

### 11.2.1. Elektriksel Kuvvet ve Elektrik Alan

11.2.1.1. Yüklü cisimler arasındaki elektriksel kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

a. Öğrencilerin deney yaparak ve simülasyonlar kullanarak yüklü cisimler arasındaki elektriksel kuvveti (Coulomb yasası) etkileyen değişkenleri irdelemeleri ve matematiksel model oluşturmaları sağlanır.

b. Coulomb sabitinin (k) ortamın elektriksel geçirgenliği ile ilişkisi vurgulanır.

11.2.1.2. Bir elektrik yükünün oluşturduğu elektriksel alanı açıklar ve elektriksel kuvvet ile ilişkilendirir.

a. Öğrencilerin yüklü bir cismin oluşturduğu elektrik alan kuvvet çizgilerini çizmeleri ve elektrik alanının özelliklerini tartışmaları sağlanır.

b. Öğrencilerin yüklü cisimler arasındaki kuvvet vektörlerini çizmeleri ve elektrik alan vektörleri ile karşılaştırmaları sağlanır.

11.2.1.3. Elektriksel kuvvet ve elektrik alan ile ilgili hesaplamalar yapar.

## 2.1. ELEKTRİKSEL KUVVET VE ELEKTRİK ALAN

### 2.1.1. Yüklü Cisimler Arasındaki Elektriksel Kuvvetin Bağlı Olduğu Değişkenler

Yüklü iletken cisimler arasında elektriksel kuvvet oluşur. Yüklü cisimler arasındaki kuvvetin ilk olarak matematiksel modelini çıkaran Charles Augustin de Coulomb'tur. Coulomb 1784 yılında resimde görülen burulma terazisi ile yüklü iletken cisimler arasındaki kuvvetin matematiksel modelini çıkardı.

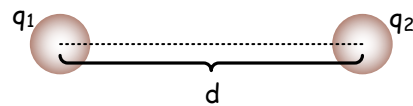


Coulomb yaptığı deneyde iki özdeş küreden birini yükledikten sonra yüklü küreyi nötr iletken küreye dokundurarak iki kürenin de eşit yükü yüklenmesini sağladı. Coulomb yaptığı deney sonucunda iki yüklü iletken kürenin birbirine uyguladıkları kuvvetin yüklerin çarpımı ile doğru orantılı, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu buldu.

#### İtme ve çekme kuvveti nelere bağlıdır?

Aralarında d mesafesi bulunan iki noktasal yükün birbirine uyguladığı elektriksel kuvvet, yük miktarının çarpımı ile doğru orantılı ( $F \sim q_1 \cdot q_2$ ), aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır ( $F \sim 1/d^2$ ).

Bu ifade bugün Coulomb yasası olarak anılmaktadır. Yapılan deneyler elektriksel kuvvetin ortama da bağlı olduğunu göstermiştir. Ortamın elektrik geçirgenliği elektriksel kuvveti etkilemektedir. Bu yüzden ortamın elektrik geçirgenliği bağıntıya eklenmiştir. Elektriksel kuvvet



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

bağıntısı ile hesaplanır. Bağıntıdaki k orantı sabiti ortamın elektrik geçirgenliği ile ilgilidir.

Değeri  $k_e = 8,9875 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$  dir.

Genellikle  $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  olarak alınır.

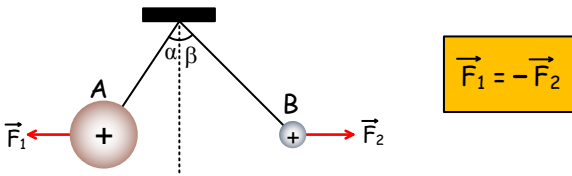
k sabit sayısı,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  bağıntısı ile hesaplanır.

Bağıntıdaki  $\epsilon_0$  boşluğun elektrik geçirgenliğidir.

Elektriksel kuvvet bağıntısının birim tablosu aşağıdaki gibidir. Yükler arasında oluşan kuvvetin birimi Newton'dur.

F	k	q	d
N	N.m <sup>2</sup> /C <sup>2</sup>	C	m

Yük işaretleri aynı, yük miktarları farklı olan iki küreyi şekildeki gibi asalım. Hacmi ve kütlesi büyük olan A küresi ile hacmi ve kütlesi küçük olan B küresi şekildeki gibi asalım. Hangi küreye daha büyük kuvvet uygulanır?



İkisi de eşit büyüklükte kuvvet uygular. Çünkü cisimler arasındaki itme ya da çekme kuvveti hesaplanırken yüklerin çarpımı alınır. Dolayısıyla iki kürenin yük çarpımı sabit bir değer olduğu için, yükleri farklı veya aynı kürelerin birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetin büyüklükleri aynıdır. Kuvvet, vektörel bir büyüklük olduğu için vektörel gösterimde kuvvetlerin yönleri ters olduğundan (-) işareti konur.

Kürelere elektriksel çekim kuvveti ile birlikte yer çekimi kuvveti etki ettiği için ağırlığı büyük olan küre daha az açılır. Bu yüzden  $\alpha$  açısı  $\beta$  açısından küçük olur.

### 2.1.2. Bir Elektrik Yükünün Oluşturduğu Elektriksel Alan

Yüklü cisimler çevrelerinde bir etki alanı oluşturur. Bu etki alanına giren yüklü bir cisim bu alanın etkisi ile bir kuvvete maruz kalır. Yüklü cisimler arasındaki Coulomb kuvvetinin sebebi elektrik alanıdır. Herhangi bir noktada bir elektrik alanının varlığını anlamamız için bir test yükünü bu noktaya koymamız yeterlidir. Test yüküne elektriksel bir kuvvet etki ediyorsa o noktada elektrik alanı vardır. Bu yüzden **elektrik alan, pozitif birim yüke etki eden elektriksel kuvvet** olarak tanımlanır. Herhangi bir  $q$  yükünü bir elektrik alan içerisine koyduğumuzda yüke etki eden kuvvet,

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

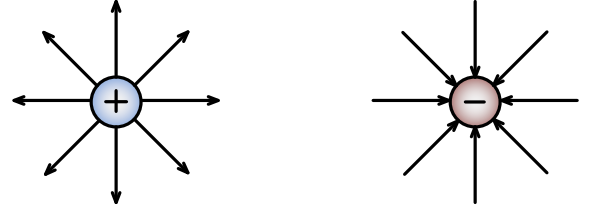
bağıntısı ile hesaplanır.

Elektrik alan vektörel bir büyüklüktür. Birimi ise Newton / Coulomb ( N / C)'dur. Herhangi bir  $q$  yükün kendi etrafında oluşturduğu elektrik alanı,

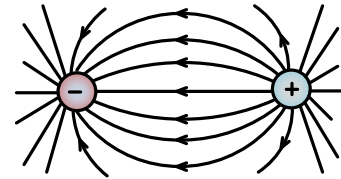
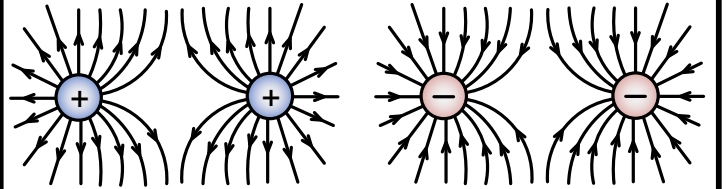
$$E = k \frac{q}{d^2}$$

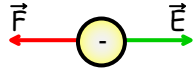
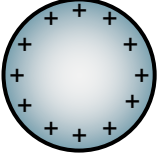
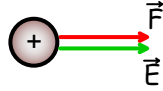
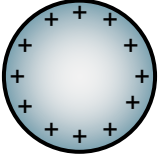
bağıntısı ile hesaplanır.

Elektrik alan çizgileri pozitif yükten dışa doğru, negatif yükün merkezine doğru çizilir. Bu çizgiler her noktada elektrik alan vektörüne teğettir. Çizgiler pozitif yükten çıkıp negatif yüke girecek şekildedir.

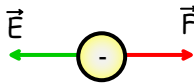
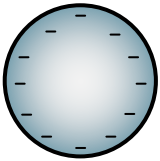
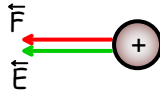
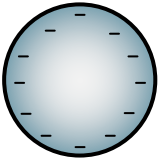


Birim yüzey başına düşen çizgi sayısı bu bölgedeki elektrik alan şiddetiyle doğru orantılıdır. Elektrik alanın içindeki her noktadan ancak bir alan çizgisi geçer ve alan çizgileri hiçbir zaman birbirini kesmez.

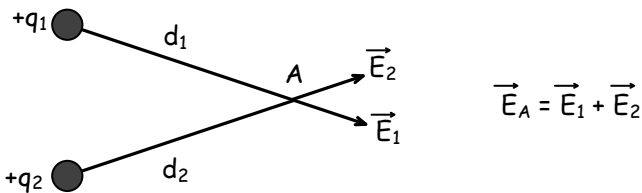




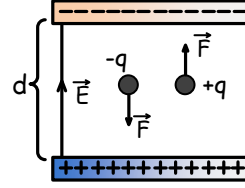
Pozitif yüklü cismin oluşturduğu elektrik alan yükten dışı doğrudur. Bu yüzden iki durum içinde elektrik alan, aynı yöndedir. Pozitif yük yakınına getirilen pozitif yüke itme kuvveti etki ederken, pozitif yük yakınına getirilen negatif yüke ise çekme kuvveti etki eder.



Negatif yüklü cismin oluşturduğu elektrik alan yüke doğrudur. Negatif yük yakınına getirilen pozitif yüke çekme kuvveti uygularken, negatif yük yakınına getirilen negatif yüke ise itme kuvveti uygular.



Birden fazla noktasal elektrik yükünün bir noktada oluşturduğu elektrik alanının büyüklüğü her bir yükün meydana getirdiği elektrik alanlarının vektörel bileşkesine eşittir.

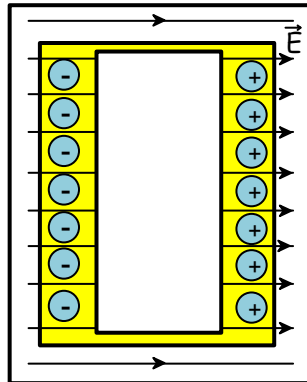
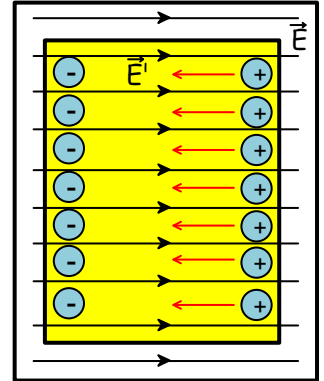
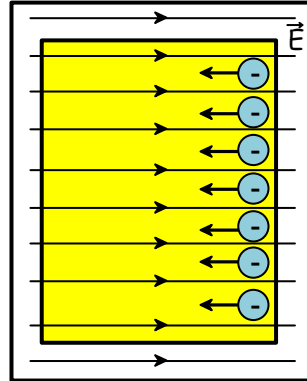


Düzgün elektrik alan içine bırakılan yüklü bir cisme etki eden elektrik kuvveti;

$$F = q \cdot E \text{ olur.}$$

Bu cisim (+) yüklü ise etki eden kuvvetin yönü elektrik alanının yönü ile aynı,

Cisim (-) yüklü ise etki eden kuvvetin yönü elektrik alanının yönü ile terstir. Cisimler kuvvet yönünde harekete başlar.



Metal levhayı şekildeki gibi düzgün bir elektrik alan içerisine koyarsak metal levha içerisindeki serbest elektronlar alana zıt yönde harekete başlar. Serbest elektronların yer değiştirmesi nedeniyle iletkenin bir kenarında pozitif yükler diğer kenarında ise negatif yükler birikmiş olur.

Bu yük dağılımı kendi elektrik alanını meydana getirir. İki elektrik alan birbirine zıt yönde ve aynı büyüklükte olacağından iletkenin içinde elektrik alan sıfırdır. Bu olaydan yararlanarak elektrik alan içindeki iletken içinde boşluklar açarak elektrostatik alanların etkisi olmayan ortamlar meydana getirilir.

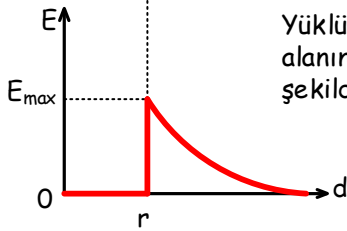
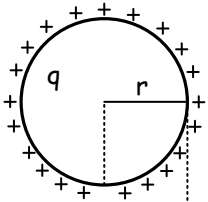
İletken ve yüklü bir kürenin yükleri kürenin dışında toplanır. Kürenin elektrik alanının uzaklığa bağlı değişimi şekildeki gibi çizilir. Kürenin içerisinde yük olmadığı için kürenin elektrik alanı kürenin içinde sıfırdır. Kürenin yüzeyinde elektrik alan maksimum ve büyüklüğü

$E = kq/r^2$  dir. Küre yüzeyinden dışa doğru gidildikçe elektrik alan eğrisel olarak azalır.

$$d < r \text{ ise } E = 0$$

$$d = r \text{ ise } E = k \frac{q}{r^2}$$

$$d > r \text{ ise } E = k \frac{q}{d^2} \text{ olur.}$$

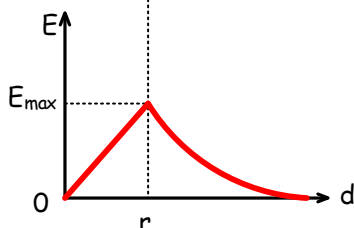
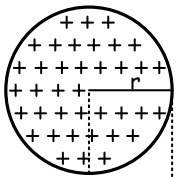


Yüklü kürenin elektrik alanının uzaklığa bağlı grafiği şekildeki gibidir.

Eğer küre yalıtkan olur ve tüm yük homojen olarak dağılırsa, kürenin merkezinden dış yüzeye kadar olan bölgede elektrik alanı yarıçap ile doğru orantılı artar ve yüzeyde maksimum olur.

Yüzeyden uzaklaştıkça elektrik alanı uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır.

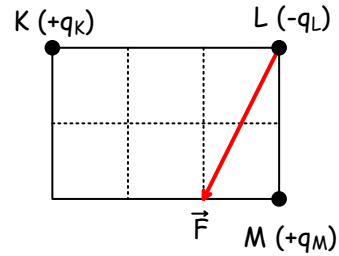
Buna göre yalıtkan, yüklü kürenin elektrik alanının uzaklığa bağlı grafiği şekildeki gibi olur.



### 2.1.3. Elektriksel Kuvvet ve Elektrik Alan ile İlgili Hesaplamalar

Elektriksel kuvvet ve elektrik alanla ilgili hesaplamalar yaparak konuyu pekiştirelim.

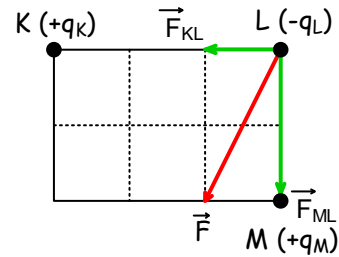
**ÖRNEK:**



Şekildeki K ve M noktalarına konulan  $+q_K$ ,  $+q_M$  elektrik yüklerinin, L noktasına konulan  $-q_L$  yüküne uyguladıkları kuvvetlerin bileşkesi  $\vec{F}$  dir.

Buna göre  $\frac{q_K}{q_M}$  oranı kaçtır?

**ÇÖZÜM:**



Şekilde verilen bileşke kuvvetten anlaşılacağı üzere K yükünün uyguladığı çekim kuvveti 1 br, M yükünün uyguladığı çekim kuvveti 2 br dir.

$$1 = k \frac{q_K \cdot q_L}{9}$$

$$k \cdot q_K \cdot q_L = 9$$

$$\frac{q_K}{q_M} = \frac{9}{8}$$

$$2 = k \frac{q_K \cdot q_L}{4}$$

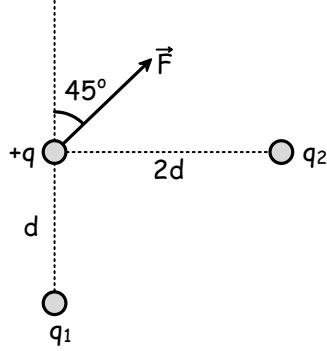
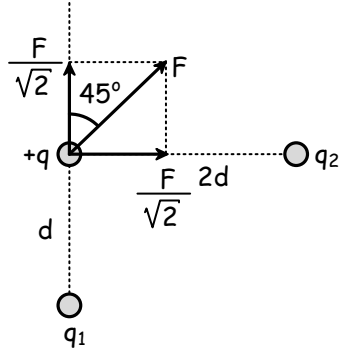
$$k \cdot q_M \cdot q_L = 8$$

$$\frac{q_K}{q_M} = \frac{F_1 \cdot (d_1)^2}{F_2 \cdot (d_2)^2} = \frac{1 \cdot (3)^2}{2 \cdot (2)^2} = \frac{9}{8}$$

**ÖRNEK:**

Yandaki şekilde +q yüküne etki eden bileşke elektrik kuvveti görülmektedir.

Buna göre  $q_2$  yükünün işareti ve  $q_1$  cinsinden büyüklüğü nedir?

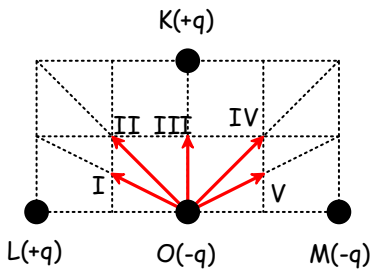
**ÇÖZÜM:**

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

$$\frac{F}{\sqrt{2}} = k \frac{q_2 \cdot q}{4d^2}$$

$$k \frac{q_1 \cdot q}{d^2} = k \frac{q_2 \cdot q}{4d^2}$$

$$q_2 = -4q_1 //$$

**ÖRNEK:**

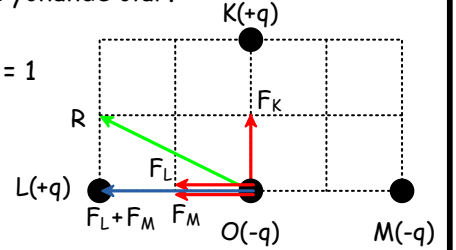
Şekildeki K, L, M noktalarında sabit tutulan +q, +q ve -q elektrik yüklerinin O noktasındaki -q yüküne uyguladıkları bileşke elektrik kuvvetinin yönü hangisidir?

**ÇÖZÜM:**

Şekildeki K, L, M noktalarında sabit tutulan +q, +q ve -q elektrik yüklerinin O noktasındaki -q yüküne uzaklıkları ve yük miktarları eşit olduğundan O noktasındaki yükü uyguladıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri birbirine eşittir.

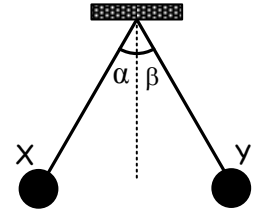
K çekme, L çekme ve M itme kuvveti uygularlar. Buna göre bileşke kuvvet I yönünde olur.

$$F_K = F_L = F_M = k \frac{q \cdot q}{4d^2} = 1$$

**ÖRNEK:**

Eşit uzunluktaki ipek ipkilerle asılmış, elektrik yüklü X ve Y metal küreleri şekildeki gibi dengede kalıyor.

$\alpha > \beta$  olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

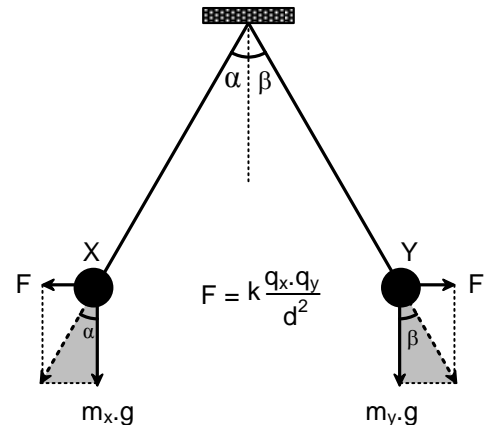


- A) Y'nin kütlesinin, X'in kütlesinden büyük olması
- B) Y'nin kütlesinin, X'in kütlesinden küçük olması
- C) Y'nin yükünün, X'in yükünden büyük olması
- D) Y'nin yükünün, X'in yükünden küçük olması
- E) Y'nin X'e uyguladığı elektriksel kuvvetin, X'in Y'ye uyguladığı elektriksel kuvvetten büyük olması.

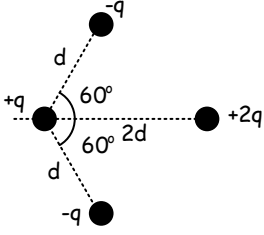
**ÇÖZÜM:**

$$\tan \alpha = \frac{F}{m_x g}$$

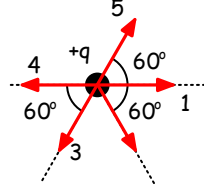
$$\tan \beta = \frac{F}{m_y g}$$



$\alpha > \beta$  verildiğinden;  $\tan \alpha > \tan \beta$  olur. Bunun sağlanabilmesi için;  $m_x < m_y$  olmalıdır.

**ÖRNEK:**

Şekil-I



Şekil-II

Sürtünmesiz yatay bir düzlemde  $-q, +2q, -q, +q$  elektrik yüklü parçacıklar Şekil-I'deki konumlarında tutulmaktadır.

$+q$  yüklü parçacık serbest bırakılırsa, ilk hareket yönü Şekil-II'dekilerden hangisi olur?

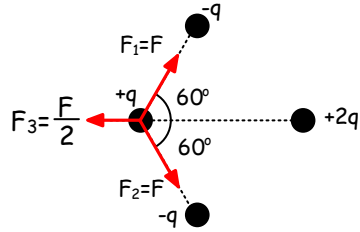
$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

**ÇÖZÜM:**

$$F_1 = k \frac{q \cdot q}{d^2} = F$$

$$F_2 = k \frac{q \cdot q}{d^2} = F$$

$$F_3 = k \frac{2q \cdot q}{4d^2} = \frac{F}{2}$$



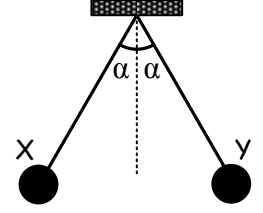
$$\frac{F}{2} \leftarrow +q \rightarrow F_{12}=F$$

$$+q \rightarrow R = \frac{F}{2}$$

1 yönünde hareket eder.

**ÖRNEK:**

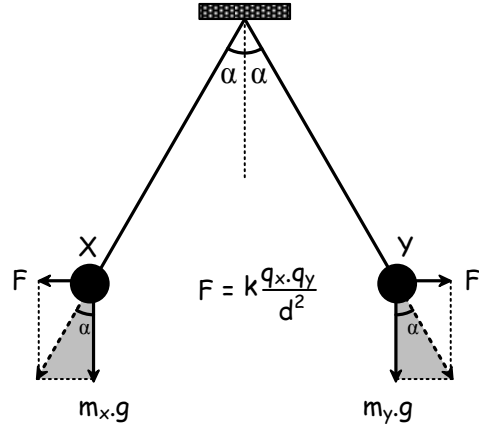
Eşit boyda ipek ipliklere bağlı ve tavana asılı X ve Y iletken küreleri elektrikle yüküdür. Şekildeki gibi, düşeyde eşit açılar yapacak biçimde dengede olan bu kürelerin;



- I. Kütleleri  
II. Elektrik yüklerinin büyüklükleri  
III. Birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri

niceliklerinden hangileri kesinlikle birbirine eşittir?

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

**ÇÖZÜM:**

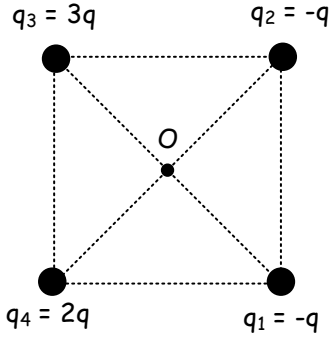
Taralı dik üçgenlerde açılar eşit olduğundan;

$$\tan \alpha = \frac{F}{m_x g} = \frac{F}{m_y g}$$

Buna göre;

- I.  $\alpha$  açıları eşit olduğundan, kütleler kesinlikle eşittir. (I doğru)  
II. Elektrik yüklerinin büyüklükleri eşit olmasa bile, kürelerin itme kuvveti eşit olur. (II belli değil)  
III. Yukarıda açıklandığı gibi kürelerin birbirine uyguladıkları kuvvetler eşittir. (III doğru)

(E)

**ÖRNEK:**

$q_1, q_2, q_3, q_4$  yükleri bir karenin köşelerine şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

$q_1$  yükünün  $O$  noktasında oluşturduğu elektrik alanın büyüklüğü  $E$  olduğuna göre,  $O$  noktasındaki bileşke elektrik alanın büyüklüğü kaç  $E$  dir?

**ÇÖZÜM:**

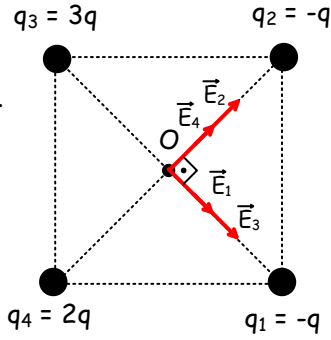
Karenin köşelerindeki yüklerin  $O$  noktasına olan uzaklıkları birbirine eşittir.

$$E_1 = E = k \frac{q}{d^2}$$

$$E_2 = k \frac{q}{d^2} = E$$

$$E_3 = k \frac{3q}{d^2} = 3E$$

$$E_4 = k \frac{2q}{d^2} = 2E$$



$$\vec{E}_1 + \vec{E}_3 = E + 3E = 4E$$

$$\vec{E}_2 + \vec{E}_4 = 2E + E = 3E$$

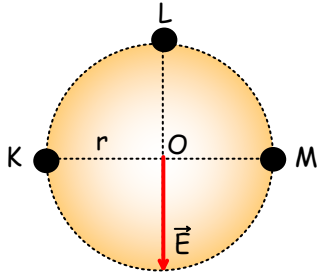
$$(E_0)^2 = (E_1 + E_3)^2 + (E_2 + E_4)^2$$

$$(E_0)^2 = (4E)^2 + (3E)^2$$

$$(E_0)^2 = 25E^2$$

$$E_0 = 5E$$



**ÖRNEK:**

$r$  yarıçaplı çember üzerine şekildeki gibi yerleştirilen yüklü K, L, M kürelerinin O noktasında oluşturdukları bileşke elektriksel alan  $\vec{E}$  oluyor.

Buna göre,

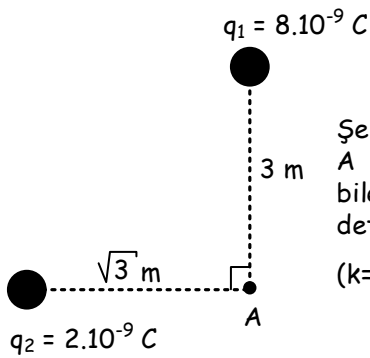
- I. K ve M nin yük işaretleri zıttır.
- II. L ve M nin yük işaretleri aynıdır.
- III. K ve M nin yük miktarları eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

**ÇÖZÜM:**

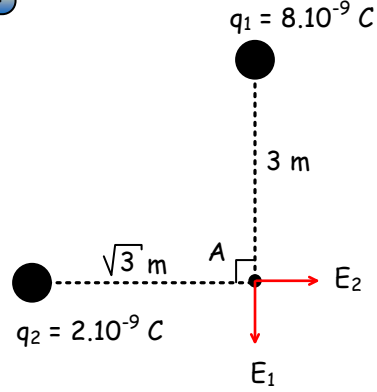
K, L, M kürelerinin O noktasında oluşturdukları bileşke elektriksel alanın şekildeki gibi olabilmesi için K ve M kürelerinin yük işaretleri aynı, yük miktarları eşit olmalıdır. (I yanlış, II doğru)

L ve M nin işaretleri hakkında kesin bir şey söylenemez.

**ÖRNEK:**

Şekildeki  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin A noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan şiddetini hesaplayınız.

$$(k=9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)$$

**ÇÖZÜM:**

$$E_1 = k \frac{q}{d^2}$$

$$E_2 = k \frac{q}{d^2}$$

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{8 \cdot 10^{-9}}{9}$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-9}}{3}$$

$$E_1 = 8 \text{ N/C}$$

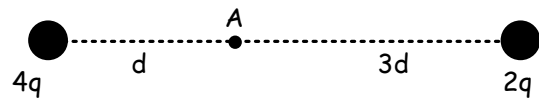
$$E_2 = 6 \text{ N/C}$$

$$(E_A)^2 = (E_1)^2 + (E_2)^2$$

$$(E_A)^2 = 8^2 + 6^2$$

$$(E_A)^2 = 100$$

$$E_A = 10 \text{ N/C}$$

**ÖRNEK:**

Şekildeki sistemde  $4q$  yükünün A noktasındaki elektrik alan şiddeti  $36 \text{ N/C}$  olduğuna göre A noktasındaki bileşke elektrik alan şiddeti kaç  $\text{N/C}$  dur?

**ÇÖZÜM:**

$$E_{4q} = k \frac{q}{d^2}$$

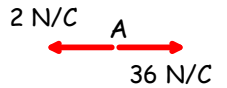
$$E_{2q} = k \frac{2q}{9d^2}$$

$$36 = k \frac{4q}{d^2}$$

$$E_{2q} = \frac{2}{9} \cdot 9$$

$$9 = k \frac{q}{d^2}$$

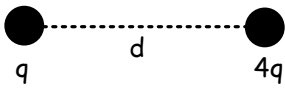
$$E_{2q} = 2 \text{ N/C}$$



$$E_A = 36 - 2$$

$$E_A = 34 \text{ N/C}$$



**ÖRNEK:**

Şekildeki sistemde elektrik alan şiddetinin sıfır olduğu noktayı bulunuz.

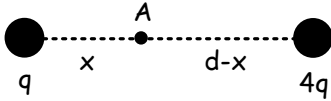
**ÇÖZÜM:**

Elektrik alanın sıfır olabilmesi için alan vektörlerinin zıt yönlü ve birbirine eşit olması gerekir.

Bunun için öncelikle bu noktanın nerede olduğu bulunmalıdır.

Yüklerin ikisi de aynı işaretli olduğundan yüklerin dışındaki noktalarda alan vektörleri aynı yönlü olacaktır. Bu nedenle bu noktalarda elektrik alanı sıfır olamaz. Bu yüzden seçilecek nokta yükler arasında olmalıdır.

Bir diğer husus, seçilecek noktanın hangi yüke yakın olacağıdır. Elektrik alan şiddeti yük ile doğru, uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğundan seçilecek nokta daima küçük yüke yakın olmalıdır.



$$k \frac{q}{x^2} = k \frac{4q}{(d-x)^2}$$

$$x = \frac{d}{3}$$

Buna göre yüklerin arasında q yükünden  $d/3$  uzaklıkta elektrik alan şiddeti sıfırdır.

**ÖRNEK:**

Elektrik yük miktarı  $3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  olan 30 cm yarıçaplı iletken bir kürenin,

- Merkezindeki,
- Merkezden 10 cm uzaklıktaki bir noktadaki,
- Yüzeyde bir noktadaki,
- Merkezden 50 cm uzaklıktaki bir noktadaki elektrik alan şiddetlerini hesaplayınız. ( $k=9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ )

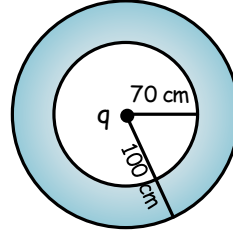
**ÇÖZÜM:**

- Kürenin içinde elektrik alanı sıfır olduğundan kürenin merkezinde elektrik alanı sıfırdır.
- Kürenin içinde elektrik alanı sıfır olduğundan kürenin merkezinden 10 cm uzaktaki bir noktada elektrik alanı sıfırdır.

$$c) E = k \frac{q}{r^2} \quad d) E = k \frac{q}{d^2}$$

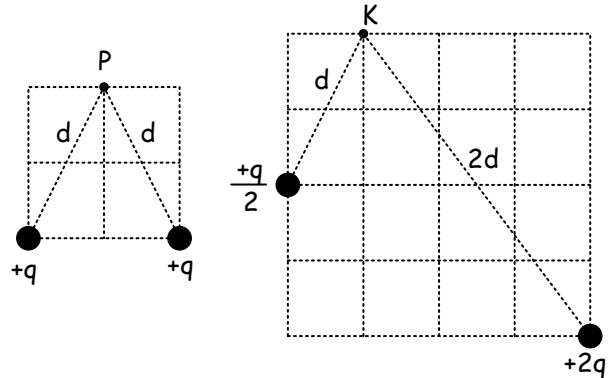
$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-9}}{(0,3)^2} \quad E = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-9}}{(0,5)^2}$$

$$E = 300 \text{ N/C} \quad E = 108 \text{ N/C}$$

**ÖRNEK:**

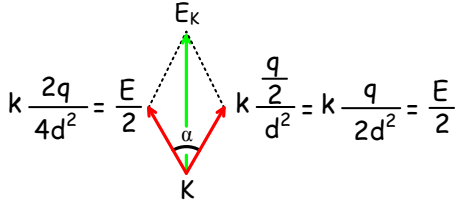
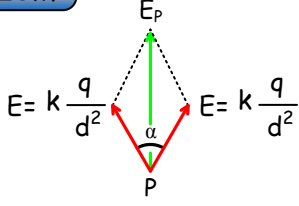
100 cm yarıçaplı yüksüz iletken bir kürenin içinde aynı merkezli 70 cm yarıçaplı küre şeklinde bir boşluk vardır. Kürenin merkezinde  $8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  değerinde noktasal bir yük bulunmaktadır.

- Küre merkezinden 60 cm uzaklıktaki,
  - Küre merkezinden 80 cm uzaklıktaki,
  - Küre merkezinden 200 cm uzaklıktaki noktalarda oluşan elektrik alan şiddetlerini hesaplayınız. ( $k=9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ )
- (a) İletken küre yüksüz olduğundan merkezde bulunan yükün 70 cm yarıçaplı boşlukta bir elektrik alanı vardır. 200 N/C
- (b) 80 cm uzaklık metal kürenin içi olduğundan  $E=0$
- (c) 18 N/C

**ÖRNEK:**

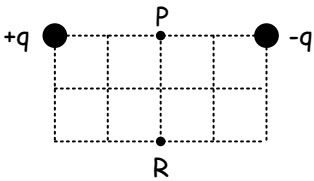
P noktasında oluşturulan elektrik alanı  $E_P$ , K noktasında oluşturulan elektrik alanı  $E_K$  ise,  $E_P$  ve  $E_K$  için aşağıdakiler-den hangisi doğrudur?

- $E_P=2E_K$ , yönleri aynı
- $E_P=E_K$ , yönleri aynı
- $E_P=E_K/2$ , yönleri aynı
- $E_P=E_K$ , yönleri farklı
- $E_P=2E_K$ , yönleri farklı

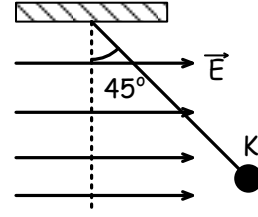
**ÇÖZÜM:**

K noktasındaki elektrik alan vektörleri arasındaki açı, P noktasındaki alan vektörleri arasındaki açı ile aynıdır. Alan bileşenlerinin değeri yarıya düştüğü için bileşke vektörün büyüklüğü de yarıya düşer.

$$E_p = 2E_k, \text{ yönleri aynı} //$$

**ÖRNEK:**

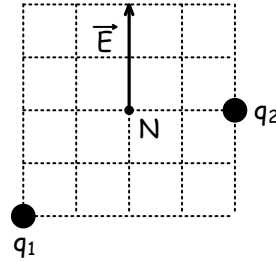
Yalıtkan düzlemindeki +q ve -q yüklü noktasal cisimlerin P noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan şiddeti;  $2\sqrt{2} E$  dir. Buna göre R noktasındaki bileşke elektrik alan şiddeti kaç E dir? (E)

**ÖRNEK:**

Ağırlığı  $G$ , yükü  $q$  olan K cismi, yalıtkan bir ipe bağlandıktan sonra elektrik alan içine yerleştiriliyor. K cismi şekildeki gibi dengede durduğuna göre;

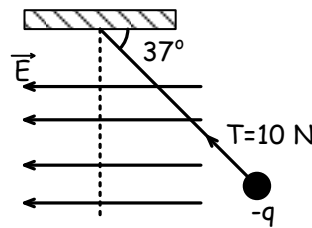
K cismine etki eden elektriksel kuvveti ve ipteki gerilme kuvvetini  $G$  cinsinden bulunuz. ( $\tan 45^\circ = 1$ )

$$(F_e = G; T = \sqrt{2} G)$$

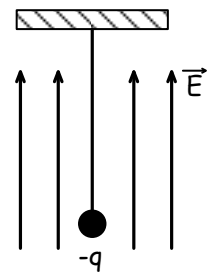
**ÖRNEK:**

$q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin N noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan vektörü E dir. Buna göre  $q_1/q_2$  oranı kaçtır?

$$(2\sqrt{2})$$

**ÖRNEK:**

Şekil-1



Şekil-2

Şekil-1 de sabit tutulan E elektrik alanı içinde bulunan m kütleli -q yüklü cismi tutan yalıtkan ipteki gerilme kuvveti 10 Newton ve ip yatayla  $37^\circ$  açı yapmaktadır. Aynı cisim Şekil-2 deki gibi E elektrik alanına konursa ipteki gerilme kuvveti kaç N olur?

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

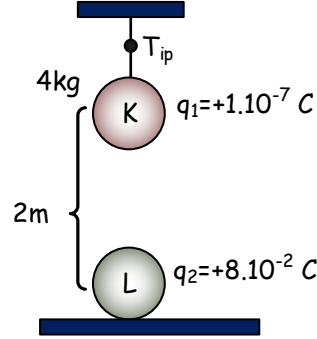
$$(14 \text{ N})$$

### Kavram Yanılgıları

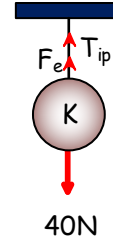
- Alan çizgileri gerçektir.
- Coulomb kanunu noktasal yük dışındaki yük sistemlerine de uygulanır.
- Yüklü bir cisim sadece tek tip yüke (Pozitif veya negatif) sahiptir.
- Elektrik alan ve kuvvet aynıdır ve aynı doğrultudadır.
- Alan çizgileri bir yerde başlayıp başka bir yerde bitebilir.
- (Bir ortamda) Belirli sayıda alan çizgileri vardır.
- Tespit edecek bir şey yoksa alanlar da yoktur.
- Bir yük olmasa da her noktada kuvvet vardır.
- Alan çizgileri yüklerin hareket yörüngeleridir.
- Elektrik kuvveti yer çekimi kuvveti ile aynıdır.
- Alan çizgileri tam olarak pozitif yükten negatif yüke doğrudur ve hareketi ifade eder.
- Alan çizgileri sadece iki boyutludur.

### Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları

1



Şekildeki sistemde 4 kg kütleli, yüklü K cisminin düşeyde tam altına yüklü L cismi yerleştiriliyor. K cismini dengeleyen ipteki gerilme kuvvetini bulunuz.



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

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{4}$$

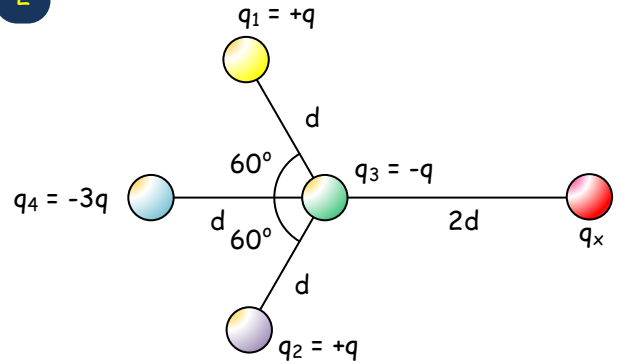
$$F = 18 \text{ N}$$

$$F + T = 40$$

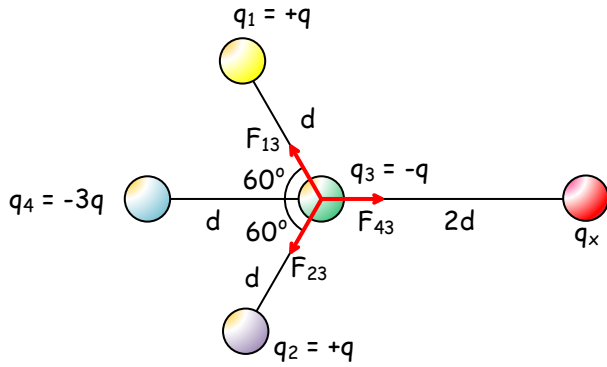
$$18 + T = 40$$

$$T = 22 \text{ N} //$$

2



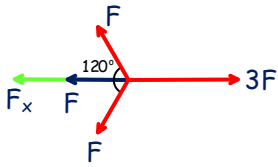
Şekildeki gibi sabit konumda bulunan yüklerin arasına q3 yükü bırakılıyor. q3 yükü bırakıldığı konumda dengede kaldığına göre qx yükü kaç q'dur?



$$F_{13} = k \frac{q_1 \cdot q_3}{d^2} \quad F_{23} = k \frac{q_2 \cdot q_3}{d^2} \quad F_{43} = k \frac{q_4 \cdot q_3}{d^2}$$

$$F_{13} = k \frac{q^2}{d^2} \quad F_{23} = k \frac{q^2}{d^2} \quad F_{43} = k \frac{3q^2}{d^2}$$

$F_{13} = F_{23} = F$  ise  $F_{43} = 3F$  olur.



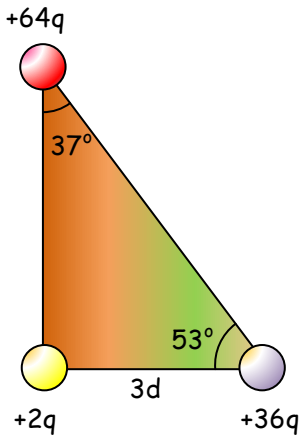
$$F_x + F = 3F$$

$$F_x = 2F$$

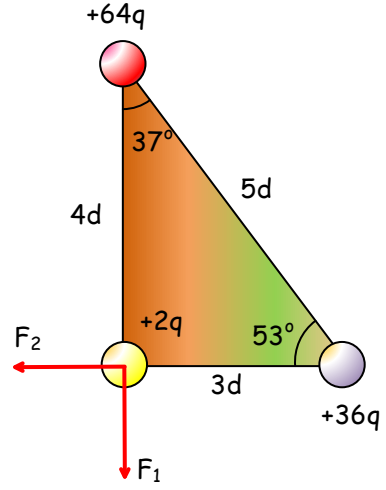
$$F_x = k \frac{q_x \cdot q}{4d^2} = k \frac{2q^2}{d^2}$$

$$q_x = 8q //$$

3



Yükleri +36q ve +64q olan iki noktasal yük şekildeki gibi üçgenin iki köşesine yerleştiriliyor. Noktasal +2q yüküne etki eden bileşke kuvveti bulunuz.



$$F_1 = k \frac{64q \cdot 2q}{16d^2} \quad F_2 = k \frac{36q \cdot 2q}{9d^2}$$

$$F_1 = k \frac{128q^2}{16d^2} \quad F_2 = k \frac{72q^2}{9d^2}$$

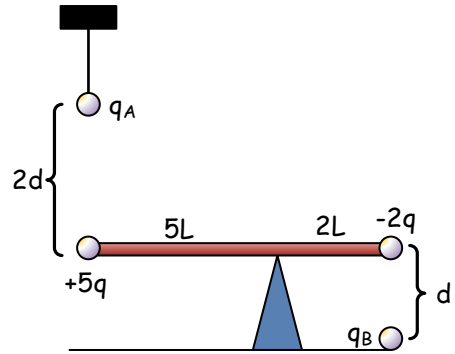
$$F_1 = 8k \frac{q^2}{d^2} \quad F_2 = 8k \frac{q^2}{d^2}$$

$$F_1 = F_2 = 8k \frac{q^2}{d^2}$$

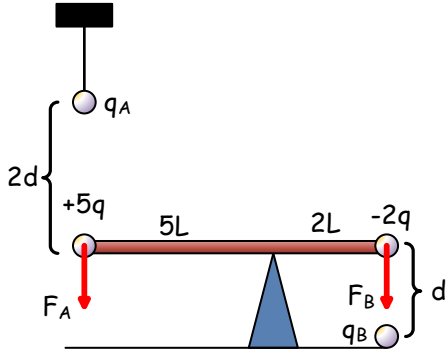
$$(F_{net})^2 = (F_1)^2 + (F_2)^2$$

$$F_{net} = \sqrt{2} F_1 = \sqrt{2} F_2 = 8\sqrt{2} k \frac{q^2}{d^2}$$

4



Ağırlıksız çubuk üzerine noktasal 5q ve -2q yükleri sabitlendikten sonra şekildeki gibi yüklerin yakınlarına  $q_A$  ve  $q_B$  yükleri getiriliyor. Çubuk dengede kaldığına göre  $q_A / q_B$  oranı kaçtır?



$q_A$  ile  $+5q$  arasında itme kuvveti olursa,  $q_B$  ile  $-2q$  arasında çekme kuvveti olmalıdır. Bunun tersine durumda da çekme kuvvetine karşı itme kuvveti olmalıdır. Yani  $q_A$  ile  $q_B$  nin yük işaretleri aynıdır.

$$F_A \cdot 5L = F_B \cdot 2L$$

$$5F_A = 2F_B$$

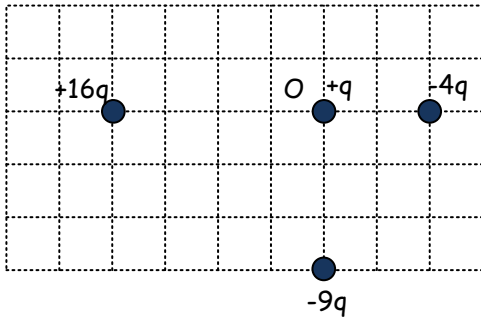
$$5k \frac{5q \cdot q_A}{4d^2} = 2k \frac{2q \cdot q_B}{d^2}$$

$$\frac{25q_A}{4} = 4q_B$$

$$25q_A = 16q_B$$

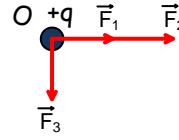
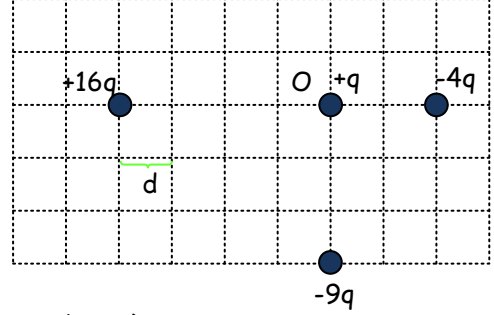
$$\frac{q_A}{q_B} = \frac{16}{25}$$

5



Ölçekli kareler üzerine  $16q$ ,  $-4q$  ve  $-9q$  yükleri sabitleniyor.

O noktasına bırakılan  $+q$  yükü hangi yöne doğru harekete başlar? Çizerek gösteriniz.

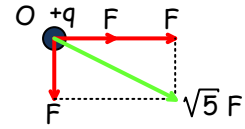


$$F_1 = k \frac{16q \cdot q}{16d^2} \quad F_2 = k \frac{4q \cdot q}{4d^2} \quad F_3 = k \frac{9q \cdot q}{9d^2}$$

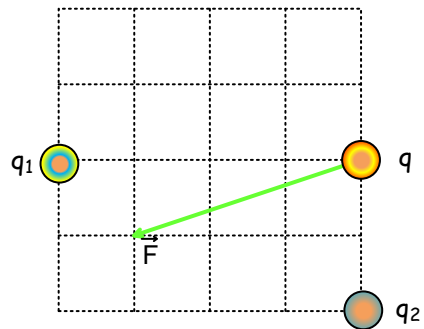
$$F_1 = k \frac{16q^2}{16d^2} \quad F_2 = k \frac{4q^2}{4d^2} \quad F_3 = k \frac{9q^2}{9d^2}$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{d^2} \quad F_2 = k \frac{q^2}{d^2} \quad F_3 = k \frac{q^2}{d^2}$$

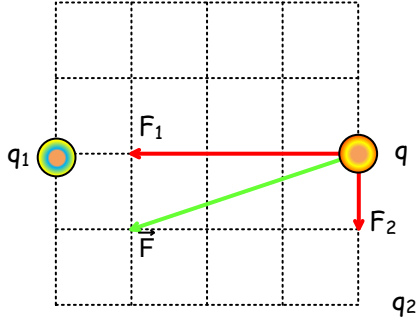
$$F_1 = F_2 = F_3 = k \frac{q^2}{d^2} = F \text{ olsun}$$



6

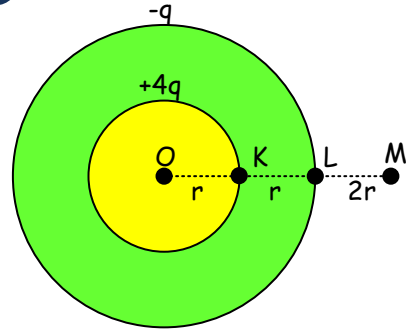


Şekildeki  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerin  $q$  yükü üzerinde oluşturdukları bileşke elektriksel kuvvet  $F$ 'dir. Buna göre  $q_1 / q_2$  yüklerinin oranını bulunuz.



$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{F_1 \cdot (d_1)^2}{F_2 \cdot (d_2)^2} = \frac{3 \cdot (4)^2}{1 \cdot (2)^2} = 12$$

8



Yükleri  $-q$  ve  $+4q$  olan küreler şekildeki gibi yerleştiriliyorlar. O, K, L ve M noktalarındaki elektrik alanlarının büyüklüklerini hesaplayınız.

- a) O noktası her iki kürenin içinde olduğundan  $E_O = 0$
- b) K noktası büyük kürenin içinde olduğundan büyük kürenin buraya etkisi yoktur. K noktası küçük kürenin yüzeyi olduğundan,

$$E_K = k \frac{4q}{r^2}$$

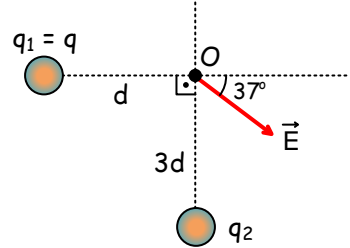
- c) L noktası büyük kürenin yüzeyi kürelerin yük toplamı merkezdeymiş gibi kabul edilir.

$$E_L = k \frac{(4q-q)}{4r^2} = k \frac{3q}{4r^2}$$

- d) M noktası her iki kürenin dışında olduğundan kürelerin yük toplamı merkezdeymiş gibi kabul edilir.

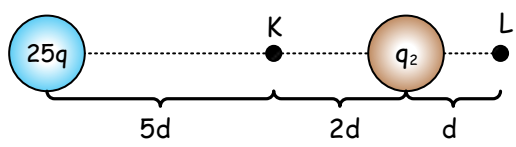
$$E_M = k \frac{(4q-q)}{9r^2} = k \frac{q}{3r^2}$$

9



$q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin O noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan vektörü şekilde gösterildiği gibi x eksenine  $37^\circ$  açı yapıyor.  $q_2$  yükünün büyüklüğü kaç  $q$ 'dur?

7

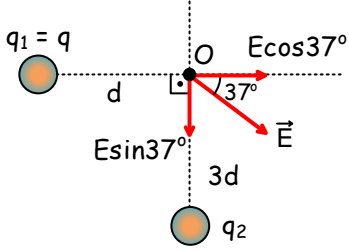


Şekildeki gibi yerleştirilen  $25q$  ve  $q_2$  yüklerinin K noktasındaki oluşturduğu bileşke elektrik alan sıfır olduğuna göre L noktasındaki bileşke elektrik alanının büyüklüğü ve yönünü bulunuz.

K noktasındaki bileşke elektrik alan sıfır olduğuna göre  $q_2$  yükünün işareti (+) olmalıdır.

$$k \frac{25q}{25d^2} = k \frac{q_2}{4d^2} \Rightarrow q_2 = 4q$$

$$E_L = k \frac{25q}{64d^2} + k \frac{4q}{d^2} = k \frac{281q}{64d^2}$$



$$E \cos 37^\circ = k \frac{q}{d^2}$$

$$E \sin 37^\circ = k \frac{q_2}{9d^2}$$

$$0,8E = k \frac{q}{d^2}$$

$$0,6E = k \frac{q_2}{9d^2}$$

$$E = k \frac{q}{0,8d^2}$$

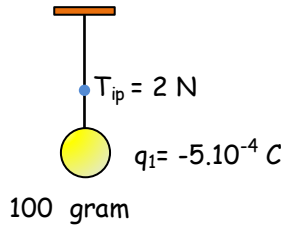
$$0,6 k \frac{q}{0,8d^2} = k \frac{q_2}{9d^2}$$

$$\frac{3q}{4} = \frac{q_2}{9}$$

$$q_2 = \frac{27q}{4}$$

10

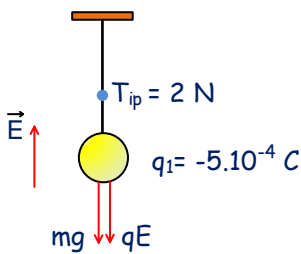
Kütlesi 100 g ve yükü  $q_1 = -5 \cdot 10^{-4} C$  olan cisim şekildeki gibi dengededir. Cisim düşey düzlemde düzgün bir elektrik alan içinde kaldığında ipteki gerilme kuvveti 2 N olarak ölçülüyor. Buna göre elektrik alanın yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.



Kütlesi 100 g olan cismin ağırlığı  $mg = 0,1 \cdot 10 = 1 N$  olur.

Buna göre ipteki gerilme kuvveti 2N olduğundan cisme etki eden elektriksel kuvvetin yönü de aşağı doğru olmalıdır.

Cismin elektrik yükünün işareti eksi olduğundan elektrik alanın yönü aşağıdan yukarı doğru olmalıdır.



$$mg + qE = 2$$

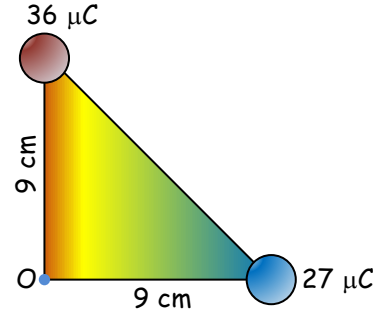
$$1 + qE = 2$$

$$qE = 1$$

$$5 \cdot 10^{-4} E = 1$$

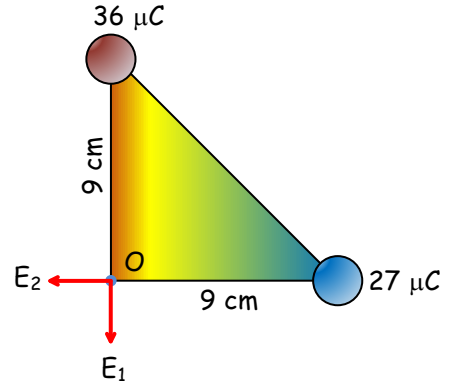
$$E = 2 \cdot 10^3 N/C$$

11



Eşkenar üçgenin köşelerine  $36 \mu C$  ve  $27 \mu C$  yükler şekildeki gibi yerleştiriliyor. Yüklerin O noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alanın büyüklüğü kaç N/C'dur.

( $k = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2$ ,  $\mu = 10^{-6}$ )



$$E_1 = k \frac{q}{d^2}$$

$$E_2 = k \frac{q}{d^2}$$

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{36 \cdot 10^{-6}}{(0,09)^2}$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{27 \cdot 10^{-6}}{(0,09)^2}$$

$$E_1 = 4 \cdot 10^7 N/C$$

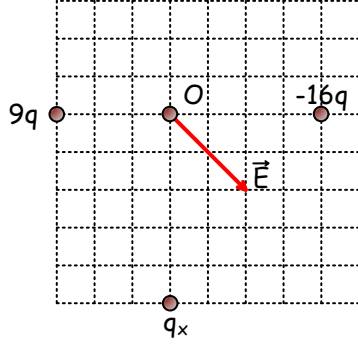
$$E_2 = 3 \cdot 10^7 N/C$$

$$(E_0)^2 = (E_1)^2 + (E_2)^2$$

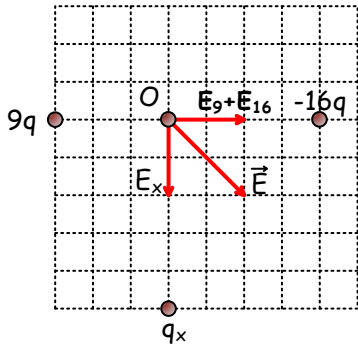
$$E_0 = 5 \cdot 10^7 N/C$$



12



Yükleri  $9q$ ,  $-16q$  ve  $q_x$  olan üç noktasal cisim şekildeki gibi yerleştiriliyor. Üç yükün  $O$  noktasında oluşturdukları elektrik alan vektörü  $\vec{E}$  ile gösteriliyor. Buna göre  $x$  noktasal cisminin yükünü bulunuz.



$$E_x = E_9 + E_{16}$$

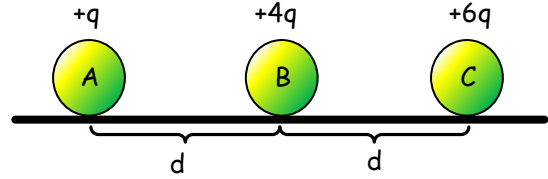
$$k \frac{q_x}{25} = k \frac{16q}{16} + k \frac{9q}{9}$$

$$k \frac{q_x}{25} = 2kq$$

$$q_x = 50q$$

## TEST SORULARI

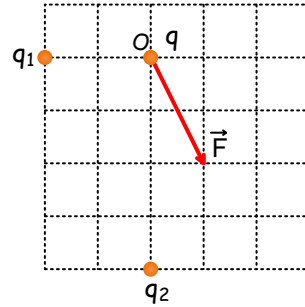
1



Eşit aralıklı A, B, C kürelerinin yükleri sırasıyla  $+q$ ,  $+4q$ ,  $+6q$  dur. A'nın B'ye uyguladığı kuvvetin büyüklüğü F ise, B'ye etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç F olur?

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

2

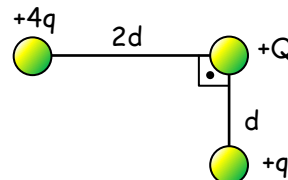


Sabit  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin  $O$  noktasındaki  $q$  yüküne uyguladıkları bileşke kuvvet F olduğuna göre  $\frac{q_1}{q_2}$  oranı kaçtır?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

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

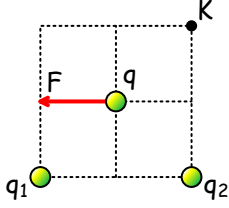
3



$+q$  yükünün  $+Q$  yüküne uyguladığı kuvvetin büyüklüğü F ise,  $+Q$  yüküne etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç F dir?

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

4

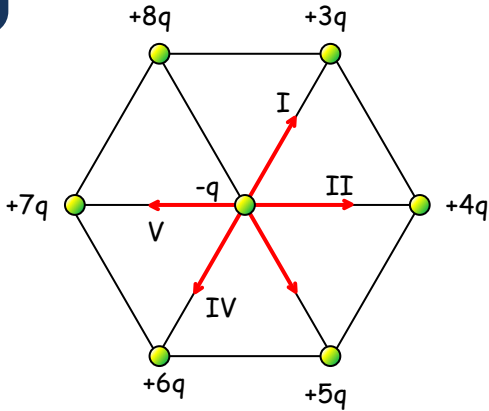


$q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin  $q$  yüküne uyguladıkları kuvvetlerin bileşkesi  $F$  dir.  $q_2$  yükü  $K$  noktasına getirilirse,  $q$  yüküne etki eden bileşke kuvvet ne olur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

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

5

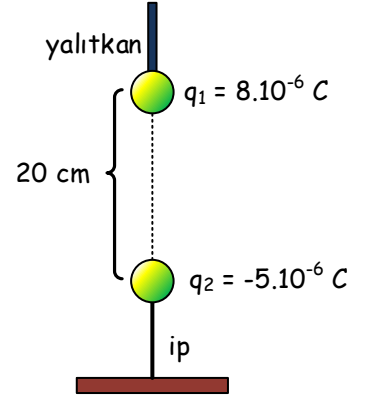


Düzgün altıgenin köşelerine şekildeki gibi noktasal yükler yerleştirilmiştir.

$+3q$  yükünün, düzgün altıgenin orta noktasındaki  $-q$  yüküne uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü  $F$  olduğuna göre,  $-q$  yüküne etki eden bileşke elektriksel kuvvetin büyüklüğü ve yönü nedir?

- A) I yönünde,  $3F$     B) II yönünde,  $4F$   
 C) III yönünde,  $3F$     D) IV yönünde  $2F$   
 E) V yönünde,  $2F$

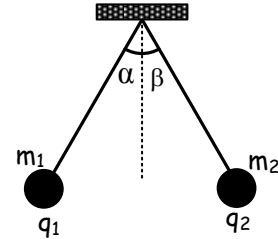
6



Şekildeki yüklü kürelerin oluşturduğu sistemde  $q_2$  yüklü kürenin bağlı olduğu ip 4 N'luk kuvvetle gerildiğine göre,  $q_2$  yüklü kürenin ağırlığı kaç N'dur?  
 ( $k=9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ )

- A) 3    B) 4    C) 5    D) 6    E) 9

7



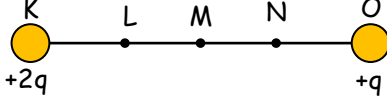
İpek ipliklerle asılı, yükleri  $q_1$  ve  $q_2$ , kütleleri  $m_1$  ve  $m_2$  olan iki küre serbest bırakıldığında şekildeki konumda dengede kalıyor.

$\alpha > \beta$  olduğuna göre aşağıdakilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- I.  $q_1 = q_2$   
 II.  $m_2 > m_1$   
 III. Kürelerin birbirine uyguladığı kuvvetler  $\vec{F}_1$  ve  $\vec{F}_2$  ise  $F_1 = -F_2$  dir.

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

8



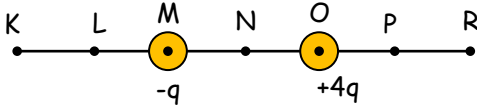
K ve O noktalarındaki  $+2q$  ve  $+q$  yüklerinin M noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan  $\vec{E}$  dir.

O noktasındaki  $+q$  yükü N noktasına getirilirse, M noktasındaki bileşke elektrik alan ne olur?

(Noktalar eşit aralıktır.)

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

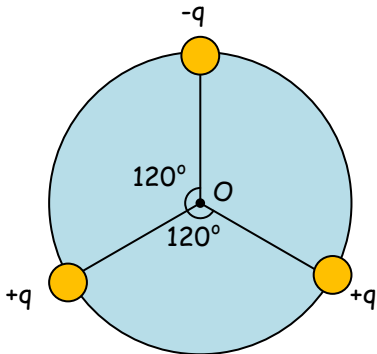
9



Şekildeki aralıklar eşit olduğuna göre hangi noktada elektrik alan şiddeti sıfırdır?

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

10

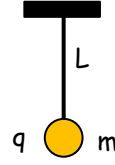


Şekildeki daire çevresine yerleştirilen yüklerin O noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan  $E$ 'dir.

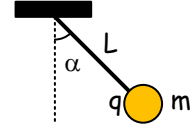
Buna göre,  $-q$  yükünün O noktasındaki elektrik alan şiddeti nedir?

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

11



Şekil-1



Şekil-2

L uzunluğundaki yalıtkan ipin ucuna bağlanan m kütleli, q yüklü küre şekil-1 de dengededir. Küre, şiddeti E olan yatay elektrik alanına konulduğunda, şekil-2 deki gibi dengede kalıyor.

Aşağıdakilerden hangisi artırılırsa, ipin düşeyle yaptığı açı artar?

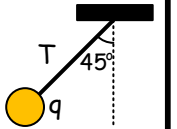
- I. m kütlesi  
II. E, elektrik alan şiddeti  
III. q yükü  
IV. L uzunluğu

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

12

Bir ipe bağlı  $+q$  yüklü küre yatay doğrultudaki elektrik alanında şekildeki gibi dengededir.

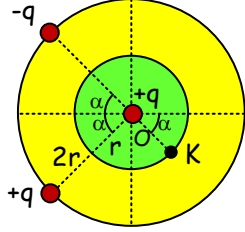
Elektrik alanı düşey ve aşağı yönde olsaydı, küre dengede iken ipteki gerilme kuvveti kaç katına çıkardı?



$$\left( \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

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

13



-q ve +q yüklerinin şekildeki O noktasında bulunan +q yüküne uyguladıkları bileşke kuvvet F dir.

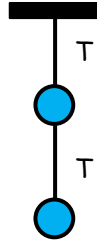
-q yükü kaldırıldıktan sonra K noktasına aşağıdaki yüklerden hangisi konursa O'daki elektriksel kuvvet değişmez?

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

14

Ağırlıkları P olan yüklü iki küre şekildeki gibi çok hafif yalıtkan iplerle asıldığında iplerdeki gerilmeler eşit oluyor.

Buna göre küreler arasındaki elektriksel kuvvet kaç P dir?



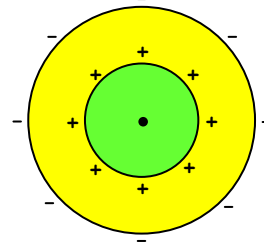
- A)  $\frac{1}{4}$  B)  $\frac{1}{2}$  C) 1 D) 2 E) 4

15

$\frac{\text{joule}}{\text{Coulomb} \times \text{metre}}$  hangi fiziksel niceliğin birimidir?

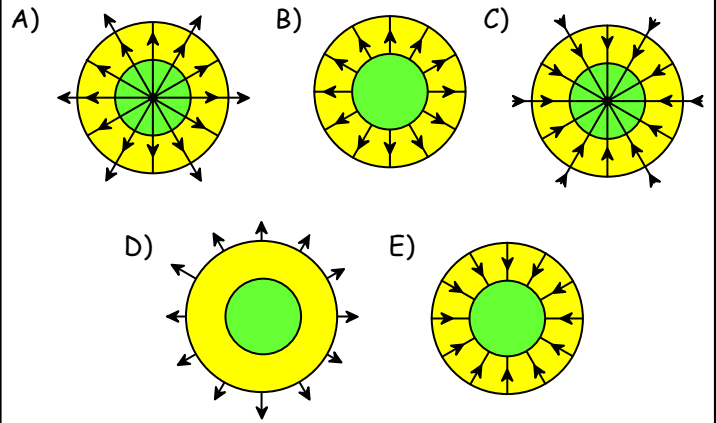
- A) Manyetik alan  
B) Akım şiddeti  
C) Potansiyel farkı  
D) Manyetik akı  
E) Elektrik alan şiddeti

16



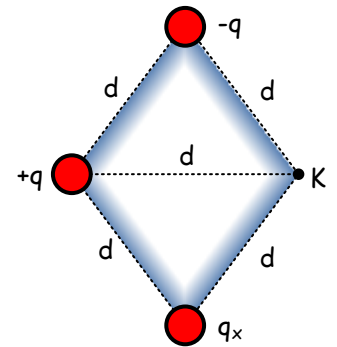
İç içe olan şekildeki kürelerden içtekinin yükü +q, dıştakinin yükü -q dur.

Elektrik alanın kuvvet çizgileri aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?



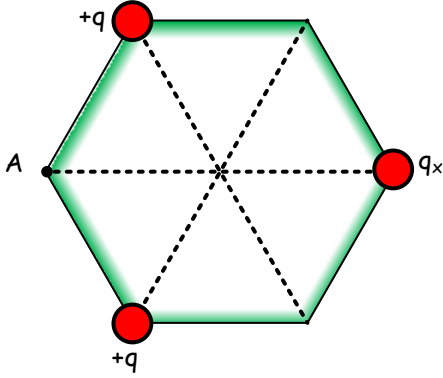
17

Şekildeki -q, +q ve  $q_x$  yüklerinin K noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan sıfır olduğuna göre  $q_x$  yükü nedir?



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

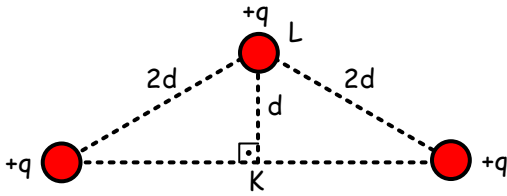
18



Bir düzgün altıgenin köşelerinde bulunan  $+q$ ,  $+q$ , ve  $q_x$  yüklerinin A noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan sıfır ise  $q_x$  yükü kaç  $q$  dur?

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

19

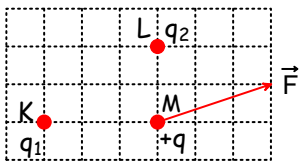


Şekildeki üç yükten L'deki yük hareketli, diğerleri sabittir.

L'deki yük hareket etmemesi için K'ye konacak dördüncü yükün miktarı kaç  $q$  olmalıdır?

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

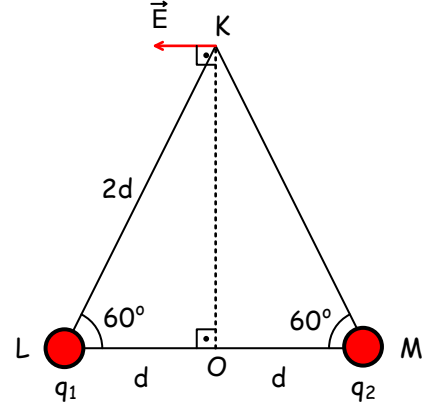
20



K ve L'deki  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin M'deki  $+q$  yüküne uyguladığı bileşke kuvvet  $\vec{F}$  ise,  $\frac{q_1}{q_2}$  oranı kaçtır?

- A)  $-\frac{9}{4}$     B) 3    C)  $-\frac{27}{4}$     D) 9    E)  $\frac{27}{2}$

21



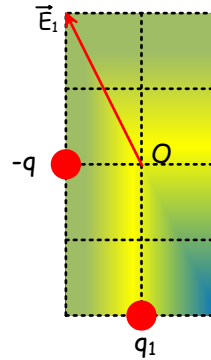
KLM eşkenar üçgenin L ve M köşelerine  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin K'de oluşturduğu bileşke elektrik alanı vektörü E şekildedir.

$q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin O noktasındaki bileşke elektrik alanı kaç E dir?

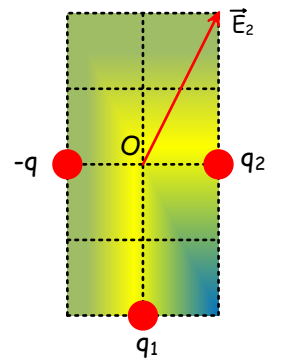
$$\left( \cos 60^\circ = \frac{1}{2} ; \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

- A) 1    B) 2    C) 4    D) 6    E) 8

22



Şekil-1



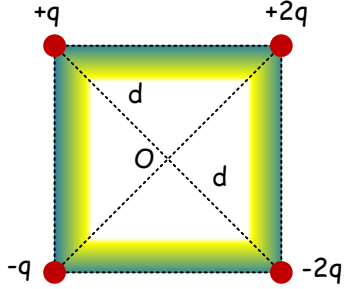
Şekil-2

Şekil-1'deki  $-q$  ve  $q_1$  yüklerinin O noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alanı  $\vec{E}_1$ ,  $-q$ ,  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin Şekil-2'deki O noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alanı  $\vec{E}_2$  dir.

Buna göre  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin işareti ile  $q$  cinsinden büyüklükleri aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $q_1 = +8q ; q_2 = -2q$     B)  $q_1 = -8q ; q_2 = +2q$   
 C)  $q_1 = +4q ; q_2 = +4q$     D)  $q_1 = -4q ; q_2 = -2q$   
 E)  $q_1 = +4q ; q_2 = +2q$

23

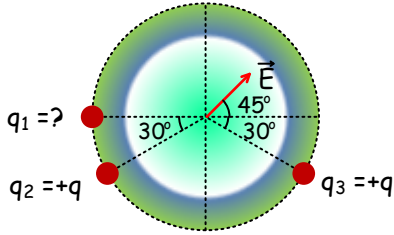


Köşegen uzunluğu  $2d$  olan karenin köşelerine şekildeki yükler yerleştirilmiştir.

$+q$  yükünün  $O$ 'da oluşturduğu elektrik alanın büyüklüğü  $E$  ise bileşke alan kaç  $E$  olur?

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

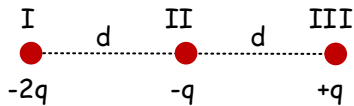
24



Şekildeki çember üzerinde bulunan  $q_1$ ,  $q_2$  ve  $q_3$  yüklerinin çemberin merkezindeki  $O$  noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan  $\vec{E}$  olduğuna göre  $q_1$  yükünün işareti ve  $q$  cinsinden büyüklüğü nedir?

- A)  $+q$  B)  $-q$  C)  $+2q$  D)  $-2q$  E)  $+3q$

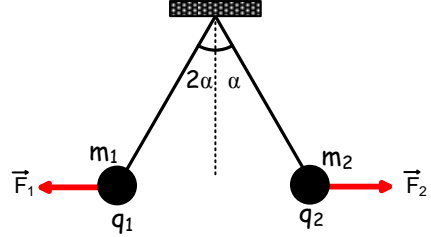
25



$-2q$ ,  $-q$  ve  $+q$  yükleri şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Her bir yüke etki eden bileşke elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ise aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

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

26



İpek ipiklerle asılı, yükleri  $q_1$  ve  $q_2$ , kütleleri  $m_1$  ve  $m_2$  olan iki küre serbest bırakıldığında şekildeki konumda dengede kalıyor.

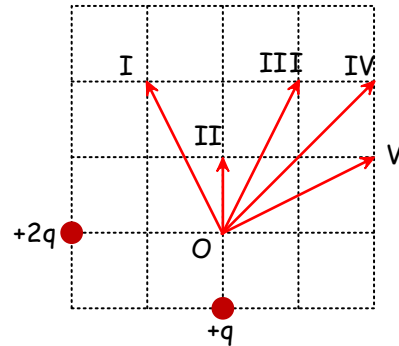
Buna göre,

- I.  $q_2 > q_1$   
II.  $m_2 > m_1$   
III.  $F_1 > F_2$

yargılarından hangisi kesinlikle doğrudur?

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

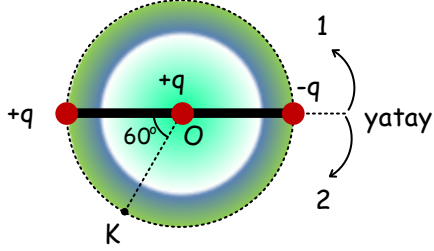
27



Şekildeki sabit  $+2q$  ve  $+q$  yüklerinin  $O$  noktasında birlikte oluşturdukları bileşke elektrik alan vektörü hangisidir?

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

28

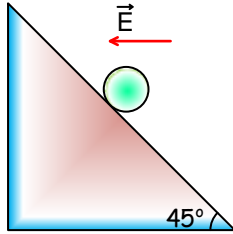


Şekildeki yalıtkan çubuğun uçlarındaki  $+q$  ve  $-q$  yüklerinin çubuğun ortasındaki  $+q$  yüküne uyguladıkları kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü  $F$  dir.

$K$  noktasına  $+2q$  yerleştirildikten sonra çubuk  $O$  noktası etrafında hangi yönde kaç derece döndürülürse,  $O$  noktasındaki yüke etki eden kuvvet yine aynı yönde ve  $F$  büyüklüğünde olur?

- A) 1 yönünde,  $60^\circ$  B) 2 yönünde,  $90^\circ$  C) 1 yönünde,  $90^\circ$   
D) 1 yönünde,  $120^\circ$  E) 2 yönünde,  $60^\circ$

29



Düzgün elektrik alan içinde bulunan eğik düzlem üzerindeki  $m$  kütleli,  $q$  yüklü parçacık şekildeki gibi dengededir.

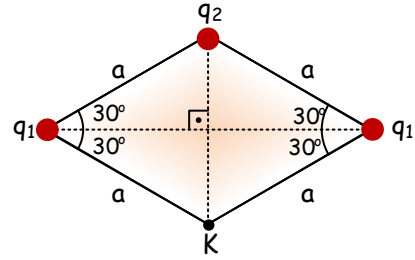
Buna göre elektrik alan şiddeti aşağıdakilerden hangisine eşittir?

( $g$ , yerçekimi ivmesi)

$$\left( \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

- A)  $q.m.g$  B)  $\frac{q}{mg}$  C)  $\frac{mg}{q}$  D)  $2q.mg$  E)  $\frac{\sqrt{2}}{2} q.mg$

30

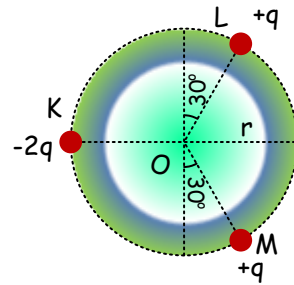


Şekildeki eşkenar dörtgenin köşelerine yerleştirilen  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin  $K$  noktasında oluşturdukları elektrik alanı sıfır olduğuna göre  $\frac{q_1}{q_2}$  oranı kaçtır?

$$\left( \sin 30^\circ = \frac{1}{2} ; \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

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

31



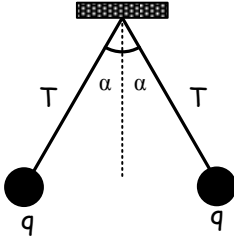
$r$  yarıçaplı küre üzerinde  $K$ ,  $L$ ,  $M$  konumlarında bulunan yüklerden  $K$ 'dekinin  $O$  noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğü  $E$  ise,  $O$ 'da oluşan bileşke elektrik alan kaç  $E$  dir?

$$\left( \sin 30^\circ = \frac{1}{2} ; \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

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



32



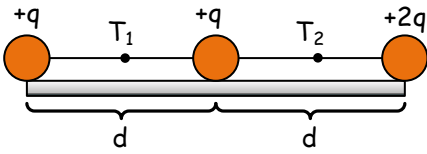
Yükleri eşit, yarıçapları farklı küreler eşit uzunluktaki yalıtkan iplerle şekildeki gibi dengededir. Küreler yalıtkan iplerinden tutularak birbirine dokundurulup bırakılıyor.

Tekrar denge konumuna geldiklerinde,

- I.  $\alpha$  açısının büyüklüğü
  - II. Birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvet
  - III. İplerdeki T gerilme kuvvetinin büyüklüğü
- niceliklerinden hangileri kesinlikle değişmiştir?

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

33

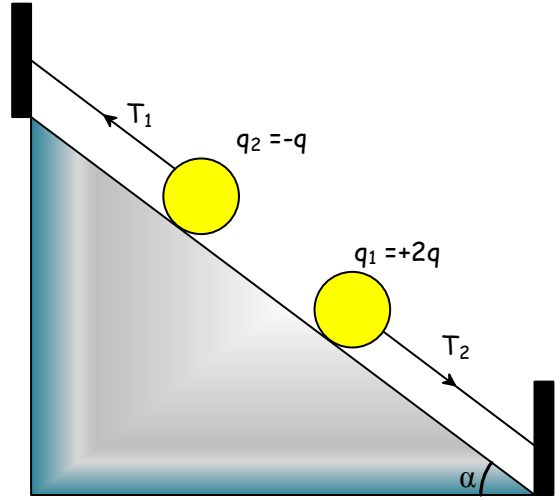


Yalıtkan yatay ve sürtünmesiz düzlemde özdeş parçacıklar şekildeki gibi yalıtkan iplerle birbirine bağlı olarak dengede iken ipteki gerilme kuvvetleri  $T_1$  ve  $T_2$  dir.

Buna göre  $T_1/T_2$  oranı kaçtır?

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

34



Yalıtkan eğik düzlem üzerinde, yalıtkan iplerle bağlı eşit kütleli iki parçacığın yükleri sırasıyla  $q_1 = +2q$  ve  $q_2 = -q$  dur. Parçacıklar şekildeki gibi dengede iken iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri  $T_1$  ve  $T_2$  dir.

$\alpha$  açısı küçültülürse  $T_1$  ve  $T_2$  nin değerleri nasıl değişir?

	$T_1$	$T_2$
A)	Azalır	Artar
B)	Azalır	Değişmez
C)	Artar	Artar
D)	Artar	Azalır
E)	Azalır	Azalır

1) E  
2) B  
3) B  
4) D  
5) E  
6) C  
7) D  
8) D  
9) A  
10) E

11) B  
12) A  
13) A  
14) C  
15) E  
16) B  
17) A  
18) C  
19) D  
20) C

21) E  
22) A  
23) E  
24) A  
25) D  
26) B  
27) C  
28) E  
29) C  
30) E

31) D  
32) E  
33) D  
34) A