu noktada + 1 birimlik bir yük var gibi düşünülür.



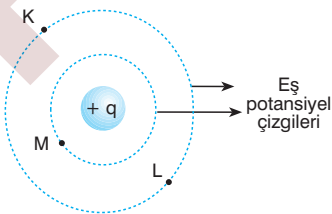
- Bu durumda q yükünden şekildeki gibi d kadar uzaktaki bir noktanın elektriksel potansiyeli, aşağıdaki formülle bulunur. Skaler büyüklüktür. V sembolü ile gösterilir, birimi volt tur.

$$V = k \cdot \frac{q}{d}$$

- Şekildeki yüklerin O noktasında oluşturduğu elektrik potansiyel, her bir yükün O noktasındaki elektrik potansiyeli skaler olarak toplanarak bulunur. $V = k \cdot \frac{q_1}{d_1} + k \cdot \frac{q_2}{d_2}$ dir.



- Elektriksel potansiyelleri eşit olan noktalara eş potansiyel noktaları, bu noktaları birleştiren çizgiye eş potansiyel çizgisi, bu çizgilerin oluşturdukları yüzeylere de eş potansiyel yüzeyleri denir.

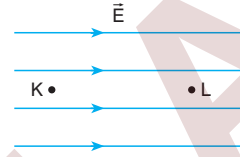


- Şekildeki yüklü cismin etrafındaki K ile L noktaları aynı eşpotansiyel çizgisi üzerinde olduklarından elektriksel potansiyelleri aynı, M noktasının elektriksel potansiyeli ise K ile L ninkinden büyüktür.

İki Nokta Arasındaki Potansiyel Fark

Elektrik alan içinde bulunan herhangi iki nokta arasındaki potansiyel fark, +1 C luk birim yükün bu iki nokta arasında hareket ettirilmesi için yapılan iş olarak tanımlanır.

- Elektrik alan yönünde ilerledikçe elektriksel potansiyel azalır. Buna göre, şekildeki K ve L noktalarından K nin potansiyeli L ninkinden büyüktür.



- K ve L noktalarının elektriksel potansiyelleri V_K ve V_L ise

- > K, L arasındaki potansiyel fark,

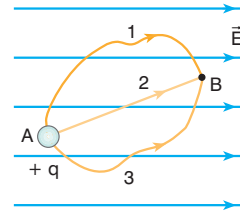
$$V_{KL} = V_L - V_K$$

- > L, K arasındaki potansiyel fark,

$$V_{LK} = V_K - V_L$$

İki Nokta Arasında Hareket Eden Bir Yükün Elektriksel Potansiyel Enerjisindeki Değişim

$\vec{E}$ elektriksel alanı içerisinde bulunan + q yüklü bir cisim şekildeki A noktasından B noktasına doğru hareket ettiğinde elektriksel potansiyel enerji kaybederken, B noktasından A noktasına hareket ettiğinde elektriksel potansiyel enerji kazanır.



- Cismin potansiyel enerjisindeki değişim,

- > A dan B ye hareket ettiğinde,

$$\Delta E_p = q \cdot V_{AB}$$

- > B den A ya hareket ettiğinde,

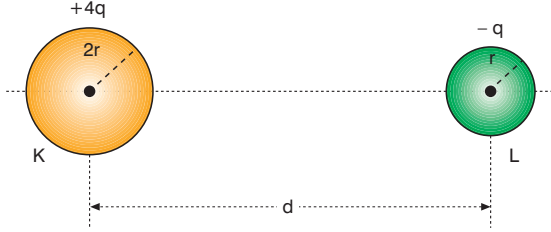
$$\Delta E_p = q \cdot V_{BA}$$

- Cisim A noktasından B noktasına 1, 2, 3 yollarından hangisini izleyerek giderse gitsin potansiyel enerjisindeki değişim sabittir.

- > Buna göre, kinetik enerjisini değiştirmeden cismi 1, 2, 3 yollarını izleyerek A dan B ye götürmek için yapılan işler sırasıyla W_1 , W_2 , W_3 ise bunlar arasındaki ilişki, aşağıdaki gibidir.

$$W_1 = W_2 = W_3 = q \cdot V_{AB}$$

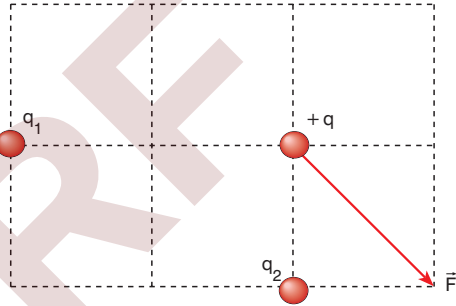
1. İletken K, L kürelerinin yarıçapları sırasıyla $2r$, r ; elektrik yükleri de $+4q$, $-q$ dur. Şekildeki konumda tutulurken kürelerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F_1 dir. Küreler birbirine dokundurulduktan sonra aralarındaki uzaklık iki katına çıkarılırsa, kürelerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F_2 oluyor.



Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?

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

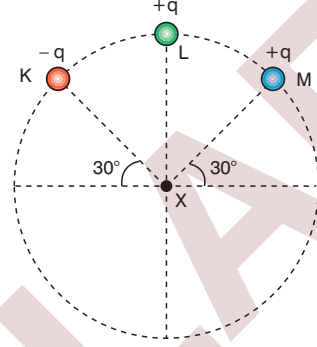
2. Aynı yatay düzleme konulan şekildeki q_1 ve q_2 yüklerinin $+q$ yüküne uyguladıkları kuvvetlerin bileşkesi $\vec{F}$ dir.



Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?

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

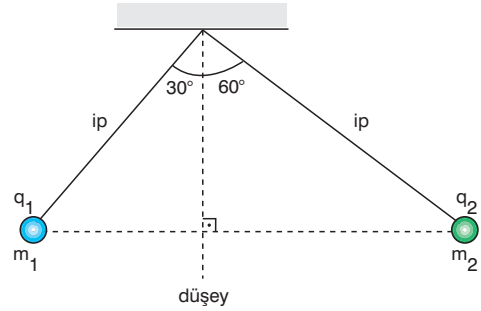
3. Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemdeki çember üzerinde K, L ve M noktalarına $-q$, $+q$ ve $+q$ yüklü cisimler şekildeki gibi sabitlenmiştir.



Çemberin merkezine yerleştirilen yüklü X cismini, K noktasındaki $-q$ yüklü cisim F kuvveti ile çektiğine göre, X cismine etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç F dir? ($\cos 60^\circ = 0,5$)

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

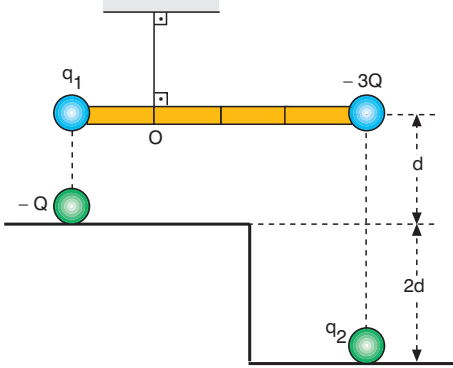
4. Kütleleri m_1 , m_2 ve yükleri q_1 , q_2 olan cisimler iplerle şekildeki gibi dengelenmiştir.



Buna göre, cisimlerin kütlelerinin oranı, $\frac{m_1}{m_2}$ kaçtır? ($\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$; $\tan 60^\circ = \sqrt{3}$)

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

5. O noktasından bir ipe asılı ağırlığı önemsiz eşit bölmeli türdeş çubuk, uçlarındaki q_1 ve $-3Q$ yüklü cisimlerin düşeylerindeki $-Q$ ve q_2 yükleriyle şekildeki gibi dengededir.

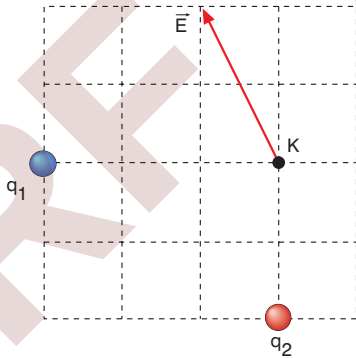


Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?

(Yüklü cisimlerin ağırlığı önemsizdir.)

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

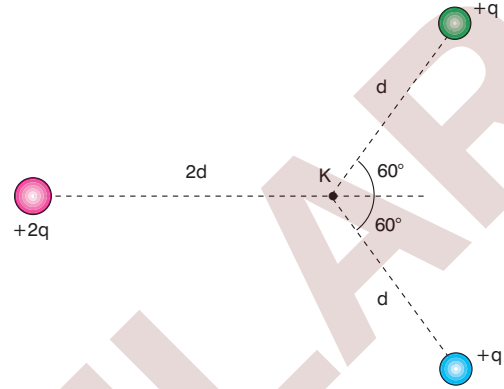
6. Şekildeki eşit bölmeli yatay düzlemde q_1 ve q_2 yüklerinin K noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan $\vec{E}$ dir.



Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?

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

7. Aynı yatay düzleme $+q$, $+q$ ve $+2q$ yükleri şekildeki gibi yerleştiriliyor.

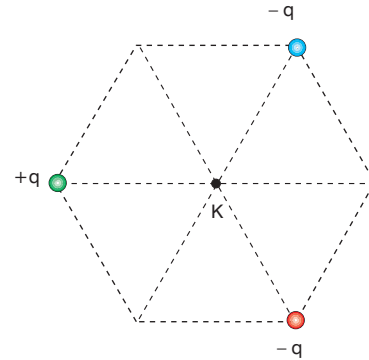


Buna göre, K noktasındaki bileşke elektrik alanının şiddeti kaç kq/d^2 dir?

(k : Coulomb sabiti, $\cos 60^\circ = 0,5$, $\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$)

- A) 0 B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{1}{2}$ E) 1

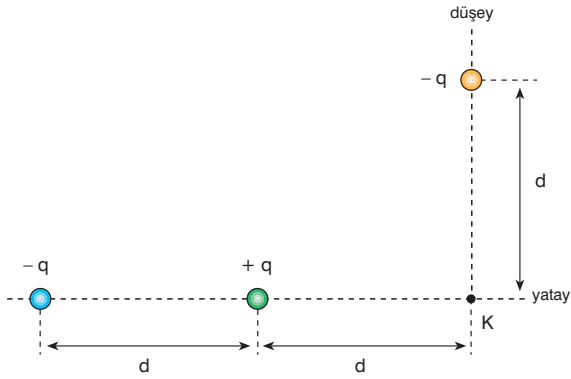
8. Şekildeki düzgün altıgenin köşelerindeki yüklerden $+q$ yükünün K noktasındaki elektrik alanının büyüklüğü E dir.



Buna göre, K noktasındaki bileşke elektrik alanının büyüklüğü kaç E dir?

- A) 0 B) 1 C) 2 D) $\sqrt{3}$ E) 3

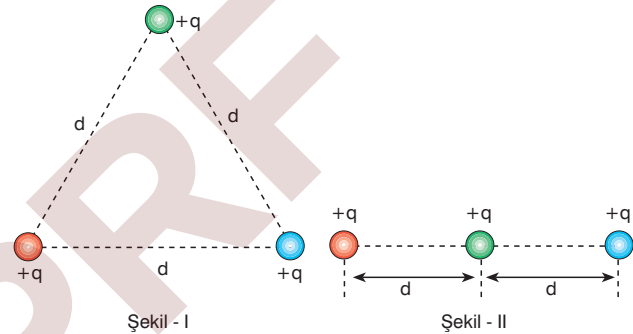
1. Elektrikle yüklü üç noktasal parçacıktan + q yüklü olanının K noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel V dir.



Buna göre, bu yüklerin K noktasında oluşturduğu toplam elektriksel potansiyel kaç V dir?

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

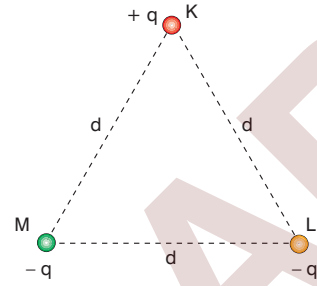
2. Her birinin elektrik yükü +q olan üç noktasal cisimden oluşan sistemin elektriksel potansiyel enerjisi, Şekil - I de U_1 , Şekil - II de U_2 dir.



Buna göre, $\frac{U_1}{U_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{2}{3}$ B) 1 C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{6}{5}$ E) 2

3. Elektrik yükleri şekildeki gibi olan K, L, M noktasal cisimleri bir eşkenar üçgenin köşelerinde şekildeki gibi tutuluyor.



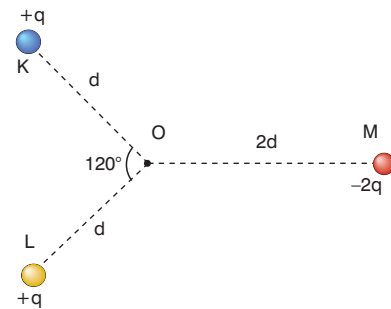
Buna göre, sistemin elektriksel potansiyel enerjisini artırmak için,

- I. K ile L nin yerini değiştirmek.
II. M yi yok etmek.
III. K yi yok etmek.

işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

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

4. Elektrik yükleri sırasıyla + q, + q, - 2q olan K, L, M cisimleri şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

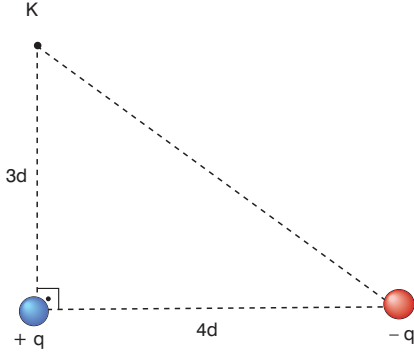


Buna göre, cisimlerin O noktasında oluşturdukları toplam elektriksel potansiyel kaç kq/d dir?

(k: Coulomb sabiti)

- A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

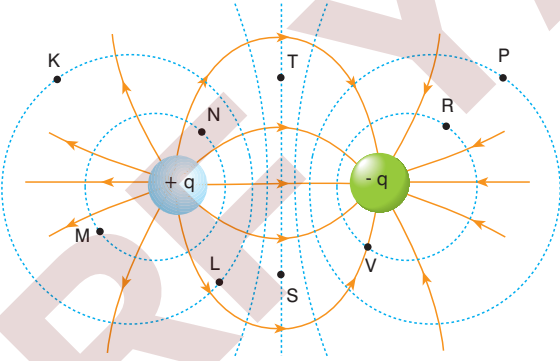
5. Bir dik üçgenin köşelerine $-q$ ve $+q$ elektrik yüklü cisimler şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Üçgenin K noktasına sonsuzdaki $+q$ yüklü bir cisim yerleştirilmek isteniyor.



Buna göre, yapılması gereken iş en az kaç kq^2/d dir?

- A) $\frac{2}{15}$ B) $\frac{1}{15}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{4}{5}$ E) $\frac{3}{4}$

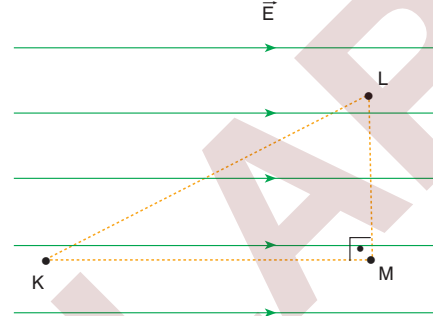
6. Yükleri $+q$ ve $-q$ olan noktasal iki cismin elektrik alan çizgileri ve bu çizgileri dik kesen yüzeyler şekildeki gibidir.



Buna göre, bu yüzeylerde verilen noktalardan hangi ikisinin elektrik potansiyelleri birbirine eşit olmaz?

- A) K ve L B) T ve S C) P ve R
D) M ve N E) R ve V

7. Düzgün elektrik alan içerisinde bulunan şekildeki $-q$ yükü; önce K noktasından L noktasına, sonra L noktasından M noktasına, sonra da M noktasından K noktasına götürülüyor.



Buna göre, $-q$ yükünün elektiriksel potansiyel enerjisindeki değişim için ne söylenebilir?

- A) Önce artar, sonra değişmez, sonra da azalır.
B) Önce azalır, sonra değişmez, sonra da artar.
C) Önce artar, sonra azalır, sonra da artar.
D) Önce azalır, sonra artar, sonra da azalır.
E) Önce değişmez, sonra artar, sonra da azalır.

8. Elektrik yükleri $+q$ olan iki noktasal cismin arasındaki uzaklık d iken sistemin elektiriksel potansiyel enerjisi E dir.

Buna göre, cisimler arasındaki uzaklığı $\frac{d}{2}$ yapmak için elektiriksel kuvvetlere karşı yapılması gereken iş en az kaç E dir?

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

Test - 1

Çözüm 1

Kürelerin arasındaki uzaklık d iken;

$$F_1 = k \cdot \frac{4q \cdot q}{d^2} \Rightarrow F_1 = k \cdot \frac{4q^2}{d^2} \text{ olur.}$$

Küreler birbirine dokundurulup ayrıldığında yükleri,

$$q_K = \frac{(4q - q)}{(r + 2r)} \cdot 2r = 2q \text{ ve } q_L = \frac{(4q - q)}{(r + 2r)} \cdot r = q \text{ olur.}$$

Kürelerin arasındaki uzaklık $2d$ iken;

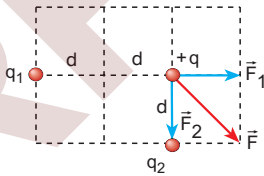
$$F_2 = k \cdot \frac{2q \cdot q}{4d^2} \Rightarrow F_2 = k \cdot \frac{q^2}{2d^2} \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan da, } \frac{F_1}{F_2} = 8 \text{ bulunur.}$$

Cevap A

Çözüm 2

$\vec{F}$ kuvveti şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrıldığında q_1 ve q_2 yüklerinin $+q$ yüküne uyguladıkları $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri şekildeki gibi birbirine eşit büyüklükte olur.



q_1 yükü, $+q$ yükünü ittiği için $+$ yüklü, q_2 yükü ise $+q$ yükünü çektiği için $-$ yüklüdür.

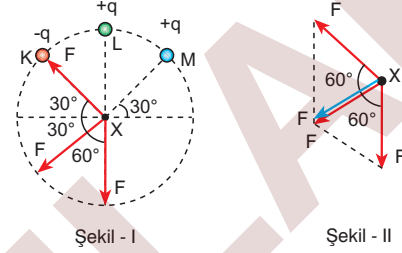
Buna göre;

$$k \cdot \frac{q_1 \cdot q}{4d^2} = k \cdot \frac{q_2 \cdot q}{d^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -4 \text{ bulunur.}$$

Cevap D

Çözüm 3

K, L, M noktalarındaki noktasal yüklerin yük miktarları ve çemberin merkezinde bulunan X yüküne olan uzaklıkları eşit olduğu için X e uyguladıkları elektriksel kuvvetler birbirine eşit büyüklükte ve K nin uyguladığı kuvvet olan F kadardır. Kuvvetler Şekil - I gibi gösterilebilir.



Bu kuvvetlerin Şekil - II deki gibi bileşkesi bulunursa; K ve L nin uyguladığı F kuvvetlerinin arasındaki açı 120° olduğu için bunların bileşkesinin büyüklüğü yine F olur.

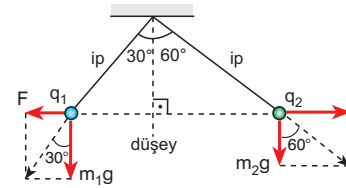
Bu kuvvet M nin uyguladığı kuvvet ile aynı yönde çakışık olduğundan bileşke kuvvet,

$$F + F = 2F \text{ olur.}$$

Cevap B

Çözüm 4

Yüklü cisimlerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetler ve cisimlerin ağırlıkları şekildeki gibi olur.



$$\tan 30^\circ = \frac{F}{m_1 g} \Rightarrow F = m_1 g \cdot \tan 30^\circ$$

$$\tan 60^\circ = \frac{F}{m_2 g} \Rightarrow F = m_2 g \cdot \tan 60^\circ$$

$$m_1 g \cdot \tan 30^\circ = m_2 g \cdot \tan 60^\circ \Rightarrow m_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = m_2 \cdot \sqrt{3} \text{ olur.}$$

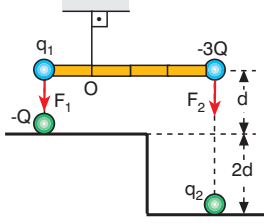
$$\text{Buna göre, } \frac{m_1}{m_2} = 3 \text{ bulunur.}$$

Cevap D

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 5

Çubuğun yatay dengede kalabilmesi için q_1 ve $-3Q$ yüklerine etkimesi gereken F_1 ve F_2 elektriksel kuvvetleri şekildeki yönlerde olabilir.



Bu durumda $-Q$ yükü, q_1 yükünü çektiği için q_1 + yüklü olmalı, q_2 yükü de $-3Q$ yükünü çektiği için + yüklü olmalıdır.

Çubuk dengede olduğu için F_1 ve F_2 kuvvetlerinin O noktasına göre torkları eşit değerde olmalıdır. Buna göre;

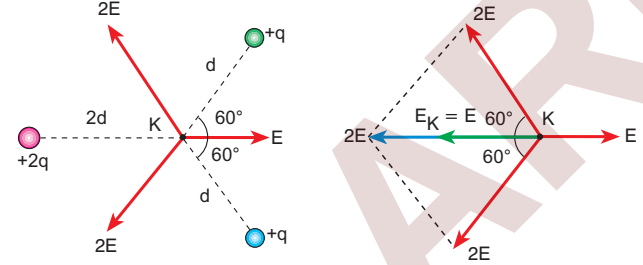
$$F_1 \cdot 1 = F_2 \cdot 3 \Rightarrow F_1 = 3F_2 \text{ olur.}$$

$$\frac{k \cdot q_1 \cdot Q}{d^2} = 3 \cdot \frac{k \cdot 3Q \cdot q_2}{9d^2} \text{ eşitliğinden, } \frac{q_1}{q_2} = 1 \text{ olur.}$$

Cevap A

Çözüm 7

Yüklerin K noktasında oluşturduğu elektrik alan vektörleri Şekil - I deki gibi olur.



Şekil - I

Şekil - II

+q yüklerinin elektrik alan şiddetleri, $\frac{k \cdot q}{d^2} = 2E$ denilirse,

+2q yükünün elektrik alan şiddeti, $\frac{k \cdot 2q}{4d^2} = \frac{k \cdot q}{2d^2} = E$ olur.

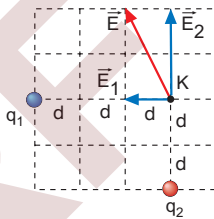
Şekil - II deki gibi K noktasında oluşan bileşke elektrik alan bulunduğunda elektrik alanın şiddeti,

$$E = \frac{k \cdot q}{2d^2} \text{ olur.}$$

Cevap D

Çözüm 6

q_1 , q_2 yüklerinin K noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan vektörü $\vec{E}$, şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır.



Burada $\vec{E}_1$ q_1 in, $\vec{E}_2$ ise q_2 nin K noktasında oluşturduğu elektrik alan vektörleridir.

$\vec{E}_1$ in yönü q_1 e doğru olduğu için q_1 - yüklüdür. $\vec{E}_2$ nin yönü ise yükten dışa doğru olduğu için q_2 + yüklüdür.

Şekilden anlaşılacağı üzere $\vec{E}_1$ ile $\vec{E}_2$ nin büyüklükleri arasında,

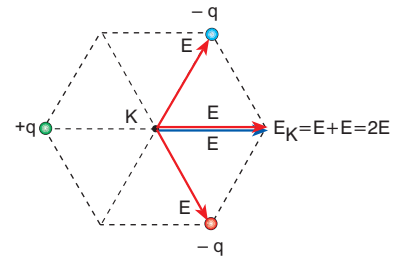
$E_2 = 2E_1$ ilişkisi vardır. Buna göre;

$$\frac{k \cdot q_2}{4d^2} = 2 \cdot \frac{k \cdot q_1}{9d^2} \text{ ifadesinden, } \frac{q_1}{q_2} = -\frac{9}{8} \text{ bulunur.}$$

Cevap B

Çözüm 8

Yüklerin K noktasına uzaklıkları ve yük miktarları eşit olduğu için hepsinin K noktasında oluşturduğu elektrik alan şiddetleri eşit ve E olur.



-q yüklerinin elektrik alan vektörleri arasındaki açı 120° olduğu için bileşkesi şekildeki gibi olurken büyüklüğü yine E olur.

Buna göre; K de oluşan elektrik alan vektörlerinin bileşkesi,

$$E_K = E + E = 2E \text{ büyüklüğündedir.}$$

Cevap C

Test - 2

Çözüm 1

+ q nun K deki elektrik potansiyeli, $V = k\frac{q}{d}$ dir.

Buna göre,

K noktasında oluşan toplam elektriksel potansiyel V_K ;

$$V_K = -k\frac{q}{d} - k\frac{q}{2d} + k\frac{q}{d}$$

$$V_K = -k\frac{q}{2d}$$

$$V_K = -\frac{V}{2} \text{ olur.}$$

Cevap A

Çözüm 2

Şekil - I deki sistemin elektriksel potansiyel enerjisi,

$$U_1 = k\frac{q \cdot q}{d} + k\frac{q \cdot q}{d} + k\frac{q \cdot q}{d} = \frac{3kq^2}{d}$$

Şekil - II deki sistemin elektriksel potansiyel enerjisi,

$$U_2 = k\frac{q \cdot q}{d} + k\frac{q \cdot q}{d} + k\frac{q \cdot q}{2d} = \frac{5kq^2}{2d}$$

Buna göre; $\frac{U_1}{U_2} = \frac{6}{5}$ bulunur.

Cevap D

Çözüm 3

Şekildeki sistemin elektriksel potansiyel enerjisi E_p ,

$$E_p = k\frac{(-q) \cdot q}{d} + k\frac{(-q) \cdot q}{d} + k\frac{(-q) \cdot (-q)}{d}$$

$$E_p = -\frac{kq^2}{d} \text{ dir.}$$

K ve L cisimlerinin yerlerinin değiştirilmesi yüklerin birbirine olan uzaklıklarını değiştirmez. Bundan dolayı sistemin elektriksel potansiyel enerjisi değişmez. (I.Yanlış)

Sistemden M cismi kaldırılırsa sistemin elektriksel potansiyel enerjisi, $E_p = k\frac{(-q) \cdot q}{d} = -\frac{kq^2}{d}$ olur. Görüldüğü gibi sistemin elektriksel potansiyel enerjisi değişmez. (II.Yanlış)

Sistemden K cismi kaldırılırsa sistemin elektriksel potansiyel enerjisi, $E_p = k\frac{q \cdot q}{d} = \frac{kq^2}{d}$ olur. Görüldüğü gibi sistemin elektriksel potansiyel enerjisi pozitif oldu.

Bundan dolayı oluşan bu pozitif enerji başlangıçtaki negatif enerjiden büyüktür. Bu durumda sistemin enerjisi artmıştır. (III.Doğru)

Cevap C

Çözüm 4

Elektriksel potansiyel skaler bir büyüklüktür.

Açıya bağlı değildir.

Buna göre, O noktasında oluşan toplam elektriksel potansiyel,

$$V_O = k\frac{q}{d} + k\frac{q}{d} - k\frac{2q}{2d}$$

$$V_O = 1 \text{ bulunur.}$$

Cevap B

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 5

+ q yükü K noktasına getirildiğinde diğer + q yükü ile arasında 3d uzaklık olurken, - q ile arasındaki uzaklık Pisagor teoreminden 5d bulunur.

Sisteme sonsuz uzaklıkta bulunan + q yükünü sonsuzdan K noktasına getirmek için yapılacak en az iş, + q yükünün elektriksel potansiyel enerjisindeki değişim kadar olur.

Buna göre;

$$W = \Delta E_p = E_{p_{\text{son}}} - E_{p_{\text{ilk}}} \text{ olur.}$$

$$E_{p_{\text{ilk}}} = 0$$

$$E_{p_{\text{son}}} = k \frac{q \cdot q}{3d} + k \frac{(-q) \cdot q}{5d} = \frac{kq^2}{3d} - \frac{kq^2}{5d}$$

$$E_{p_{\text{son}}} = \frac{2kq^2}{15d}$$

$$W = \frac{2kq^2}{15d} - 0 \Rightarrow W = \frac{2kq^2}{15d} \text{ bulunur.}$$

Cevap A

Çözüm 7

Düzgün elektrik alanı içerisinde bulunan - yüklere elektrik alana zıt yönde elektrik kuvvet etkir.

Bundan dolayı - yükler elektrik alan yönünde taşındıklarında elektrik kuvvete karşı iş yapılır ve yükün potansiyel enerjisi artar.

Elektrik alana zıt yönde taşındıkları zaman elektrik kuvvet iş yapar ve yükün potansiyel enerjisi azalır.

- yükler elektrik alan çizgilerine dik doğrultuda taşındıkları zaman ise potansiyel enerjileri değişmez.

Buna göre; şekildeki düzgün elektrik alanı içerisinde bulunan - q yükü K den L ye götürülürken elektrik alan yönünde taşındığı için potansiyel enerjisi artar.

L den M ye götürülürken elektrik alana dik doğrultuda hareketten dolayı yükün potansiyel enerjisi değişmez.

- q yükü M den K ye götürülürken ise elektrik alana zıt yönde taşındığı için potansiyel enerjisi azalır.

Cevap A

Çözüm 6

Elektrik yüklerinin etrafını saran ve elektrik alan çizgilerinin dik olarak kestiği yüzeylere eş potansiyel yüzeyler denilmektedir.

Aynı yüzey üzerinde bulunan noktaların elektrik potansiyelleri birbirine eşit olmaktadır.

Buna göre, P ve R noktaları aynı yükü saran farklı yüzeyler üzerindeki iki nokta oldukları için elektrik potansiyelleri birbirine eşit olmaz.

Cevap C

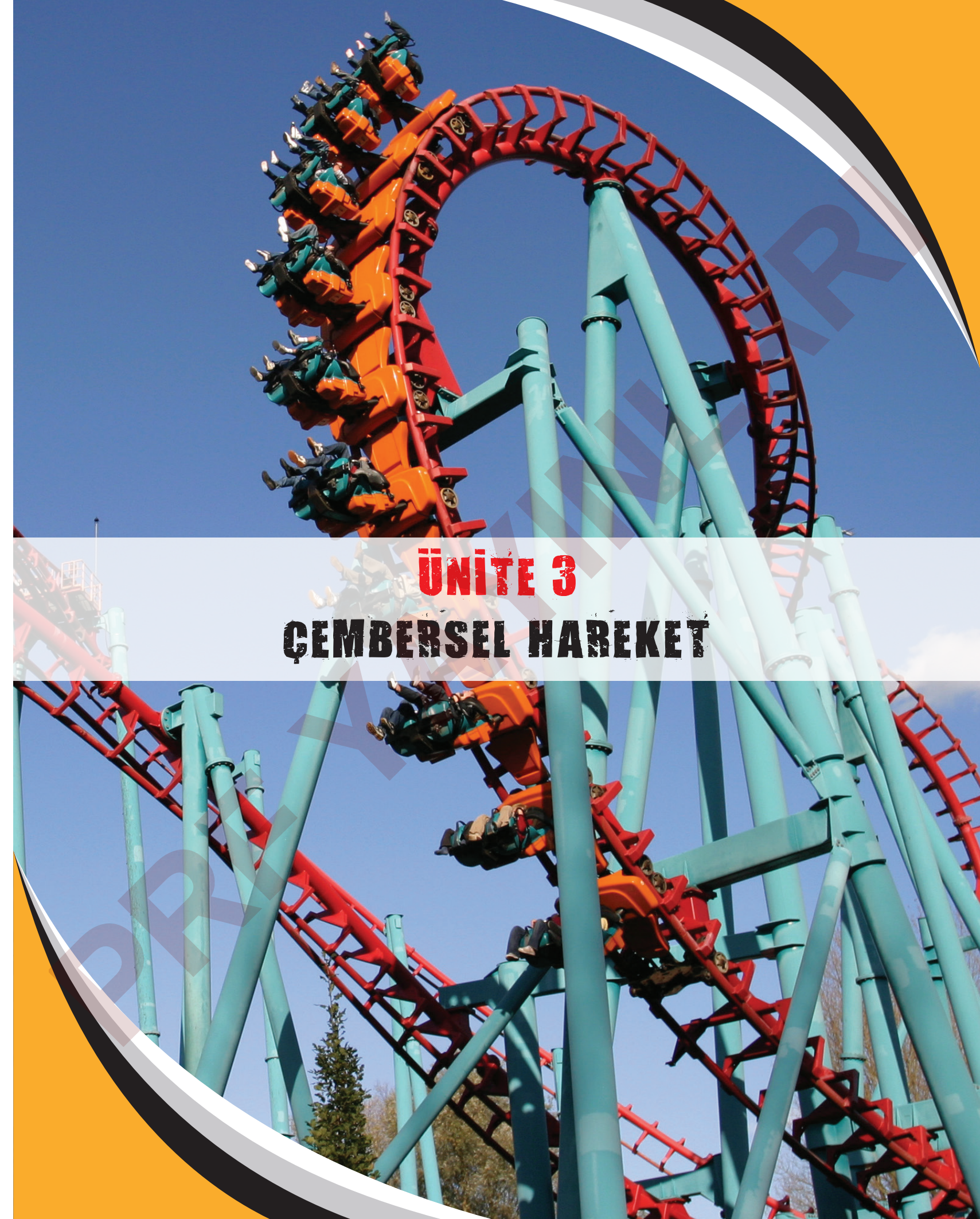
Çözüm 8

$$E_{p_{\text{ilk}}} = k \frac{q \cdot q}{d} = \frac{kq^2}{d} = E$$

$$E_{p_{\text{son}}} = k \frac{q \cdot q}{\frac{d}{2}} = \frac{2kq^2}{d} = 2E$$

$$W = E_{p_{\text{son}}} - E_{p_{\text{ilk}}} = 2E - E = E \text{ olur.}$$

Cevap A



ÜNİTE 3

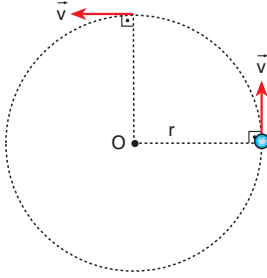
ÇEMBERSEL HAREKET

Ünite 3

ÇEMBERSEL HAREKET Düzgün Çembersel Hareket

O merkezli, r yarıçaplı çembersel bir yörünge etrafında dönen cismin yaptığı harekete **çembersel hareket** denir.

- Cisim çembersel yörünge etrafında dönerken şekildeki gibi hız büyüklüğü değişmiyorsa, hareketi düzgün çembersel harekettir.

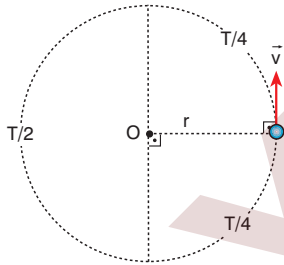


PERİYOT, FREKANS, ÇİZGİSEL HIZ VE AÇISAL HIZ KAVRAMLARI

Periyot (T)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin bir tam tur atması için geçen zamana denir. Birimi saniyedir.

- Cismin hız büyüklüğü sabit olduğundan, cisim şekildeki gibi eşit süreler boyunca eşit açılar tarar.



Frekans (f)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin birim zamandaki tur sayısıdır. Birimi hertz ya da s^{-1} dir.

- Periyot ile frekans arasında, $T.f = 1$ ilişkisi vardır.

Çizgisel Hız ($\vec{v}$)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin birim zamanda aldığı yoldur. Çizgisel hız vektörü yörüngeye daima teğettir. Birimi m/s dir.

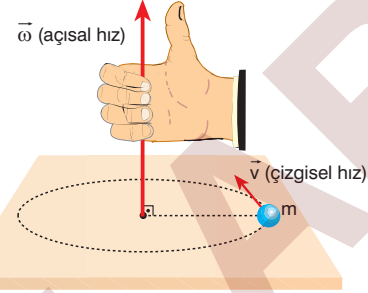
$$v = \frac{2\pi r}{T} \text{ ya da } v = 2\pi r f$$

Açısal Hız ($\vec{\omega}$)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin yarıçap vektörünün birim zamanda taradığı açıya denir. Birimi rad/s dir.

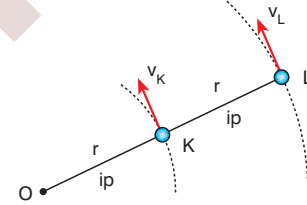
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ ya da } \omega = 2\pi f$$

- Açısal hız vektörel bir büyüklüktür. O noktası etrafında saat yönüne ters yönde dönmekte olan cismin açısal hızının yönü sağ el kuralına göre, şekildeki yöndedir.



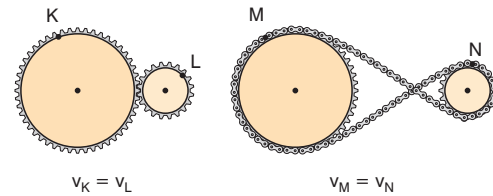
- Çizgisel hız ile açısal hız arasında, $v = \omega.r$ ilişkisi vardır.
- Düzgün çembersel hareket yapan, aynı ipe bağlı şekildeki K ve L cisimlerinin periyot, frekans ve açısal hızları eşittir.

$$T_K = T_L, \quad f_K = f_L, \quad \omega_K = \omega_L$$

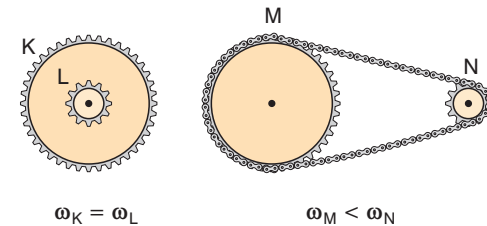


- Cisimlerin çizgisel hızları merkezden uzaklaştıkça artar. Yarıçapla doğru orantılıdır. $v_K = v$ ise $v_L = 2v$ dir.

- Şekildeki gibi birbirini döndüren dişli ve kasnakların, birbirine dokunduğu ve aynı kayış ya da zincirin geçtiği noktalardaki çizgisel hızlarının büyüklüğü birbirine eşittir.



- Birbirini döndüren dişli ve kasnakların açısal hızlarının büyüklüğü tur sayılarıyla doğru orantılıdır.

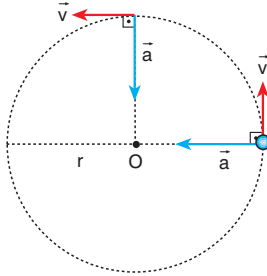


MERKEZCİL İVME

Düzgün çembersel harekette çizgisel hızın büyüklüğü sabit olsa bile yönü sürekli değişir. Bu nedenle düzgün çembersel hareket ivmeli bir harekettir.

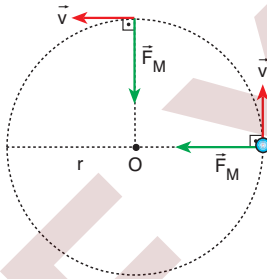
$$a = \frac{v^2}{r} \text{ ya da } a = \omega^2 \cdot r$$

- İvme vektörü, yarıçap vektörü doğrultusunda ve şekildeki gibi daima merkeze doğru olduğundan düzgün çembersel harekette ivme, merkezci ivme olarak adlandırılır.



MERKEZCİL KUVVET

Düzgün çembersel harekette merkezci ivmenin oluşması için cisme net kuvvet etki etmesi gerekir. Buna göre, bir cismin düzgün çembersel hareket yapması için, hız vektörüne dik doğrultuda ve şekildeki gibi sürekli merkeze yönelik olarak cisme etki eden kuvvete **merkezci kuvvet** denir.



$$F_M = m \cdot \frac{v^2}{r} \text{ ya da } F_M = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Not

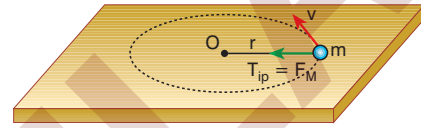
- Düzgün çembersel hareket yapan bir cisme etki eden net kuvvet merkezci kuvvete eşittir. Net kuvvet sıfırdan farklı olduğundan, düzgün çembersel hareket yapan cisimler dengede değildir.
- Bir ipin ucuna bağlı taş yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yaparken, taşa etki eden merkezci kuvvet ipteki gerilme kuvvetidir. Benzer biçimde, viraj dönerken düzgün çembersel hareket yapan bir arabaya etki eden merkezci kuvvet, tekerleklerine etki eden sürtünme kuvvetidir.

GÜNLÜK HAYATTA DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET YAPAN CİSİMLER

Günlük hayattaki düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin hareketi yatay düzlemde ya da düşey düzlemde gerçekleşebilir.

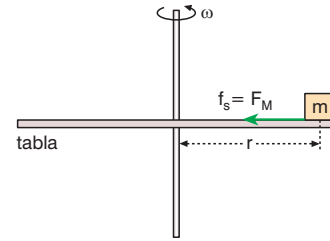
Yatay Düzlemde Düzgün Çembersel Hareket

- m kütleli bir cisim, r uzunluğundaki ipe bağlanarak sürtünmesiz bir masa üzerinde döndürüldüğünde, cisme etki eden merkezci kuvvet (F_M), ipteki gerilme kuvvetidir.



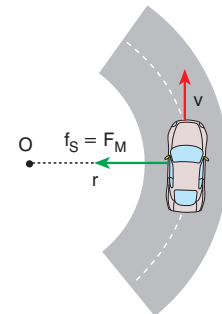
$$F_M = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow T_{ip} = \frac{mv^2}{r}$$

- ω açısal hızıyla dönen bir m ile bağlı sürtünmeli tabla üzerindeki m kütleli cisim şekildeki gibi r yarıçaplı yörüngede düşmeden düzgün çembersel hareket yapıyorsa, cisme etki eden merkezci kuvvet, cisimle zemin arasındaki sürtünme kuvvetidir.



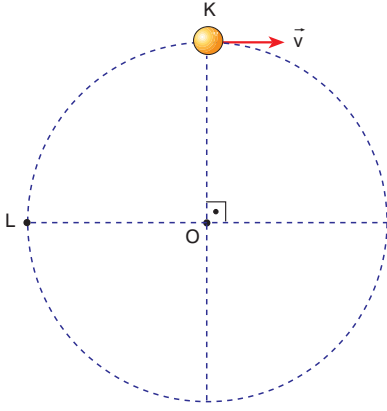
$$F_M = m\omega^2 r \Rightarrow f_s = m\omega^2 r$$

- v çizgisel hız büyüklüğüyle, şekildeki gibi O merkezli r yarıçaplı viraja giren bir araba güvenli bir biçimde virajı dönüyorsa, arabaya etki eden merkezci kuvvet, araba ile zemin arasındaki sürtünme kuvvetidir.



$$F_M = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow f_s = \frac{mv^2}{r}$$

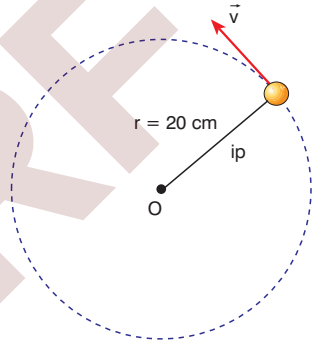
1. O merkezli çembersel yörünge üzerinde bir cisim şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapmaktadır.



Cisim K noktasından L noktasına 6 s de geldiğine göre, bu cismin periyodu kaç s dir?

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

2. Yatay düzlemde 20 cm uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış bir boncuk, $\vec{v}$ çizgisel hızıyla O noktası etrafında şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

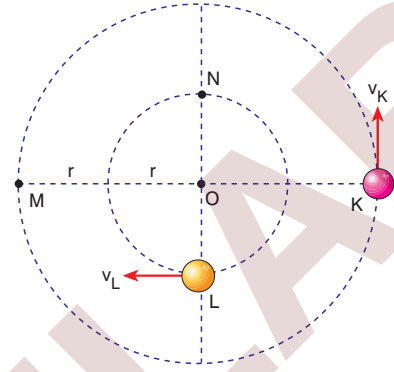


Boncuk saniyede 5 tur yaptığına göre; $\vec{v}$ çizgisel hızının büyüklüğü kaç m/s dir?

($\pi = 3$ alınız.)

- A) 3 B) 6 C) 10 D) 12 E) 24

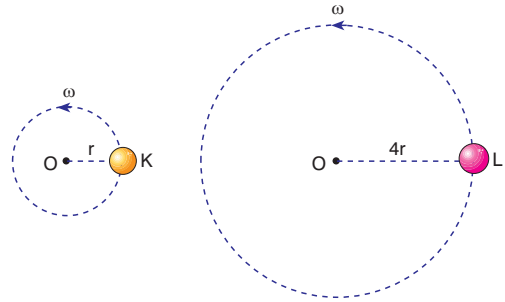
3. Düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimleri şekildeki konumlarından geçtikten 6 s sonra M ve N noktalarına ilk kez geliyorlar.



K nin çizgisel hızının büyüklüğü v_K , L ninki v_L olduğuna göre, $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?

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

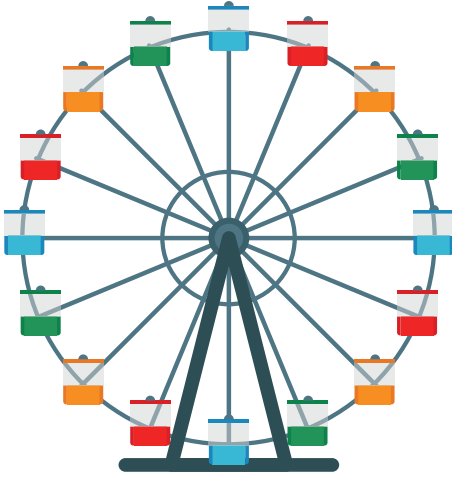
4. K ve L cisimleri r ve 4r yarıçaplı çembersel yörüngelerde şekildeki gibi eşit büyüklükteki ω açısal hızlarıyla düzgün çembersel hareket yapmaktadır.



Cisimlerin merkezci ivmelerinin büyüklükleri a_K ve a_L olduğuna göre, $\frac{a_K}{a_L}$ oranı kaçtır?

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

5.



Düzgün çembersel hareket yapan şekildeki dönme dolabının herhangi bir koltuğunda oturmakta olan yolcunun, yolculuğu süresince,

- I. Çizgisel hızı değişmez.
- II. Merkezci ivmesinin büyüklüğü değişmez.
- III. Merkezci kuvvetinin yönü sürekli değişir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

7.



Yatay virajı, sabit süratle şekildeki gibi dönmekte olan bir araca etkiyen merkezci kuvvet ile ilgili,

- I. Aracı çembersel yörüngede döndüren net kuvvettir.
- II. Merkezci ivmenin oluşmasını sağlar.
- III. Yönü daima çembersel yörünge'nin merkezine doğrudur.

yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

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

6. Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin,

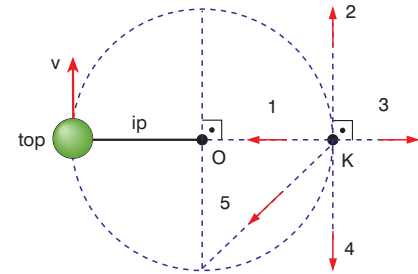
- I. Merkezci ivme vektörü, çizgisel hız vektörüne daima dik olur.
- II. Merkezci ivme vektörü, merkezci kuvvet vektörü ile aynı yönlüdür.
- III. Çizgisel hız vektörü ile açısal hız vektörü aynı yönlüdür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

8.

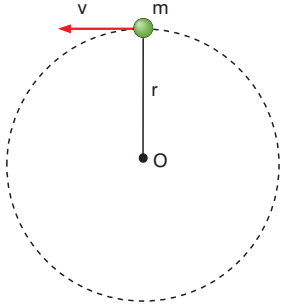
Zeynep, bir ipin ucuna bağladığı küçük bir topu, sürtünmesiz yatay düzlemde O noktası etrafında döndürerek şekildeki gibi topa düzgün çembersel hareket yaptırıyor.



Top, K noktasına geldiğinde, Zeynep ipi bıraktığına göre, bu andan sonra topun hareket yönü numaralandırılmış yönlerden hangisidir?

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

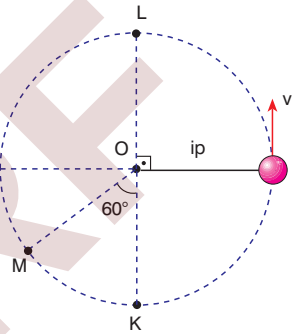
1. R yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde v çizgisel hız büyüklüğü ile düzgün çembersel hareket yapan şekildeki m kütleli cisme etkiyen merkezci kuvvetin büyüklüğü F dir.



Buna göre, çembersel yörünge yarıçapı ile cismin çizgisel hızının büyüklüğü 2 katına çıkarılırsa, cisme etkiyen merkezci kuvvetin büyüklüğü kaç F olur?

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

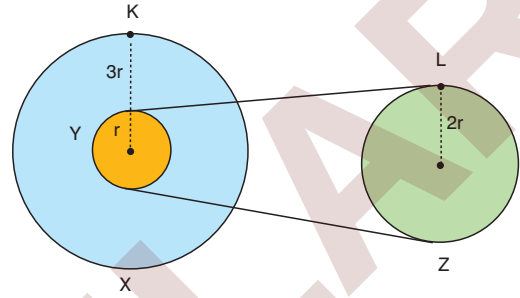
2. Bir ipin ucuna bağlı olan top, şekildeki gibi düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapmaktadır. Topa K, L ve M noktalarından geçerken etkiyen merkezci kuvvetin büyüklükleri F_K , F_L ve F_M olmaktadır.



Buna göre; F_K , F_L ve F_M arasındaki ilişki nedir? ($\cos 60^\circ = 0,5$)

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

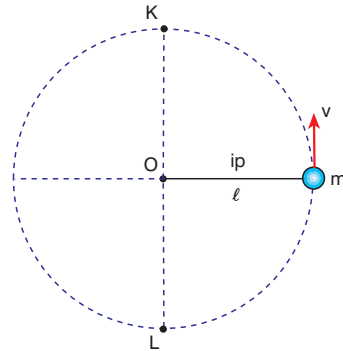
3. Yarıçapları $3r$, r , $2r$ olan şekildeki X, Y, Z kasnakları merkezleri etrafında dönebilirken X ve Y aynı merkez etrafında dönebilecek şekilde birbirine yapışmıştır. Bu durumdayken K noktasının açısal hızının büyüklüğü ω_K , L ninki ω_L dir.



Buna göre, $\frac{\omega_K}{\omega_L}$ oranı kaçtır?

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

4. Düşey düzlemde ℓ uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış m kütleli bilyeye şekildeki gibi v çizgisel hızıyla düzgün çembersel hareket yaptırıldığında en tepedeki K noktasından ancak geçebiliyor.



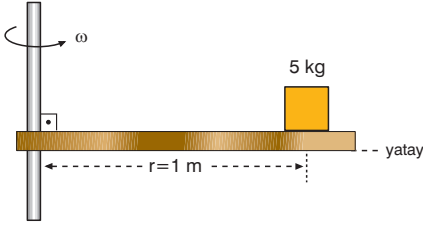
Buna göre, bilye en alttaki L noktasından geçerken ipteki gerilme kuvveti kaç mg olur? (g: Yer çekimi ivmesi)

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

ÇEMBERSEL HAREKET

Düzgün Çembersel Hareket

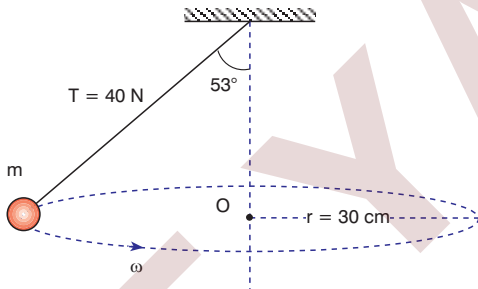
5. Sabit ω açısal hızıyla döndürülen şekildeki sürtünmeli yatay tabla üzerindeki 5 kg kütleli blok, tabla ile beraber savrulmadan ancak dönüyor. Blok ile yatay tabla arasındaki sürtünme katsayısı 0,4 tür.



Buna göre, ω açısal hızının büyüklüğü kaç rad/s dir?
($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 12

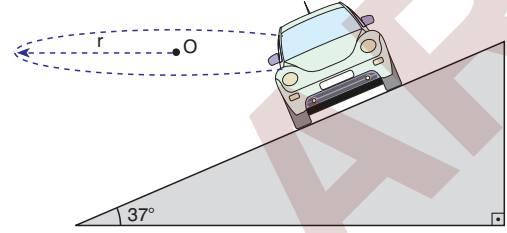
6. Şekildeki konik sarkaçta m kütleli cisim, sabit ω açısal hızı ile düzgün çembersel hareket yaparken ipteki oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü 40 N oluyor.



Buna göre, cisme etkiyen merkezci kuvvetin büyüklüğü F ile ω açısal hızının büyüklüğü nedir?
($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$)

	F (N)	ω (rad/s)
A)	40	20/3
B)	32	20/3
C)	24	20/3
D)	32	20
E)	24	10/3

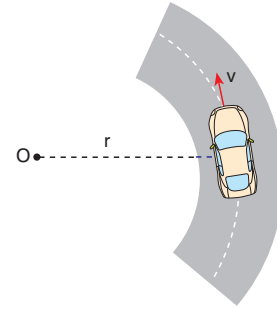
7. Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesi önemsiz eğimli viraja 15 m/s hızla giren bir otomobil, O merkezli, r yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde emniyetli bir şekilde dönüş yapmaktadır.



Buna göre, çembersel yörünge yarıçapı kaç metre dir?
($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

- A) 30 B) 45 C) 90 D) 100 E) 125

8. Sürtünme katsayısı k olan yatay bir viraja şekildeki gibi $\vec{v}$ hızı ile giren bir otomobil, O merkezli, r yarıçaplı virajı dönerken savrulmaya başlıyor.



Buna göre, otomobilin virajı emniyetli bir şekilde dönebilmesi için;

- I. r, çembersel yörünge yarıçapı
- II. m, otomobil kütlesi
- III. k, sürtünme katsayısı
- IV. v, çizgisel hızın büyüklüğü

yukarıdaki niceliklerden hangisinin artması gerekir?

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

Test - 1

Çözüm 1

Şekilde de görüldüğü gibi cisim K noktasından L noktasına geldiğinde 270° lik açı dönmüş olur.

Bir periyotluk süreye T denilirse, T sürede 360° lik açıyı döner.

Bu durumda 270° lik açıyı ise $\frac{3T}{4}$ sürede dönmüş olur.

$$\frac{3T}{4} = 6 \text{ s} \Rightarrow T = 8 \text{ s} \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Çözüm 2

Boncuğun bir saniyedeki tur sayısı frekansını verir.

Buna göre, $f = 5 \text{ s}^{-1}$ olur.

Çizgisel hızın büyüklüğü, $v = 2\pi \cdot f \cdot r$ formülü ile hesaplanır.

$r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$ için, $v = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 0,2$ den,

çizgisel hızın büyüklüğü $v = 6 \text{ m/s}$ olur.

Cevap B

Çözüm 3

K ve L cisimleri bulundukları konumdan ilk defa M ve N noktalarına aynı anda geldiklerinde ikisi de $\frac{1}{2}$ tur yapmış olur.

Bu durumda cisimlerin periyotları birbirine eşit olur.

Çizgisel hızın büyüklüğü $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ formülü ile hesaplanır.

Cisimlerin periyotlarına T denilirse;

$$v_K = \frac{2\pi \cdot 2r}{T}, v_L = \frac{2\pi \cdot r}{T} \text{ ifadelerinden,}$$

$$\frac{v_K}{v_L} = 2 \text{ bulunur.}$$

Cevap E

Çözüm 4

Düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimlerinin merkezci ivmelerinin büyüklükleri,

$a = \omega^2 \cdot r$ formülü ile hesaplanır.

Cisimlerin açısal hızlarının büyüklüğü eşit ve ω olduğuna göre;

$$a_K = \omega^2 \cdot r$$

$$a_L = \omega^2 \cdot 4r \text{ olur.}$$

Buradan,

$$\frac{a_K}{a_L} = \frac{1}{4} \text{ bulunur.}$$

Cevap A

Çözüm 5

Lunapark dönme dolabı düzgün çembersel hareket yaparken koltukları da aynı hareketi yapar.

Bu harekette, cismin çizgisel hızının büyüklüğü değişmezken hız vektörünün yönü sürekli değişir. Bundan dolayı koltuğun çizgisel hızı sabit değildir.

(I.Yanlış)

Koltuğun merkezci ivmesinin büyüklüğü daima sabittir.

(II.Doğru)

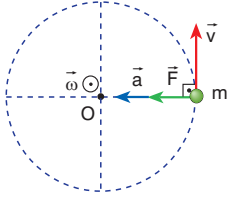
Koltuğa etkiyen merkezci kuvvetin yönü daima çembersel yörüngeye merkezine bakacak şekilde değişir.

(III.Doğru)

Cevap C

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 6



Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin çizgisel hız ($\vec{v}$), merkezci ivme ($\vec{a}$), merkezci kuvvet ($\vec{F}$) ve açısal hız ($\vec{\omega}$) vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre,

merkezci ivme vektörü, çizgisel hız vektörüne daima dik olur.

(I.Doğru)

Merkezci ivme vektörü ile merkezci kuvvet vektörleri daima aynı yönlü olur.

(II.Doğru)

Açısal hız vektörü sağ el kuralına göre bulunduğu anda, daima cismin döndüğü düzleme dik olur. Bundan dolayı da çizgisel hız vektörüne dik olur.

(III.Yanlış)

Cevap D

Çözüm 8

Top K noktasına geldiğinde Zeynep ipi bıraktıncaya topun üzerindeki merkezci kuvvet ortadan kalkar.

Top bu anda sahip olduğu çizgisel hız yönünde hareketine devam eder.

Bundan dolayı topun hareket yönü 4 numaralı yön olur.

Cevap D

Test - 2

Çözüm 1

İlk durumda merkezci kuvvetin büyüklüğü,

$$F_{ilk} = F = \frac{m \cdot v^2}{R} \text{ dir.}$$

Son durumda ise,

$$F_{son} = \frac{m \cdot (2v)^2}{2R} = \frac{4mv^2}{2R} = \frac{2mv^2}{R} \text{ olur.}$$

Buna göre, $F_{son} = 2F_{ilk}$ bulunur.

Cevap C

Çözüm 7

Merkezci kuvvet, cisimlerin dönmelerini sağlayan ve cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi olan net kuvvettir. (I.Doğru)

Newton' un II. hareket yasasına göre $\vec{F}_{net} = m \cdot \vec{a}$ dir.

İvmenin oluşmasını net kuvvet sağlar.

Bundan dolayı da merkezci kuvvet, merkezci ivmenin oluşmasını sağlar. (II.Doğru)

Merkezci kuvvetin yönü daima merkeze doğrudur. (III.Doğru)

Cevap A

Çözüm 2

Düzgün çembersel hareket yapan topa etkiyen merkezci kuvvetin büyüklüğü, yörüngesi üzerindeki her noktada birbirine eşit ve $\frac{m \cdot v^2}{R}$ değerindedir.

Buna göre; K, L, M noktalarındaki merkezci kuvvetlerin büyüklükleri, $F_K = F_L = F_M$ olur.

Cevap D

Çözüm 3

Aynı merkez etrafında dönebilecek şekilde birbirine yapışık olan X ve Y kasnaklarının açısal hızları birbirine eşit olurken ($\omega_X = \omega_Y$), farklı merkezler etrafında dönebilen Y ve Z kasnaklarının çizgisel hızları birbirine eşit olur. ($v_Y = v_Z$)

$v = \omega \cdot r$ ifadesine göre; $v_Y = \omega_Y \cdot r$ ve $v_Z = \omega_Z \cdot 2r$ dir.

$v_L = v_Z$ ve $\omega_Z = \omega_L$ olacağından,

$v_Y = v_L$ ve $\omega_Y \cdot r = \omega_L \cdot 2r$ olur.

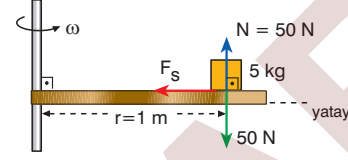
$\omega_Y = 2\omega_L$ ve $\omega_Y = \omega_K$ ise $\omega_K = 2\omega_L$ olur.

Buna göre; $\frac{\omega_K}{\omega_L} = 2$ olur.

Cevap E

Çözüm 5

5 kg kütleli bloğun tabla ile birlikte savrulmadan dönebilmesini sağlayan merkezci kuvvet şekildeki gibi F_s sürtünme kuvvetidir.



$F_s \geq m \cdot \omega^2 \cdot r$ şartında blok savrulmaz.

Buna göre, açısal hızın en büyük değerinde, $F_s = m \cdot \omega^2 \cdot r$ olur.

$$F_s = k \cdot N = m \cdot \omega^2 \cdot r \Rightarrow 0,4 \cdot 50 = 5 \cdot \omega^2 \cdot 1$$

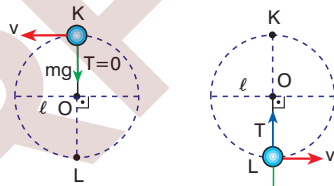
ifadesinden açısal hızın en büyük değeri, $\omega = 2 \text{ rad/s}$ bulunur.

Cevap A

Çözüm 4

Şekil - I de cismin K noktasından ancak geçiyor olması ip gerilme kuvvetinin sıfır olması demektir.

Bu durumda merkezci kuvvetin büyüklüğü, $F = mg$ den, cismin ağırlığına eşit olur.



Şekil - I

Şekil - II

Cisim, Şekil - II deki gibi L noktasından geçtiğinde ise merkezci kuvvet, $F = T - mg$ olur.

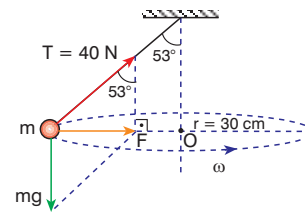
Buna göre, ip gerilme kuvvetinin büyüklüğü,

$$mg = T - mg \Rightarrow T = 2mg \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Çözüm 6

Konik sarkaçta cismin $r = 30 \text{ cm}$ yarıçaplı çemberin üzerinde dönebilmesini sağlayan merkezci kuvvet şekildeki gibi T ile mg nin bileşkesidir.



Şekile göre, $F = T \cdot \sin 53^\circ \Rightarrow F = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ N}$ olur.

$$\tan 53^\circ = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot r}{mg} = \frac{\omega^2 \cdot r}{g} \text{ ifadesinden,}$$

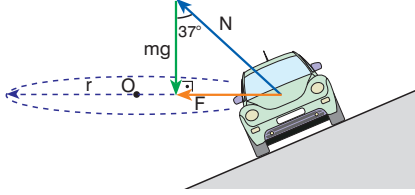
$$\frac{0,8}{0,6} = \frac{\omega^2 \cdot 0,3}{10} \Rightarrow \omega = \frac{20}{3} \text{ rad/s bulunur.}$$

Cevap B

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 7

Eğimli virajda arabanın emniyetli bir şekilde dönüşünü sağlayan merkezci kuvvet şekildeki gibi eğik düzlemin arabaya uyguladığı N tepki kuvveti ile arabanın ağırlığı mg nin bileşkesi olan F kuvvetidir.



$$F = \frac{mv^2}{r} \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\text{Buna göre; } \tan 37^\circ = \frac{mv^2}{mgr} = \frac{v^2}{gr} \Rightarrow v^2 = r \cdot g \cdot \tan 37^\circ \text{ olur.}$$

$$225 = r \cdot 10 \cdot \frac{0,6}{0,8} \text{ ifadesinden, } r = 30 \text{ m bulunur.}$$

Cevap A

Çözüm 8

Yatay virajda otomobilin emniyetli bir şekilde dönüşünü gerçekleştirebilmesini sağlayan merkezci kuvvet, yolun otomobile uyguladığı F_S sürtünme kuvvetidir.

$$F_S \geq \frac{mv^2}{r} \text{ olduğunda otomobil savrulmadan dönüşünü yapar.}$$

Otomobil, şekildeki yatay virajı dönerken savruluyorsa, $F_S \leq \frac{mv^2}{r}$ olmalıdır.

$$F_S = k \cdot N = k \cdot mg \text{ dir.}$$

Savrulmanın olmaması için, F_S artırılmalı ya da $\frac{mv^2}{r}$ azaltılmalıdır.

Buna göre;

r yarıçapı artırılarak, $\frac{mv^2}{r}$ azaltılır. (I.Doğru)

m kütesinin artırılması, F_S ve $\frac{mv^2}{r}$ yi aynı değerde etkiler. Bundan dolayı kütlelerin savrulmaya bir etkisi olmaz. (II.Yanlış)

k sürtünme katsayısı artırılarak F_S artırılır. (III.Doğru)

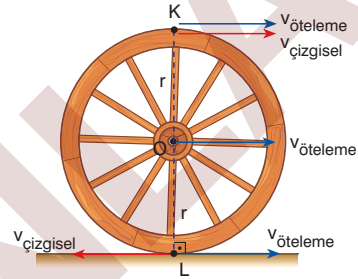
v hızı artırılarak $\frac{mv^2}{r}$ artırılır. (IV. Yanlış)

Cevap D

Test - 3

Çözüm 1

Kaymadan dönerek ilerleyen cisimlerde, öteleme hareketinden dolayı, $v_{\text{öteleme}}$ dönme hareketinden dolayı da $v_{\text{çizgisel}}$ hızı vardır. Dönerek ilerleyen tekerleğin K, O, L noktalarının hızları bu durumda şekildeki gibi olur. Daima $v_{\text{öteleme}} = v_{\text{çizgisel}}$ dir.



Tekerleğin üzerindeki noktaların yere göre hızı,

$\vec{v}_{\text{öteleme}} + \vec{v}_{\text{çizgisel}}$ olarak hesaplanır.

Buna göre; O noktasının öteleme hızı ile K noktasının öteleme hızı eşittir. (I.Doğru)

O noktasının öteleme hızı ile K noktasının çizgisel hızı eşittir. (II. Doğru)

L noktasının yere göre hızı, $v_L = \vec{v}_{\text{öteleme}} + \vec{v}_{\text{çizgisel}}$ toplamından, $v_{\text{öteleme}} = v_{\text{çizgisel}}$ olduğu için sıfır olur. (III.Doğru)

Cevap E

Çözüm 2

Tekerleklerin v_X , v_Y çizgisel hızlarının büyüklükleri merkezlerinin öteleme hızlarına eşittir.

Noktalar arası uzaklıklara d denilirse, t sürede;

X tekerleği K den M ye $2d$

Y tekerleği K den P ye $4d$ yol olarak gelmiştir.

Buna göre;

$$2d = v_X \cdot t \text{ ve } 4d = v_Y \cdot t$$

$$\frac{2d}{4d} = \frac{v_X \cdot t}{v_Y \cdot t}$$

$$\frac{v_X}{v_Y} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

Cevap B



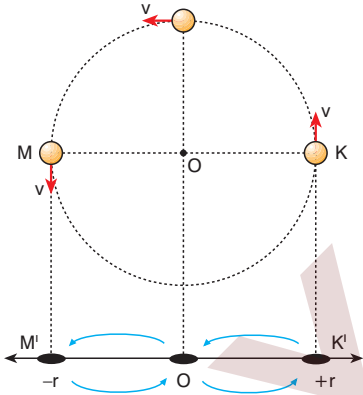
ÜNİTE 4

BASİT HARMONİK HAREKET

BASİT HARMONİK HAREKET

Bir denge konumundan eşit uzaklıktaki sabit iki nokta arasında eşit zaman aralıklarında periyodik olarak tekrarlanan harekete **basit harmonik hareket** denir.

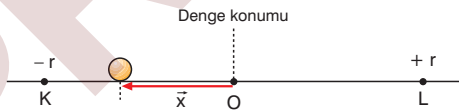
- ☉ Sarkaçlı saatin sarkacı, müzikte sabit bir ritim tutturmak amacıyla kullanılan metronomun ibresi ve salıncakta sallanan çocuk basit harmonik hareket yapan cisimlere örnek olarak verilebilir.
- ☉ Basit harmonik harekette denge konumundan ayrılan cismi, denge konumuna geri getirmeye çalışan bir geri çağırıcı kuvvet vardır. Örneğin yayın ucuna bağlı kütleli titreşim hareketine zorlayan, yaydaki geri çağırıcı kuvvettir.
- ☉ Düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan bir cismin, yatay ve düşey eksenlerdeki izdüşümünün yapmış olduğu hareket, basit harmonik harekettir.
- Düzgün çembersel hareket, periyodik bir hareket olduğu için, cismin çap üzerindeki izdüşümü periyodik olarak şekildeki K' ve M' noktaları arasında gidip gelerek basit harmonik hareket yapar.



BASİT HARMONİK HAREKETLE İLGİLİ KAVRAMLAR

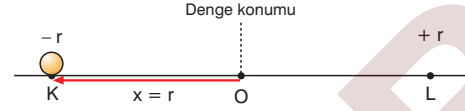
Uzanim ve Genlik

Basit harmonik hareket yapan cismin, herhangi bir anda denge konumundan cisme doğru çizilen yönlü uzaklığına **uzanim** denir. Uzanim, vektörel bir büyüklüktür. $\vec{x}$ sembolü ile gösterilir. Birimi m dir.



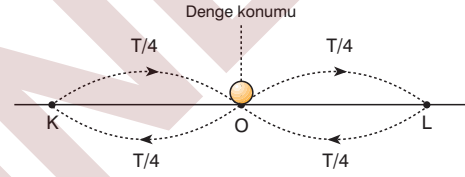
- ☉ KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cisim şekildeki konumdayken uzanimı $\vec{x}$ dir.
- ☉ Cisim denge konumundayken uzanim sıfır olur. Cisim denge konumundan uzaklaştıkça uzanim artar.

- ☉ Uzanimın alacağı en büyük değere **genlik** denir. KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan şekildeki cisim $+r$ ile $-r$ arasında gidip geldiği için genliği r dir.



Periyot ve Frekans

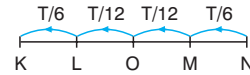
- ☉ Basit harmonik hareket yapan cismin bir tam salınım yapması için geçen zamana **periyot** denir. T ile gösterilir. Birimi saniye (s) dir.
- Şekildeki KL noktaları arasında T periyotlu basit harmonik hareket yapan cisim KO ve OL aralıklarını $\frac{T}{4}$ sürede alır.



- ☉ Basit harmonik hareket yapan cismin 1 saniyedeki salınım sayısına **frekans** denir. Birimi s^{-1} ya da hertz dir.
- ☉ Periyot ile frekans arasında $T.f = 1$ ilişkisi vardır.

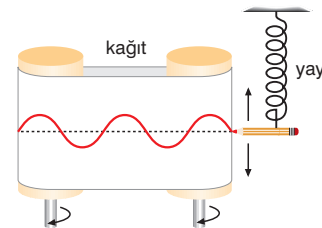
Bilgi

KN noktaları arasında, T periyotlu basit harmonik hareket yapan cismin, eşit aralıklı KL = LO = OM = MN noktaları arasında alma süresi T cinsinden şekildeki gibi olur.



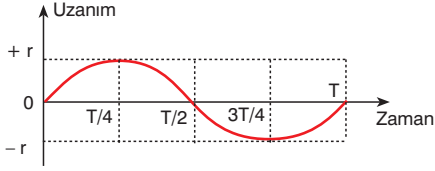
BASİT HARMONİK HAREKETTE KONUMUN ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

Bir yay sarkacının ucuna bağlı olarak düşey düzlemde titreşen kalem, sabit hızla ilerleyen kağıt üzerinde iz bıraktığında, kağıt üzerindeki iz şekildeki gibi sinüs eğrisi biçiminde olur.



BASİT HARMONİK HAREKET

- Buna göre, denge noktasından harekete başlayarak basit harmonik hareket yapan cismin konum-zaman (uzanım - zaman) grafiği şekildeki gibi olur.



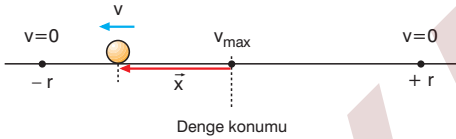
Not

Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanımının zamana göre değişim denklemi, $x = r \cdot \sin(\omega t)$ dir.

BASİT HARMONİK HAREKETTE HIZ, KUVVET VE İVMEİN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ

Hız

Basit harmonik hareket yapan şekildeki gibi bir cismin hızı genlik noktalarında (uç noktalarda) sıfır olurken, denge konumunda maksimum değerini alır.



- Hızın maksimum değeri düzgün çembersel harekete eşittir.

$$v_{\max} = \omega \cdot r$$

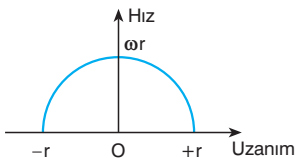
- Cismin şekildeki gibi denge noktasından x kadar uzaklıktaki bir noktadaki hızı aşağıdaki formülle bulunur.

$$v = \omega \sqrt{r^2 - x^2}$$

Not

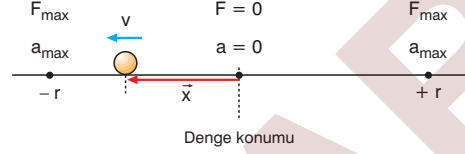
Basit harmonik hareket yapan bir cismin hızının zamana göre değişim denklemi, $v = \omega r \cdot \cos(\omega t)$ dir.

- Hızın uzanıma bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



Kuvvet ve İvme

Basit harmonik hareket yapan şekildeki gibi bir cisme hareketin uç noktalarında etkiyen kuvvet en büyüktür. Denge konumunda ise bu kuvvet sıfırdır.



- Kuvvetin maksimum değeri düzgün çembersel harekete eşittir.

$$F_{\max} = m\omega^2 \cdot r$$

- Cisme şekildeki gibi denge noktasından x kadar uzaklıktaki bir noktada etki eden kuvvetin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$F = m\omega^2 \cdot x$$

Not

Basit harmonik hareket yapan bir cisme etki eden kuvvetin zamana göre değişim denklemi, $F = m\omega^2 \cdot \sin(\omega t)$ dir.

- Cisme en büyük kuvvet hareketin uç noktalarında etki ettiği için, en büyük ivme hareketin uç noktalarındadır. Denge konumunda kuvvet olmadığı için ivme de olmaz. Herhangi bir andaki kuvvetin ve ivmenin yönü daima denge konumuna doğrudur.

- İvmenin en büyük değeri, düzgün çembersel harekete eşittir.

$$a_{\max} = \omega^2 \cdot r$$

- Denge konumundan x kadar uzaklıktaki bir noktadaki ivmenin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$a = \omega^2 \cdot x$$

Not

Basit harmonik hareket yapan bir cismin ivmesinin zamana göre değişim denklemi, $a = \omega^2 r \cdot \sin(\omega t)$ dir.

Bilgi

Bir cisme etkiyen net kuvvet ile cismin ivmesi arasındaki ilişki; dinamiğin temel prensibine göre, $F_{\text{net}} = m \cdot a$ dir. Basit harmonik harekette de kuvvetle ivme arasında $F_{\text{net}} = m \cdot a$ ilişkisi geçerlidir.

Örneğin, maksimum ivme, $a_{\max} = \omega^2 r$ formülü ile hesaplanırken, maksimum kuvvet $F_{\max} = m\omega^2 r$ formülü ile hesaplanır. Buna göre, $F_{\max} = m \cdot a_{\max}$ olduğuna dikkat ediniz.

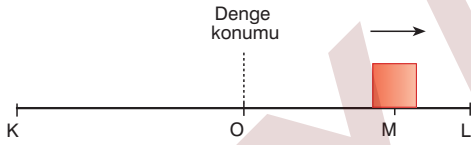
1. Basit harmonik hareket ile ilgili,

- I. Düzgün çembersel hareketin çap üzerindeki iz düşüm hareketidir.
- II. Periyodik bir harekettir.
- III. Sabit hızla gerçekleştirilen bir harekettir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

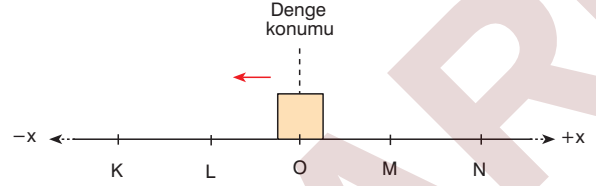
2. KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cisim şeklindeki gibi M noktasından ok yönünde geçiyor.



Buna göre, M noktasında cismin; geri çağırıcı kuvvet ($\vec{F}$), uzanım ($\vec{x}$) ve ivme ($\vec{a}$) vektörü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\vec{F}$ (green, right), $\vec{a}$ (red, right), $\vec{x}$ (blue, right)
B) $\vec{x}$ (blue, right), $\vec{a}$ (red, left), $\vec{F}$ (green, left)
C) $\vec{x}$ (blue, right), $\vec{F}$ (green, right), $\vec{a}=0$
D) $\vec{x}$ (blue, left), $\vec{F}$ (green, left), $\vec{a}$ (red, left)
E) $\vec{x}$ (blue, right), $\vec{F}$ (green, right), $\vec{a}$ (red, down)

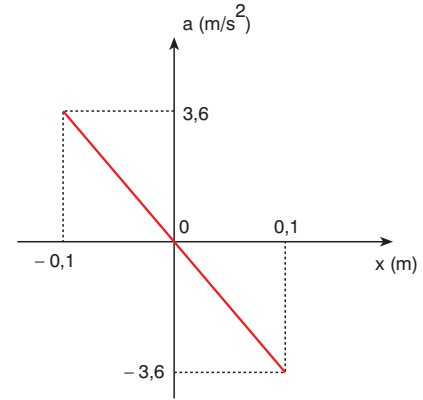
3. Şekildeki KN noktaları arasında T periyotla basit harmonik hareket yapan bir cisim, O noktasından $-x$ yönünde harekete başladıktan 7 saniye sonra ilk kez M noktasından geçiyor.



KL = LO = OM = MN olduğuna göre, T kaç s dir?

- A) 6 B) 12 C) 18 D) 24 E) 30

4. İvme-uzanım grafiği şeklindeki gibi verilen bir cisim basit harmonik hareket yapmaktadır.

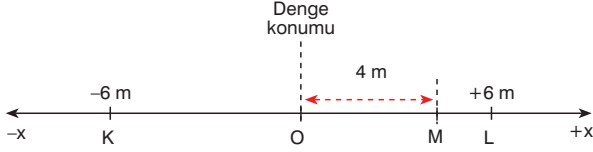


Buna göre, hareketin frekansı kaç s^{-1} dir? ($\pi = 3$ alınız.)

- A) 1 B) 3 C) 6 D) 9 E) 12

BASİT HARMONİK HAREKET

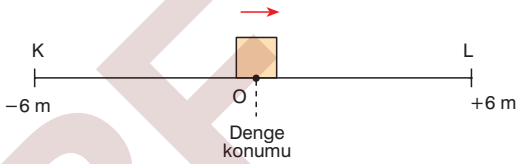
5. Şekildeki KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cisim O noktasından 12 m/s hızla geçiyor.



Buna göre, cismin M noktasındaki ivmesinin yönü ve büyüklüğü nedir?

	Yönü	Büyüklüğü (m/s ²)
A)	-x	16
B)	+x	8
C)	+x	16
D)	-x	4
E)	-x	8

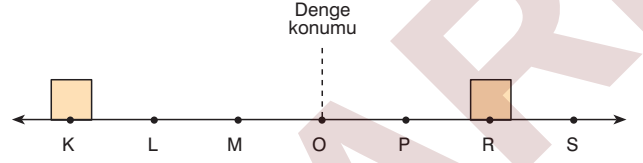
6. KL noktaları arasında şekildeki gibi basit harmonik hareket yapan cismin periyodu 18 s dir.



Buna göre, bu cisim O noktasından ok yönünde geçerken hızının büyüklüğü kaç m/s dir?
($\pi = 3$ alınız, KO = OL)

- A) 2 B) 3 C) 6 D) 9 E) 12

7. KS noktaları arasında basit harmonik hareket yapan şekildeki cismin O noktasından geçme hızının büyüklüğü v_O , R noktasından geçme hızının büyüklüğü v_R dir.

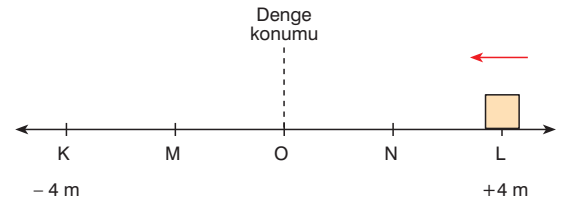


Buna göre, $\frac{v_O}{v_R}$ oranı kaçtır?

(Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

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

8. KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan şekildeki 3 kg kütleli cisim NM arasını 2 s de alıyor.

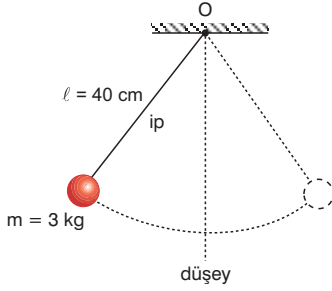


Buna göre, cisme L noktasında etkiyen geri çağırıcı kuvvet in büyüklüğü kaç N dur?

(Noktalar arası uzaklıklar eşittir, $\pi = 3$ alınız.)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 6 E) 9

1. Uzunluğu $\ell = 40$ cm olan ipin ucuna bağlanmış 3 kg kütleli bir cisim şekildeki konumdan serbest bırakılınca T periyotlu basit harmonik hareket yapmaya başlıyor.

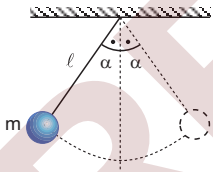


Buna göre, basit sarkacın periyodu T kaç s dir?

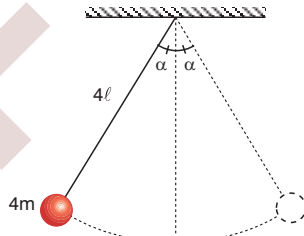
($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\pi = 3$ alınız)

- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{5}{6}$ C) $\frac{6}{5}$ D) $\frac{12}{5}$ E) $\frac{24}{5}$

2. Yer çekimi ivmesinin g olduğu ortamda basit harmonik hareket yapan Şekil - I deki basit sarkacın periyodu T_1 , Şekil - II deki basit sarkacinki ise T_2 olmaktadır.



Şekil - I

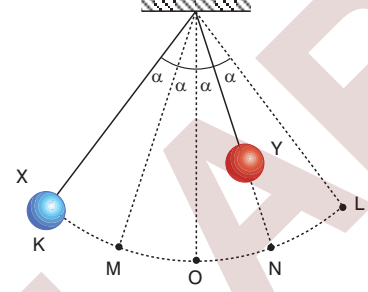


Şekil - II

Buna göre, $\frac{T_1}{T_2}$ oranı kaçtır? ($\alpha < 10^\circ$)

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

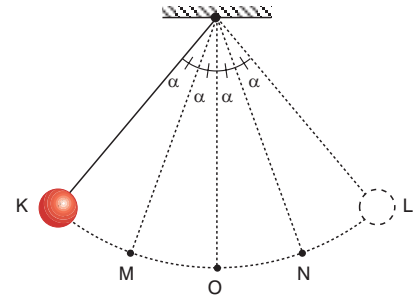
3. Düşey kesiti verilen şekildeki basit sarkaç düzeneğinde, X ve Y cisimleri K ve N hizalarından serbest bırakıldıktan 2 s sonra M hızasında karşılaşıyorlar.



X in periyodu T_X , Y ninki T_Y olduğuna göre; $\frac{T_X}{T_Y}$ oranı kaçtır?

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

4. Şekildeki basit sarkaçta K noktasından serbest bırakılan cisim M den N ye 2 s de geliyor.

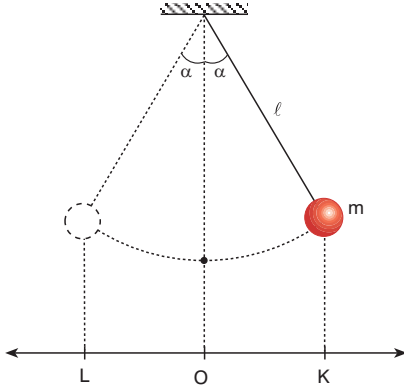


Buna göre, cisim M noktasından serbest bırakılsaydı N noktasına kaç s de gelirdi? ($2\alpha < 10^\circ$)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

BASİT HARMONİK HAREKET

5. Şekildeki basit sarkaçta m kütleli cisim, KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.



Buna göre; cisim K den O ya doğru giderken;

- I. Cismin hızı artar.
- II. Cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet azalır.
- III. İpteki gerilme kuvveti artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

$$(|KO| = |OL|)$$

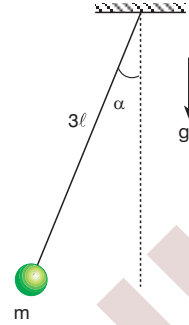
- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) I ve II E) I, II ve III

6. Dünya üzerinde basit harmonik hareket yapmakta olan ℓ uzunluklu bir basit sarkaç saniyeleri vurmaktadır.

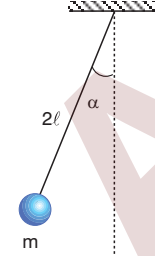
Buna göre, sarkacın boyu 2ℓ ye çıkarıldığında periyodu kaç s olur?

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

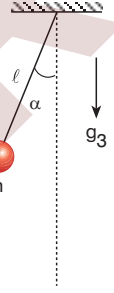
7. Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamlarda, boyu 3ℓ , 2ℓ ve ℓ olan iplerin ucuna asılı m kütleli cisimlerle oluşturulan basit sarkaçlara, Şekil - I de g_1 , Şekil - II de g_2 , Şekil - III te g_3 büyüklüğündeki yer çekimi ivmelerinin olduğu yerlerde basit harmonik hareket yaptırıldığında sarkaçların periyotları birbirine eşit oluyor.



Şekil - I



Şekil - II

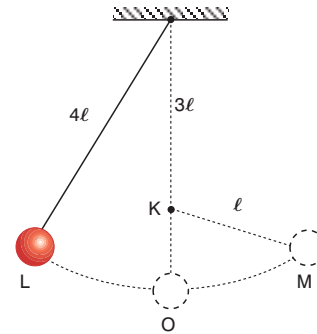


Şekil - III

Buna göre; g_1 , g_2 , g_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $g_1 = g_2 = g_3$ B) $g_1 > g_2 > g_3$
C) $g_1 > g_2 = g_3$ D) $g_1 = g_2 > g_3$
E) $g_1 = g_3 > g_2$

8. Şekildeki L noktasından serbest bırakılan ve uzunluğu 4ℓ olan ipin ucuna asılı cisim; K noktasında çiviye takılarak, LO ve OM arasında basit harmonik hareket yapıyor.



Cisim OM arasını 2 s de aldığına göre, sarkacın periyodu kaç saniyedir?

- A) 24 B) 16 C) 12 D) 8 E) 6

Test - 1

Çözüm 1

Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin seçilen çap üzerinde izdüşümünün yaptığı hareket; sabit iki nokta (genlik) arasında, eşit zaman aralıklarında kendini tekrarlayan bir harekettir. Bu harekete basit harmonik hareket denilmektedir. (I.Doğru)

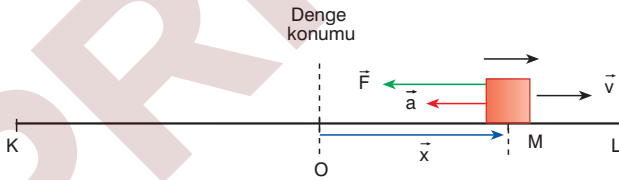
Basit harmonik hareket periyodik bir harekettir. Eşit zaman aralıklarında kendini tekrarlar. (II.Doğru)

Basit harmonik hareket zaman içerisinde değişen hızla gerçekleşen bir harekettir. (III.Yanlış)

Cevap C

Çözüm 2

KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cisim $\vec{v}$ hızı ile M noktasından O yönünde geçtiğinde, cismin uzanım vektörü $\vec{x}$ geri çağırıcı ivme vektörü $\vec{a}$ cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet vektörü $\vec{F}$ şekildeki gibi olur.

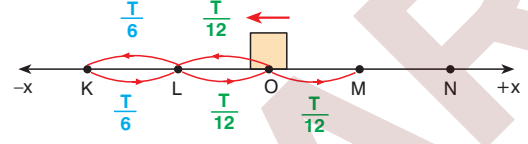


Uzanım vektörü daima denge konumundan cismin bulunduğu noktaya doğru çizilirken, geri çağırıcı kuvvet ve ivme vektörleri ise daima cisimden denge konumuna doğru çizilir.

Cevap B

Çözüm 3

Basit harmonik hareket yapan cismin, O noktasından M noktasına kadar olan hareketinde, eşit aralıkları alma süreleri T periyodu cinsinden şekildeki gibi olur.



Buna göre, cisim O noktasından M noktasına $\frac{7}{12}T$ sürede gelir.

Bu süre 7 s olduğu için,

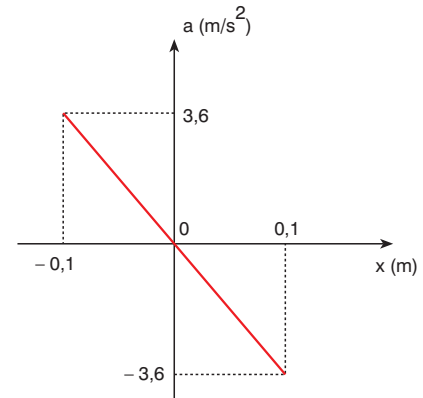
$$\frac{7}{12}T = 7 \Rightarrow T = 12 \text{ s bulunur.}$$

Cevap B

Çözüm 4

Basit harmonik hareket yapan cismin geri çağırıcı ivmesinin büyüklüğü, $a = \omega^2 \cdot x$ formülü ile hesaplanır.

Burada x uzanım, $\omega = 2\pi f$ açısal hız, f frekanstır.



Grafiğe göre, $x = 0,1 \text{ m}$ olduğunda, $a = 3,6 \text{ m/s}^2$ olmaktadır.

$\pi = 3$ olduğuna göre;

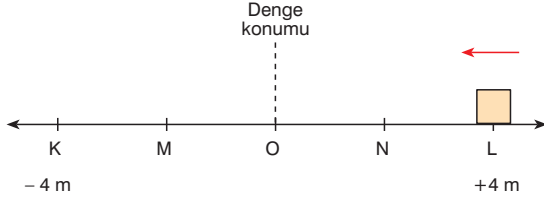
$$a = \omega^2 \cdot x \Rightarrow 3,6 = (2 \cdot 3 \cdot f)^2 \cdot 0,1 \Rightarrow f = 1 \text{ s}^{-1} \text{ bulunur.}$$

Cevap A

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 5

Cismin O noktasındaki hızının büyüklüğü, $v = \omega \cdot r$ ifadesinden hesaplandığında, $12 = \omega \cdot 6 \Rightarrow \omega = 2 \text{ rad/s}$ olur.



Geri çağırıcı ivme vektörünün yönü daima denge konumu olan O noktasına doğrudur.

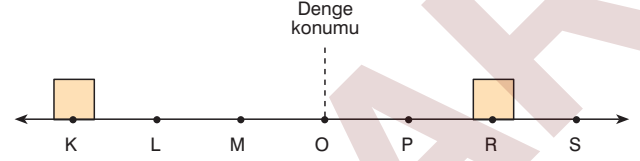
Bu durumda cisim M noktasından geçerken ivmenin yönü O noktasına doğru $-x$ yönünde olur.

İvmenin büyüklüğü ise, $a = \omega^2 \cdot x$ ifadesinden, $a = 2^2 \cdot 4 = 16 \text{ m/s}^2$ bulunur.

Cevap A

Çözüm 7

r genlik, x uzanım olmak üzere cismin R noktasındaki hızının büyüklüğü $v = \omega \cdot \sqrt{r^2 - x^2}$ ile O noktasındaki hızının büyüklüğü ise $v = \omega \cdot r$ ifadesi ile hesaplanır.



Noktalar arası uzaklıklar eşit ve d denilir ise,

$$v_O = \omega \cdot 3d,$$

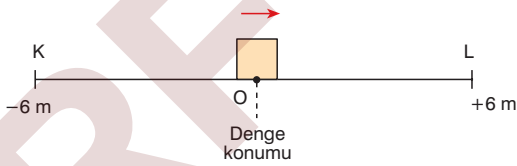
$$v_R = \omega \cdot \sqrt{(9d^2 - 4d^2)} = \omega \cdot \sqrt{5}d \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan, } \frac{v_O}{v_R} = \frac{3\sqrt{5}}{5} \text{ bulunur.}$$

Cevap A

Çözüm 6

Cisim denge konumu olan O noktasından hareketinin en büyük hız değeri ile geçer.



Bu hız, $v = \omega \cdot r$ formülü ile hesaplanır.

$$\text{Açısal hız, } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ ifadesinden, } v = \frac{2\pi}{T} \cdot r \text{ olur.}$$

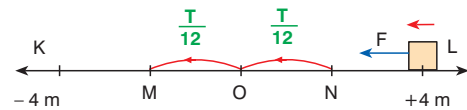
$$\text{Buna göre; } v = \frac{2.3}{18} \cdot 6 = 2 \text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

Cevap A

Çözüm 8

L noktası genlik noktasıdır. Genlik r ile gösterilirse genlik noktasında cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet,

$F = m\omega^2 r$ formülü ile hesaplanır.



Cisim NM arasını şekildeki gibi, $\frac{T}{6} = 2 \text{ s}$ de gidiyorsa, cismin periyodu, $T = 12 \text{ s}$ olur.

$$\text{Açısal hız, } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ ile hesaplanır.}$$

$$\text{Buna göre; } F = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r \text{ ifadesinden,}$$

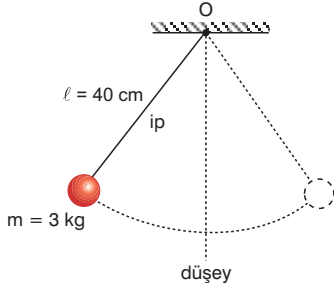
$$F = 3 \cdot \left(\frac{2.3}{12}\right)^2 \cdot 4 \Rightarrow \text{geri çağırıcı kuvvet, } F = 3 \text{ N} \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Test - 2

Çözüm 1

Şekildeki basit sarkacın periyodu,

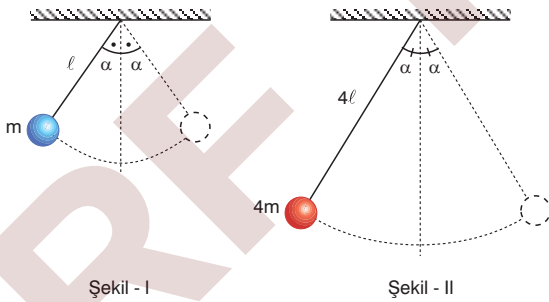


$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre; $T = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.4}{10}} = \frac{6}{5}$ s bulunur.

Cevap C

Çözüm 2



Şekil - I deki basit sarkacın periyodu, $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ olur.

Şekil - II deki basit sarkacın periyodu, $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{4l}{g}}$ olur.

Bu durumda, $T_2 = 4\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2T_1$ olur.

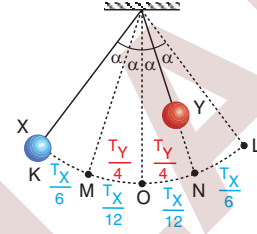
Buna göre, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap B

Çözüm 3

X cismi K noktasından bırakıldığında KL noktaları arasında, Y cismi ise N noktasından bırakıldığında MN noktaları arasında basit harmonik hareket yapar.

Bu durumda eşit aralıkları alma süreleri T_X ve T_Y periyotları cinsinden şekildeki gibi olur.



Cisimler 2 s sonra M noktasında karşılaştıklarına göre,

$$\frac{T_X}{6} = \frac{T_Y}{2} = 2 \text{ olur.}$$

Buradan, $T_X = 12$ s ve $T_Y = 4$ s bulunur.

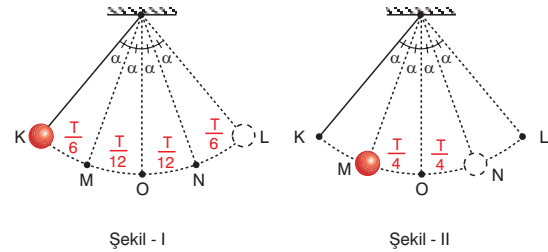
Buna göre; $\frac{T_X}{T_Y} = 3$ olur.

Cevap B

Çözüm 4

Basit sarkacın periyoduna T denilirse cismin eşit aralıkları alma süreleri Şekil - I deki gibi olur.

Cisim M de N ye 2 s geliyorsa, $\frac{T}{6} = 2 \text{ s} \Rightarrow T = 12 \text{ s}$ olur.



Cisim M noktasından serbest bırakıldığında sarkacın periyodu değişmez.

Bu durumda, M den N ye gelme süresi Şekil - II deki gibi $\frac{T}{2}$ olur.

Buna göre, $\frac{T}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ s}$ bulunur.

Cevap E

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 5

Cisim KL noktaları arasında basit harmonik hareket yaparken K ve L noktaları cisim için genlik noktaları, O noktası ise denge konumudur. Cisim K noktasından serbest bırakıldığında O noktasına doğru yaklaşırken hızının büyüklüğü artar ve denge konumundan geçerken de hareketindeki en büyük hıza sahip olur. (I.Doğru)

Basit harmonik harekette geri çağırıcı kuvvet genlik noktalarında en büyük değerde olurken denge konumunda ise sıfır olur. Bundan dolayı cisim K den O ya doğru yaklaşırken geri çağırıcı kuvvet azalır. (II.Doğru)

Basit sarkaçtaki cisim, izdüşüm olarak yataydaki KL noktaları arasında basit harmonik hareket yaparken aynı anda yarıçapı ip uzunluğu olan çembersel bir yörünge üzerinde ise düşey düzlemde çembersel hareket yapmaktadır. Cisim K den O ya doğru yaklaşırken hızının büyüklüğü artar. Bu durumda cisme etkiyen merkezci kuvvetin büyüklüğünün de artması için ip gerilme kuvvetinin büyüklüğünün artması gerekir. (III.Doğru)

Cevap E

Çözüm 6

Saniyeleri vuran sarkacın periyodu 2 s dir.

Bu sarkacın ip uzunluğu ℓ ise, $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2$ s dir.

Sarkacın ip uzunluğu 2ℓ yapılıncaya oluşan periyota T_{son} denilirse,

$$T_{\text{son}} = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{g}} \text{ olur.}$$

Bu ifadeden anlaşılacağı üzere, $T_{\text{son}} = \sqrt{2}T = 2\sqrt{2}$ s bulunur.

Cevap C

Çözüm 7

Basit sarkaçların periyotları, $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ifadesine göre ;

$$\text{Şekil - I de } T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{3\ell}{g_1}}$$

$$\text{Şekil - II de } T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{g_2}}$$

$$\text{Şekil - III te } T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_3}} \text{ olur.}$$

Basit sarkaçların periyotları birbirine eşit olduğundan,

$$2\pi \sqrt{\frac{3\ell}{g_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{g_2}} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_3}} \text{ eşitliğinden,}$$

$$\frac{3\ell}{g_1} = \frac{2\ell}{g_2} = \frac{\ell}{g_3} \text{ ifadesi elde edilir.}$$

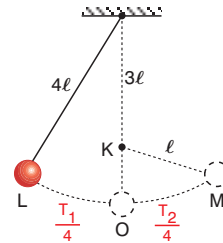
Buna göre, ortamların çekim ivmeleri arasındaki ilişki,

$$g_1 > g_2 > g_3 \text{ olur.}$$

Cevap B

Çözüm 8

Şekildeki basit sarkacın ip uzunluğu 4ℓ iken periyot T_1 , ℓ uzunluğunda iken T_2 denilirse cisim L den O ya $\frac{T_1}{4}$, O dan M ye ise $\frac{T_2}{4}$ sürede gelir.



Buna göre, şekildeki sarkacın periyodu, $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$ ifadesi ile hesaplanır. Burada,

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{4\ell}{g}} \text{ ve } T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Buna göre, $T_1 = 2T_2$ olur.

Cisim O dan M ye 2 s de geliyor ise,

$$\frac{T_2}{4} = 2 \text{ s} \Rightarrow T_2 = 8 \text{ s ve } T_1 = 16 \text{ s bulunur.}$$

Buradan sarkacın periyodu,

$$T = \frac{16}{2} + \frac{8}{2} = 12 \text{ s bulunur}$$

Cevap C

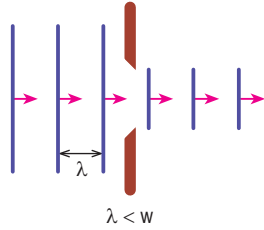
ÜNİTE 5
DALGA MEKANİĞİ

SU DALGALARINDA KIRINIM OLAYI

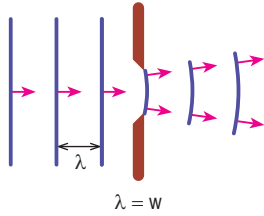
Su dalgalarının, iki engel arasından ya da keskin kenarlardan geçerken, dairesel dalgalar şeklinde bükülerek yayılması olayına **kırınım**, kırınım olayında oluşan desene de **kırınım deseni** denir.

- ☉ Kırınım olayı, su dalgalarının dalga boyu (λ) ile yarık genişliği (w) arasındaki ilişkiye bağlıdır.

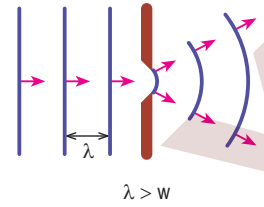
➤ $\lambda < w$ ise kırınım gerçekleşmez.



➤ $\lambda \approx w$ ise kırınım gözlenmeye başlar.

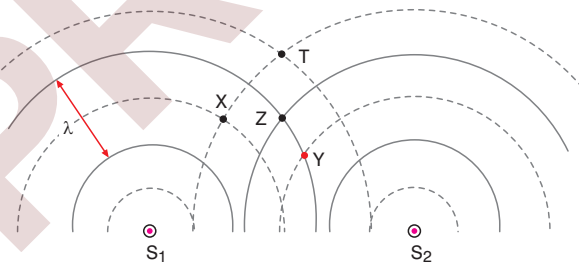


➤ $\lambda > w$ ise kırınım çok net olarak gözlenir.



SU DALGALARINDA GİRİŞİM OLAYI

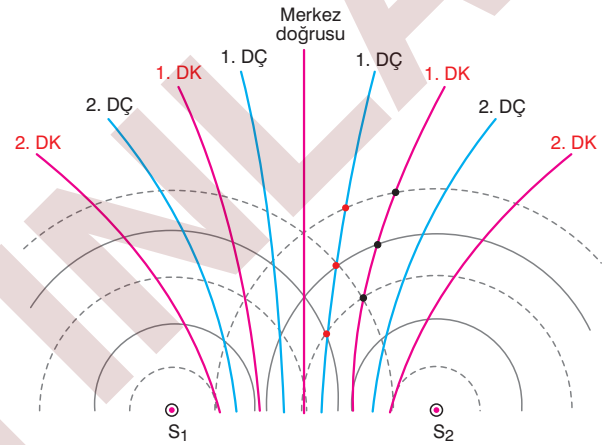
İki ya da daha fazla sayıda dalga birbiri içerisinden geçmesi olayına **girişim** denir. Girişim yapan dalgaların oluşturduğu desene de **girişim deseni** denir. Girişim deseninin görünümü şekildeki gibi olur.



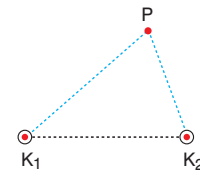
- ☉ Aynı anda çalıştırılan iki noktasal dalga kaynağının oluşturulduğu girişim deseninde seçilen Z noktasında olduğu gibi iki dalga tepesinin üst üste binmesiyle maksimum genlikle titreşen aydınlık noktalara **çift tepe**,

pe, X ve T noktalarındaki gibi iki dalga çukurunun üst üste binmesiyle oluşan ve maksimum genlikle titreşen karanlık noktalara **çift çukur** ve Y noktasında olduğu gibi tepe ve çukurların üst üste gelmesiyle oluşan titreşimsiz noktalara da **düğüm noktası** denir.

- ☉ Dalga leğeninde oluşan girişim deseninde çift tepe ve çift çukur noktalarının bir çizgi oluşturduğu görülür. Bu çizgiye **dalga katarı** ya da **karın çizgisi** denir. Kaynaklar arasındaki uzaklığı iki eşit parçaya bölen doğru üzerinde oluşan katara merkezi dalga katarı ya da 0. (sıfırıncı) dalga katarı denir. Benzer şekilde düğüm noktaları işaretlenip birleştirildiğinde elde edilen çizgilere de **düğüm çizgisi** denir.



- ☉ Girişim çizgilerinin özellikleri aşağıdaki gibidir.
 - Merkez doğrusuna göre simetrik ve eşit sayıdadır.
 - Kaynaklar üzerinde ve kaynakların dışında gözlenmez.
 - Ardışık bir dalga katarıyla düğüm çizgisi arasındaki uzaklık, dalga boyunun $\lambda/4$ katıdır.
 - Ardışık iki dalga katarı ya da iki düğüm çizgisi arasındaki uzaklık, dalga boyunun $\lambda/2$ katıdır.
- ☉ Girişim deseni üzerinde seçilen bir noktaya, özdeş kaynaklardan gelen dalgaların aldığı yolların farkına yol farkı (ΔS) denir. Yol farkı seçilen noktanın hangi girişim çizgisi üzerinde olduğunun belirlenmesine yardımcı olur.



Şekildeki P noktasının K_1 kaynağına uzaklığı PK_1 , K_2 kaynağına uzaklığı PK_2 ise, P noktasının yol farkı (ΔS), aşağıdaki gibi bulunur.

$$\Delta S = |PK_1 - PK_2|$$

- Desen üzerinde seçilen bir noktanın kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki fark, dalga boyunun tam katları ise seçilen nokta, dalga katarı üzerinde bir noktadır. Buna göre, n . dalga katarı üzerindeki maksimum genlikte titreşen bir nokta için,

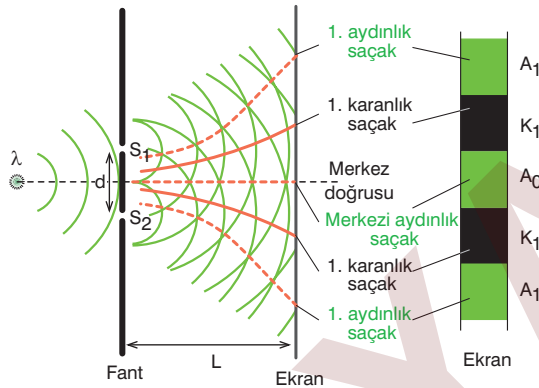
$$\Delta S = n \cdot \lambda$$

- Desen üzerinde seçilen bir noktanın kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki fark, dalga boyunun buçuklu katları şeklinde ise seçilen nokta, düğüm çizgisi üzerinde bir noktadır. Buna göre, n . düğüm çizgisi üzerinde bulunan bir düğüm noktası için,

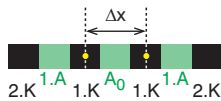
$$\Delta S = (n - \frac{1}{2}) \cdot \lambda$$

İŞIĞIN ÇİFT YARIKTA GİRİŞİMİ

Young tarafından 1801 yılında yapılan çift yarıktaki girişim deneyi iki kaynaktan çıkan ışık dalgalarının şekilindeki gibi su dalgalarına benzer biçimde girişim meydana getirdiğini göstermiştir.



- Young deneyinde ışık ışınları S_1 ve S_2 yarıklarından geçerek ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşturur.
 - Perdede, yarıklar arası uzaklığın tam ortasına karşılık gelen yerde merkezi aydınlık saçak A_0 oluşur. Oluşan tüm saçakların genişliği aynıdır.
 - Ardışık iki aydınlık ya da karanlık saçak arasındaki mesafeye saçak genişliği denir. Saçak genişliği Δx sembolüyle gösterilir.

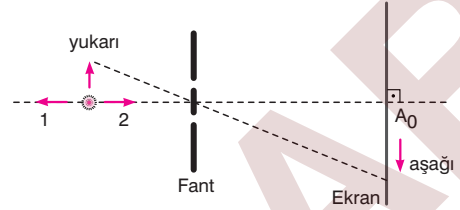


- Fantla perde arası uzaklık L , kullanılan ışığın dalga boyu λ , yarıklar arası uzaklık d ve fantla perde arasındaki saydam ortamın kırıcılık indisi n ise, Δx aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\Delta x = \frac{L \cdot \lambda}{d \cdot n}$$

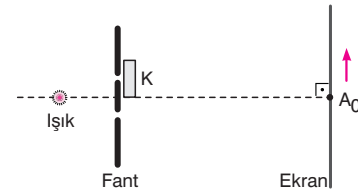
Çift Yarıktaki Girişime Etki Eden Diğer Değişkenler

- Kaynak şekilindeki gibi 1 veya 2 yönünde hareket ettiğinde merkezi aydınlık saçığının yeri değişmez. Işık kaynağı 1 yönünde hareket ederse saçakların parlaklığı azalırken, 2 yönünde hareket ederse artar.

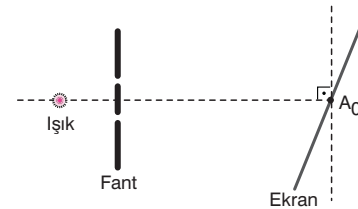


- Işık kaynağı merkez doğrusuna dik doğrultuda yukarı hareket ettirildiğinde kaynaklar arasında gecikme olacağından merkezi aydınlık saçakla birlikte bütün saçaklar geciken kaynak tarafına yani aşağıya kayar.
- Işığın şiddetinin değiştirilmesi durumunda, saçak aralığı ve merkezi aydınlık saçığının yeri değişmez. Aydınlık saçakların parlaklığı değişir.

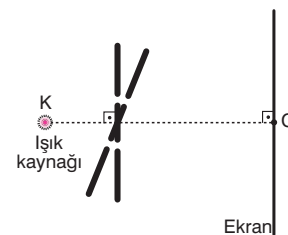
- Yarıklardan birinin önüne şekilindeki gibi cam konulduğunda, ışığın cam içindeki ortalama hızı azalacağından gecikme olur. Merkezi aydınlık saçak geciken kaynak tarafına yani ok yönüne kayar.



- Ekrana döndürülürse ekranın yarıklardan uzaklaşan bölümünde saçak genişlikleri artarken yarıklara yaklaşan bölümünde saçak genişliği azalır. Merkezi aydınlık saçığının yeri değişmez.



- Yarıklar düzlemi döndürülürse yarıklar arasındaki dik uzaklık azalacağından saçak genişliği artar. Merkezi aydınlık saçığının yerinin değişip değişmeyeceği hakkında kesin bir şey söylenemez.



1. Su dalgalarının kırınımı ile ilgili,

- Doğrusal su dalgalarının bükülerek dairesel su dalgaları şeklinde yayılması olayıdır.
- Doğrusal su dalgalarının, dalga boyuna göre daha küçük aralıklardan ya da keskin kenarlardan geçişi sırasında oluşur.
- Kırınıma uğrayan doğrusal su dalgalarının frekansı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, aynı anda çalıştırılan özdeş K_1 ve K_2 noktasal dalga kaynakları tarafından üretilen dalgaların oluşturduğu girişim deseni için;

- Merkez doğrusu üzerinde daima dalga katarı oluşur.
- Düğüm çizgileri, tepe ve çukurların üst üste gelmesi ile oluşan titreşimsiz noktalardan geçer.
- İki dalga çukurunun üst üste binmesi ile maksimum genlikte titreşen girişim noktaları oluşur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

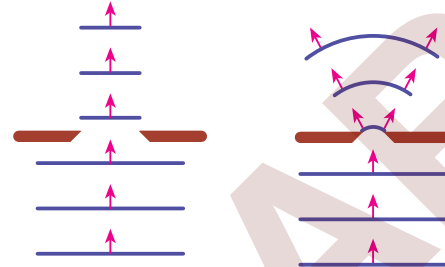
3. Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, aynı fazda çalıştırılan özdeş noktasal dalga kaynakları tarafından üretilen dalgaların oluşturduğu girişim çizgilerinin sayısı,

- Kaynaklar arası uzaklık
- Su dalgalarının frekansı
- Dalga leğenindeki suyun derinliği

verilenlerinden hangilerinin artması ile artar?

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

4. Bir dalga leğeninde oluşturulan doğrusal su dalgaları, engeller arasından geçtikten sonra Şekil - I deki gibi yayılıyor.



Şekil - I

Şekil - II

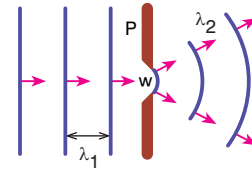
Buna göre; doğrusal su dalgalarının engelden geçtikten sonra Şekil - II deki gibi yayılabilmesi için;

- Dalga leğenine su eklemek.
- Engeller arasındaki uzaklığı azaltmak.
- Kaynağın frekansını artırmak.

işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

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

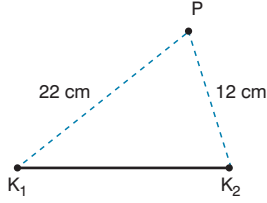
5. Derinliği sabit olan dalga leğeninde, engeller arasındaki uzaklığın w olduğu dar P aralığına, λ_1 dalga boyulu doğrusal su dalgaları gönderildiğinde, P aralığını geçen dalgalar şekildeki gibi yayılıyorlar.



P aralığını geçen dalgaların dalga boyu λ_2 olduğuna göre; w , λ_1 ve λ_2 arasındaki ilişki nedir?

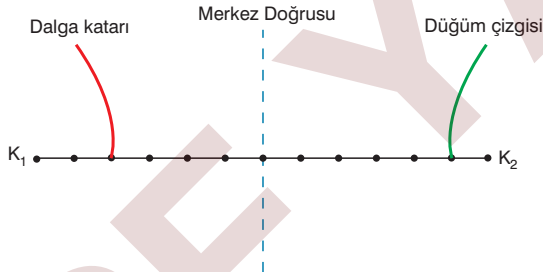
- A) $w > \lambda_1 > \lambda_2$ B) $w > \lambda_2 > \lambda_1$
C) $\lambda_1 > w > \lambda_2$ D) $\lambda_1 = \lambda_2 > w$
E) $w = \lambda_1 > \lambda_2$

6. Derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde eşit frekansta ve aynı anda çalışan şekildeki özdeş K_1 ve K_2 dalga kaynakları 4 cm dalga boyu dalgalar üretmektedir.



Buna göre, P noktasının yeri için ne söylenebilir?

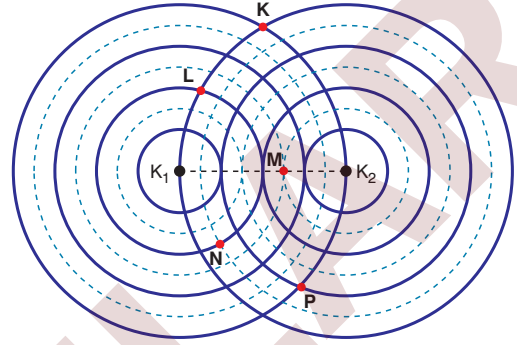
7. Aynı frekansta çalışan özdeş K_1 , K_2 dalga kaynakları, derinliği sabit dalga leğeninde aynı anda çalıştırıldığında K_1 kaynağına en yakın dalga katarı, K_2 kaynağına en yakın düğüm çizgisi şeklindeki gibidir.



Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre, kaynaklar arasında kaç tane dalga katarı, kaç tane de düğüm çizgisi oluşmuştur?

	Dalga katarı	Düğüm çizgisi
A)	5	6
B)	7	6
C)	3	4
D)	4	3
E)	6	6

8. Derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde aynı fazda çalışan özdeş iki kaynağın oluşturduğu girişim deseni şekildeki gibidir.



Buna göre; K, L, M, N ve P noktalarından hangisi bir düğüm noktasıdır?

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

9. Aynı anda titreşen özdeş K_1 ve K_2 kaynaklarının ürettiği su dalgalarının girişim deseniindeki bazı girişim çizgileri şekildeki gibidir.



Kaynakların ürettiği dalgaların dalga boyu λ olduğuna göre, K ve L noktaları hangi girişim çizgisi üzerindedir?

K noktası	L noktası
A) 3. dalga katarı	3. düğüm çizgisi
B) 3. düğüm çizgisi	2. düğüm çizgisi
C) 3. dalga katarı	2. düğüm çizgisi
D) 2. dalga katarı	2. düğüm çizgisi
E) 3. dalga katarı	2. dalga katarı

1. Işığın tek yarıktaki kırınımı deneyinde yarığa yeşil ve mavi renkli paralel ışık demetleri gönderiliyor.

Buna göre, beyaz perde üzerindeki aydınlık saçaklarda,

- I. Cyan
- II. Mavi
- III. Beyaz

renklerinden hangisi oluşur?

(Yeşil + Mavi = Cyan)

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

2. Işığın tek yarıktaki kırınımı deneyinde perdede oluşan girişim desenindeki saçak genişliğini;

- I. Işık şiddeti
- II. Yarık düzlemi ile ekran arasındaki saydam ortamın indisi
- III. Yarık genişliği

niceliklerinden hangilerinin artması değiştirmez?

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

3. Tek renkli ışık kaynakları kullanılarak yapılan bir Young deneyinde λ_1 , λ_2 , λ_3 dalga boyu ışıklar kullanıldığında perde üzerindeki bir P noktasında sırasıyla 2. aydınlık, 1. aydınlık ve 1. karanlık saçaklar oluşuyor.

Buna göre; λ_1 , λ_2 , λ_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
- B) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$
- C) $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_1$
- D) $\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_3$
- E) $\lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2$

4. Tek renkli ışık kaynakları kullanılarak yapılan Young deneyinde kırmızı, yeşil, mavi renkli ışıklarla deney ayrı ayrı yapıldığında perde üzerinde ardışık iki aydınlık saçak arası uzaklık Δx_K , Δx_Y , Δx_M olarak ölçülüyor.

Buna göre; Δx_K , Δx_Y , Δx_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $\Delta x_K > \Delta x_Y > \Delta x_M$
- B) $\Delta x_K > \Delta x_M > \Delta x_Y$
- C) $\Delta x_M > \Delta x_Y > \Delta x_K$
- D) $\Delta x_Y > \Delta x_M > \Delta x_K$
- E) $\Delta x_K = \Delta x_Y = \Delta x_M$

5. Doppler olayı

- I. Enine dalgalar
- II. Boyuna dalgalar
- III. Elektromanyetik dalgalar

yukarıda verilen dalga türlerinden hangilerinde gözlenebilir?

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

6. Yatay yolda bulunan Timur, Serdar ve sirenini çalan bir ambulans şeklindeki gibi verilen oklar yönlerinde sabit hızlarla hareket etmektedir.



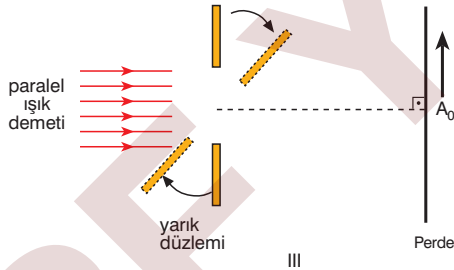
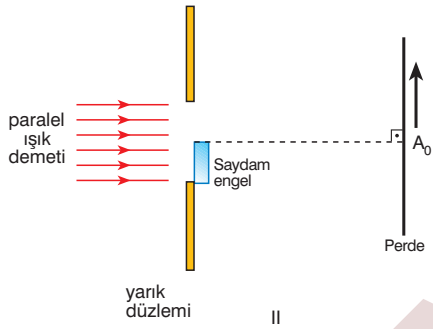
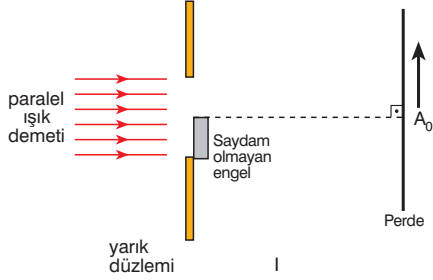
Buna göre,

- I. Timur'un duyduğu siren sesi Serdar'ın duyduğuna göre daha incedir.
- II. Serdar'ın duyduğu siren sesi giderek kalınlaşmaktadır.
- III. Timur'a göre siren sesinin dalga boyu giderek artmaktadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

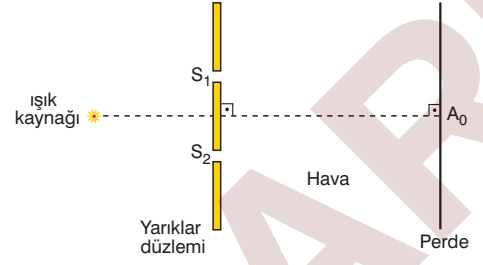
7. Işığın tek yarıktaki kırınımı deneyinde, şekildeki gibi I de yarık önüne saydam olmayan engel konurken II de saydam bir engel konuluyor. III te ise yarık düzlemi bir miktar döndürülüyor.



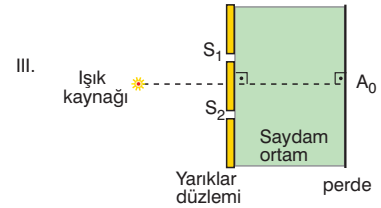
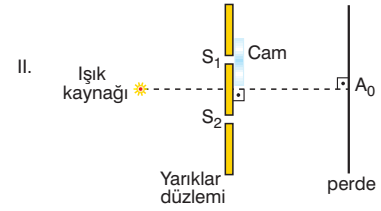
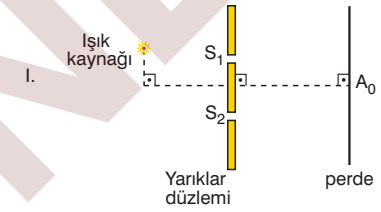
Buna göre, hangi düzeneğe merkezi aydınlık saçak A_0 keskinlikle ok yönünde kayar?

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

8. Şekildeki düzeneğe hava ortamında çift yarıktaki girişim deneyi yapılıyor.



Deneyde numaralandırılmış şekillerdeki gibi değişiklikler yapılarak saçak genişliğinin azalması amaçlanıyor.



Buna göre, hangi şekilde deneyin amacına ulaşılır?

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

Test - 1

Çözüm 1

Doğrusal su dalgaları, dar yarıklardan geçişleri sırasında kırınımına uğrarlar ve bükülerek dairesel dalgalar şeklinde yayılırlar.

(I. Doğru)

Kırınım, doğrusal su dalgasının dalga boyunun yarık genişliğinden büyük olması durumunda ya da keskin kenarları olan bir engelin yanından geçerken meydana gelir.

(II. Doğru)

Kırınımın uğrayan su dalgalarının sadece görünümünde değişiklik oluşur. Dalgaların frekansında ve dalga boyunda bir değişiklik olmaz.

(III. Yanlış)

Cevap C

Çözüm 2

K_1 ve K_2 kaynaklarından yayılan su dalgaları birbirleri ile karşılaşmaları zaman girişim meydana getirirler.

Girişimin olduğu noktalardan geçirilen hayali çizgiler ise girişim çizgisi olarak adlandırılır. Karşılaşan dalgalar, tepe ile tepe ya da çukur ile çukur ise maksimum genlikte titreşen girişim noktası oluşurken, tepe ile çukur karşılaştığında titreşimsiz bir girişim noktası oluşur.

Maksimum genlikte titreşen girişim noktalarından katar çizgisi, titreşimsiz girişim noktalarından ise düğüm çizgisi geçer. Buna göre;

Merkez doğrusu üzerinde daima dalgaların tepe ile tepesi ve çukur ile çukuru karşılaşır. Bundan dolayı maksimum titreşimli girişim noktaları oluşur. Bu noktalardan da katar çizgisi geçer.

(I. Doğru)

Düğüm çizgileri, dalgaların birbirini sönmülediği, tepe ve çukurların üst üste gelmesi ile oluşan titreşimsiz noktalardan geçer.

(II. Doğru)

İki dalga çukurunun üst üste binmesi ile maksimum genlikte titreşen girişim noktaları oluşur.

(III. Doğru)

Cevap E

Çözüm 3

Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, aynı fazda çalıştırılan özdeş noktasal dalga kaynakları tarafından üretilen dalgaların oluşturduğu girişim çizgilerinin sayısı,

Kaynaklar arası uzaklık arttıkça artar.

(I. Doğru)

Su dalgalarının frekansı arttıkça, $v = \lambda \cdot f$ formülünde, hız sabit iken f artırılırsa, λ azalacağı için artar.

(II. Doğru)

Dalga leğenindeki suyun derinliği arttıkça, dalga boyu artacağı için, azalır.

(III. Yanlış)

Cevap C

Çözüm 4

Şekil - I de engeller arasındaki aralıktan geçen doğrusal su dalgaları kırınımına uğramadan doğrusal su dalgası olarak yayılmaya devam etmişlerdir. Su dalgalarının dalga boyuna λ , aralık genişliğine w denilirse $w > \lambda$ dır.

Şekil - II de ise aynı doğrusal su dalgalarının kırınımına uğrayarak bükülmesi istenmektedir. Bunun olabilmesi için $\lambda > w$ yapılmalıdır. Yani dalga boyu artırılmalı ya da engeller arası uzaklık azaltılmalıdır. (II. Doğru)

v su dalgasının yayılma hızı, f frekansı olmak üzere, $v = \lambda \cdot f$ dir. λ nın artması için v artırılmalı ya da f azaltılmalıdır. (III. Yanlış)

Su dalgalarının yayılma hızının büyüklüğü derinlikle doğru orantılıdır. Dalga leğenine su eklenirse derinlik artacağı için v de artar. Bu durumda λ da artmış olur. (I. Doğru)

Cevap C

Çözüm 5

λ_1 dalga boyulu doğrusal su dalgaları, w genişliğindeki P aralığını geçerken kırınımına uğrayarak şekildeki gibi bükülmüştür. Kırınımın oluşması için $\lambda_1 > w$ olmalıdır.

Dalgalar P aralığını geçtikten sonra da aynı derinlikteki su da yayılacağı için hızının büyüklüğü değişmez. Bundan dolayı dalga boyu da değişmez. $\lambda_2 = \lambda_1$ olur.

Buna göre, $\lambda_1 = \lambda_2 > w$ olur.

Cevap D

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 6

Su dalgalarının girişimi deneyinde, girişim noktasının hangi girişim çizgisi üzerinde olduğu kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki yol farkından bulunur.

n , tam sayı; λ , dalga boyu olmak üzere girişim noktası; yol farkı;

$\Delta S = n \cdot \lambda$ için dalga katarı,

$\Delta S = (n - \frac{1}{2}) \cdot \lambda$ için düğüm çizgisi üzerinde olur.

Buna göre; $\Delta S = 22 - 12 = 10$ cm olur.

Kaynaklar, dalga boyu $\lambda = 4$ cm olan dalgalar ürettiği için $\frac{10}{4} = 2,5$ olur.

Bu sonuç girişim noktasının düğüm çizgisi üzerinde olduğu anlamına gelmektedir. Buradan da,

$10 = (n - \frac{1}{2}) \cdot 4$ ifadesinden $n = 3$. düğüm çizgisi bulunur.

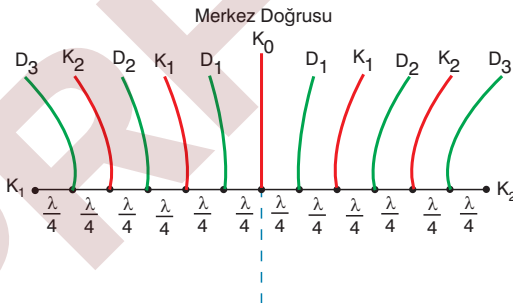
Cevap B

Çözüm 7

Girişim çizgileri, kaynaklar arasına, dalga boyu λ olmak üzere, $\frac{\lambda}{4}$ aralıklarla dizilirler.

Kaynaklara en yakın dalga katarı ile düğüm çizgisinden anlaşılacağı üzere, noktalar arası eşit olan mesafeler $\frac{\lambda}{4}$ e eşit olur.

D düğüm çizgisi, K dalga katarı olmak üzere, girişim çizgileri şekildeki gibi yerleştirilirse, 5 tane dalga katarı, 6 tane düğüm çizgisi olduğu görülür.



Kaynaklar üzerine denk gelen dalga katarları gözlenmeyeceğinden dolayı dalga katarı sayısına eklenmez.

Cevap A

Çözüm 8

Kaynakların oluşturduğu dairesel su dalgalarında kesikli çizgi ile çizilmiş daireler dalga çukurlarını, kesiksiz çizilmiş daireler ise dalga tepelerini göstermek üzere, düğüm noktasının oluşması için bir tepe ile bir çukurun karşılaşması gerekmektedir.

Buna göre, aranan nokta, kesikli ve kesiksiz çizilmiş iki dairenin kesiştiği nokta olmalıdır.

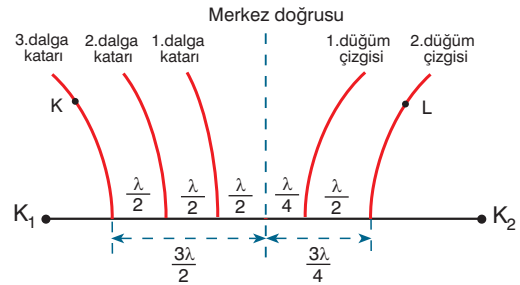
Bu şartı sağlayan nokta da N noktasıdır.

Cevap D

Çözüm 9

Girişim çizgileri $\frac{\lambda}{4}$ aralıklar ile dizilirken, ardışık olarak gelen iki düğüm çizgisi ya da ardışık gelen iki dalga katarı arasındaki mesafe $\frac{\lambda}{2}$ olur.

Buna göre, girişim çizgileri merkez doğrusundan K ve L noktalarının üzerinde bulunduğu girişim çizgilerine doğru şekildeki gibi yerleştirilir ise,



K nin 3.dalga katarı, L nin ise 2.düğüm çizgisi üzerinde olduğu görülür.

Cevap C

Test - 2

Çözüm 1

Tek yarıktaki yapılan ışığın kırınımı deneyinde merkezi aydınlık saçak-
ğı mavi ve yeşil ışıklar birlikte oluşturacağından dolayı merkezi ay-
dınlık saçak cyan olarak görülür.

Saçak genişliği kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru orantılı de-
ğışir. Yeşil ışığın dalga boyu mavi ışığın dalga boyundan daha bü-
yük olduğundan dolayı yeşil renkte oluşan aydınlık saçaklar, mavi
ışıkla oluşan aydınlık saçaklardan daha geniştir.

Bundan dolayı beyaz perdede oluşan aydınlık saçakların bazı kı-
sımları yeşil, bazı kısımları mavi, bazı kısımları ise mavi ile yeşil sa-
çakların çakışmasından dolayı cyan renkte oluşur ve görülür.

(I. ve II.Doğru)

Beyaz perdede aydınlık saçakların beyaz görülmesi için kırmızı ışı-
ğın da deneyde kullanılması gerekmektedir. Kırmızı ışık kullanılma-
dığı için aydınlık saçaklar beyaz renkte oluşmaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

Çözüm 2

Işığın tek yarıktaki kırınımı deneyinde perdede oluşan saçak geniş-
liği; yarık düzlemi ile ekran arasındaki saydam ortamın indisi ve
yarık genişliği ile ters orantılı değişir. Bunların artması durumunda
saçak genişliği azalır.

(II. ve III.Değiştirir)

Işık şiddetinin değişmesi saçak genişliğini etkilemez. Bundan do-
layı ışık şiddetinin artması saçak genişliğini etkilemez.

(I.Değiştirmez)

Cevap A

Çözüm 3

Tek renkli ışık kaynakları kullanılarak yapılan bir Young deneyinde per-
de üzerindeki saçakların dizilişi; $A_0, K_1, A_1, K_2, A_2, K_3, A_3$ şeklindedir.

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ dalga boyu ışıklar kullanıldığında perde üzerindeki bir P nok-
tasında sırasıyla 2. aydınlık, 1. aydınlık ve 1. karanlık saçaklar oluşu-
yorsa, gittikçe saçak aralığı artıyor demektir. Bu da kullanılan ışığın dal-
ga boyu artırılarak gerçekleştirilebilir.

Buna göre; $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ tür.

Cevap A

Çözüm 4

Işığın çift yarıktaki girişimi (Young) deneyinde, perdede oluşan ardı-
şık iki aydınlık ya da karanlık saçak arasındaki uzaklık saçak ge-
nişliği olarak adlandırılır.

Saçak genişliği, deneyde kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru
orantılı değişir. Kırmızı, yeşil, mavi ışıklardan dalga boyu en büyük
olan kırmızı, en küçük olan ise mavi ışıktır.

Buna göre, bu ışıklarla oluşturulan saçak genişlikleri arasında,

$$\Delta X_K > \Delta X_Y > \Delta X_M \text{ ilişkisi vardır.}$$

Cevap A

Çözüm 5

Doppler olayı, tüm dalgalarda gözlenebilmektedir.

Buna göre, enine dalgalarda, boyuna dalgalarda, elektromanyetik dal-
galarda ve mekanik dalgalarda gözlenebilir.

Cevap E

Çözüm 6

Şekilde görüldüğü gibi Timur ile ambulans birbirine doğru hareket
ederken Serdar ambulansın hareketine ters yönde hareket etmek-
tedir. Timur' a, ambulans sireninin çıkardığı ses dalgaları daha sık
ulaşırken, Serdar' a ise daha seyrek ulaşır. Bundan dolayı Timur
ses dalgalarının frekansını yüksek olarak işitirken, Serdar ise dü-
şük olarak işitir. Bu olaya doppler olayı denilmektedir.

Ses dalgalarında frekans arttıkça ses ince, frekans azaldıkça ses
daha kalın işitilir. Bundan dolayı, Timur' un duyduğu siren sesi, Se-
dar' ın duyduğundan daha incedir.

(I.Doğru)

Serdar'ın ve ambulansın hızları sabit olduğundan duyulan sesin
frekansı da sürekli sabittir. Giderek kalınlaşmaz.

(II.Yanlış)

Sesin yayılma hızının büyüklüğü sabit olduğu için Timur' a göre se-
sin frekansı yüksek, dalga boyu ise küçüktür. Timur' un ve ambu-
lansın hızları sabit olduğundan duyulan sesin dalga boyu da sü-
rekli sabittir. Giderek artmaz.

(III.Yanlış)

Cevap D

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 7

I. Şekilde, yarık önüne saydam olmayan engel konulunca yarık genişliği azalır. Merkezi aydınlık saçak ok yönünde kayarak şekildeki gibi oluşan yeni yarığın orta dikmesi üzerinde oluşur.

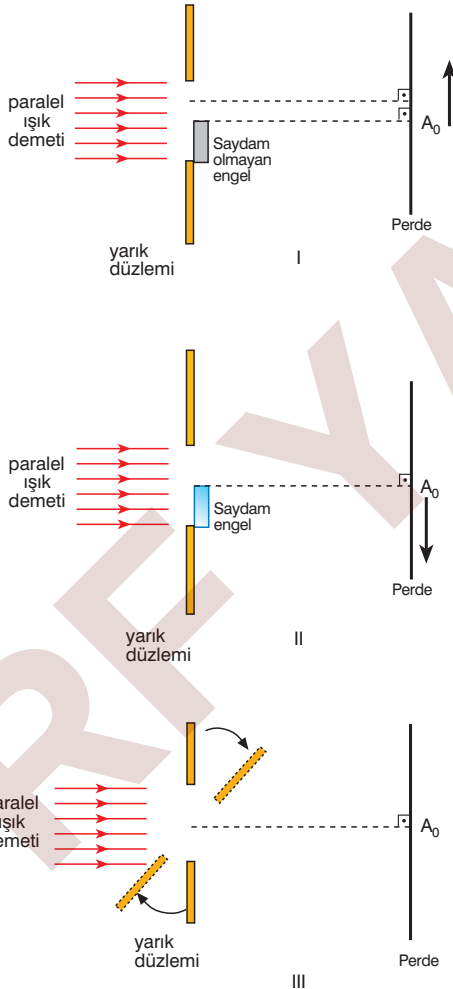
(I.Kesin Doğru)

II. Şekilde, yarık önüne saydam bir engel konulunca saydam engel içinden geçen ışıkların ortalama hızı azalacağından dolayı üst kısımdan geçen ışıklara göre bir gecikme meydana gelir. Bundan dolayı da merkezi aydınlık saçak şekildeki gibi geciken tarafa doğru ok yönünde kayar.

(II.Yanlıştır)

III.Şekilde, yarık düzlemi ok yönünde döndürüldüğü zaman merkezi aydınlık saçığın yerinin değişip değişmeyeceği hakkında kesin bir şey söylenemez.

(III.Kesin Değil)



Cevap A

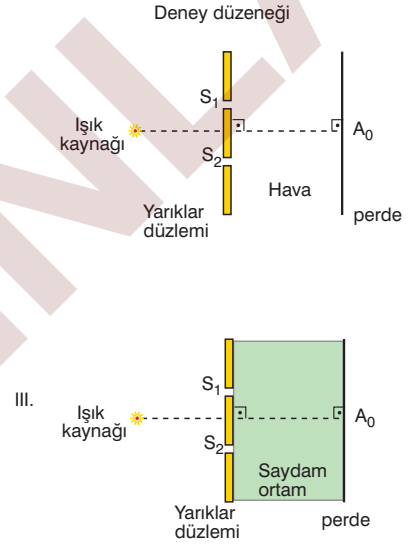
Çözüm 8

Hava ortamında yapılan ışığın çift yarıktan girişimi deneyinde, saçak genişliğini;

kullanılan ışığın dalga boyu ve yarıklar düzlemi ile perde arasındaki uzaklık doğru orantılı, yarık genişliği ve yarıklar düzlemi ile perde arasındaki ortamın kırılma indisi ters orantılı etkiler.

Buna göre, şekildeki deney düzeneğinde,

Şekil - III teki gibi yarıklar düzlemi ile perde arasındaki hava ortamına saydam bir ortam yerleştirilir ise kırılma indisi artacağından dolayı saçak genişliği azalmış olur.



Cevap E

Test - 3

Çözüm 1

Elektromanyetik dalga spektrumundaki elektromanyetik dallardan sadece görünür bölgedekiler gözle görülebilir.

Elektromanyetik dalga spektrumunu oluşturan elektromanyetik dalların enerjileri birbirinden farklıdır.

Buna göre, bu iki özellik bütün elektromanyetik dallar için ortak bir özellik değildir.

Cevap B

ÜNİTE 6
ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE

ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ

ATOM KAVRAMI

Maddenin tüm özelliklerini taşıyan en küçük yapıya atom denir.

- Tales, Dünya'daki herşeyin özünün su olduğunu söylemiştir.
- Anaxagoras, maddeyi oluşturan bölünemez parçacıkların farklı şekil-
de birleşerek değişik maddeleri oluşturduğunu söylemiştir.
- Empedokles, maddeyi toprak, hava, ateş ve su olmak üzere dört ele-
mente ayırmıştır.
- Democritus, maddelerin bölünemez taneciklerden (atomos) oluştuğu-
nu ifade etmiştir.
- Aristo, toprak, hava, ateş ve sudan oluşan dört element görüşünü des-
teklemiştir.
- Atom ile ilgili ilk deneysel verileri John Dalton ortaya koymuştur.

Dalton Atom Modeli

Dalton, tüm elementlerin atomlardan oluştuğunu atomların birleşerek mo-
lekülleri, moleküllerin de bileşikleri oluşturduğunu söylemiş, atomun mad-
denin özelliğini taşıyan en küçük yapı taşı olduğundan bahsetmiştir.

- Dalton atom teorisine göre,
 - Atom küçük, sert ve küre biçimindedir.
 - Elementler, bölünemez en küçük parça olan atomlardan meydana
gelmiştir.
 - Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamaz ve bölünemez.
 - Atom elektrikçe nötrdür.

Thomson Atom Modeli

Thomson, yaptığı deneylerle katot ışınlarını bulmuş ve katot ışınları dene-
yinde atomun pozitif (+) ve negatif (-) yüklerden oluştuğunu ileri sürmü-
ştür. Thomson yaptığı deneylerle elektronun yükünün kütlesine oranı olan,
 $\frac{e}{m}$ yi hesaplamıştır.

- Thomson atom modeline göre,
 - Atom yarıçapı 10^{-10} metre civarında olan küre şeklindedir.
 - Atom pozitif yükle tam olarak doludur.
 - Negatif yükler, artı yüklü maddenin içine gömülüdür ve hareket ede-
mezler.
 - Atom elektrikçe nötrdür.
 - Bu model, üzümlü keke benzediği için üzümlü kek modeli de denir.



Milikan'ın Yağ Damlası Deneyi

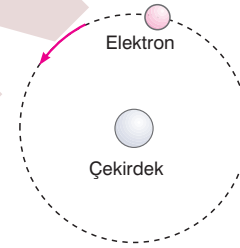
Milikan yaptığı yağ damlası deneyi ile,

- Elektronun yükünü ölçmüş,
- Pozitif ya da negatif yüklü tüm maddelerin yüklerinin, elektronun yü-
künün tam katları olduğunu göstermiş,
- Thomson'un bulduğu $\frac{e}{m}$ oranı kullanılarak elektronun kütlesini hesap-
lamıştır.

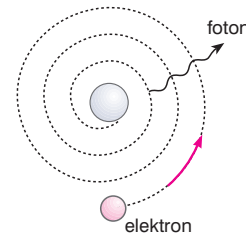
Rutherford Atom Modeli

Rutherford, alfa (α) tanecikleri ile çok ince altın yapraklarını bombardıman
etti. Levhaya gelen α taneciklerinin çoğu metal yapraktan geçerken, ba-
zıları saçıldı, bazıları da tam tersi yönde geriye döndü.

Rutherford bu deneyden yola çıkarak + yüklerin **çekirdek** adını verdiği
bir yerde toplanması gerektiğini söyleyerek, şekildeki Güneş sistemine
benzetilen ilk atom modelini ortaya sürdü.



- Rutherford atom modeline göre,
 - Atomun kütlesinin çoğunu oluşturan pozitif yükler çekirdek denilen
küçük bir yerde toplanmıştır.
 - Atomun içinde büyük boşluklar vardır ve elektronlar, gezegenlerin
Güneş etrafında döndüğü gibi dönmektedir.
 - Atom elektrikçe nötrdür.
- Rutherford atom modelinde, çekirdek etrafında dolanan elektronun iv-
meli hareket yaptığı için ısıma yaparak enerjisi azalmalı ve spiral bir
yörünge çizerek çekirdeğe düşmesi gerekir. Bu da atomun yapısının
bozulması demektir.



- Elektronların çekirdeğe düşmemesinin sebeplerini açıklayamama-
sı Rutherford atom modelinin en önemli eksikliklerinden biridir. Ay-
rıca Rutherford modeli, nötronlardan bahsetmediği için de eksik kal-
mıştır.

Bohr Atom Modeli

Bohr, Planck'ın kuantumlu enerji düzeyleri fikrini yörüngedeki elektronlara uygulayarak iki varsayım ortaya koydu.

- 1. **Varsayım:** Elektronlar, pozitif yüklü çekirdeğin çevresinde Coulomb Kuvveti etkisiyle ışıma yapmadan kararlı yörüngelerde dolar.
- 2. **Varsayım:** Elektronlar çekirdek çevresinde, açısal momentumu $\frac{h}{2\pi}$ nin tam katları olan kararlı yörüngelerde ışıma yapmadan dolarlar. Buna göre, n. yörüngedeki bir elektronun açısal momentumu (L), aşağıdaki gibi hesaplanır. (h, Planck sabiti)

$$L = n \cdot \frac{h}{2\pi}$$

- n. yörüngede dolanan bir elektronun yörünge yarıçapı aşağıdaki formülle hesaplanır. ($a_0 = 0,529 \text{ Å}$)

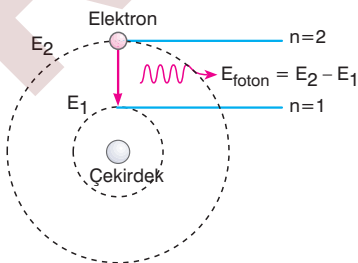
$$r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$$

- n. yörüngede dolanan bir elektronun toplam enerjisi aşağıdaki formülle hesaplanır. ($R = 13,6 \text{ eV}$)

$$E_n = -R \cdot \frac{Z^2}{n^2}$$

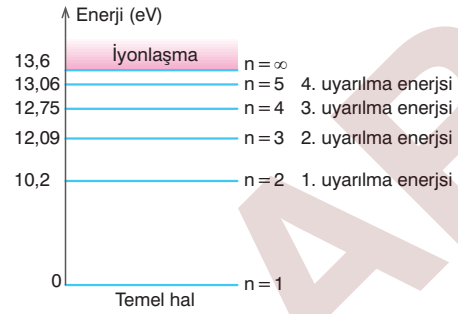
- 3. **Varsayım:** Elektronlar, yüksek enerjili kararlı bir yörüngeden düşük enerjili kararlı bir yörüngeye kendiliğinden geçebilir. Geçişlerde arasındaki enerji farkı kadar enerjili fotonlar yayarlar.

- En küçük kararlı enerji düzeyine **temel hal** denir. Hidrojen atomunda bir tane elektron vardır. Bu elektron $n = 1$ yörüngesindeyken atom temel haledir. Bir elektronun, bulunduğu enerji düzeyinden üst enerji düzeylerine çıkarılmasına **uyarılma** denir. Bu olay atoma enerji vermekle gerçekleşir. Elektronun atomdan kopararak serbest kalması olayına **iyonlaşma**, bunun için gerekli enerjiye de iyonlaşma enerjisi denir.
- Uyarılan elektronun tekrar kararlı yörüngesine dönerken ilk ve son enerji seviyesi arasındaki fark enerji kadar enerjiye sahip bir foton yayması olayına **ışınım** ya da **emisyon** denir.



$$E_2 - E_1 = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

- Hidrojen atomunun enerji seviyeleri ile uyarılma enerjileri şekildedir.



Bohr Atom Modelinin Eksiklikleri

- Bohr modeline göre, elektronun açısal momentumunun en küçük değeri $\frac{h}{2\pi}$ dir. Ancak modern teoriye göre, atomun açısal momentumunun en küçük değeri sıfırdır.
- Bohr, atomların birbiri ile nasıl etkileştiklerini ve bu etkileşimin maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini nasıl değiştirdiğini açıklayamaz.
- Bohr modeli yalnız tek elektronlu atomları açıklarken, çok elektronlu atomları açıklayamamıştır.
- Bohr elektronların çembersel yörüngelerde hareket ettikleri söylemiştir. Modern görüşe göre bu doğru değildir.

Franck-Hertz Deneyi

Bu deneyde Franck ve Hertz, hızlandırdıkları elektronları bir gaz odasına göndererek, odadaki gazı uyarılmış ve dışarıya çıkan elektronların enerjilerini ölçerek, elektronların belirli enerji seviyelerinde bulunduğu göstermişlerdir.

- Franck-Hertz deneyi, Bohr atom modelini desteklemiştir.

ATOMUN UYARILMA YOLLARI

Temel halde bulunan bir elektronun bir üst enerji düzeyine çıkması için dışarıdan enerji alması gerekir. Atomlar dört farklı yolla uyarılabilir.

Atomun Isıyla Uyarılması

Atomlar ısıtıldığında, temel halde bulunan elektronların sıcaklıkları dolayısıyla enerjileri artar. Verilen enerjiye göre, enerjisi artan elektron üst yörüngelerden birine geçer.

Atomların Birbirine Çarpıştırılarak Uyarılması

Yüksek basınç ve sıcaklık altındaki atomlar birbirleriyle çarpıştırılarak, elektronlar üst enerji seviyelerine uyarılırlar. Atomlar aldıkları fazla enerjiyi ışıma yolu ile geri verirler.

1. Dalton atom teorisine göre;

- I. Atomlar, içleri dolu olan sert taneciklerdir.
- II. Elektronlar atomu oluşturan pozitif yüklü maddenin içinde gömülü olarak bulunurlar.
- III. Elementler atomlardan oluşmuştur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2.



Thomson atom teorisine göre aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Atom, elektrik yükü bakımından nötrdür.
- B) Atom, boşluksuz bir yapıya sahiptir.
- C) Atom, küre şeklindedir.
- D) Elektronlar, orbitallerde bulunur.
- E) Pozitif yükler, atomun her yerine dağılmıştır.

3. Rutherford atom teorisine göre,

- I. Elektronların kendi etraflarındaki dönme hareketinden dolayı spinleri vardır.
- II. Atom boşluklu yapıdadır.
- III. Pozitif yükler atomun çekirdeğinde toplanmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

4.



Bohr atom teorisine göre;

- I. Elektron, pozitif yüklü çekirdeğin çevresindeki kararlı yörüngelerde, Coulomb kuvveti etkisiyle ısıma yapmadan döner.
- II. Çekirdeğin çevresinde kararlı yörüngelerde dolanan elektronun açısal momentumunun değeri, $\frac{h}{2\pi}$ nin tam katlarına karşılık gelir.
- III. Foton yayımlayabilmesi için elektronun yüksek enerjili bir yörüngeden düşük enerjili bir yörüngeye geçmesi gerekir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

5. Bohr atom teorisine göre;

- I. Elektron, çekirdeğin etrafında belirli mesafelerde bulunabilir.
- II. Elektronun çekirdeğin etrafında dönmesini sağlayan merkezci kuvvet Coulomb kuvvetidir.
- III. Elektron çekirdekten uzaklaştığında toplam enerjisi azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

6. Bohr atom teorisinde elektronun yaptığı hareket ile ilgili,

- I. Çekirdeğin etrafında düzgün çembersel hareket yapar.
- II. Kendi etrafında dönmesinden dolayı spin hareketi yapar.
- III. Çekirdeğin etrafında titreşim hareketi yapar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

7. Atom ile ilgili kurulan teorilerden birisinde “ kimyasal tepkime-lerde atomlar bölünemez ve yeniden oluşturulamaz” görüşü or-taya atılmıştır.

Buna göre, yukarıdaki görüşü ortaya atan atom teorisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dalton atom teorisi
B) Thomson atom teorisi
C) Bohr atom teorisi
D) Rutherford atom teorisi
E) Modern atom teorisi

8. Modern atom teorisine göre,

- I. Elektronun yeri tam olarak bilinemez ancak belli bir zaman aralığında nerede bulunabileceği olasılığı bilinebilir.
- II. Aynı yerde aynı anda iki elektron bulunamaz.
- III. Elektronun açısal momentumunun değeri sıfır olabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

9. Hidrojen atomu için Schrödinger denkleminin çözümünde ku-antum sayılarından yararlanılır.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi bu kuantum sayıların-dan biri değildir?

- A) Baş kuantum sayısı
B) Açısal momentum kuantum sayısı
C) Elektron sayısı
D) Manyetik kuantum sayısı
E) Spin kuantum sayısı

10. Bohr atom modeli Rutherford atom modelinin eksikliklerini gi-dererek atoma ve elektrona ait yeni kavramlar ortaya koymuş-tur.

Buna göre, aşağıdaki kavramlardan hangisi Bohr atom mo-delinin ortaya koyduğu kavramlardan biri değildir?

- A) Yörünge yarıçapı
B) Açısal momentum
C) Enerji seviyesi
D) Uyarılma enerji seviyesi
E) Atom orbitali

11. Thomson ve Bohr atom teorisinde;

- I. Atom boşluklu yapıdadır.
- II. Atomun yapısında negatif yüklü elektron bulunur.
- III. Elektron hareketsiz durmaktadır.

atom ile ilgili söylenen görüşlerden hangileri ortaktır?

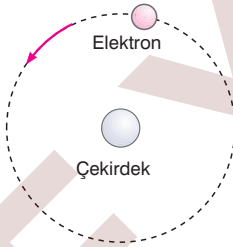
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I ve III

1. Fizikte atom kavramının tarihsel gelişimi içerisinde ortaya atılan teoriler, birbiri ile ilişkili olarak hep bir önceki teorinin eksiklerini giderecek şekilde oluşmuştur. Bohr atom teorisi de Rutherford atom teorisindeki eksiklikleri gidermeye çalışmıştır.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi, Bohr atom teorisinin de açıklamakta yetersiz kaldığı atoma ait özelliklerden biridir?

- A) Atomların kendi aralarında etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemesini.
B) Tek elektronlu ve tek elektronu kalmış iyonların yapısını.
C) Atomun kesikli ışıma yapmasını.
D) Atomun kesikli enerji seviyelerine sahip olmasını.
E) Elektronun çekirdek etrafında dönme hareketi yapmasını.

2.



Rutherford atom teorisinde,

- I. Elektron çekirdeğin çevresindeki belirli yörüngelerde elektriksel kuvvetin etkisi ile ışıma yapmadan dolanır.
II. Pozitif yükler atomun çekirdeğinde toplanmıştır.
III. Kimyasal tepkimelerde atomlar bölünmez ve yeni atomlar oluşmaz.

yukarıdaki görüşlerden hangisi yoktur?

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

3. Aşağıdaki bilim insanlarından hangisi, atom fiziğinin gelişmesi ile ilgili çalışmalarda bulunmamıştır?

- A) Niels Bohr
B) Erwin Schrödinger
C) Feza Gürsey
D) Behram N.Kurşunoğlu
E) Cahit Arf

4. Bohr atom modeline göre, elektron n. yörüngede dolarken,

- I. Yörünge yarıçapı n^2 ile doğru orantılı değişir.
II. Elektronun açısal momentumunun büyüklüğü n ile doğru orantılı değişir.
III. Elektronun yörüngedeki toplam enerjisi n ye bağlı değildir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

5. Bohr atom teorisine göre, bir elektronun açısal momentumunun büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olamaz?

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

6. Bohr atom teorisine göre, hidrojen atomunun bir elektronu 3. Bohr yörüngesinde dolarken sahip olduğu toplam enerji E dir.

Buna göre, E kaç eV tur?

($Z_H = 1$; $R = 13,6$ eV)

- A) - 1,51 B) - 3,4 C) - 4,53
D) - 6,8 E) - 10,2

7. Bohr atom teorisine göre, elektron yüksek enerjili kararlı bir yörüngeden düşük enerjili kararlı bir yörüngeye kendiliğinden geçiş yapar.

Buna göre, hidrojen atomunun elektronu $n = 2$ yörüngesinden temel hale geçtiğinde yayınlanan fotonun enerjisi kaç eV tur?

($Z_H = 1$; $R = 13,6$ eV)

- A) 3,4 B) 5,6 C) 6,6
D) 10,2 E) 13,6

8. Bohr atom teorisi,

- I. Elektronun açısal momentumunun sıfır olmasını,
- II. Atomun kesikli ışımaya yapmasını,
- III. Elektronun kendi eksenini etrafındaki dönüş hareketini,

yukarıdaki durumların hangisini açıklamakta başarılı olmuştur?

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

9. Bohr atom teorisine göre, temel haldeki bir hidrojen atomundaki elektronun yörünge yarıçapı r , açısal momentumunun büyüklüğü L dir.

Buna göre, elektron uyarılarak 4. yörüngeye çıkarıldığında yörünge yarıçapı ve açısal momentumun büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olur?

($Z_H = 1$)

	Yarıçap	Açısal momentum
A)	4r	4L
B)	3r	3L
C)	16r	16L
D)	16r	4L
E)	15r	3L

10. Bohr atom teorisine göre, temel halde bulunan bir elektron uyarıldığında elektrona ait,

- I. İyonlaşma enerjisi,
- II. Açısal momentumunun büyüklüğü,
- III. Döndüğü yörüngesinin yarıçapı,

niceliklerinden hangileri artar?

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

11. Franck - Hertz Deneyi ile ilgili,

- I. Atomların enerji seviyelerinin kesikli olduğunu kanıtlamıştır.
- II. Elektronların belirli enerji seviyelerinde bulunduklarını göstermiştir.
- III. Bohr atom modelini desteklemiştir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Test - 1

Çözüm 1

Dalton atom teorisine göre;

Atomlar içleri dolu olan sert tanecikler olarak tanımlanır.

(I.Doğru)

Dalton atom teorisinde elektron tanımlanmaz.

Atomun içinde elektronun olduğunu ilk kez Thomson atom teorisi söyler.

(II.Yanlış)

Elementlerin atomlardan oluştuğunu Dalton atom teorisi söylemektedir.

(III.Doğru)

Cevap C

Çözüm 2

Thomson atom teorisinde orbital kavramı yoktur.

Orbital kavramı modern atom teorisinin ortaya koyduğu bir kavramdır.

Cevap D

Çözüm 3

Rutherford atom teorisi, elektronun sadece çekirdek etrafında döndüğünü söyler.

Elektronun kendi etrafındaki dönüş hareketini açıklamaz.

(I.Yanlış)

Rutherford atom teorisine göre atom boşluklu bir yapıya sahiptir ve atomun çekirdeğinde pozitif yükler bulunur.

(II. ve III.Doğru)

Cevap D

Çözüm 4

I., II. ve III. cü öncüllerde Bohr atom teorisinin kabulleri söylenmektedir.

Bundan dolayı hepsi doğrudur.

Cevap E

Çözüm 5

Bohr atom teorisine göre elektronun bulunduğu yörünge yarıçapı kesikli değerler alır.

Bundan dolayı elektron çekirdekten belirli mesafelerde bulunur.

(I.Doğru)

Elektronun çekirdeğin etrafında düzgün çembersel hareket yapmasını sağlayan merkezci kuvvet, çekirdekten pozitif yükün elektromanyetik yükü uyguladığı Coulomb kuvvetidir.

(II.Doğru)

Elektron çekirdekten uzaklaştıkça toplam enerjisi artar.

(III.Yanlış)

Cevap B

Çözüm 6

Bohr atom teorisine göre, elektron çekirdek çevresinde sadece düzgün çembersel hareket yapar.

(I.Doğru, II. ve III.Yanlış)

Cevap A

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 7

Kimyasal tepkimelerde atomların bölünemeyeceğini, yeni atomların oluşturulamayacağını ortaya koyan atom teorisi, Dalton atom teorisidir.

Cevap A

Çözüm 8

I, II ve III te verilenlerin hepsi Modern atom teorisinin ortaya koyduğu görüşler olduğundan dolayı;

I, II ve III öncülleri doğrudur.

Cevap E

Çözüm 9

Elektron sayısı, Schrödinger denkleminin çözümünde kullanılan bir kuantum sayısı değildir.

Cevap C

Çözüm 10

Bohr atom modeli, elektrona ait açısal momentum, yörünge yarıçapı, elektronun bulunduğu yörüngede sahip olduğu toplam enerji, atomun enerji seviyelerini ve elektronun uyarılarak çıkarıldığı yeni yörüngeyi ve bu yörüngedeki enerjisini yani uyarılma enerji seviyesini tanımlamıştır.

Fakat atom orbitali kavramını modern atom teorisi ortaya koymuştur.

Bohr atom teorisinde orbital kavramı yoktur.

Cevap E

Çözüm 11

Atomun boşluklu yapıda olduğunu Bohr atom teorisi söylerken Thomson atom teorisinde atom boşluklu yapıda değildir.

(I.Yanlış)

Bohr ve Thomson atom teorilerinde atomdaki negatif yüklü tanecek elektrondur.

(II.Doğru)

Bohr atom teorisi, elektronun çekirdek etrafında elektriksel kuvvetin etkisi ile çembersel hareket yaptığını söylerken, Thomson atom teorisi ise elektronun hareketsiz durduğunu söylemektedir.

(III.Yanlış)

Cevap B

Test - 2

Çözüm 1

Bohr atom teorisi tek elektronlu bir atomun yapısını açıklamakta başarılı olmuşken; çok elektronlu atomları, atomların bir araya gelerek molekül oluşturmalarını, atomların birbiri ile etkileşimlerini ve maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin oluşmasına etkilerini açıklamakta yetersiz kalmıştır.

Cevap A

Çözüm 2

Elektronun çekirdeğin etrafındaki belirli yörüngelerde elektriksel kuvvetin etkisi ile ısıma yapmadan dolanıyor görüşü Bohr atom teorisine aittir.

(I.Yanlış)

Atomun çekirdekli yapıda olduğunu ve pozitif yüklerin atomun çekirdeğinde toplandığını ilk kez Rutherford atom teorisi söylemiştir.

(II.Doğru)

Dalton atom teorisinin görüşlerinden biri de; 'Kimyasal tepkimelerde atomlar bölünmez ve yeni atomlar meydana gelmez.' görüşüdür.

(III.Yanlış)

Cevap D

Çözüm 3

Cahit Arf, bir matematikçi olup atom fiziği ile ilgili çalışmalarda bulunmamıştır.

Cevap E

Çözüm 4

Bohr atom teorisine göre;

Yörünge yarıçapı $r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$ ifadesine göre n^2 ile doğru orantılı değişir.

(I.Doğru)

Açısal momentum $L_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$ ifadesine göre n ile doğru orantılı değişir.

(II.Doğru)

Toplam enerji $E_n = -R \cdot \frac{Z^2}{n^2}$ ifadesine göre n ye bağlıdır.

(III.Yanlış)

Cevap C

Çözüm 5

Bohr atom teorisine göre açısal momentum,

$$L_n = n \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ ifadesi ile hesaplanır.}$$

Buna göre;

$$n = 1 \text{ için, } L_1 = 1 \cdot \frac{h}{2\pi}$$

$$n = 2 \text{ için, } L_2 = 2 \cdot \frac{h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$$

$$n = 3 \text{ için, } L_3 = 3 \cdot \frac{h}{2\pi}$$

$$n = 4 \text{ için, } L_4 = 4 \cdot \frac{h}{2\pi} = 2 \cdot \frac{h}{\pi}$$

$$n = 5 \text{ için, } L_5 = 5 \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ olur.}$$

Buna göre, açısal momentumun değeri $\frac{5h}{4\pi}$ olmaz.

Cevap D

Çözüm 6

$$E_n = -R \cdot \frac{Z^2}{n^2} \text{ ifadesinden,}$$

$n = 3$ için hesap yapılırsa,

$$E = -13,6 \cdot \frac{1^2}{3^2}$$

$E = -1,51 \text{ eV}$ bulunur.

Cevap A

Çözüm 7

Bohr atom teorisine göre elektron yüksek enerjili bir yörüngeden düşük enerjili bir yörüngeye kendiliğinden geçiş yaptığında yayınlanacak fotonun enerjisi,

$$E_f = E_{\text{ilk}} - E_{\text{son}} \text{ ifadesinden hesaplanır.}$$

Elektron $n = 2$ den, $n = 1$ e geçiş yaptığina göre;

$$E_f = E_2 - E_1$$

$$E_f = -13,6 \cdot \frac{1^2}{2^2} - \left(-13,6 \cdot \frac{1^2}{1^2} \right)$$

$$E_f = 10,2 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Cevap D

Çözüm 8

Elektronun açısal momentumunun sıfır olmasını Bohr atom teorisini açıklayamamış daha sonra ise modern atom teorisini bu durumu açıklamıştır.

(I.Yanlış)

Bohr atom teorisini, atomun iç enerji seviyelerinin kesikli olduğunu açıklayarak uyarılmış bir atomun yapacağı ışınların kesikli değerler aldığını açıklamakta başarılı olmuştur. (II.Doğru)

Bohr atom teorisini, elektronun çekirdek etrafında yaptığı düzgün çembersel hareketi açıklarken elektronun kendi etrafındaki dönüş hareketini açıklamaz.

Elektronun kendi etrafında yaptığı hareketi modern atom teorisini ortaya koymuş ve açıklamıştır.

(III.Yanlış)

Cevap B

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 9

$r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$ ve $L_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$ formüllerinden,

$n = 1$ (temel hal) için,

$$r = a_0 \cdot \frac{1^2}{1}$$

$$r = a_0 ; L = 1 \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ olur.}$$

$n = 4$ için,

$$r_4 = a_0 \cdot \frac{4^2}{1}$$

$$r_4 = 16a_0 = 16r \text{ olur.}$$

$$L_4 = 4 \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ den, } L_4 = 4L \text{ olur.}$$

Cevap D

Çözüm 10

Bohr atom teorisine göre elektron uyarıldığında çekirdekten uzaklaşarak daha üst yörüngelere çıkar. (n yörünge numarası artar.)

Bu durumda elektronun toplam enerjisi artarken iyonlaşma enerjisi azalır.

(I. Yanlış)

Yörünge numarası büyüdüğü için açısal momentumun büyüklüğü de artar.

(II. Doğru)

Yörünge numarası büyüdüğü için yörünge yarıçapı da artar.

(III. Doğru)

Cevap D

Çözüm 11

Bohr atom teorisinin 1913 yılında atom için kuantumlu enerji düzeyleri görüşünü ortaya koyması ile birlikte 1914 yılında yapılan Franc - Hertz deneyi atomların enerji seviyelerinin kesikli olduğunu kanıtlamıştır.

(I. Doğru)

Bu deneyin sonucunda elektronların belirli enerji seviyelerinde bulundukları da ispatlanmıştır.

(II. Doğru)

Franck - Hertz deneyi Bohr atom teorisinin kuantumlu enerji düzeyleri görüşünü deneysel olarak desteklemiştir.

(III. Doğru)

Cevap E

Test - 3

Çözüm 1

Temel haldeki hidrojen atomunu uyaracak fotonların enerjisi uyarılma enerji değerlerine eşit değerde olması gerekir.

Bundan dolayı 12,10 eV enerjili foton uyarır.

(I. Doğru)

13 eV enerjili foton ise atomu uyaramaz.

(III. Yanlış)

Elektronların atomu uyarabilmesi için enerjilerinin 1. uyarılma enerji seviyesine ($n = 2$) eşit ya da daha büyük olması gerekir.

Bundan dolayı 13 eV enerjili elektron atomu uyarır.

(II. Doğru)

Cevap D

Çözüm 2

Temel haldeki elektronun açısal momentumu, $n = 1$ için, $1 \cdot \frac{h}{2\pi}$ dir.

Fotonla uyarılan elektron n . yörüngeye çıkarıldığında açısal momentumu, $n \cdot \frac{h}{2\pi}$ olur.

Açısal momentumdaki değişim,

$$\Delta L = L_{\text{son}} - L_{\text{ilk}}$$

$$\frac{h}{\pi} = n \cdot \frac{h}{2\pi} - 1 \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ ifadesinden,}$$

$$\frac{h}{\pi} = (n - 1) \cdot \frac{h}{2\pi}$$

$$2 = n - 1$$

$n = 3$ olarak, elektronun $n = 3$ yörüngesine uyarıldığı bulunur.

Diyagrama göre, $n = 3$ yörüngesinin enerjisi 12,10 eV olduğu için atomu uyaracak fotonun enerjisi de 12,10 eV olmalıdır.

Cevap B

ÜNİTE 7
MODERN FİZİK

ÖZEL GÖRELİLİK

MİCHELSON-MORLEY DENEYİ

Elektromanyetik dalgaların yayılması için maddesel bir ortamın gerekli olduğunu düşünen bilim insanları uzayın ether adı verilen bir ortamla dolu olduğunu öne süren ether hipotezini ortaya atmışlardır.

- Ether hipotezine göre evren tamamen ağırlığı olmayan bir maddeyle doludur ve evrendeki her şey bu maddenin içindedir.
- Michelson ve Morley, 1887 yılında esirin var olup olmadığını açıklayabilmek için interferometre adını verdikleri bir deney düzeneği hazırladılar.
 - İnterferometrede bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınları yarı geçirgen bir filtre ile ikiye ayrılır ve iki ışın demeti birbirlerine dik doğrultularda hareket ettirilir. Demetler eşit uzaklıktaki aynalardan yansıyor geri döndüklerinde, oluşturdukları girişim deseni incelenir.
 - Bu deneyde, Dünya'nın hareket hızının doğrultusunda hareket eden ışık demetinin hızının değişmesi sonucu, oluşan girişim deseninde farklılık görmek amaçlanmıştır.
 - Fakat beklendiği gibi bir sonuçla karşılaşmadı. Deney farklı ortamlarda ve doğrultularda defalarca denenmesine rağmen sonuç değişmemiştir.
- Michelson-Morley deneyi sonucuna göre,
 - Ether hipotezinin geçerli olmadığı ispatlandı.
 - Boşluktaki ışık hızının her doğrultu ve yönde aynı değere sahip olduğu ortaya konuldu.
 - Işığın yayılmak için hiçbir ortama gerek duymayan bir elektromanyetik dalga olduğu görüşü ağırlık kazandı.

ÖZEL GÖRELİLİK KURAMI

Newton'a göre uzay ve zaman kavramları mutlak olup, cisimlerin ulaşabilecekleri hızın bir üst sınırı yoktu. Fakat bilim insanları 20. yy da yaptıkları bazı deneylerde, ışık hızına yaklaşan taneciklerin Newton kanunlarına uymadıklarını gözlemlediler.

Bunun sonucunda, bilim insanları ışık hızının; ışık kaynağının ya da gözlemcinin hareketinden bağımsız olduğu ve ışığın her koşulda c ışık hızıyla hareket ettiğini söylediler.

Tüm bu gelişmeler ışığında, 1905 yılında Einstein özel görelilik kuramını ortaya atmıştır.

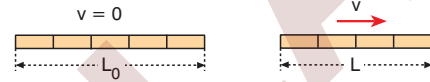
- İki temel postülası bulunan bu kurama göre,
 - 1. Postüla: Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
 - 2. Postüla: Işığın boşluktaki hızı, tüm eylemsiz referans sistemlerinde sabittir. Bu hız değeri $c = 3 \cdot 10^8$ m/s dir.

GÖRELİ ZAMAN VE GÖRELİ UZUNLUK

Görelî Uzunluk

Bir cismin durgun olduğu referans sisteminde ölçülen uzunluğuna **mutlak uzunluk** denir. Hareketli bir gözlem çerçevesinde mutlak uzunluğun farklı olarak ölçülen değerine **görelî uzunluk** denir.

- Işık hızına yakın v hızıyla hareket eden şekildeki gibi bir çubuğun hareket doğrultusundaki boyu, yerdeki durgun gözlemci tarafından, daha kısa olarak ölçülür. Bu duruma **uzunluk büzülmesi** denir.



Görelî Zaman

Einstein'in 2. postülasına göre, ışık hızına yakın hızlarla hareket eden araç içinde ışığın hızının yine c değerinde ölçülebilmesi için araç içindeki zamanın daha yavaş akması gerekir.

Bir olayın durgun olduğu referans sisteminde ölçülen zamanına **mutlak zaman** denir. Hareketli bir gözlem çerçevesinde mutlak zamanın farklı olarak ölçülen değerine **görelî zaman** denir.

- Işık hızına yakın v hızıyla hareket eden bir aracın içinde gerçekleşen bir olayın gerçekleşme süresi, yerdeki durgun gözlemci tarafından, daha uzun sürede gerçekleşiyor gibi ölçülür. Bu duruma **zamanın genişlemesi** denir.
- İkizler paradoksu, zamanın genişlemesi ile ilgili ortaya atılan önemli bir düşünce deneyidir. Buna göre, ikiz kardeşlerden biri roketle ışık hızına yakın bir hızla Dünya'dan uzaklaşırken, diğer kardeş Dünya'da kalır. Roketteki kardeş kendini durgun Dünya'yı ise ışık hızına yakın bir hızla kendinden uzaklaşıyor gördüğü için roketteki kardeşe göre Dünya'daki kardeş daha yavaş yaşlanacaktır. Dünya'daki kardeş ise kendini durgun roketteki ikiz kardeşini ise ışık hızına yakın bir hızla kendinden uzaklaşıyor gördüğü için Dünya'daki kardeşe göre roketteki kardeş daha yavaş yaşlanacaktır. Her iki kardeş kendisinin yaşı ve diğerinin daha genç olduğunu iddia ettiği için burada bir paradoks vardır. Paradoksun çözümü özel değil genel görelilikle yapılabilir.
- Dünya'daki kardeş haklıdır. Çünkü roketteki ikiz, gidip geri gelirken hızlanma ve yavaşlama yani ivmeli hareket yapar. Bu nedenle, özel görelilik değil genel görelilik kuralları geçerli olacağından, buluştuğlarında, Dünya'daki kardeş daha yaşıdır.

Kütle-Enerji Eşdeğerliği

Einstein'in geliştirdiği kütle-enerji eşdeğerliği, $E = mc^2$ denklemi ile ifade edilir. Bu denkleme göre, madde ile enerji birbirine dönüşebilmektedir. Özellikle çekirdek ve parçacık fiziğinde kütle-enerji eşdeğerliğinden faydalanılmakta ve denklemin doğruluğu tescil edilmektedir.

Örnek - 1

Şekildeki çubuk duruyorken, yerde durmakta olan bir gözlemci çubuğun boyunu L olarak ölçüyor. Daha sonra çubuk x ekseninde sabit $v_1 = 0,6c$ ve $v_2 = 0,8c$ hızları ile hareket ettiğinde boyu sırası ile L_1 ve L_2 olarak ölçüyor.



Buna göre; L , L_1 ve L_2 arasındaki ilişki nedir?
(c , ışık hızı)

- A) $L_2 < L_1 < L$ B) $L < L_1 < L_2$
C) $L < L_2 < L_1$ D) $L_1 < L_2 < L$
E) $L = L_1 = L_2$

Çözüm

Yerdeki durgun gözlemciye göre, çubuk ışık hızına yakın bir hızla hareket ettiğinde, hareket doğrultusu üzerinde çubuğun boyunda kısalma gözlenir. Çubuğun hızı artındıkça kısalma daha da fazla olur.

Buna göre, yerdeki durgun gözlemciye göre çubuğun boyu en uzun çubuk duruyorken ölçülürken en kısa ise $0,8c$ büyüklüğündeki hızla hareket ediyorken ölçülür. Bu durumda,

$$L_2 < L_1 < L \text{ olur.}$$

Cevap A

Örnek - 2

Modern fiziğin içerisinde yer alan aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır.

- A) Işık hızı, tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
B) Özel görelilik kuramı sadece eylemsiz referans sistemlerinde geçerlidir.
C) Michelson - Morley deneyi ile bir zaman aralığının farklı gözlem çerçevelerinde farklı ölçüleceği anlaşılmıştır.
D) Özel görelilik kuramında mutlak zaman ve mutlak uzunluk kavramı yoktur.
E) Einstein' a göre kütle ile enerji birbirinin eşdeğeridir.

Çözüm

Bir zaman aralığının farklı gözlem çerçevelerinde farklı ölçülmesi Einstein' ın özel görelilik teorisinin bir sonucu olan zamanın görelliliğidir.

Michelson - Morley deneyi zamanın görelliliğini ortaya koymaz.

Cevap C

Örnek - 3

Işık hızının tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı olmasının sonuçlarından biri de zaman genişlemesidir.

Buna göre,

- İkizler paradoksundaki ikizlerden birinin diğerine göre daha genç kalması.
- Hızlandırılmış parçacıkların çarpışmaları sonucu yeni oluşan parçacıkların gözlenmesi.
- Atomik kronometrelerde eş zamanlı kurulan saatlerden birinin hızlandığında diğerine göre geri kalması.

olaylarından hangilerinde zaman genişlemesi görülür?

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

Çözüm

İkizler paradoksunda ikizlerden biri Dünya'daki durgun halde bulunan ikiz kardeşine göre ivmeli bir gözlem çerçevesi içinde olduğu için Dünya'ya döndüğünde zaman genişlemesinden dolayı Dünya'daki kardeşine göre daha genç kalır. (I.Doğru)

Atom altı parçacıklar gözlenemeyecek kadar büyük bir hızla hemen kaybolurlar. Bundan dolayı parçacıklar ışık hızına yakın hızlara kadar hızlandırılarak parçacıklar için zamanın daha yavaş akması sağlanır. Böylece zaman genişleyerek parçacıklar gözlenir. (II.Doğru)

Atomik kronometreler eş zamanlı kurulumu biri yüksek hızda hareket ettirildiğinde zamanın yavaşlaması nedeniyle diğer kronometrelere göre geri kalır. Bu olayda da zaman genişlemesi görülmektedir. (III.Doğru)

Cevap E

Örnek - 4

Işık hızına yakın hızla Dünya'dan uzaklaşan bir astronot,

- Dünya'daki gözlemciye göre, daha yavaş yaşlanır.
- Dünya'daki gözlemciye göre, boyu artar.
- Dünya'daki gözlemciye göre, kütlesi artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm

Dünya'daki durgun gözlemciye göre, astronot daha yavaş yaşlanır ve hareket doğrultusundaki boyu kısalır. Kütlesinde bir değişim olmaz. (I.Doğru, II. ve III.Yanlış)

Cevap A

1. I. Bir astronot, ışık hızına yakın sabit hızla hareket eden uzay mekiği içindeki saatte okuduğu değer ile aynı anda Dünya' daki merkez ile görüştüğünde mekezdaki saatin daha ileri- de olduğunu öğreniyor.
- II. İkiz kardeşlerden biri, Dünya' dan 10 ışık yılı uzaklıktaki bir gezegene ışık hızına yakın bir hızla hareket eden bir uzay mekiği ile gidip tekrar Dünya' ya geri döndüğünde Dünya' daki kardeşinden daha genç olduğunu görüyor.
- III. Işık hızına yakın sabit bir hızla hareket eden uzay mekiğine bakan yerde durmakta olan bir gözlemci, uzay mekiğinin boyunu, uzay mekiğinin durgun boyundan daha kısa görü- yor.

I, II, III ile verilenlerden hangileri zamanın göreliliği ile ilgi- lidir?

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

2. Özel görelilik kuramının sonuçlarından biri de uzunlukların gö- reli oluşudur.

Buna göre,

- I. Işık hızına yakın bir hızla hareket eden bir gözlemci, Dün- ya'daki durgun bir cismin boyunu daha kısa ölçer.
- II. Uzunluk büzülmesi sadece gözlemcinin hareketi doğrultu- sunda oluşur. Hareket doğrultusuna dik doğrultuda kısalma gözlenmez.
- III. Cisme göre hareketli gözlemcinin hızı artındığı sürece göz- lemcinin gördüğü boydaki kısalma artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

3. Kenar uzunlukları a, b olan şekildeki dikdörtgen biçimli levha, yerde 0,5c büyüklüğündeki sabit hızla gösterilen yönde hare- ket etmektedir.

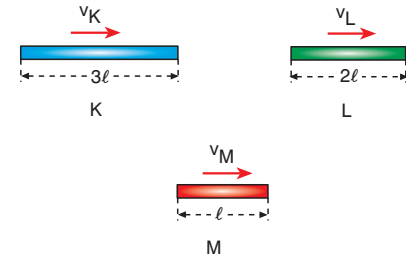


Buna göre, yere göre durgun bir gözlemci levhaya bakar- ken a ve b kenar uzunluklarını nasıl görür?

(c : Işık hızı)

a	b
A) Azalmış	Azalmış
B) Azalmış	Artmış
C) Azalmış	Değişmemiş
D) Artmış	Değişmemiş
E) Değişmemiş	Değişmemiş

4. Yere göre duruyorken boylarının uzunlukları sırası ile 3ℓ , 2ℓ , ℓ olan şekildeki K, L, M çubukları ışık hızına yakın v_K , v_L , v_M sa- bit hızları ile hareket ettirilirken yerde durgun bir gözlemci tara- fından ölçülen uzunlukları birbirine eşit oluyor.

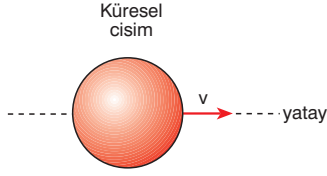


Buna göre; v_K , v_L , v_M arasındaki ilişki nedir?

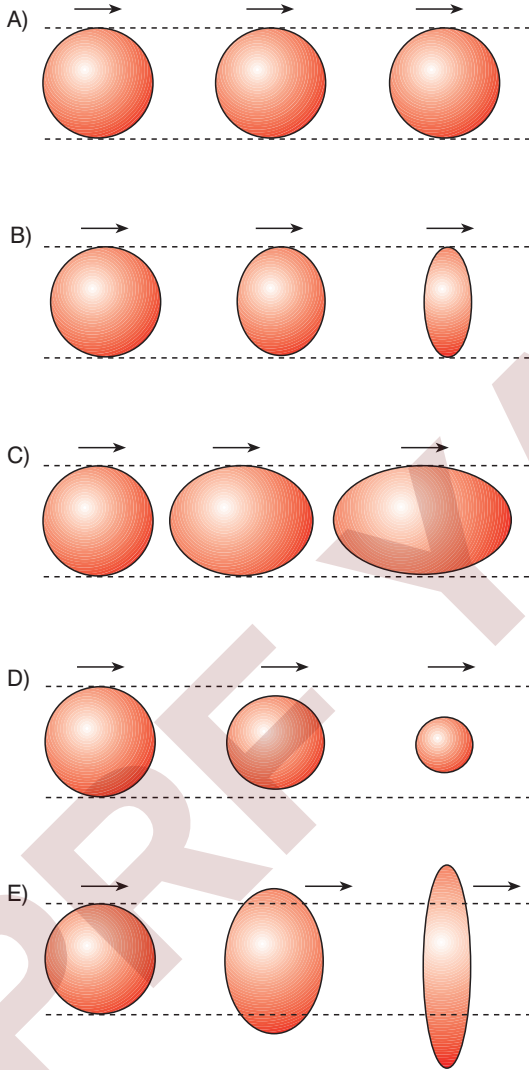
(c : Işık hızı)

- A) $v_M < v_L < v_K$ B) $v_L < v_M < v_K$
C) $v_L < v_K < v_M$ D) $v_K < v_L < v_M$
E) $v_K < v_M < v_L$

5. Küresel bir cisim, ışık hızına yakın sabit bir v hızı ile yatay doğrultuda hareket ederken yerde durmakta olan gözlemci tarafından şekildeki gibi görülüyor.



Buna göre; küresel cisim sürekli hızını artırır ise yerdeki duran gözlemci tarafından aşağıdakilerden hangisi gibi görülür?



6. Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ formülüne göre,

- Kütle ile enerji birbirine dönüşebilir.
- Kütle, ancak ışık hızı ile hareket ettirildiğinde enerjiye dönüşür.
- Radioaktif çekirdek dönüşümlerinde formülün geçerli olduğu görülür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

7. Zaman genişlemesine örnek olarak,

- Biri yere diğeri de jet uçağına konularak yolculuk ettirilen özdeş iki atom saatinden jetteki saatin geride kalması.
- Işığın kırıcılık indisi büyük ortama girdiğinde yavaşlaması.
- Biri Dünya'da diğeri Ay'da bulunan özdeş iki basit sarkaçtan aydakinin daha yavaş çalışması.

olaylarından hangileri verilebilir?

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

8. Bir elektron ile antiparçacığı olan pozitron çarpıştırıldığında elektron ile pozitron yok olur. Bu olaya çift yok olması denir.

Buna göre,

- Kayıbolan kütle enerjiye dönüşmüştür.
- Oluşan enerji $E = m \cdot c^2$ ile hesaplanır.
- Çift yok olması Einstein'ın kütle - enerji eşdeğerliliği ilkesini ispatlamaktadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Test - 2

Çözüm 1

Işık hızının tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı değerde olmasından dolayı zaman farklı eylemsiz referans sistemlerinde farklı olarak ölçülür. Bundan dolayı özel görelilik kuramına göre zaman görelidir.

Buna göre; ışık hızına yakın bir hızla hareket eden astronot ile Dünya' daki merkezde bulunan bir kişi için zaman farklı akar. Işık hızına yakın hızda hareket eden uzay mekiğindeki zaman Dünya daki gözlemci için daha yavaş akar. Bundan dolayı astronota göre geçen zaman merkezdeki gözlemciye göre geçen zamandan daha azdır. Astronotun saatinin geri kalması zamanın görelliliğinden kaynaklanır.

(I.Doğru)

İkizler paradoksu olarak adlandırılan olayda da zamanın görelliliği geçerlidir. Işık hızına yakın bir hızla hareket eden uzay mekiği ile Dünya' dan 10 ışık yılı uzaklıktaki gezegene gidip gelen ikiz kardeşlerden biri için zaman yavaş geçerken Dünya' daki için daha hızlı zaman geçer. Bundan dolayı Dünya' daki kardeş daha çok yaşlanır.

(II.Doğru)

Yerde durmakta olan gözlemcinin ışık hızına yakın bir hızla hareket eden uzay mekiğinin boyunu hareket doğrultusunda daha kısa görmesi göreliliği ile ilgilidir.

(III.Yanlışı)

Cevap D

Çözüm 2

Göreliliği uzunluğa göre; ışık hızına yakın bir hızla hareket eden bir gözlemci, cisimlerin boyunu hareket doğrultusunda daha kısa görür.

(I.Doğru)

Kısalma sadece hareket eden gözlemcinin hareketi doğrultusunda gözlenir. Harekete dik doğrultudaki uzunluklarda kısalma gözlenmez.

(II.Doğru)

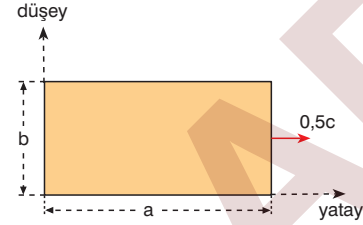
Gözlemcinin hızı arttıkça cismin uzunluğundaki kısalma miktarı da artar.

(III.Doğru)

Cevap E

Çözüm 3

Şekilde de görüldüğü gibi levha yatay doğrultuda $0,5c$ hızı ile hareket ediyor.



Bundan dolayı yerde durmakta olan gözlemci levhanın yatay boyunda kısalma görür.

Düşey boyunda ise bir değişiklik gözlemez.

Buna göre; a , azalır; b , değişmez.

Cevap C

Çözüm 4

K, L, M çubukları ışık hızına yakın bir hızla hareket ettiklerinde yerde durmakta olan gözlemci çubukların boylarını kısaltmış olarak görür.

Çubukların hızları büyüdükçe kısalma da artar.

Çubuklar yere göre durgunken boylarının uzunlukları sırası ile 3ℓ , 2ℓ , ℓ iken yerdeki durgun gözlemcinin çubukların boylarını eşit olarak görebilmesi için boyu en uzun olanının hızının büyüklüğü en fazla olması gerekir.

Buna göre çubukların hızlarının büyüklükleri arasında,

$$v_M < v_L < v_K \text{ ilişkisi vardır.}$$

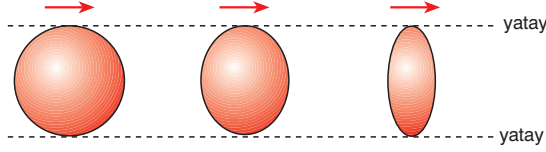
Cevap A

ÇÖZÜMLERİ

Çözüm 5

Işık hızına yakın bir hızla hareket eden küresel cismin hareket doğrultusu üzerindeki uzunluğunda yerde durmakta olan gözlemci tarafından büzülme gözlenir.

Bu büzülme sadece hareket doğrultusunda oluşurken cismin hızı arttıkça büzülme miktarı da artar.



Buna göre, küresel cisim yatay doğrultuda sürekli hızını artırırsa gözlemci küresel cismi şekildeki gibi görür.

Cevap B

Çözüm 7

Zaman genişlemesine örnek olarak,

'Biri yere diğeri de jet uçağına konularak yolculuk ettirilen özdeş iki atom saatinden jetteki saatin geride kalması.' olayı verilebilir. Çünkü yüksek hızda hareket ettirilen atom saatinde zaman genişlemesi gözlenir.

(I.Doğru)

'Işığın kırıcılık indisi büyük ortama girdiğinde yavaşlaması.' olayı verilemez. Çünkü bu olay dalgaların yayılma hızının ortama bağlı olması ile ilgilidir.

(II.Yanlış)

'Biri Dünya'da diğeri Ay'da bulunan özdeş iki basit sarkaçtan aydakinin daha yavaş çalışması.' olayı verilemez. Çünkü bu olay basit harmonik hareketle ilgili olup, Ay'daki sarkacın yavaş çalışmasının nedeni, orada yer çekimi ivmesinin daha küçük olmasıdır.

(III.Yanlış)

Cevap A

Çözüm 6

Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ ifadesi, kütle ile enerjinin eşdeğer olduklarını ve birbirine dönüşebileceklerini ifade etmektedir.

(I.Doğru)

Bir kütlenin enerjiye dönüşmesi için ışık hızına ulaşmasına gerek yoktur. Örneğin çift yok olma tepkimesinde elektron ile pozitronun beraber olması yeterlidir.

(II.Yanlış)

Radyoaktif çekirdek dönüşümlerinde çekirdekten dışarıya yüksek enerjili ışık fotonları yani enerji yayınlanır.

Geride kalan çekirdeğin kütlelerinin, yayınlanan fotonların enerjisi kadar azaldığı görülür.

Bu enerji $E = m \cdot c^2$ ifadesine karşılık gelir.

(III.Doğru)

Cevap D

Çözüm 8

Atom altı parçacıklar konusundan hatırlanacağı üzere bir elektron ile antiparçacığı pozitron çarpıştırıldığında kütle yok olarak enerjiye dönüşür. Yok olan kütle miktarına eşdeğer enerji oluşur.

(I.Doğru)

Bu olayda oluşan enerji Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ ifadesi ile hesaplanır

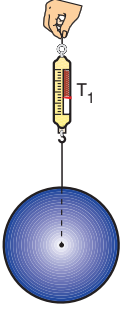
(II.Doğru)

Çift yok olması olayında yok olan kütle, eşdeğer miktarda enerjiye dönüştüğü için Einstein'ın kütle - enerji eşdeğerliliği ilkesini ispatlamaktadır.

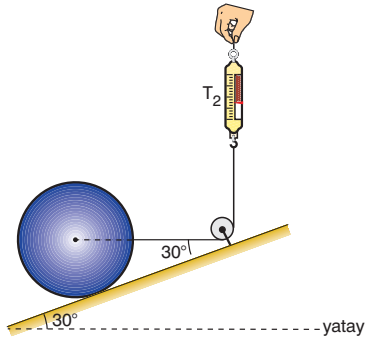
(III.Doğru)

Cevap E

1. Ağırlığı 50 N olan türdeş demir bir küreyi, Fatih Şekil - I deki gibi ipe dengede tutarken dinamometrede okuduğu değer T_1 , eğik düzlem üzerinde Şekil - II deki gibi dengede tutarken okuduğu değer T_2 oluyor.



Şekil - I



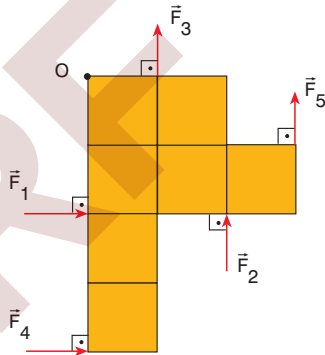
Şekil - II

Buna göre; $\frac{T_1}{T_2}$ oranı kaçtır?

(Sürtünmeler önemsizdir. $\sin 30^\circ = 1/2$; $\cos 30^\circ = \sqrt{3}/2$)

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

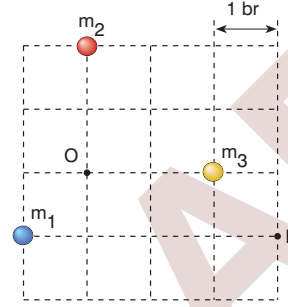
2. Eşit bölmeli türdeş levha O noktasından geçen dik eksen etrafında dönebilmektedir. Levhaya uygulanan $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5$ kuvvetleri levhayı ayrı ayrı dengede tutabilmektedir.



Buna göre, bu kuvvetlerden şiddeti en büyük olan hangisidir?

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

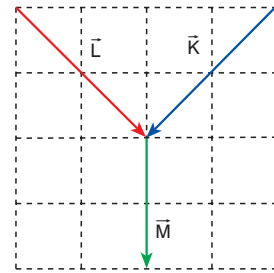
3. Şekildeki m_1, m_2, m_3 kütleli cisimlerin kütle merkezi O noktasıdır.



Buna göre, m_1 kütleli cisim K noktasına taşınırsa kütle merkezi kaç birim yer değiştirir?

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

4. Aynı düzlemdeki $\vec{K}, \vec{L}, \vec{M}$ vektörleri şekildeki gibidir.



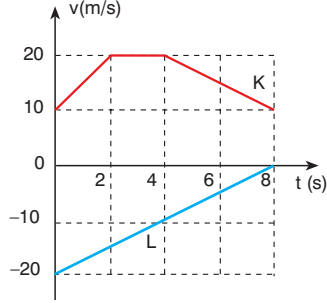
Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} - \vec{M}$ vektörü aşağıda verilen hangi vektöre eşittir?

(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

- A) 0 B) $\frac{\vec{M}}{2}$ C) $\vec{M}$ D) $2\vec{M}$ E) $4\vec{M}$

GENEL TARAMA

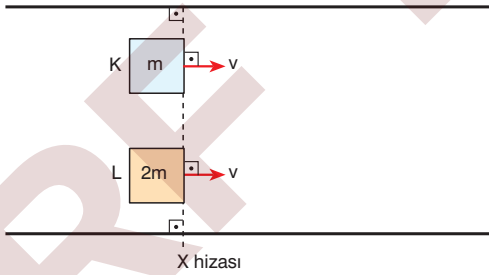
5. Doğru boyunca hareket eden ve başlangıçta yan yana olan K ve L araçlarının hız-zaman grafikleri şekildeki gibidir.



Buna göre, L aracı durduğu anda K nin L ye göre konumu nedir?

- A) 130 m ilerde
B) 130 m geride
C) 80 m ilerde
D) 80 m geride
E) 210 m ilerde

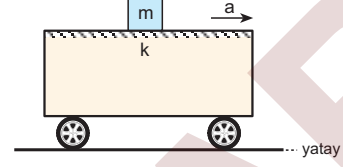
6. m, 2m kütleli K, L cisimleri yatay yolda X hızından v hızlarıyla şekildeki gibi atılıyor. Yol ve cisimler arasındaki sürtünme katsayısı iki cisim için de aynıdır.



K cismi t süre sonra durduğuna göre, L cismi kaç t süre sonra durur?

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

7. Şekildeki araç, yatay yolda hareket ederken, m kütleli cismin hareketsiz kalması için aracın ivmesinin alabileceği en büyük değer a dir.



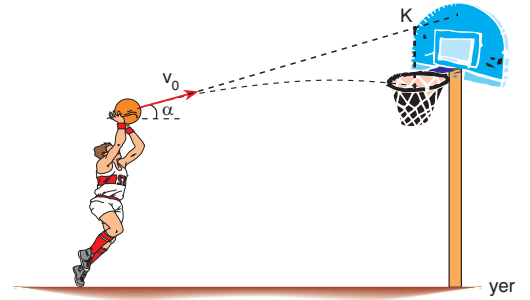
Buna göre, a;

- I. m, cismin kütlesi
II. k, cisimle araba arasındaki statik sürtünme katsayısı
III. g, yer çekimi ivmesi

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

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

8. Basketbol oynayan bir oyuncunun basket potasının üzerindeki K noktasına doğru v_0 hızıyla attığı top, K noktasından 20 cm aşağıdaki potaya düşüyor.

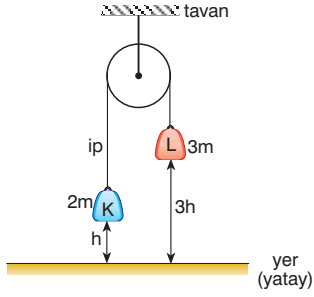


Buna göre, top atıldıktan potaya girinceye kadar kaç saniye geçmiştir?

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

- A) 0,05
B) 0,0025
C) 0,2
D) 1
E) 1,5

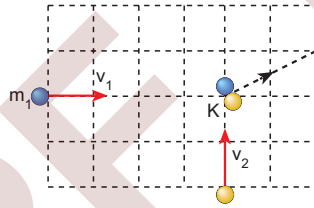
1. Sürtünmenin önemsenmediği şekildeki düzende K, L cisimlerinin kütleleri sırasıyla $2m$ ve $3m$ dir.



Buna göre, cisimler serbest bırakıldığında, L cismi yere çarptığı anda K'nin kinetik enerjisi kaç mgh olur?
(Makaranın kütlesi önemsizdir.)

- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{6}{5}$ D) $\frac{9}{5}$ E) 3

2. m_1 ve m_2 kütleli cisimler şekildeki gibi hareket ederek K noktasında esnek olmayan çarpışma yapıp yapışarak ortak hızla hareket ediyorlar.



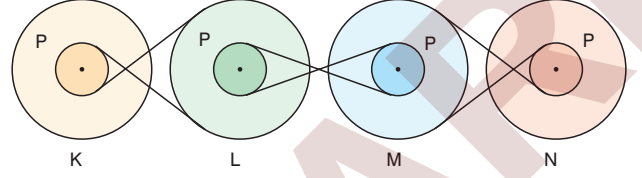
Buna göre;

- I. $v_1 > v_2$
II. $m_1 = m_2$
III. $m_2 > m_1$

yargılarından hangileri doğrudur?

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

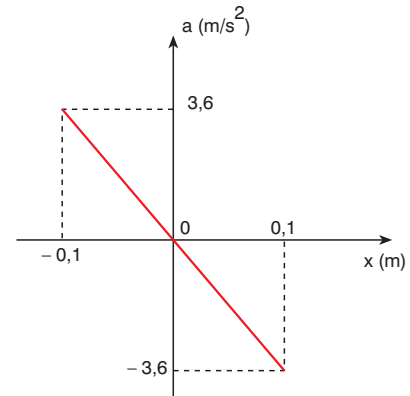
3. Yarıçapları $2r$ olan K, L, M ve N kasnakları ile r yarıçaplı P kasnakları merkezleri çakışacak biçimde perçinlenerek kayışlarla şekildeki gibi bağlanmıştır.



K kasnağı sabit hızla döndürüldüğünde K, L, M ve N kasnaklarından aşağıda verilen hangi ikisinin dönme sayısı birbirine eşit olur?

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

4. Genliği $0,1$ m olan bir yay sarkacında, yayın ucuna bağlı m kütleli cisme basit harmonik hareket yaptırıldığında cismin ivme-uzanım grafiği şekildeki gibi olmaktadır.

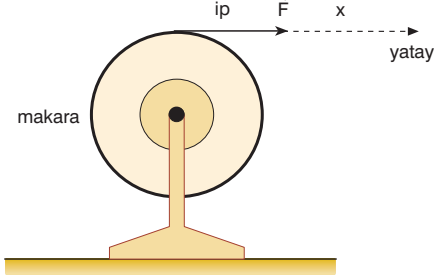


Buna göre, cismin denge konumundan geçerken hızının büyüklüğü kaç m/s olur?

- A) 0,5 B) 0,6 C) 0,8 D) 1 E) 1,5

GENEL TARAMA

5. Durmakta olan m kütleli, r yarıçaplı bir makaranın etrafına sarılı ipin ucu, şekildeki gibi yatay olarak sabit $\vec{F}$ kuvveti ile x kadar çekiliyor.

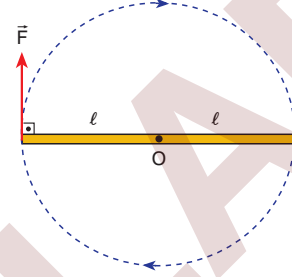


Buna göre, ip $\vec{F}$ kuvveti ile çekildiği sürece, makara için aşağıda söylenenlerden hangisi **yanlıştır**?

(Makaranın etrafına sarılı olan ipin kütlesi önemsizdir.)

- A) Makaranın açısal momentumunun büyüklüğü değişmez.
- B) Makarayı döndüren torkun büyüklüğü sabittir.
- C) Makaranın açısal hızı sürekli artar.
- D) Makaranın dönme kinetik enerjisi sürekli artar.
- E) Makaranın eylemsizlik momenti değişmez.

7. Sürtünmesiz yatay düzlemde O noktasından serbestçe dönebilecek biçimde mile geçirilmiş m kütleli türdeş çubuk şekildeki gibi sürekli teğet olarak etkiyen sabit $\vec{F}$ kuvvetinin etkisinde dönmektedir. Çubuğun O noktasına göre eylemsizlik momenti I , açısal ivmesinin büyüklüğü ise α olmaktadır.



Buna göre, çubuğun kütlesi azaltılıp aynı $\vec{F}$ kuvveti ile döndürülürse I ve α için ne söylenebilir?

I	α
A) Azalır	Artar
B) Azalır	Azalır
C) Azalır	Değişmez
D) Değişmez	Değişmez
E) Artar	Artar

6. Bir cismin, küresel X gezegeninin yüzeyindeki ağırlığı, küresel Y gezegeninin yüzeyindeki ağırlığından daha büyüktür.

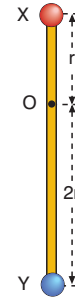
Buna göre;

- I. X gezegeninin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğü, Y gezegeninin yüzeyindekinden daha büyüktür.
- II. Cismin X gezegeninin yüzeyinden kurtulma enerjisi, Y gezegeninkinden daha büyüktür.
- III. X gezegeninin yarıçapı, Y gezegeninkinden daha büyüktür.

yargılarından hangileri **kesinlikle doğrudur**?

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

8. Sürtünmesiz yatay düzlemde O noktası etrafında serbestçe dönebilen bir çubuğun iki ucuna takılmış $2m$ ve m kütleli X, Y cisimleri şekildeki gibi sabit $\vec{\omega}$ açısal hızı ile dönüyorlar.

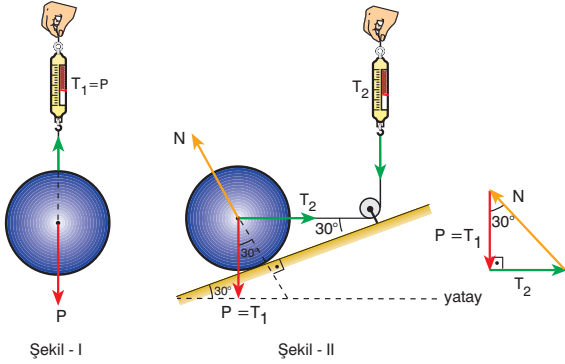


Buna göre; cisimlerin merkezci ivmelerinin büyüklükleri oranı, $\frac{a_X}{a_Y}$ kaçtır?

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

Test - 1

Çözüm 1



Fatih' in Şekil - I de dinamometrede okuduğu değer $T_1 = P$ kürenin ağırlığına eşittir.

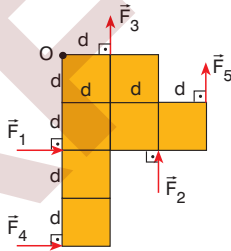
Eğik düzlem üzerinde dengede olan küreye etkiyen kuvvetler Şekil - II deki gibi olur. Fatih' in dinamometrede okuyacağı değer ip-teki T_2 gerilme kuvvetine eşit olur.

Demir küre dengede olduğu için demir küreye etkiyen kuvvetler uç uca eklendiğinde toplam kuvvetin sıfır olduğu görülür. Oluşan dik üçgenden yararlanarak,

$$\tan 30^\circ = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \tan 30^\circ = T_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3} \text{ bulunur.}$$

Cevap D

Çözüm 2



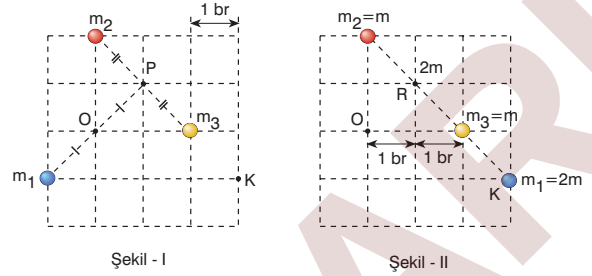
Levhayı ayrı ayrı denge tutan $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5$ kuvvetlerinin hepsinin O noktasına göre torkları eşittir.

Buna göre, şiddeti en büyük olan kuvvetin O noktasına olan dik uzaklığı en küçük olmalıdır.

Şekilde görüldüğü gibi O noktasına dik uzaklığı en küçük olan kuvvet, d uzaklıktaki $\vec{F}_3$ kuvvetidir.

Cevap C

Çözüm 3



Şekil - I de kütle merkezinin O noktasında oluşabilmesi için m_2 ve m_3 ün ortak kütle merkezi P noktası olmalıdır.

Bu nokta m_2 ve m_3 ün arasındaki uzaklığın orta noktası olduğu için $m_2 = m_3$ olur.

$m_2 = m_3 = m$ denilirse P noktasında biriken toplam kütle $2m$ olur.

m_1 ve P noktasındaki $2m$ kütlelerinin ortak kütle merkezi olan O noktası, aralarındaki uzaklığın orta noktası olduğu için,

$m_1 = 2m$ olur.

m_1 kütlesi K noktasına getirildiğinde Şekil - II deki gibi m_2 ve m_3 kütlelerinin kütle merkezi R noktası olur.

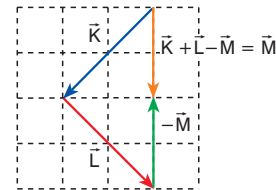
Bu noktada biriken toplam kütle $2m$ olur.

K noktasındaki $2m$ kütleli m_1 ile R noktasındaki $2m$ kütlelerinin ortak kütle merkezi ise m_3 ün olduğu yerde oluşur.

Bu noktanın da O ya olan uzaklığı 2 birim olduğu için kütle merkezi 2 birim yer değiştirir.

Cevap D

Çözüm 4

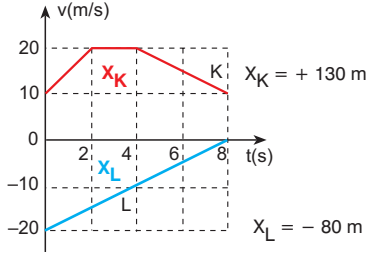


$\vec{K}, \vec{L}$ ve $-\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibi uç uca eklenerek toplandıklarında, $\vec{K} + \vec{L} - \vec{M}$ vektörünün $\vec{M}$ vektörüne eşit olduğu görülür.

Cevap C

GENEL TARAMA (ÇÖZÜMLERİ)

Çözüm 5



Başlangıçta yan yana olan K ve L araçlarının grafiğe göre zıt yönlerde hareket ettikleri anlaşıyor. K + yönde L ise - yönde hareket etmektedir.

Araçların şekildeki hız - zaman grafiklerinin altındaki alanlar yaptıkları yer değiştirmeleri verir.

Buna göre;

(0 - 8)s aralığında K için,

$$x_K = \frac{(10+20) \cdot 2}{2} + 20 \cdot 2 + \frac{(20+10) \cdot 4}{2}$$

$x_K = +$ yönde 130 m yer değiştirmiştir.

(0 - 8)s aralığında L için,

$$x_L = \frac{20 \cdot 8}{2} = - \text{ yönde } 80 \text{ m yer değiştirmiştir.}$$

Buna göre, L cismi durduğunda K cismi L cisminin göre, $130 + 80 = 210 \text{ m}$ ilerisinde olur.

Cevap E

Çözüm 6

K ve L cisimlerinin yavaşlayıp durmasını sağlayan net kuvvet cisimlere etkiyen sürtünme kuvvetleridir.

Newton' un ikinci hareket yasasından K ve L cisimlerinin hareket ivmelerinin büyüklükleri bulunursa;

$$F_{\text{net}} = F_s = k \cdot mg = m \cdot a_K \text{ den } a_K = k \cdot g$$

$$F_{\text{net}} = F_s = k \cdot 2mg = 2m \cdot a_L \text{ den } a_L = k \cdot g$$

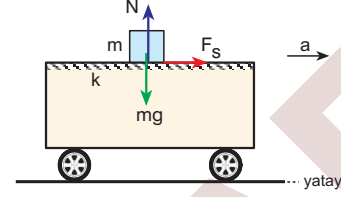
$$a_K = a_L = a \text{ bulunur.}$$

Buna göre, ilk hızları v olan K ve L cisimleri aynı ivme ile yavaşladıkları için aynı zamanda dururlar.

K cismi t sürede duruyor ise L de t sürede durur.

Cevap C

Çözüm 7



m kütleli cismin a ivmesi ile hareket eden araç üzerinde araca göre hareketsiz kalıp araç ile birlikte hareket etmesini sağlayan net kuvvet, şekildeki gibi etkiyen F_s sürtünme kuvvetidir.

$$F_s = k \cdot N = k \cdot mg = m \cdot a \text{ eşitliğinden, } a = k \cdot g \text{ olur.}$$

Buna göre, a ivmesinin büyüklüğü,

m , cismin kütlesine bağlı değildir.

(I. Yanlış)

k , statik sürtünme katsayısına bağlıdır.

(II. Doğru)

g , yer çekimi ivmesine bağlıdır.

(III. Doğru)

Cevap D

Çözüm 8

K noktası hedeflenerek atılan basket topu K noktasının 20 cm altındaki potaya düşey eksen üzerinde yer çekimi ivmesi ile serbest düşer.

Topun düşme süresi,

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ formülünden hesaplanırsa,}$$

$$0,2 = \frac{1}{2}10 \cdot t^2$$

$$t = 0,2 \text{ s olur.}$$

Bu süre topun atıldığı andan potaya gelene kadar geçen süredir.

Cevap C

Test - 2

Çözüm 1

K ve L cisimleri serbest bırakıldığında L cismi 3h aşağı inerek yere v büyüklüğündeki hızla çarparsa, K cismi ise yerden 3h daha yükseklikten v büyüklüğündeki hızla geçer.

Sürtünmeler önemsiz olduğu için mekanik enerji korunur.

$$2mgh + 3mg3h = 2mg4h + \frac{1}{2}2mv^2 + \frac{1}{2}3mv^2$$

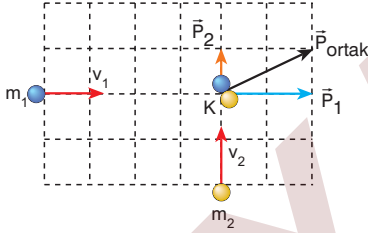
$$\frac{1}{2}5mv^2 = 3mgh \text{ ise } \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{5}mgh \text{ olur.}$$

K cisminin kütlesi 2m olduğu için K nin kinetik enerjisi,

$$E_K = \frac{1}{2}2mv^2 = \frac{6}{5}mgh \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Çözüm 2



Ortak kütleli hareket doğrultusu üzerinde ortak kütleli momentum vektörü şekildeki gibi $\vec{P}_{\text{ortak}}$ kabul edilirse,

bu vektörün dik bileşenleri şekildeki gibi $\vec{P}_1$ ve $\vec{P}_2$ olur.

Momentumun korunumu ilkesine göre $\vec{P}_{\text{ortak}} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ dir.

Burada $\vec{P}_1$, m_1 kütleli cismin momentumu olurken, $\vec{P}_2$ ise m_2 kütleli cismin momentumu olur.

Eşit bölmeli düzlemden de yararlanarak $P_1 = 2P_2$ olduğu görülür.

m_1 ve m_2 kütleli cisimler aynı anda K noktasına gelirken m_1 kütleli cisim dört bölme, m_2 kütleli cisim ise iki bölme yol alır.

Bu durumda cisimlerin hızlarının büyüklükleri arasında $v_1 = 2v_2$ ilişkisi olduğu anlaşılır.

(I.Doğru)

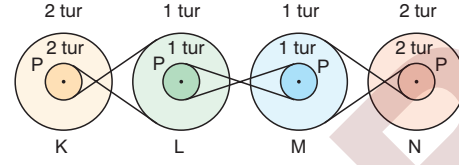
$P_1 = m_1 \cdot v_1$ ve $P_2 = m_2 \cdot v_2$ den $P_1 = 2P_2$ ve $v_1 = 2v_2$ için,

$m_1 \cdot v_1 = 2m_2 \cdot v_2$ den $m_1 \cdot 2v_2 = 2m_2 \cdot v_2$ ise $m_1 = m_2$ olur.

(II.Doğru)

Cevap E

Çözüm 3



Eş merkezli kasnaklarda dönme sayısı eşit olurken farklı merkezli kasnaklarda ise dönme sayısı yarıçaplar ile ters orantılı olur.

Buna göre K kasnağı sabit hızla 2 tur döndürüldüğü takdirde L, M, N, P nin tur sayıları şekildeki gibi olur.

Buna göre, L ile M kasnaklarının tur sayıları aynı olur.

Cevap B

Çözüm 4

Yay sarkacında basit harmonik hareket yapan cismin genlik noktasında (r) sahip olduğu ivmenin büyüklüğü,

$a = \omega^2 \cdot r$ formülü ile hesaplanır.

Grafiğe göre, $r = 0,1$ m için $a = 3,6$ m/s² dir.

Buradan cismin açısal hızının büyüklüğü bulunursa,

$$3,6 = \omega^2 \cdot 0,1$$

$\omega = 6$ rad/s olur.

Cisim denge noktasından geçerken en büyük hız değerine sahip olur.

Bu hızın büyüklüğü,

$v = \omega \cdot r$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre;

$$v = 6 \cdot 0,1 = 0,6 \text{ m/s bulunur.}$$

Cevap B

GENEL TARAMA (ÇÖZÜMLERİ)

Çözüm 5

Döndürülen bir cismin üzerindeki tork ile açısal momentum arasında $\vec{\tau} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ ilişkisi bulunur. Buna göre, ipi çeken F kuvveti makaranın merkezine göre, ipi çektiği sürece tork oluşturarak makaranın dönmesini sağlar. Bu durumda ip çekildiği sürece makaranın açısal momentumu sürekli değişir.

(A şıkkı yanlış)

F kuvvetinin makaranın merkezine olan dik uzaklığı makaranın yarıçapına (r) eşittir. Bu durumda ip çekildiği sürece kuvvetin makaranın merkezine göre torkunun büyüklüğü $\tau = F \cdot r = \text{sabit}$ olur.

Makara başlangıçta durgun olduğu için ip çekildiği sürece makaranın açısal momentumu ve açısal hızı sürekli artar.

Makaranın eylemsizlik momenti, kuvvete bağlı değildir. Bundan dolayı makaranın eylemsizlik momenti ip çekildiği sürece değişmez.

Makaranın dönme kinetik enerjisi, $E_K = \frac{1}{2} I \omega^2$ ile hesaplanır. Buna göre, eylemsizlik momenti I değişmezken açısal hız ω sürekli artacağından dolayı dönme kinetik enerji artar.

Cevap A

Çözüm 6

Cismin bulunduğu gezegende ağırlığı G, kütlesi m olmak üzere $G = m \cdot g$ ile hesaplanır. Burada g gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğüdür.

$G_X > G_Y$ için $m \cdot g_X > m \cdot g_Y$ den $g_X > g_Y$ olur.

(I. Kesin doğru)

Cisimleri çekim alanı büyük olan bir gezegenin çekim alanından kurtarmak için gereken enerji de büyük olur. Buna göre, $g_X > g_Y$ için cismin X gezegeni yüzeyindeki kurtulma enerjisi Y dekinden daha büyüktür.

(II. Kesin doğru)

Gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesi, $g = G \cdot \frac{M}{R^2}$ ile bulunur.

$g_X > g_Y$ için $G \cdot \frac{M_X}{R_X^2} > G \cdot \frac{M_Y}{R_Y^2}$ olur.

Burada gezegenlerin kütleleri arasındaki ilişki bilinmediği için yarıçapları karşılaştırılmaz.

(III. Kesin değil)

Cevap D

Çözüm 7

F kuvveti çubuğun ucuna dik olarak uygulanarak O noktasına göre tork oluşturmaktadır.

Oluşan bu torkun büyüklüğü (τ) ile açısal ivme (α) ve eylemsizlik momenti (I) arasındaki ilişkiyi,

$$\tau = F \cdot \ell = I \cdot \alpha \text{ eşitliği verir.}$$

Çubuğun eylemsizlik momenti kütlesi ile doğru orantılı değişir. Bundan dolayı çubuğun kütlesi azaltılırsa, eylemsizlik momenti azalmış olur.

O noktasına göre kuvvetin torku değişmeyeceği için yukarıdaki eşitliğe göre,

$$\tau = I \cdot \alpha = \text{sabit olur.}$$

Bu durumda eylemsizlik momenti azalırsa açısal ivmenin büyüklüğü artar.

Cevap A

Çözüm 8

Çubuk ω büyüklüğündeki sabit açısal hızla döndürüldüğünde X ve Y cisimleri de ω sabit açısal hız ile dönerler.

Düzgün çembersel harekette merkezci ivmenin büyüklüğü,

$$a = \omega^2 \cdot r \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Buna göre;

X in merkezci ivmesinin büyüklüğü,

$$a_X = \omega^2 \cdot r \text{ olur.}$$

Y nin merkezci ivmesinin büyüklüğü,

$$a_Y = \omega^2 \cdot 2r \text{ olur.}$$

Buna göre,

$$\frac{a_X}{a_Y} = \frac{\omega^2 \cdot r}{\omega^2 \cdot 2r} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

Cevap B