

## 11.2.2. Elektriksel Potansiyel

11.2.2.1. Elektriksel potansiyel enerji, potansiyel, potansiyel fark ve iş kavramlarını açıklar ve birbirleri ile ilişkilendirir.

a. Öğrencilerin kavramlar ile ilgili matematiksel modelleri incelemeleri sağlanır.

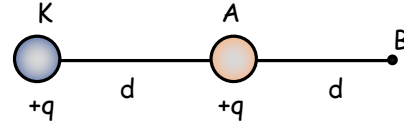
11.2.2.2. Elektriksel potansiyel enerji ile gravitasyon potansiyel enerjisini birbirleri ile ilişkilendirir.

a. Öğrencilerin deney yaparak ve simülasyonlar kullanarak kavramlar arasındaki ilişkileri sorgulamaları sağlanır.

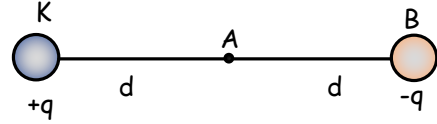
11.2.2.3. Elektriksel potansiyel enerji, potansiyel, potansiyel fark ve iş kavramlarını ile ilgili hesaplamalar yapar.

## 2.2.1. Elektriksel Potansiyel Enerji, Potansiyel, Potansiyel Fark ve İş Kavramları

### Elektrik Potansiyel Enerji



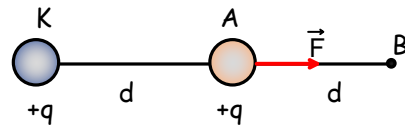
Sabit tutulan noktasal +q yüklü K cisminin yakınına +q yükünü bıraktığımızda +q yükü A noktasından B noktasına doğru hareket eder.



Sabit tutulan +q yüklü K noktasal cisminin yakınına -q yüklü noktasal cismini B noktasına bıraktığımızda ise yüklü cisim A noktasına doğru hareket eder.

Elimizde tuttuğumuz bir silgiyi serbest bıraktığımızda yere doğru harekete başlar. Bu olayın sebebi silginin çekim potansiyel enerjisi fazla olan yerden az olan yere doğru hareket etmesidir. Bir yayı sıkıştırıp bıraktığımızda ise elimizden fırlamasının sebebi yayda depolanan potansiyel enerjisidir.

Pozitif yüklü iki noktasal yükü yaklaştırıp bırakırsak birbirlerini itmekte, zıt yüklerle yüklü iki noktasal yükü yaklaştırdığımızda ise birbirlerine doğru hareket etmektedir. Yükler arasındaki bu hareketin sebebi de elektrik potansiyel enerjidir.



Sabit tutulan +q yüklü cismin yakınına bırakılan +q yüklü cisme elektrik alandan kaynaklanan coulomb kuvveti etki eder. Kuvvet cisim üzerinde bir iş yapar. Yapılan iş hareket eden yükün elektrik potansiyel enerjisini değiştirir.

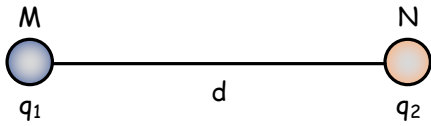
İş, kuvvet ve kuvvet doğrultusundaki yer değiştirmenin çarpımı olduğu için,

$$W = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \cdot d = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} \quad \text{bağıntısı elde edilir.}$$

Aralarında  $d$  uzaklığı bulunan iki yüklü cismin sahip olduğu potansiyel enerji:

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

Bu ifade noktasal iki yük arasındaki elektrik potansiyel enerjisini verir. Elektrik potansiyel enerji elektrik alanın yüklü parçacık üzerinde yaptığı iş olarak tanımlanır. Bu ifadeye benzer olarak **elektiriksel potansiyel enerji elektiriksel kuvvetlere karşı yapılan iş olarak da tanımlanmaktadır. Elektrik potansiyel enerji skaler bir büyüklüktür. Birimi ise enerji birimi olan joule'dür.**



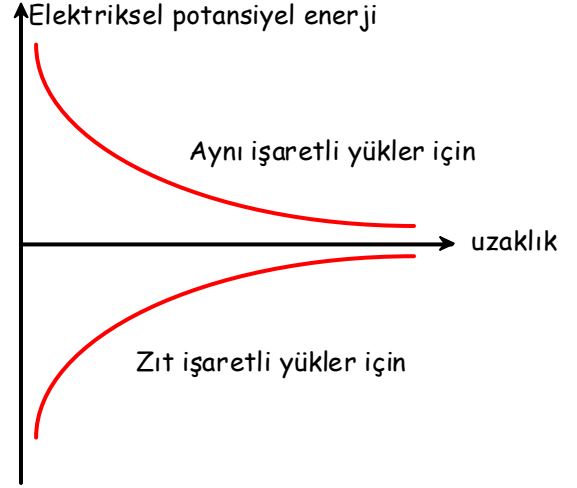
□ Elektiriksel potansiyel enerji skaler bir büyüklüktür. Yüklerin işaretleri hesaplamaya dâhil edilir.

□ Aynı işaretli yüklerin potansiyel enerjisi pozitif, zıt işaretli yüklerin potansiyel enerjisi negatif olur.

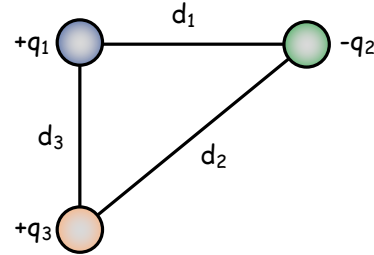
□  $q_1$  ve  $q_2$  yükleri aynı işaretli ise  $q_2$  yükünü sonsuzdan alıp N noktasına getirmekle elektiriksel kuvvetlere karşı iş yapılır. Yükler aynı işaretli olduğundan sistemin potansiyel enerjisi pozitifdir. Bu durumda  $q_2$  yükü  $q_1$  yüküne yaklaştırılırken elektiriksel kuvvetlere karşı, uzaklaşırken elektiriksel kuvvetler iş yapar.  $q_2$  yükü sonsuza gittiğinde potansiyel enerji sıfır olur. **Aynı cins yüklerden meydana gelen sistemin potansiyel enerjisi aralarındaki mesafe ile ters orantılıdır. Mesafe küçüldükçe potansiyel enerji artar, mesafe büyüdüğü potansiyel enerji azalır.**

□  $q_1$  ve  $q_2$  yükleri zıt işaretli ise  $q_2$  yükünü sonsuzdan alarak N noktasına gelmesi sonucu elektiriksel kuvvetler iş yapar. Bu durumda sistemin potansiyel enerjisi negatifdir. Sistemden enerji alınmıştır. Eğer  $q_2$  yükü  $q_1$  yükünden uzaklaştırılacak olursa potansiyel enerji artarak sonsuzda sıfır olur. **Zıt işaretli yüklerden meydana gelen sistemin potansiyel enerjisi aralarındaki mesafe ile doğru orantılıdır. Mesafe küçüldükçe potansiyel enerji azalır, mesafe büyüdüğü potansiyel enerji artar. Sonsuzda potansiyel enerjinin sıfır olabilmesi için zıt işaretli yüklerden meydana gelen sistemin negatif olmasını gerektirir.**

□ Her iki konumda da  $q_2$  yükünü N noktasına getirmekle yapılan iş, yükün geldiği yola bağlı olmayıp yükün son konumuna bağlıdır.



İkiden fazla yükün meydana getirdiği sistemlerin potansiyel enerjisi yüklerin ikiserli kombinasyonlarının potansiyel enerjilerinin cebirsel toplamına eşit olur.



Şekildeki sistemin potansiyel enerjisi:

$$E_p = -k \frac{q_1 \cdot q_2}{d_1} - k \frac{q_2 \cdot q_3}{d_2} + k \frac{q_1 \cdot q_3}{d_3}$$
 olur.

Sistemdeki her bir yükün potansiyel enerjisi ise; sorulan yükün diğer yüklerle ikili kombinasyonlarının potansiyel enerjilerinin cebirsel toplamına eşit olur.

Bu ifade aynı zamanda sonsuzdan üç yükü bu noktalara yerleştirmek için sisteme verilmesi gereken enerjiye de eşittir.

Bu sistemde sadece  $q_3$  yükünün toplam elektrik potansiyel enerjisini bulalım.  $q_3$  yükünün  $q_1$  ve  $q_2$  yükü ile potansiyel enerjileri ayrı ayrı bulunarak toplanır. Toplam elektrik potansiyel enerji

$$E_{p3} = k \frac{q_1 \cdot q_3}{d_3} - k \frac{q_2 \cdot q_3}{d_2}$$
 olur.

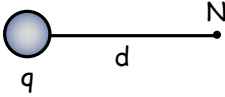
## Elektrik potansiyel

Sabit bir yükün oluşturduğu elektrik alanda hareket eden yükü, birim yük kabul edersek birim yük başına düşen elektrik potansiyel enerjiye **elektrik potansiyel** denir. Buna göre,

$$V = \frac{E_p}{q_0} = k \frac{q \cdot q_0}{d} \frac{1}{q_0}$$

bağıntısından, Elektrik potansiyel bağıntısı

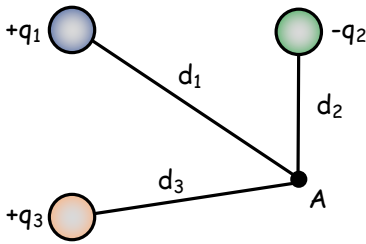
$$V = k \frac{q}{d} \text{ elde edilir.}$$



Sabit q yükünün d kadar uzaklıkta oluşturduğu elektrik potansiyel  $V = k \cdot q/d$  bağıntısı ile hesaplanır. Elektrik potansiyel **skaler** bir büyüklüktür. Birimi ise **volt** olarak verilmiştir. Elektrik potansiyel, enerjinin yüke oranından bulunduğu için **V yerine J/C** birimi de kullanılabilir.

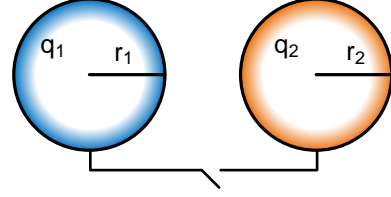
Elektriksel potansiyel skaler bir büyüklüktür. Yüklerin işareti hesaplamaya dâhil edilir.

İki veya daha fazla yükün bir noktadaki elektriksel potansiyeli yüklerin her birinin elektriksel potansiyelinin cebirsel toplamına eşit olur.



Şekildeki A noktasının elektriksel potansiyeli;

$$V_A = k \frac{q_1}{d_1} - k \frac{q_2}{d_2} + k \frac{q_3}{d_3} \text{ olur.}$$

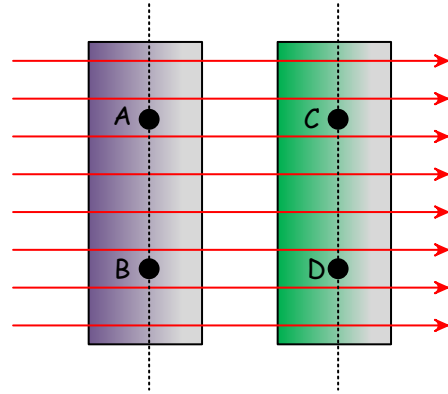


İletken ve yüklü iki küreyi birbirine bağlayan iletken tellerin arasındaki anahtarı şekildedeki gibi kapatırsak aralarında yük geçişinin olabilmesi için yük/yarıçap oranlarının farklı olması gerekir. Bu oran eşitlene kadar yük geçişi devam eder. İki küre için son durumda elektrik potansiyelleri eşit olur. Bu potansiyele **ortak potansiyel** denir. Ortak potansiyel:

$$V_0 = k \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

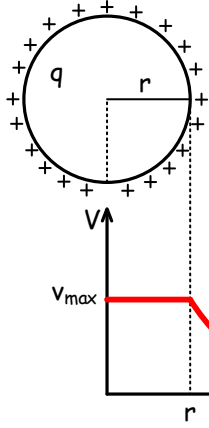
*Elektrik potansiyel, elektrik alan yönünde gidildikçe azalır, elektrik alana ters yönde gidildikçe artar. Elektrik alan içindeki alan çizgilerini dik kesen düzlem üzerindeki her noktanın elektrik potansiyelleri eşittir. Bu noktaların oluşturdukları yüzeye eş potansiyel yüzeyleri denir.*



Şekilde görüldüğü gibi aynı düzlemde bulunan A, B noktalarının potansiyelleri birbirine eşittir. C, D noktalarının potansiyelleri de birbirine eşittir. Fakat elektrik alan yönünde gidildikçe elektrik potansiyel azaldığı için

$$V_A = V_B > V_C = V_D$$

A ve B noktalarının potansiyelleri, C ve D noktalarının potansiyelinden büyüktür.



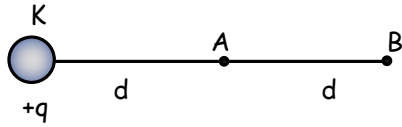
$$d < r \text{ ise } V = k \frac{q}{r}$$

$$d = r \text{ ise } V = k \frac{q}{r}$$

$$d > r \text{ ise } V = k \frac{q}{d}$$

Yüklü bir iletken kürenin içerisinde yük yoktur. İletken kürenin merkez doğrultusunda bir tünel açalım. Tünelin bir tarafından bir yükü sabit bir hızla karşıya fırlatırsak yüke hiçbir kuvvet etki etmeden yük karşıya geçer. Bu da bize kürenin içinde potansiyelinin sabit olduğunu gösterir. Yüklü bir kürenin içinde elektrik potansiyeli kürenin yüzeyinde maksimumdur. Yüzeyden uzaklaştıkça elektrik potansiyelindeki gibi azalır.

### Elektrik Potansiyel Fark



Elektrik potansiyel uzaklıkta ters orantılıdır. Yükü +q olan noktasal K yükünün A ve B noktalarındaki potansiyellerini bulalım.

$$V_A = k \frac{q}{d} \quad V_B = k \frac{q}{2d}$$

A ve B noktalarındaki potansiyellerin farkını bulalım.

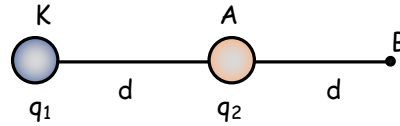
$V_{AB} = V_B - V_A$  İki nokta arasındaki potansiyel farkını verir.

$$V_{AB} = k \frac{q}{2d} - k \frac{q}{d}$$

$$V_{AB} = -k \frac{q}{2d}$$

$V_{AB}$  ifadesi A noktasının B noktasına göre potansiyelini ifade eder. İki nokta arasındaki potansiyel fark, elektrik devrelerinde gerilim (voltaj) olarak adlandırılır. Potansiyel fark, birim yükün A noktasından B noktasına götürülürken elektriksel kuvvetlerce yapılan işe eşittir.

### Elektriksel İş



K noktasına pozitif yüklü  $q_1$  yükünü yerleştirelim. Bu yük A ve B noktalarında bir potansiyel fark oluşturur. Pozitif yüklü  $q_2$  yükünü A noktasına bırakırsak bu potansiyel fark altında A noktasından B noktasına doğru hareket eder. Bu sırada elektriksel kuvvetler iş yapar. Yapılan iş  $W = q_2 \cdot V_{AB}$  bağıntısı ile hesaplanır.

$$V_A = k \frac{q_1}{d} \quad V_B = k \frac{q_1}{2d}$$

$$V_{AB} = k \frac{q_1}{2d} - k \frac{q_1}{d} \Rightarrow V_{AB} = -k \frac{q_1}{2d}$$

$$W = q_2 \cdot V_{AB} = q_2 \left( -k \frac{q_1}{2d} \right) = -k \frac{q_1 \cdot q_2}{2d}$$

### 2.2.2. Elektriksel Potansiyel Enerji ile Gravitasyon Potansiyel Enerjisi

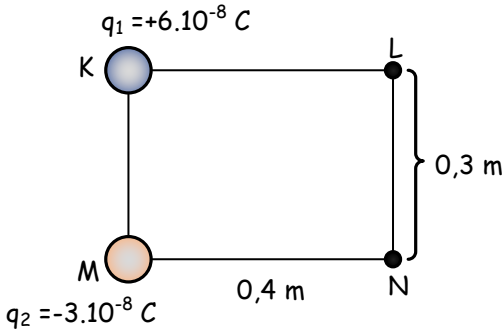
Dünya üzerindeki bütün cisimler yer çekim alanının etkisi altındadır. Dünya'nın çekim alanından dolayı bir vinç mermeri kaldırdığında mermer bir potansiyel enerji (gravitasyon potansiyel enerji) kazanır. Çünkü mermer kütlelerinin Dünya'nın merkezinden uzaklaşmasından dolayı çekim potansiyeli düşük olan yerden çekim potansiyeli yüksek olan yere hareket eder. Bu sırada yer çekim kuvvetine karşı iş yapılır.

Ağaç dalında duran elmalar koptuğunda yer çekimi kuvvetinin etkisi ile düşmeye başlar. Bu sırada yer çekim kuvveti iş yapar. Yapılan iş elmanın kinetik enerjisini artırır. Gravitasyon potansiyel enerjisi ile elektriksel potansiyel enerjisi arasında benzerlik vardır.

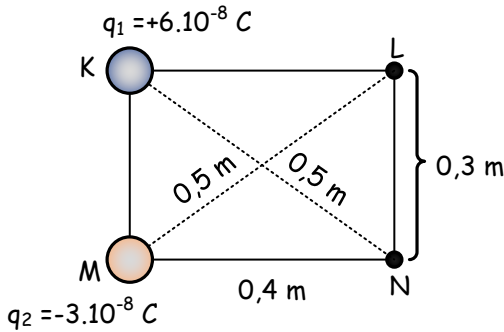
Çekim potansiyel enerjisi yeryüzünden yukarıya doğru çıkıldıkça artar. Cismin kütlesinin artması çekim potansiyel enerjisini artırır. Aynı yükle yüklü iki plastik çubuk arasındaki mesafe azaldıkça elektrik potansiyel enerjisi artar.

- ❑ Pozitif yüklü bir noktasal yükün etrafında oluşturduğu potansiyel yükten uzaklaştıkça azalır.
- ❑ Elektrik potansiyel enerjisi aynı işaretli yüklerde, yükler arasındaki uzaklık azaldıkça artar.
- ❑ Zıt işaretli yüklerde elektrik potansiyel enerjisi, yükler arasındaki uzaklık arttıkça artar.

### KENDİMİZİ DENEYELİM



K ve M noktalarına şekildeki gibi noktasal yükler yerleştiriliyor.  $V_{LN}$  potansiyel farkını bulunuz.



$$V_L = k \frac{q_1}{0,4} - k \frac{q_2}{0,5} = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 10^{-8}}{0,4} - 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-8}}{0,5} = 810 \text{ V}$$

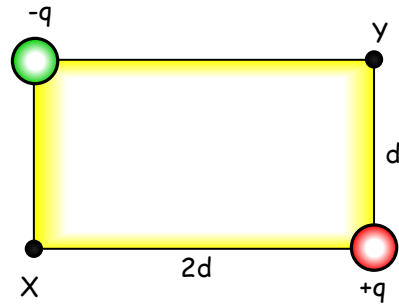
$$V_N = k \frac{q_1}{0,5} - k \frac{q_2}{0,4} = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 10^{-8}}{0,5} - 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-8}}{0,4} = 405 \text{ V}$$

$$V_{LN} = V_N - V_L = 405 - 810 = -405 \text{ V}$$

### 2.2.3. Elektriksel Potansiyel Enerji, Potansiyel, Potansiyel Fark ve İş Kavramları ile İlgili Örnekler

Elektriksel potansiyel enerji, potansiyel, potansiyel fark ve iş kavramları ile ilgili hesaplamalar yaparak konuyu pekiştirelim.

#### ÖRNEK:



Şekildeki  $-q$  ve  $+q$  yüklerinin birlikte X noktasında oluşturdukları toplam potansiyel  $V_X$ , Y noktasında oluşturdukları toplam potansiyel  $V_Y$  ise  $\frac{V_X}{V_Y}$  oranı kaçtır?

#### ÇÖZÜM:

$$\left. \begin{aligned} V_X &= k \frac{q}{2d} - k \frac{q}{d} = -k \frac{q}{2d} \\ V_Y &= k \frac{q}{d} - k \frac{q}{2d} = k \frac{q}{2d} \end{aligned} \right\} \frac{V_X}{V_Y} = \frac{-k \frac{q}{2d}}{k \frac{q}{2d}} = -1$$

#### ÖRNEK:

$q$  yükünü, potansiyeli  $-4$  volt olan bir noktadan  $+4$  volt olan noktaya taşıırken  $8 \cdot 10^{-2}$  J iş yapıldığına göre,  $q$  yükü kaç C'dur?

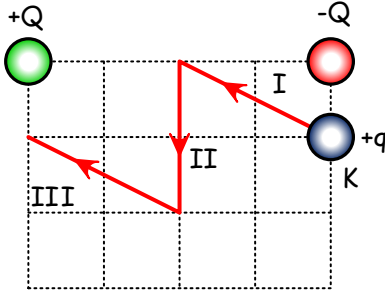
#### ÇÖZÜM:

$$W = q (V_{\text{son}} - V_{\text{ilk}})$$

$$8 \cdot 10^{-2} = q (4 - (-4))$$

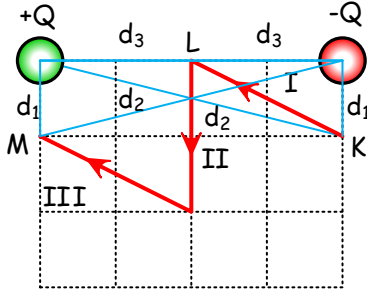
$$8 \cdot 10^{-2} = q \cdot 8$$

$$q = 1 \cdot 10^{-2} \text{ C}$$

**ÖRNEK:**

Şekildeki sabit +Q ve -Q yüklerinin oluşturduğu elektrik alan içindeki K noktasında bulunan +q yükü I, II ve III yolları boyunca hareket ettiriliyor.

Bu yollar boyunca elektriksel kuvvetlere karşı yapılan işler sırasıyla  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

**ÇÖZÜM:**

$$V_K = k \frac{-Q}{d_1} + k \frac{Q}{d_2} \quad d_1 < d_2 \Rightarrow k \frac{-Q}{d_1} > k \frac{Q}{d_2}$$

$$V_K = -V$$

$$V_L = k \frac{-Q}{d_3} + k \frac{Q}{d_3} = 0$$

$$V_K = k \frac{Q}{d_1} + k \frac{-Q}{d_2} \quad d_1 < d_2 \Rightarrow k \frac{Q}{d_1} > k \frac{-Q}{d_2}$$

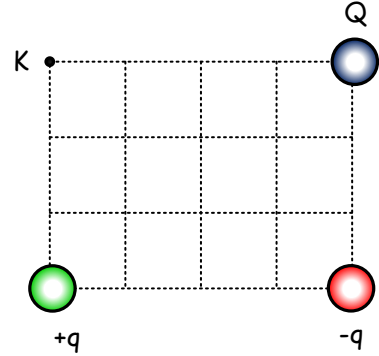
$$V_M = +V$$

$$W_1 = q (V_L - V_K) = q (0 - (-V)) = qV$$

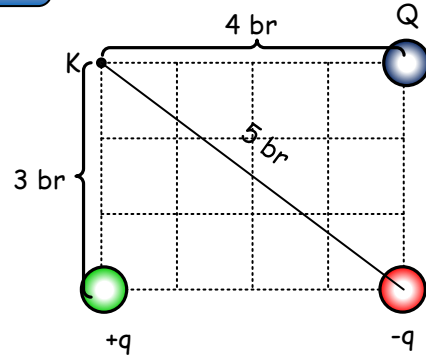
$$W_2 = q (V_L - V_L) = q \cdot 0 = 0$$

$$W_3 = q (V_M - V_L) = q (V - 0) = qV$$

$$W_1 = W_2; W_3 = 0$$

**ÖRNEK:**

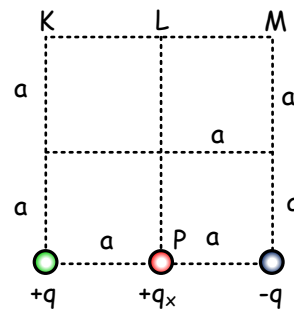
Şekildeki sistemde Q yükü kaç q olmalıdır ki K noktasındaki elektrik potansiyel sıfır olsun?

**ÇÖZÜM:**

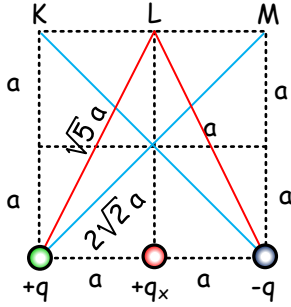
$$V_K = 0$$

$$k \frac{q}{3} - k \frac{q}{5} + k \frac{Q}{4} = 0$$

$$k \frac{2q}{15} + k \frac{Q}{4} = 0 \Rightarrow Q = \frac{-2q}{15}$$

**ÖRNEK:**

Şekildeki yük sisteminde P noktasındaki  $+q_x$  yükünün K, L, M noktalarından hangisi veya hangilerine götürülmesi halinde sistemin potansiyel enerjisi artar?



$q_x = q$  olsun

$$E_{ilk} = k \frac{q \cdot q}{a} - k \frac{q \cdot q}{a} - k \frac{q \cdot q}{2a} = -k \frac{q^2}{2a}$$

$$E_K = k \frac{q \cdot q}{2a} - k \frac{q \cdot q}{2\sqrt{2}a} - k \frac{q \cdot q}{2a} = -k \frac{q^2}{2\sqrt{2}a}$$

$$E_L = k \frac{q \cdot q}{\sqrt{5}a} - k \frac{q \cdot q}{\sqrt{5}a} - k \frac{q \cdot q}{2a} = -k \frac{q^2}{2a}$$

$$E_M = k \frac{q \cdot q}{2\sqrt{2}a} - k \frac{q \cdot q}{2a} - k \frac{q \cdot q}{2a} = k \frac{q^2}{2\sqrt{2}a} - k \frac{q^2}{a}$$

$$-k \frac{q^2}{2\sqrt{2}a} > -k \frac{q^2}{2a} \Rightarrow E_K > E_{ilk}$$

$$-k \frac{q^2}{2a} > -k \frac{q^2}{2a} \Rightarrow E_L = E_{ilk}$$

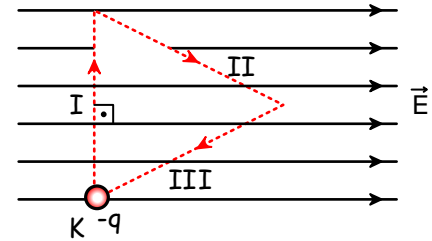
$$k \frac{q^2}{2\sqrt{2}a} - k \frac{q^2}{a} < -k \frac{q^2}{2a} \Rightarrow E_M < E_{ilk}$$

### ÇÖZÜM:

K noktasındaki  $+q$  yükü KL güzergahında  $r$  yarıçaplı çember üzerinde hareket ederken aralarındaki uzaklık sabit ( $r$  kadar) kaldığından potansiyel enerji değişmez.

LM güzergahı boyunca aralarındaki uzaklık arttığından ve enerji (-) olduğundan sifıra yaklaşacak ve enerji artmış olacaktır.

### ÖRNEK:



Şekilde K noktasındaki  $-q$  yüklü cisim, homojen E elektrik alanı içinde I, II, III yolları boyunca hareket ettirilerek K noktasına geri getiriliyor.

Bu yolların hangisinde elektriksel kuvvetlere karşı iş yapılmıştır?

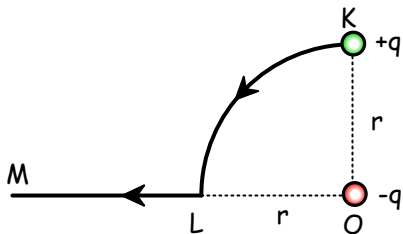
### ÇÖZÜM:

I yolu boyunca potansiyel aynı olduğundan yapılan iş sıfırdır.

II yolu boyunca elektriksel kuvvetlere karşı iş yapılmıştır.

III yolu boyunca elektriksel kuvvetler iş yapmıştır.

### ÖRNEK:



O noktasındaki  $-q$  yükü sabit tutulmaktayken, K noktasındaki  $+q$  yükü KL ve LM yolunu izleyerek M noktasına getiriliyor.

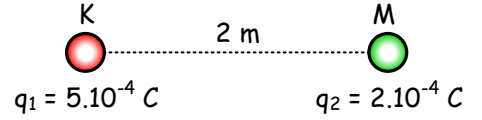
İki yükten oluşan sistemin elektrik potansiyel enerjisi nasıl değişir?

### Kavram Yanılgıları

- Gerilim bir devrede akar.
- Elektriksel alan ile gerilim arasında hiçbir bağlantı yoktur.
- Gerilim enerjidir.
- Eş potansiyel eşit alan veya düzgün alan anlamındadır.
- Yüksek voltaj kendine zarar verir.
- Gerçek bir yükü bir eş potansiyelde hareket ettirmek için iş yapmak gerekir.
- Yükler kendi kendilerine hareket eder.

### Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları

1

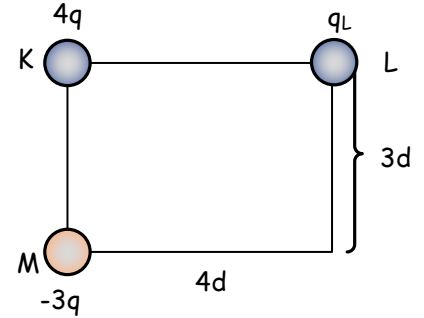


K ve M noktalarına sabitlenen şekildeki noktasal yüklerin elektrik potansiyel enerjisi kaç Joule'dür?

$$E_p = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{2}$$

$$E_p = 450 \text{ V}$$

2



Şekildeki dikdörtgenin köşelerine K, L ve M yükleri sabitleniyor. Sistemin toplam elektrik potansiyel enerjisi sıfır olduğuna göre L noktasındaki yük kaç q'dur?

$$E_p = 0$$

$$k \frac{4q \cdot q_L}{4d} - k \frac{3q \cdot q_L}{5d} - k \frac{4q \cdot 3q}{3d} = 0$$

$$k \frac{q \cdot q_L}{d} - k \frac{3q \cdot q_L}{5d} = k \frac{4q \cdot 3q}{3d}$$

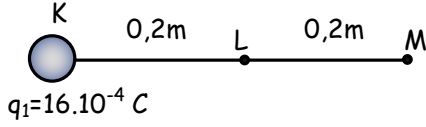
$$q_L - \frac{3q_L}{5} = 4q$$

$$\frac{2q_L}{5} = 4q$$

$$q_L = 10q$$



3



K noktasına yükü  $16 \cdot 10^{-4} \text{ C}$  olan noktasal cisim sabitleniyor. Yükü  $q = 1 \cdot 10^{-4} \text{ C}$  olan noktasal bir cisim L noktasında iken elektrik potansiyel enerji  $E_1$ , M noktasında iken elektrik potansiyel enerji  $E_2$  oluyor.

$E_1/E_2$  oranı kaçtır?

$$E_1 = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{16 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{0,2}$$

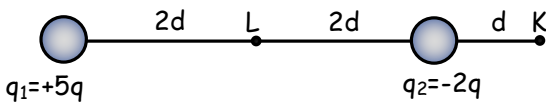
$$E_1 = 7200 \text{ V}$$

$$E_2 = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d_2} = 9 \cdot 10^9 \frac{16 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{0,4}$$

$$E_2 = 3600 \text{ V}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{7200}{3600} = 2$$

4



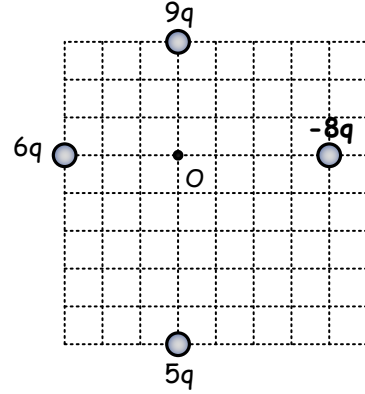
$q_1$  ve  $q_2$  yükleri şekildeki konumlarında sabittir. K noktasının elektrik potansiyelinin L noktasının elektrik potansiyeline oranı kaçtır?

$$V_K = k \frac{5q}{5d} - k \frac{2q}{d} = -k \frac{q}{d}$$

$$V_L = k \frac{5q}{2d} - k \frac{2q}{2d} =$$

$$\frac{V_K}{V_L} = \frac{-k \frac{q}{d}}{k \frac{3q}{2d}} = -\frac{2}{3}$$

5

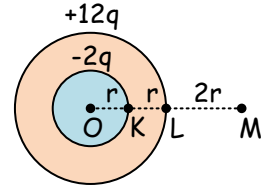


Şekildeki ölçekli çizim üzerinde her bir aralık  $d$  kadardır. Şekil üzerindeki noktalara sabitlenen yüklerin O noktasında oluşturdukları toplam elektrik potansiyeli bulunuz.

$$V_O = k \frac{5q}{5d} - k \frac{8q}{4d} + k \frac{9q}{3d} + k \frac{6q}{3d}$$

$$V_O = k \frac{4q}{d}$$

6



Yükleri  $-2q$  ve  $+12q$  olan küreler şekildeki gibi yerleştiriliyorlar. O, K, L ve M noktalarındaki elektrik potansiyellerin büyüklüklerini hesaplayınız.

O noktası her iki kürenin de merkezindedir.

$$V_O = k \frac{12q}{2r} - k \frac{2q}{r} = k \frac{4q}{r}$$

K noktası küçük kürenin yüzeyinde, büyük kürenin içindedir. Bu nedenle O noktasının potansiyeli ile aynıdır.

$$V_K = k \frac{4q}{r}$$

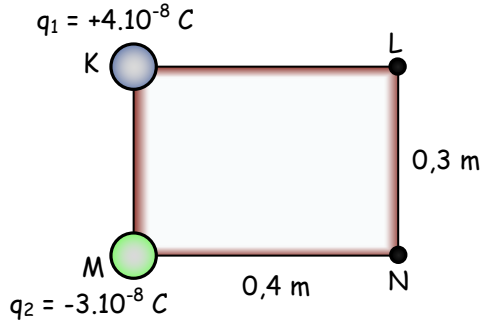
L noktası küçük kürenin merkezinden  $2r$  uzaklıkta iken, büyük kürenin yüzeyindedir.

$$V_L = k \frac{12q}{2r} - k \frac{2q}{2r} = k \frac{5q}{r}$$

M noktası her iki kürenin de dışındadır.

$$V_M = k \frac{12q}{4r} - k \frac{2q}{4r} = k \frac{5q}{2r}$$

7



K ve M noktalarına şekildeki gibi yerleştirilen yüklerin L ve N noktalarında oluşturdukları potansiyellerin farkını ( $\Delta V = V_{LN}$ ) bulunuz.

$$V_L = k \frac{q_1}{0,4} - k \frac{q_2}{0,5} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-8}}{0,4} - 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-8}}{0,5}$$

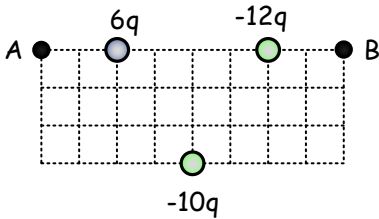
$$V_L = 900 - 540 = 360 \text{ V}$$

$$V_N = k \frac{q_1}{0,5} - k \frac{q_2}{0,4} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-8}}{0,5} - 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-8}}{0,4}$$

$$V_N = 720 - 675 = 45 \text{ V}$$

$$\Delta V = V_{LN} = V_N - V_L = 45 - 360 = -315 \text{ V}$$

8



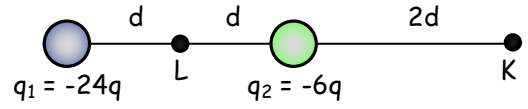
Her bir birim arası d olan şekildeki ölçekli çizimde noktasal yükler buldukları noktalara sabitleniyor. A ve B noktalarının potansiyelleri arasındaki farkı ( $\Delta V = V_{AB}$ ) bulunuz.

$$V_A = k \frac{6q}{2d} - k \frac{12q}{6d} - k \frac{10q}{5d} = -k \frac{q}{d}$$

$$V_B = k \frac{6q}{6d} - k \frac{12q}{2d} - k \frac{10q}{5d} = -k \frac{7q}{d}$$

$$\Delta V = V_{AB} = V_B - V_A = -k \frac{7q}{d} - \left( -k \frac{q}{d} \right) = -k \frac{6q}{d}$$

9



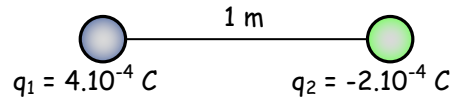
Yükleri -24q ve -6q olan iki noktasal yük şekildeki gibi sabitleniyor. Yüklerin K ve L noktalarındaki potansiyel farklarını ( $\Delta V = V_{KL}$ ) bulunuz.

$$V_K = -k \frac{24q}{4d} - k \frac{6q}{2d} = -k \frac{9q}{d}$$

$$V_L = -k \frac{24q}{d} - k \frac{6q}{d} = -k \frac{30q}{d}$$

$$\Delta V = V_{KL} = V_L - V_K = -k \frac{30q}{d} - \left( -k \frac{9q}{d} \right) = -k \frac{21q}{d}$$

10



K ve M noktasına şekildeki gibi noktasal yükler sabitleniyor. Sonsuzdaki  $5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$  yükü KM uzaklığının tam ortasına getirmek için elektriksel kuvvetlerin yaptığı işi bulunuz.

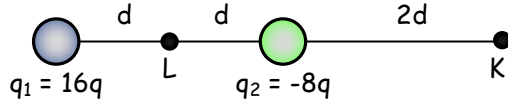
Sonsuzda potansiyel sıfır olduğundan yapılan iş, hareket eden cismin elektrik yükü ile geldiği noktanın potansiyelinin çarpımına eşittir. Yüklerin orta noktasının potansiyeli,

$$V = k \frac{q_1}{0,5} - k \frac{q_2}{0,5} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-4}}{0,5} - 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,5}$$

$$V = 36 \cdot 10^5 \text{ V}$$

$$W = q \cdot V = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 36 \cdot 10^5 = 180 \text{ J}$$

11



Yükleri  $q_1$  ve  $q_2$  olan iki noktasal parçacık şekilde buldukları noktalara sabitleniyor. Yükü  $2q$  olan noktasal parçacığı K noktasından L noktasına götürmek için elektriksel kuvvetlere karşı yaptığı işi bulunuz.

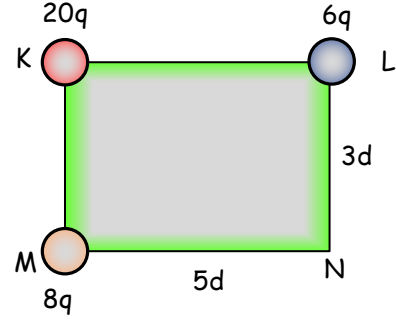
$$V_K = k \frac{16q}{4d} - k \frac{8q}{2d} = 0$$

$$V_L = k \frac{16q}{d} - k \frac{8q}{d} = k \frac{8q}{d}$$

$$\Delta V = V_{KL} = V_L - V_K = k \frac{8q}{d}$$

$$W = q \cdot V_{KL} = 2q k \frac{8q}{d} = k \frac{16q^2}{d}$$

12



Şekildeki dikdörtgenin M ve L köşelerine şekildeki gibi noktasal yükler yerleştiriliyor. K noktasında bulunan büyüklüğü  $20q$  olan yükü N noktasına getirmek için elektriksel kuvvetlerin yaptığı işi bulunuz.

$$V_K = k \frac{6q}{5d} + k \frac{8q}{3d} = k \frac{58q}{15d}$$

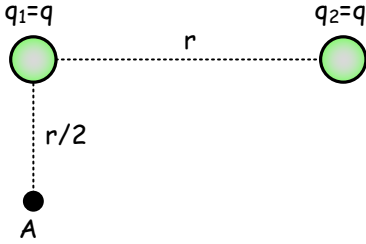
$$V_N = k \frac{6q}{3d} + k \frac{8q}{5d} = k \frac{54q}{15d}$$

$$\Delta V = V_{KN} = V_N - V_K = -k \frac{4q}{15d}$$

$$W = q \cdot V_{KN} = 20q \left( -k \frac{4q}{15d} \right) = -k \frac{16q^2}{3d}$$

TEST SORULARI

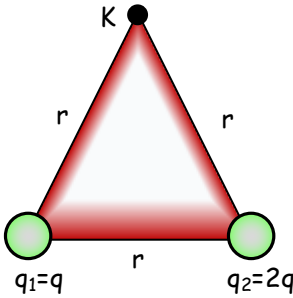
1



Şekildeki  $q_2$  yükünü A noktasına taşımak için elektriksel kuvvetlere karşı yapılacak iş aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A)  $\frac{kq^2}{r^2}$  B)  $\frac{2kq^2}{r^2}$  C)  $\frac{2kq^2}{r}$  D)  $\frac{2kq}{r}$  E)  $\frac{kq^2}{r}$

2

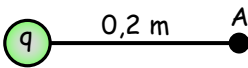


Bir kenarının uzunluğu r olan eşkenar üçgenin iki köşesine  $q_1=q$ ,  $q_2=2q$  yükleri konmuştur.

Üçüncü köşesine bir başka q yükü koymak için elektriksel kuvvetlere karşı yapılması gereken iş aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $\frac{kq^2}{r}$  B)  $\frac{2kq^2}{r}$  C)  $\frac{3kq^2}{r}$  D)  $\frac{kq^2}{r^2}$  E)  $\frac{2kq^2}{r^2}$

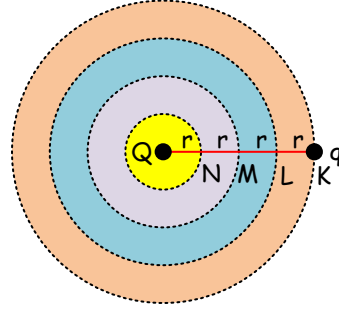
3



Şekildeki q yükünün A noktasında oluşturduğu elektriksel alan şiddeti 10 N/C ise, aynı noktanın elektrik potansiyeli kaç volt'tur?

- A) 2 B) 4 C) 10 D) 20 E) 50

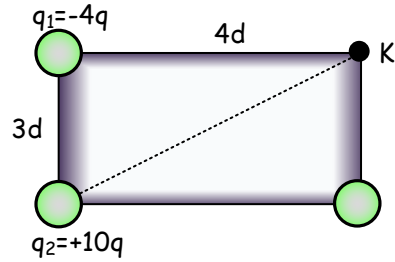
4



Şekildeki q yükü, Q yüküne yaklaştırılırken KL, LM, MN aralıklarında yapılan işler  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  tür. Bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $W_1 = W_2 = W_3$  B)  $W_1 > W_2 > W_3$  C)  $W_2 > W_1 > W_3$   
D)  $W_1 > W_3 > W_2$  E)  $W_3 > W_2 > W_1$

5



Boyutları 3d ve 4d olan şekildeki dikdörtgenin üç köşesine sırasıyla  $q_1=-4q$ ,  $q_2=+10q$ ,  $q_3=+6q$  yükleri konulmuştur.

Bu yüklerin K noktasında oluşturduğu elektrik potansiyeli aşağıdakilerden hangisine eşittir?

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

6

Elektrik alan içerisindeki bir K noktasından L noktasına 6 C'luk elektrik yükü taşımak için elektriksel kuvvetler 18 J iş yapıyor. Buna göre K ile L arasındaki potansiyel farkı kaç volt'tur?

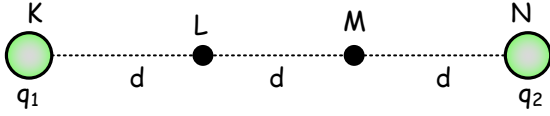
- A) 2 B) 3 C) 6 D) 12 E) 18

7

Elektrik potansiyeli 40 volt olan K noktasından, potansiyeli -10 volt olan L noktasına 5 C'luk yük taşımak için elektriksel kuvvetler kaç J iş yapar?

- A) 50 B) 100 C) 150 D) 200 E) 250

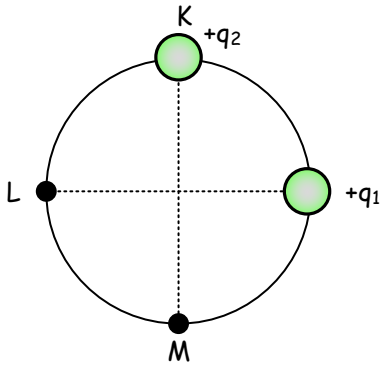
8



Şekildeki  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin L noktasında oluşturduğu elektrik alan sıfır, potansiyel V dir. Buna göre yalnız  $q_1$  yükünün L'de oluşturduğu potansiyel kaç V dir?

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

9

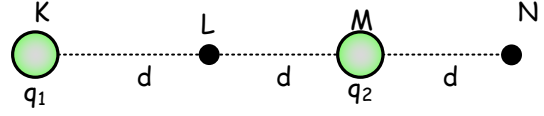


Şekildeki  $+q_1$  yükü sabit,  $+q_2$  yükü hareketlidir.  $+q_2$  yükü KLM yayı boyunca hareket ettirilirse sistemin, elektriksel potansiyel enerjisi nasıl değişir?

KL arasında LM arasında

- |          |          |
|----------|----------|
| A) Artar | Artar    |
| B) Artar | Azalı    |
| C) Artar | Değişmez |
| D) Azalı | Artar    |
| E) Azalı | Değişmez |

10

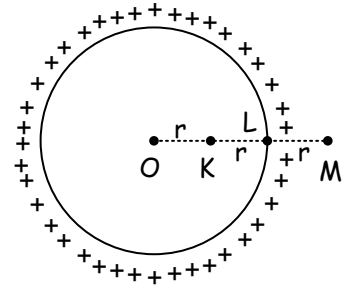


Yükleri  $q_1$  ve  $q_2$  olan iki kürecik şekildaki gibi konmuştur.  $q_1$  yüklü kürecik, K de sabit tutularak  $q_2$  yüklü kürecik M'den L'ye taşınca sistemin elektriksel potansiyel enerjisindeki değişim  $W_1$ , M'den N'ye taşınca sistemin elektriksel potansiyel enerjisindeki değişim  $W_2$  oluyor.

Buna göre  $W_1/W_2$  oranı kaçtır?

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

11

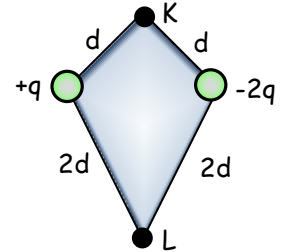


Yarıçapı  $2r$  olan içi boş iletken küre + yükle yüklenmiştir. Şekilde belirtilen noktalardaki elektriksel potansiyeller  $V_K$ ,  $V_L$ ,  $V_M$  ise bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A)  $V_K > V_L > V_M$  B)  $V_L > V_K > V_M$  C)  $V_K = V_L = V_M$   
D)  $V_M > V_L > V_K$  E)  $V_K = V_L > V_M$

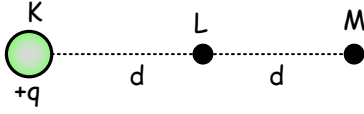
12

Şekilde görülen  $+q$  ve  $-2q$  noktasal yüklerinin oluşturduğu elektrik alanda K ve L noktaları arasındaki potansiyel farkının değeri aşağıdakilerden hangisidir?



- A)  $\frac{kq}{2d}$  B)  $\frac{kq}{d}$  C)  $\frac{2kq}{d}$  D)  $\frac{kq}{2d^2}$  E)  $\frac{kq}{d^2}$

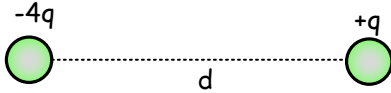
13



K noktasında  $+q$  yükü bulunmakta iken L noktasında elektrik alan şiddeti  $E$ , potansiyel  $V$  dir. M noktasına  $-q$  yükü konulduktan sonra bu değerler ne olur?

	$E$	$V$
A)	0	$V$
B)	$E$	0
C)	$E$	$2V$
D)	$2E$	0
E)	$2E$	$2V$

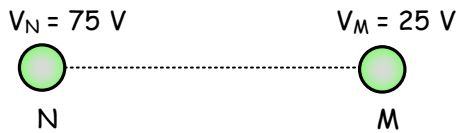
14



Sabit noktasal yüklerle oluşturulan sistemde elektrik alan şiddetinin sıfır olduğu noktada elektrik potansiyel değeri nedir?

- A)  $\frac{kq}{d}$  B)  $\frac{-kq}{d}$  C)  $\frac{2kq}{d}$  D)  $\frac{-2kq}{d}$  E) Sıfır

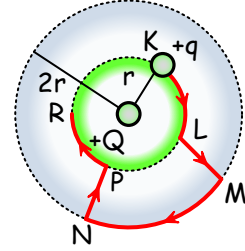
15



4 C'luk bir yükü şekildeki M noktasından N noktasına götürmek için kaç J'luk elektriksel iş yapmak gerekir?

- A) 25 B) 50 C) 100 D) 150 E) 200

16

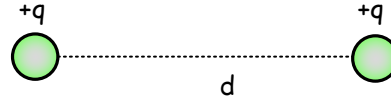


$+Q$  yükünün elektrik alanı içinde K noktasındaki  $+q$  yükü şekilde belirtilen güzergah boyunca hareket ettiriliyor.

Bu yükü M'den P'ye götürmek için yapılan iş nedir?

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

17



Şekildeki yüklerin arasındaki uzaklığı yarıya indirmek için yapılması gereken elektriksel iş ne kadardır?

- A)  $\frac{kq^2}{2d}$  B)  $\frac{2kq^2}{d}$  C)  $\frac{kq^2}{d}$  D)  $\frac{4kq^2}{d}$  E)  $\frac{kq^2}{4d}$

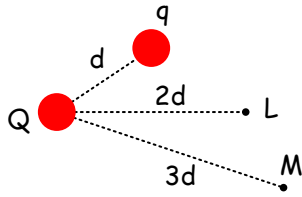
18

Yüklü iletken bir cisim yüksüz iletken bir cisme dokunduruluyor. Yük alış veriş tamamlandığında bu cisimler için hangi nicelikler kesinlikle aynı olur?

- I. Yük işaretleri  
II. Yük miktarları  
III. Potansiyelleri

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

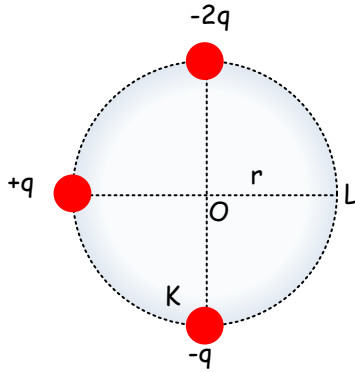
19



Noktasal Q yükünün elektrik alanı içindeki K noktasında bulunan  $q$  yükünü, L noktasına götürmek için  $30 \text{ J'lük}$  elektriksel iş yapıldığına göre, aynı yükü L noktasından M noktasına götürmek için kaç  $\text{J'lük}$  elektriksel iş yapılır?

- A) 5      B) 10      C) 15      D) 30      E) 45

20



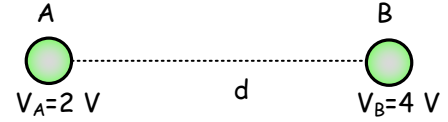
Aynı düzlemde bulunan şekildeki yüklerin O noktasında oluşturdukları bileşke elektriksel alanın büyüklüğü  $E$ , potansiyeli  $V$  dir.

K noktasındaki  $-q$  yükü L noktasına götürülürse aşağıdakilerden hangileri doğru olur?

- I. O noktasının potansiyeli değişmez.  
 II. O noktasındaki elektriksel alanın büyüklüğü artar.  
 III.  $-q$  yükü, K'den L'ye götürülürken yapılan elektriksel iş sıfırdır.

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

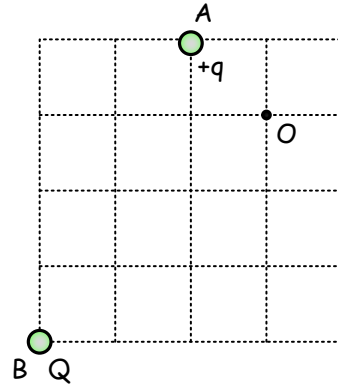
21



$+q$  elektrik yüklü bir cismi şekildeki A noktasından B noktasına götürmek için yapılan iş aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A)  $qV$       B)  $2qV$       C)  $3qV$       D)  $4qV$       E)  $6qV$

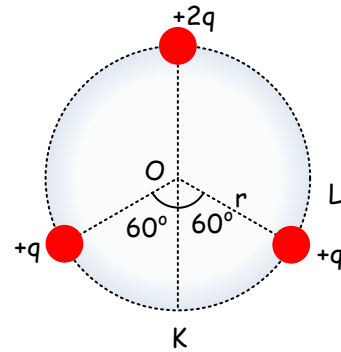
22



A ve B noktalarındaki  $+q$  ve  $Q$  yüklerinin C noktasındaki toplam potansiyelleri sıfır olduğuna göre  $Q$  yükü aşağıdakilerden hangisidir?

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

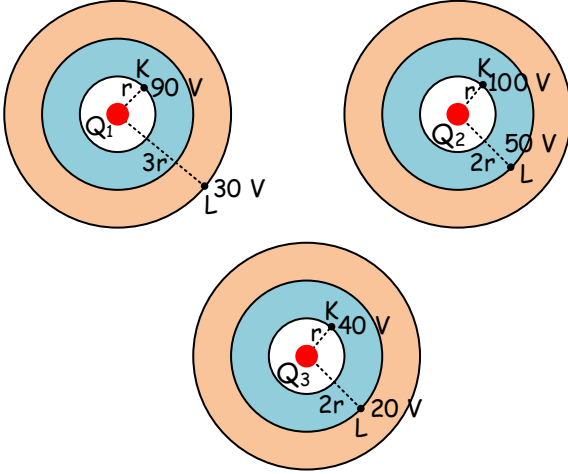
23



O merkezli çember üzerine sabitleştirilmiş  $+q$ ,  $+q$ ,  $+2q$  yüklerinin O noktasında oluşturdukları elektrik potansiyeli  $4$  volt ise, K noktasının elektrik potansiyeli kaç volt olur?

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

24

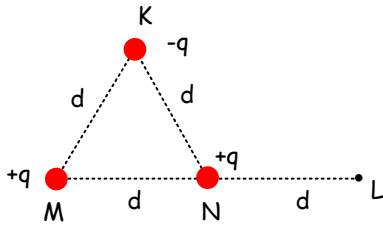


$+Q_1, +Q_2, +Q_3$  yüklerinin eş potansiyel eğrileri şekildeki gibidir.

$-q$  yüklü bir cismin her üç şekilde de K noktasından L noktasına götürülmesi halinde elektriksel kuvvetlere karşı yapılan  $W_1, W_2, W_3$  işleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $W_1 = W_2 = W_3$  B)  $W_1 > W_2 > W_3$  C)  $W_3 > W_2 > W_1$   
D)  $W_1 = W_2 > W_3$  E)  $W_1 = W_3 > W_2$

25

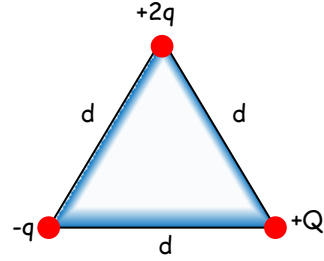


Şekildeki M ve N noktalarında  $+q$  yükleri sabit tutulmaktadır.

K noktasındaki  $-q$  yükünü L noktasına taşımak için elektriksel kuvvetlere karşı yapılması gereken iş aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $\frac{kq^2}{2d}$  B)  $\frac{2kq^2}{d}$  C)  $\frac{3kq^2}{2d}$  D)  $\frac{kq^2}{2d}$  E)  $\frac{kq^2}{4d}$

26

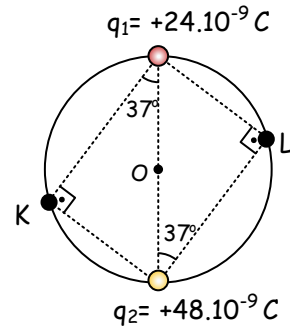


Kenar uzunluğu  $a$  olan eşkenar üçgenin köşelerindeki  $-q, +2q, +Q$  yüklerinin yerleri sabittir.

$+2q$  yükünün elektriksel potansiyel enerjisi sıfır olduğuna göre,  $+Q$  yükünün elektriksel potansiyel enerjisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) sıfır B)  $\frac{kq^2}{2a}$  C)  $\frac{kq^2}{a}$  D)  $\frac{2kq^2}{a}$  E)  $\frac{4kq^2}{a}$

27



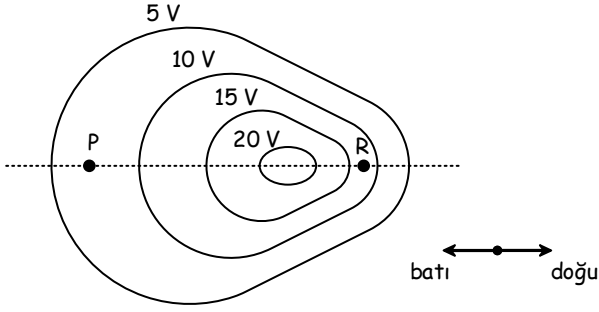
Yarıçapı 5 m olan O merkezli çember üzerindeki  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerinin K ve L noktasında oluşturduğu potansiyellerin farkı  $V_{KL}$  kaç voltur?

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

- A) 6 B) 9 C) -9 D) 18 E) -18



28

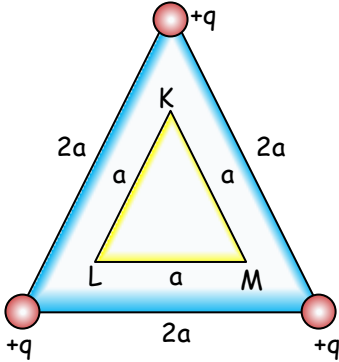


Şekilde bir grup eş potansiyel eğrisi görülmektedir.

Buna göre P ve R noktalarından hangisinde elektrik alan şiddeti en büyüktür ve yönü nedir?

- A) P noktasında, doğu yönünde
- B) P noktasında, batı yönünde
- C) R noktasında, doğu yönünde
- D) R noktasında, batı yönünde
- E) Her ikisinde de eşit büyüklükte, doğu yönünde

29

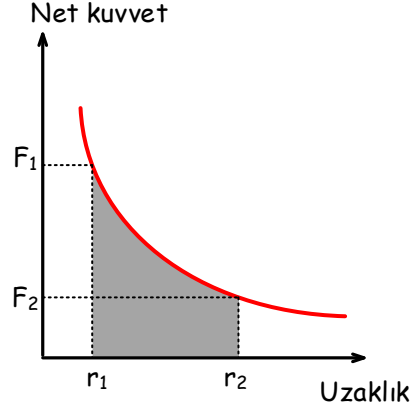


Bir kenarı  $2a$  olan eşkenar üçgenin köşelerine konan  $+q$  yüklerini, bir kenarı  $a$  olan KLM eşkenar üçgenin köşelerine taşımak için yapılan toplam elektriksel iş aşağıdakilerden hangisidir?

( $k$ , Coulomb sabiti)

- A)  $\frac{3kq^2}{2a}$  B)  $\frac{3kq^2}{a}$  C)  $\frac{kq^2}{a}$  D)  $\frac{2kq^2}{3a}$  E)  $\frac{kq^2}{3a}$

30



İki noktasal yük arasındaki kuvvetin, yükler arasındaki uzaklığa bağlı değişim grafiği şekilde gösterilmektedir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri kesinlikle doğrudur?

- I. Yükler arasındaki uzaklık arttıkça birbirlerine uyguladıkları kuvvet azalır.
- II. Yükler arasındaki uzaklık arttıkça sistemin elektriksel potansiyel enerjisi artar.
- III. Yükler arasındaki uzaklık  $r_1$  den  $r_2$  ye çıkarıldığında yapılan iş taralı alana eşittir.

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

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

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

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