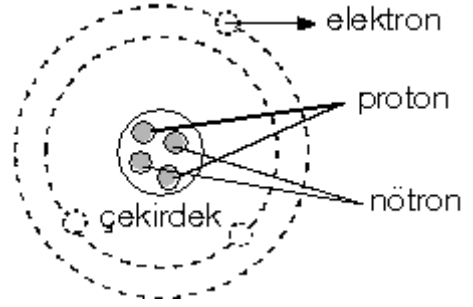


ELEKTROSTATİK

Atomda proton ve nötrondan oluşan bir çekirdek ve çekirdeğin çevresinde yörüngelerde hareket eden elektronlar bulunur.



Elektrik yüklerinin kaynağı atomun yapısında bulunan elektron ve proton denilen parçacıklardır. Protonun yükü pozitif (+), elektronun yükü ise negatif (-) dir. Bir elektronun yüküne elementer yük denilmiştir ve birim yük olarak seçilmiştir.

Yüksüz (nötr) bir atomdaki elektronların (-) yük toplamı, protonların (+) yük toplamına eşittir.

Nötr (Yüksüz) Cisim

Bir cismin üzerindeki pozitif (+) yük sayısı, negatif yük sayısına eşit ise, böyle cisme nötr ya da yüksüz cisim denir. Yüksüz denildiği zaman cismin içinde hiç yük yok anlamına gelmez. Yalnızca (+) ve (-) yük miktarının eşit olduğu anlamına gelir.

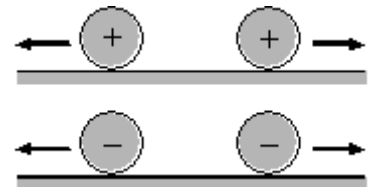
Pozitif Yüklü Cisim

Üzerinde (+) yük fazlalığı olan cisimlere pozitif yüklü cisim denir. Cisimleri pozitif yüklü hale getirmek için cisimden elektron alarak (+) yük fazlalığı oluşturmak gerekir.

Negatif Yüklü Cisim

Üzerinde (-) yük fazlalığı olan cisimlere negatif yüklü cisim denir. Herhangi bir yolla cisme (-) yük verilirse, (-) yük fazlalığı oluşur.

Yapılan deneylere göre, aynı işaretli cisimlerin birbirlerini ittiği görülmüştür. Yani aynı cins yüklü cisimler birbirlerine zıt yönlerde kuvvet uygularlar ve birbirlerini iterler.



Zıt cins yüklü cisimler birbirlerini çekerler. Bu durumda da cisimler birbirlerine zıt yönde kuvvet uygularlar. Fakat bu kuvvetler çekme yönündedirler.



Yüksüz cisimler ise birbirlerine kuvvet uygulayamadıkları için, ne iter, ne de çekerler.

Cisimlerin yükleri q_1 ve q_2 aralarındaki uzaklık d ise, birbirlerine uyguladıkları itme ya da çekme kuvveti,

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

bağıntısından bulunur. Bu kuvvet yüklerin çarpımı ile doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

İletken Cisimler

Üzerinde serbestçe dolaşabilen yükler olan cisimlere iletken cisim denir. Genel olarak metaller iyi iletkenlerdir. İnsan vücudu da iletkendir. İçinde iyon bulunduran çözeltiler de elektriği iletirler. İletken içinde hareket eden yük (-) yüküdür. Yani elektronlardır. (+) yükler protonun yükü olduğu için hareket etmezler. Çözeltilerde (+) ve (-) iyonlar hareket eder.

Yalıtkan Cisimler

Üzerinde serbestçe dolaşabilir yükler olmayan cisimlere yalıtkan cisim denir. Plastik, cam, mika ve saf su bazı yalıtkan olan maddelere örneklerdir.

ELEKTRİKLENME ÇEŞİTLERİ

1. Sürtünme ile Elektriklenme

Saçımızı tararken, yün kazağımızı çıkarırken çıtırtılar duyulur. Otomobilden inerken kapı kolu ile el arasında elektrik akışı olur. Bu ve benzeri örneklerdeki olayların nedeni elektriklenmedir.

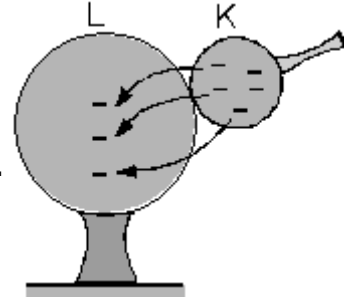
Sürtünme ile elektriklenmede birbirine sürtünen cisimlerden biri diğerine elektron verir ve kendisi pozitif (+) yükle yüklenir. Elektron alan cisim üzerinde (-) yük fazlalığı oluşacağı için negatif (-) yükle yüklenir. Alınan yük verilen yüke eşit olduğu için yük miktarı eşittir.

Cam çubuk ipek kumaşa sürtülürse, camdan ipeğe elektron geçişi olur. Cam çubuk (+), ipek kumaş ise (-) yükle yüklenir.

Plastik çubuk yünlü kumaşa sürtülürse, çubuk yünlü kumaştan elektron alır ve (-) yükle yüklenir. Yünlü kumaş elektron verdiği için (+) yükle yüklenir. Alınan ve verilen yük miktarları eşittir.

2. Dokunma ile Elektriklenme

Yüklü bir cisim nötr bir cisme dokundurulduğunda mevcut yükünü paylaşırlar ve nötr cisimde yüklenir. Bu tür yüklenmeye dokunma ile elektriklenme denir. Şekilde (-) yüklü K küresi nötr L küresine dokundurulduğunda, K den L ye elektron geçişi olur ve sonra dengeye gelirler.

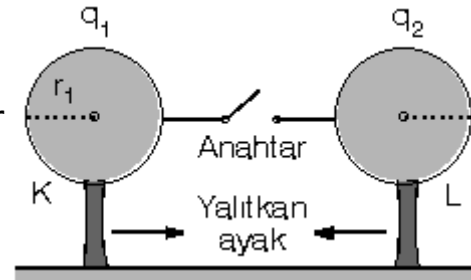


Eğer K cismi (+) yüklü olsa idi, nötr L küresinden (-) yükler K küresine geçer ve her ikisi de (+) yüklü olurdu.

Yüklü cisimler birbirine dokundurulduktan sonra son yükleri, kürelerin kapasitelerine bağlıdır. Kürelerin kapasiteleri yarıçapla orantılı olduğundan toplam yükü yarıçapları oranında paylaşırlar.

Eğer küreler özdeş ise, yani yarıçapları eşit ise, toplam yükü eşit olarak paylaşırlar.

Şekilde yarıçapları r_1 ve r_2 , yükleri q_1 ve q_2 olan küreler iletken telle birleştirilip anahtar kapatılırsa yük alış verişi yaparlar ve son yükleri q'_1 ve q'_2 olur.



Bu son yükleri bulmak için toplam yük; toplam yarıçapa bölünerek yarıçap başına düşen yük ile, her bir kürenin yarıçapı ile çarpılarak son yükleri bulunur.

Kürelerin dokunma sonrası yük miktarları,

$$q'_1 = \left(\frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} \right) \cdot r_1$$

$$q'_2 = \left(\frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} \right) \cdot r_2 \quad \text{bağıntılarından bulunur.}$$

Yüklü iki cisim birbirine dokundurulduğunda yüklerinin işareti ile ilgili kşu üç durum vardır.

1. Her ikisi de (+) yükle yüklenebilir

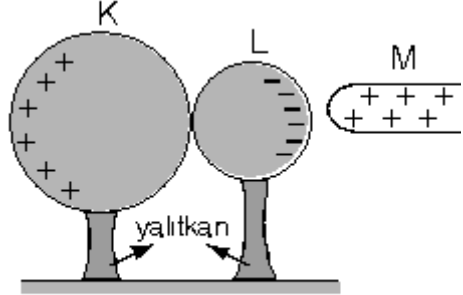
2. Her ikisi de (-) yükle yüklenebilirler

3. Her ikisi de nötr olabilir

Birisinin yükünün (+) diğerinin ki ise (-) olma ihtimali yoktur.

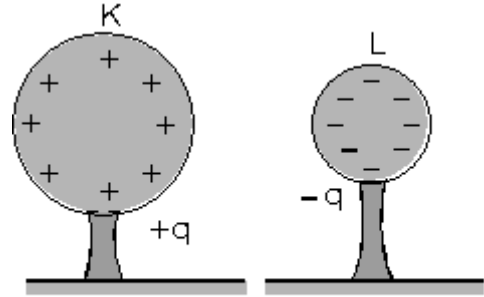
3. Etki ile Elektriklenme

Yüksüz K ve L cisimleri birbirine temas halinde iken (+) yüklü bir M çubuğu yaklaştırılıyor. M çubuğundaki (+) yükler K küresinden L küresine (-) yükleri çeker. K küresinin çubuğa uzak olan kısmı (+) yükle yüklenir.



Şekil - I

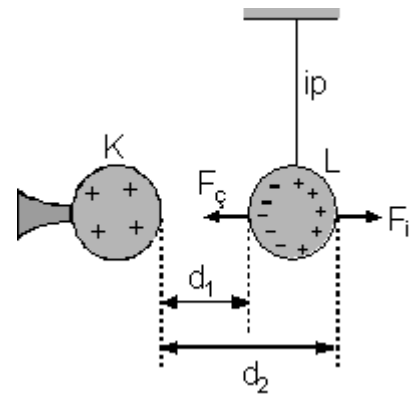
Daha sonra küreler yalıtkan ayaklarından tutulup ayrılır ve M çubuğu uzaklaştırılırsa, K küresi (+), L küresi de (-) yükle yüklenmiş olur.



Şekil - II

M çubuğu dokundurulmadan K ve L küreleri yüklenmiş olur. Böyle yüklemeye etki ile elektriklenme denir. Etki ile elektriklenmede K ve L nin yarıçapları ne olursa olsun yük miktarları eşittir. Ayrıca çekilen ya da itilen yükler mümkün olan en uzaktan çekilir ya da mümkün olan en uzağa itilir.

Şekildeki gibi (+) yüklü K cismi, nötr L cismine yaklaştırıldığında onu etki ile elektrikler. L nin K tarafında (-) yükler, diğer tarafında ise (+) yükler toplanır. K cismi L deki (-) yükleri çeker, (+) yükleri ise iter.



Fakat $d_1 < d_2$ olduğu için, $F_{\text{ç}} > F_i$ olur ve cisim K ye doğru çekilir. K

tarafından çekilen nötr L cismi K ye dokunursa, L de (+) yükle yüklenir ve bu durumda da L küresi düşey konumun diğer tarafına doğru itilir.

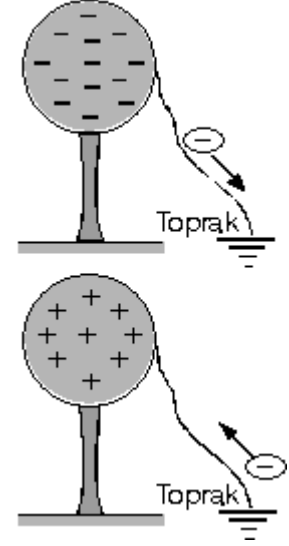
Topraklama

Dünya çok büyük bir küre olduğu için kapasitesi çok büyüktür. Dolayısıyla toprakla temas halinde olan cisimler nötr haldedir.

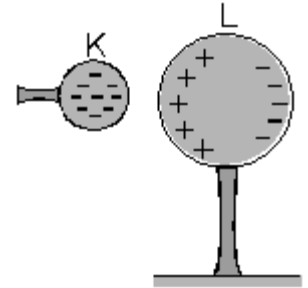
(-) yüklü cisim iletken bir telletoprağa bağlanırsa cisimdeki fazla olan (-) yükler toprağa akar ve cisim nötr olur.

(+) yüklü cisim iletken bir telle toprağa bağlanırsa, cisimdeki (+) yükler hareket edemeyeceği için, topraktan cisme (-) gelir ve cisim nötr olur.

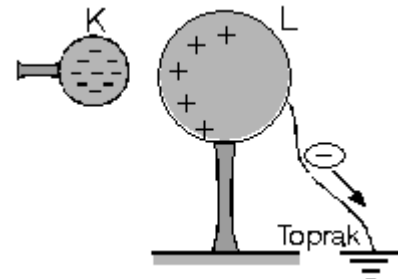
Nötr bir cisim etki ve topraklama yoluyla elektrikleenebilir.



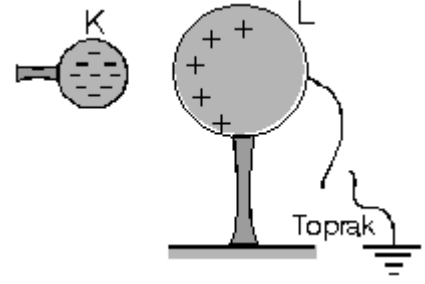
(-) yüklü K cismi nötr L cisminde yaklaştırılırsa, L cisminin bir tarafı (+) diğer tarafı (-) yükle yüklenir.



L cismi iletken bir telle toprağa bağlanırsa (-) yükler mümkün olan en uzağa yani toprağa kadar itilir.

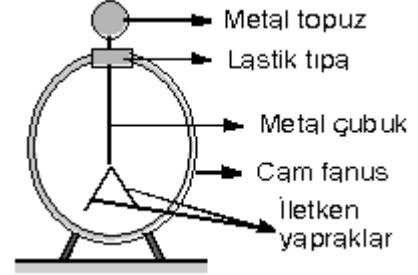


Daha sonra M cismi uzaklaştırılmadan toprak bağlantısı kesilirse, L deki (+) yükler kalır ve K cismi de uzaklaştırıldıktan sonra L cismi (+) yükle yüklenir.



ELEKTROSKOP

Bir cismin yüklü olup olmadığını, yüklü ise yükünün işaretini anlamaya yarayan alete elektroskop denir. Elektroskopun basitçe yapısı şeklindeki gibidir. Metal bir topuz, metal bir tel, iletken çok hafif iki yaprak ve cam fanustan oluşmaktadır.

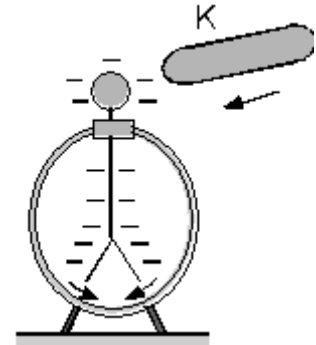


Elektroskop yüksüz iken, yapraklar kapalı ve yapraklar arasındaki açı sıfır derecedir. Elektroskop yüklendiğinde, her iki yaprakta aynı cins ve eşit yükle yüklenir ve birbirlerini iterek yapraklar açılır. Yapraklar arasındaki açı yük miktarı ile orantılıdır. Yük miktarı artarsa, açı artar, yük miktarı azalırsa, yapraklar arasındaki açı da azalır.

Buna göre, elektroskopun yüklü olup olmadığını, yaprakların açık olup olmadığından anlayabiliriz.

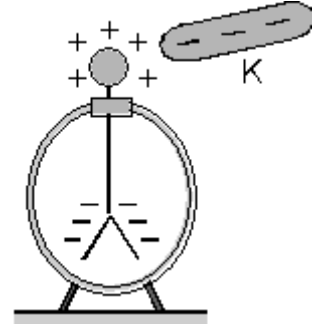
Nötr bir elektroskoba bir cisim dokundurulduğunda, yapraklar açılıyorsa dokundurulan cisim mutlaka yüklü demektir. Dokunmayla elektriklenme sonucu elektroskopta yüklenir ve yaprakları açılır. Fakat bu durumda yükün işareti anlaşılamaz.

Yükün işaretini anlayabilmek için, yükünün işareti bilinen bir elektroskoba yüklü cismi yaklaştırmamız gerekir. Şekildeki (-) yüklü elektroskoba K cismi yaklaştırıldığında yapraklar biraz açılıyor.



Yaprakların biraz açılmasının nedeni, yapraklardaki yük miktarının artmasıdır. Yani topuzdan yapraklara (-) yükler itilmiştir. Topuzdan yapraklara (-) yüklerin itilebilmesi için K cisminin yükünün işareti (-) olmalıdır.

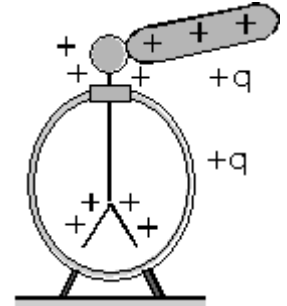
Eğer K cismi yaklaştırıldığında elektroskobun yaprakları biraz kapanıyorsa, yapraklardaki yük miktarı azalıyor yani topuza yapraklardan yük çekiliyordur. Buna göre, K cisminin yükünün işareti (+) dır.



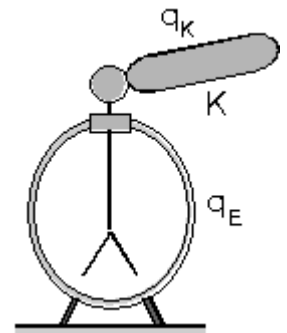
Yüklü bir cisim, yüklü bir elektroskoba yaklaştırıldığında yapraklar biraz açılıyorsa , cisim ile elektroskop aynı cins yükle yüklü, yapraklar biraz kapanıyorsa , cisim elektroskopa zıt yüklüdür.

Cisim yaklaştırılırken yapraklar biraz açılıyorsa, uzaklaştırılırken yapraklar biraz kapanıyordur. Yani yaklaşma uzaklaşma birinin tersi olur.

Nötr bir elektroskoba (-) yüklü bir K cismi yaklaştırıldığında elektroskop etki ile elektriklenir. Yapraklar (-) yükle yüklenirken, topuz ise (+) yükle yüklenir, (+) yüklü cisim yaklaştırılrsa idi, yapraklar (+), topuz ise (-) yükle yüklenirdi.



Yüklü bir cismi yüklü bir elektroskoba dokundurduğumuzda, yaprakların hareketinin nasıl olacağını anlamak için yük miktarlarını ve yükün işaretini bilmek gerekir.



1°) $q_E = - 3q$, $q_K = +q$ ise, birbirlerine dokundurulduğunda, toplam yük $q_T = - 3q + q = - 2q$ olur ve bu yükü aralarında paylaşırlar. Dolayısıyla elektroskobun yük miktarı azalır ve yapraklar biraz kapanır.

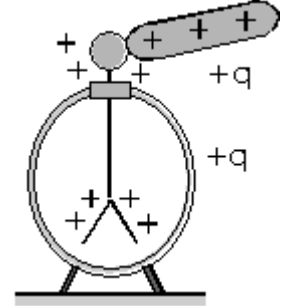
2°) $q_E = + q$, $q_K = - q$ olsa idi elektroskobun yük miktarı sıfır olur ve

yapraklar tamamen kapanırdı.

3°) $q_E = -q$, $q_K = +4q$ ise, toplam yük

$q_T = +4q - q = +3q$ olur. Elektroskopun ilk yükü (-) işaretli iken dokundurduktan sonra (+) işaretli olur. Bu durumda elektroskopun yaprakları önce kapanır, sonra tekrar açılır.

Elektroskop ve dokundurulan cismin yükünün işareti aynı ise, elektroskopun yapraklarının hareketini bilebilmek için kapasitelerinin de bilinmesi gerekir.



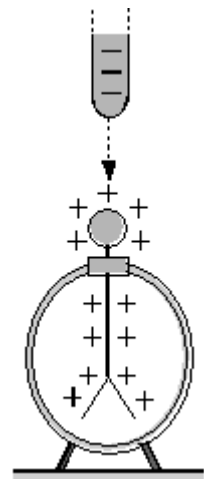
Şekilde $+q$ yüklü çubuk ve elektroskop birbirine dokundurulduğunda üç ihtimal vardır.

1°) Kapasiteleri eşit ise, yük geçişi olmaz ve elektroskopun yaprakları arasındaki açı değişmez.

2°) Elektroskopun kapasitesi büyük ise, toplam yükün ($+2q$) yarısından fazlasını alır ve yapraklar biraz açılır.

3°) Çubuğun kapasitesi büyük ise, çubuk toplam yükün ($+2q$) yarısından fazlasını alır ve elektroskopun yaprakları biraz kapanır.

Şekilde (-) yüklü bir cisim, (+) yüklü elektroskoba sürekli yaklaştırılıyor. Bu durumda elektroskopun topuzundaki (-) yüklerin (elektroskopun topuzu (+) yüklü olsa da (-) yüklerde vardır.) bir kısmı yapraklara itilir ve yapraklardaki (+) yük miktarı azalır. Dolayısıyla yapraklar biraz kapanır. Yaklaştırmaya devam edildiğinde ve yapraklardaki (+) yüke eşit miktar (-) yük itildiğinde, yapraklar tamamen kapanır.

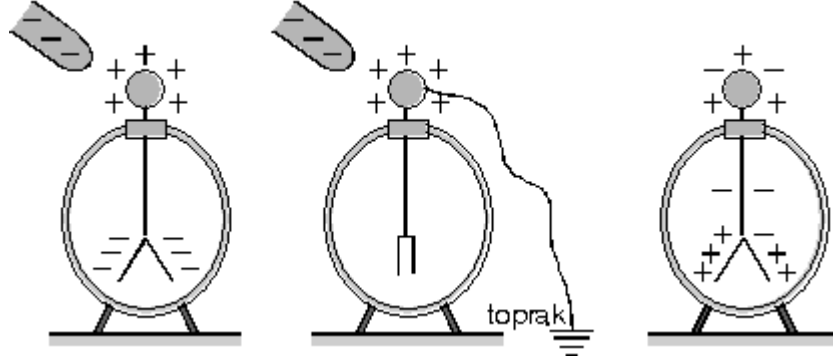


Yine yaklaştırılmaya devam edilir ve yapraklardaki (+) yükten daha fazla (-) yük itilirse, yapraklar (-) yükle yüklenir ve tekrar açılır.

Yüksüz (nötr) bir elektroskoba (-) yüklü bir cisim yaklaştırıldığında etki

ile elektriklenir ve yapraklar (-), topuz (+) yükle yüklenir.

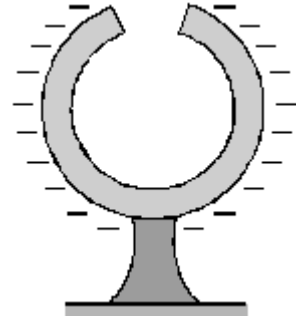
Bu durumda iken, elektroskobun topuzu topraklanırsa, yapraklardaki (-) yükler toprağa akar ve yapraklar tamamen kapanır. Çünkü iletilen yükler mümkün olan en uzağa yani toprağa itilir.



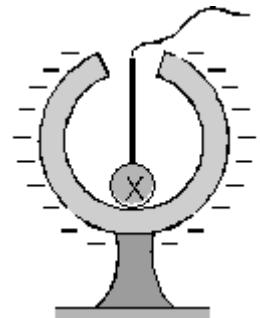
Daha sonra toprak bağlantısı kesilir ve cisim uzaklaştırılırsa, elektroskop (+) yükle yüklenmiş olur.

Özel Durumlar

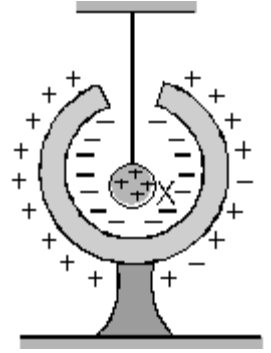
1. İçi boş iletken bir küre yüklendiğinde, yükler kürenin dış yüzeyinde toplanır. Çünkü yükler birbirini karşılıklı olarak mümkün olan en uzağa yani dış yüzeye doğru iterler. İç yüzey nötr dür.



2. Yine nötr bir kürenin iç yüzeyine (-) yüklü X cismi dokundurduğumuzda, X küresi yükünün tamamını büyük küreye aktarır ve kendisi nötr hale gelir. Eğer (-) yüklü X küresi, büyük kürenin dışına dokundurulseydi, toplam yükü aralarında yarıçapları oranında paylaşırlardı.



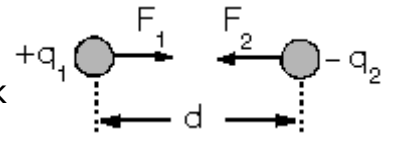
3. (+) yüklü X küresi nötrkürenin içine değmeyecek şekilde salındırıldığında, etki ile elektriklenme olur. Kürenin iç yüzeyine (-) yükler çekilir. Dış yüzeyinde ise (+) yük fazlalığı oluşur.



4. Yüklü iletken cisimlerin sivri uçlarında daha fazla yük toplanır.

COULOMB KUVVETİ

Aralarında d kadar uzaklık bulunan yüklü iki cisim birbirlerini, yüklerin çarpımı ile doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olacak şekilde birbirlerine kuvvet uygularlar.



Yükler aynı işaretli ise birbirlerini iterler, zıt işaretli ise birbirlerini çekerler. Bu itme ve çekme kuvveti yüklerin değerleri ne olursa olsun, eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.

$$F_1 = -F_2$$

Yüklü cisimlerin birbirine uyguladıkları kuvvete Coulomb kuvveti denir. Coulomb kuvveti,

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

bağıntısı ile hesaplanır. Burada,

F : Coulomb kuvveti

d : Yüklü cisimlerin kütle merkezleri arasındaki uzaklık

k : Coulomb sabiti. Bu sabit, ortamın cinsine ve kullanılan birim sistemine bağlı olarak değişen bir sabittir.

Boşluk ya da hava ortamında,

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \text{ dir.}$$

İkiden fazla yüklü cismin başka yüklü bir cisme uyguladığı toplam kuvvet bulunurken aşağıdaki aşamalar takip edilir.

