

FİZ102 FİZİK-II

***Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
1. Hafta***

Aysuhan OZANSOY

Bölüm-I: Elektrik Yükü ve Coulomb Yasası

1. Elektrikle İlgili Geliştirilen İlk Düşünceler
2. Elektrik Yükü
 - 2.1. Elektrik Yükü ve Maddenin Yapısı
 - 2.2. Elektrik Yükünün Özellikleri
3. İletkenler, Yalıtkanlar ve Elektriklenme Türleri
4. Coulomb Yasası
5. Elektriksel Kuvvetlerin Belirleyici Olduğu Bazı Durumlar

1. Elektrikle İlgili Geliştirilen İlk Düşünceler

➤ Elektrikle ilgili ilk bilgiler M.Ö. 6 yy' a (Thales, Platon) kadar dayanır. Yazılı kaynaklarda kehribarın yün kumaşa sürtüldüğünde "**bazı hafif cisimleri çektiği gibi açıklanamayan ilginç olayların**" olduğuna ilişkin bilgilere rastlanır.



➤ Ancak, varlığı hissedilen elektrikle ilgili 17. yy' a kadar sistematik hiçbir gözlem yapılmamıştır.

➔ Wiliam Gilbert (1540-1603): Sürtünme ile elektriklelenmeyle ilgili ilk deneyler. (Ayrıca manyetizma ile ilgili ilk çalışmalar).

➔ Stephan Gray (1696-1736): Dokunma ile elektriklelenmeyle ilgili ilk deneyler. Maddelerin ilk kez iletken ve yalıtkan olarak sınıflandırılması.

➔ Charles Dufay (1698-1739): İki tür elektriklelenme olduğunu açıkladı.

Vitreous (cam ile sürtünme)

Resinous (reçine ile sürtünme)



→ Benjamin Franklin (1706-1790)
Amerikalı yazar, bilim adamı ve siyasetçi.

▪ Madde içinde bir tür "**elektriksel akışkanın**" elektriksel olaylara neden olduğunu öne sürdü.

▪ Elektrik yükünün korunumunun temelini attı. İtme ve çekme olayları bu "**elektriksel akışkanın**" miktarının artıp azalması ile ilgili olduğunu söyledi.

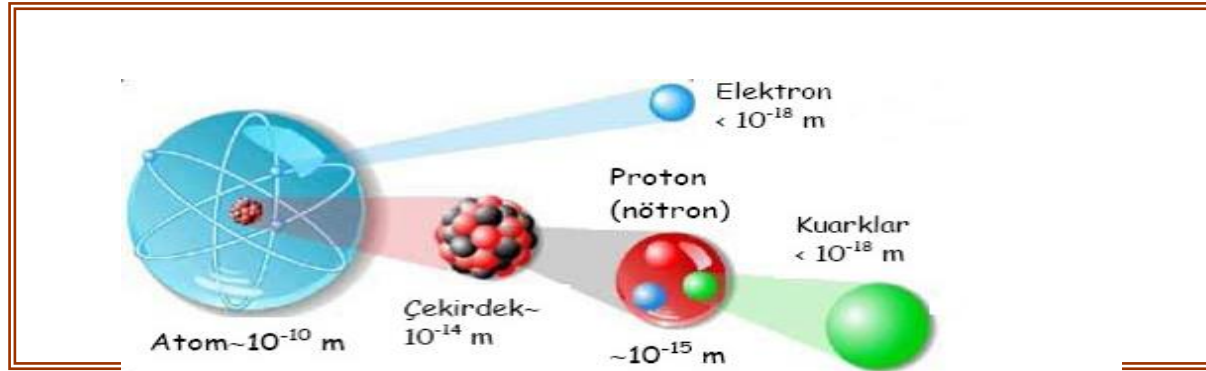
▪ Yıldırımın elektriksel kökenli olduğunu öne sürdü. (Yağmurlu havada uçurtma ile yaptığı deney..! Bir uçurtmanın ipini Leyden şisesinin (ilk kondansatör) metal çubuğuna bağladı ve çubuğu yüklemeyi başardı.



▪ Vitreous elektriklenmeye karşılık gelen akışkanı pozitif olarak adlandırdı. (Bugün, yük taşıyıcılarının eksi yükler olduğunu bilmemize rağmen, Franklin' in mirası olarak elektrik akımının yönü pozitif yüklerin akış yönü olarak alınır..!)

2. Elektrik Yükü

Elektrik + manyetizma → Elektromanyetizma. Elektromanyetik etkileşme "elektrik yüküne" sahip parçacıklar arasında olur. Elektrikle ilgili bilgiler ancak atomun içine bakılarak anlaşılır



Madde nelerden yapıldı ve onu bir arada tutan ne?

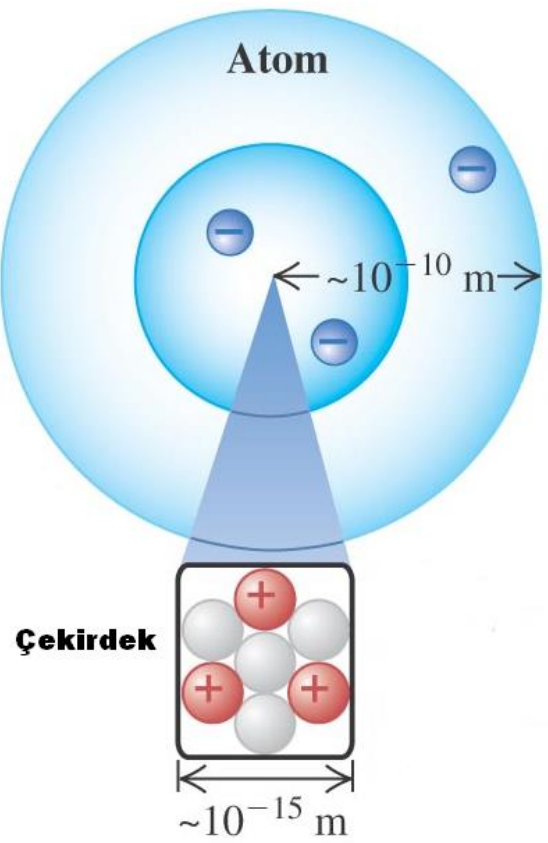
- "Atom" fikri → **Democritus** (M.Ö. 460-370) ("Atomos" bölünemez anlamında!)
- Periyodik Tablo → **D. Mendeleev** (1869) (benzer kimyasal özellik gösteren atomlar aynı grupta)
- Elektronun keşfi → **J.J. Thomson** (1897) (Atom temel değil, bölünebilir!)
- Çekirdeğin keşfi → **E. Rutherford** (1911)
- Protonun keşfi → **E. Rutherford ve öğrencileri** (1919-1920)
- Nötronun keşfi → **J. Chadwick** (1932)
- Kuarklar → **DIS (deep inelastic scattering)** deneyleri, 1960'ların sonu

2.1. Elektrik Yüğü ve Maddenin Yapısı

Doğadaki Temel Kuvvetler

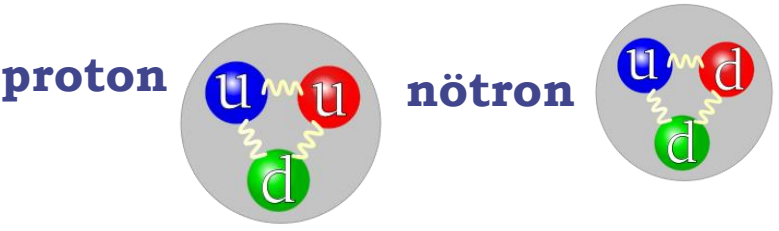
Kuvvet	Görelî Şiddet	Menzil	Belirleyici olduğu durumlar
Güçlü	1	10^{-15} m	-Kuarkları bir arada tutar -Çekirdeđi bir arada tutar
Elektromanyetik	10^{-2}	∞	- e^- ların çekirdeğe bağlanarak kararlı atom oluşturmaları
Zayıf	10^{-5}	10^{-18} m	-Radyoaktif bozunmalar -Güneşteki reaksiyonlar
Kütle çekim	10^{-39}	∞	- Gezegenleri bir arada tutar. -Güneş sistemini bir arada tutar

Elektrozayıf kuvvet



İsim	Simge	Elektrik Yükü	Kütle (kg)
Proton	p	+e	1.673×10^{-27}
Nötron	n	0	1.675×10^{-27}
Elektron	e	-e	9.109×10^{-31}

e: Temel (elementer) yük: elektronun ya da protonun yükünün büyüklüğü → $|q_e| = |q_p| = e = 1.602 \times 10^{-19}$ **Coulomb**



İsim	Simge	Elektrik yükü
Yukarı kuark	u	+2/3 e
Aşağı kuark	d	-1/3 e

→ Kuarklar serbest olarak gözlenememiştir.

2.2. Elektrik yükünün özellikleri

• Elektrik yükü kütle kadar temel bir niceliktir. Kütleli parçacıkların yerçekimi etkisi ile ivmelenmesi gibi yüklü parçacıklar da elektrik kuvveti ile ivmelenirler.

1. Doğada iki cins elektrik yükü vardır: pozitif (+) ve negatif (-).
2. (Elektrostatikğin temel ilkesi): Aynı cins elektrik yükleri birbirini iter, farklı cins elektrik yükleri birbirini çeker.
3. Elektrik yükü korunumludur: İzole bir sistemde tüm elektriksel yüklerin cebirsel toplamı sabittir. Yükün korunumu evrensel bir yasadır ve tüm eylemsiz gözlem çerçevelerinde geçerlidir.
4. Elektrik yükü kuantumludur: Doğada serbest olarak gözlenebilen tüm yüklü parçacıkların elektrik yükü, temel yük biriminin (e' nin) tam sayı katlarıdır. ($q=ne$, $n \rightarrow$ tam sayı)

3. İletkenler, Yalıtkanlar ve Elektriklenme Türleri

- Elektriği iletebilen maddelere **iletken** denir. Örneğin, bakır, demir, alüminyum vb. İletkenlerde serbest elektronlar bulunur. Bunlar atom çekirdeğine çok zayıf bir şekilde bağlıdırlar.
- **Yalıtkanlar** elektriği iletmezler. Örneğin, cam, plastik, tahta vb.
- Elektriksel iletkenliği, iletkenlerle yalıtkanlar arasında bulunan maddelere **yarıiletken** denir. Yarıiletkenlerin elektriksel özellikleri katkılama yapılarak değiştirilebilir. Kullanım alanları; Diyot, LED, transistör ,...
- **Süperiletkenlerde** ise, malzeme yeterince soğutulduğunda elektronlar hiçbir engelle karşılaşmadan hareket eder.



Yarıiletken ve süperiletken maddelerin yapısı ancak kuantum teorisi ile açıklanabilir.

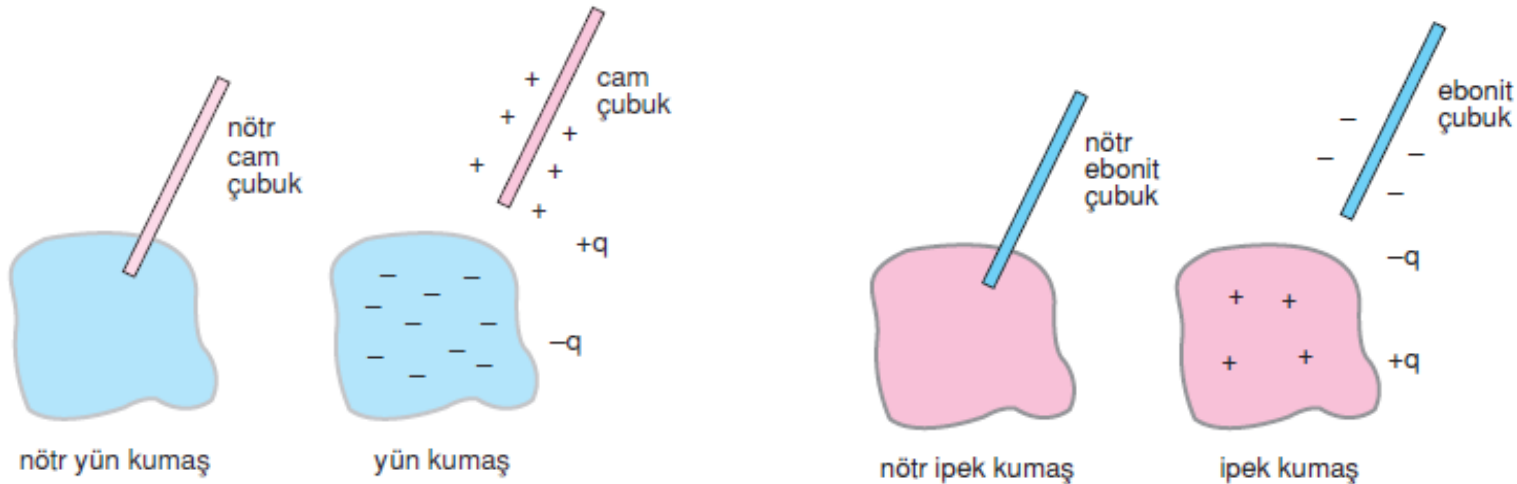
Elektriklenme Türleri:

1. Sürtme ile Elektriklenme:

→ Cisimlerin sürtme ile elektriklenmesi, elektronların bir cisimden diğerine akması ile açıklanır. Elektron bağ kuvveti zayıf olan maddeden diğerine elektron akışı olur.

→ Sürtme ile elektriklenen cisimler zıt fakat eşit miktarda yükle yüklenir.

(Şekiller Kaynak [1]'den alınmıştır.)



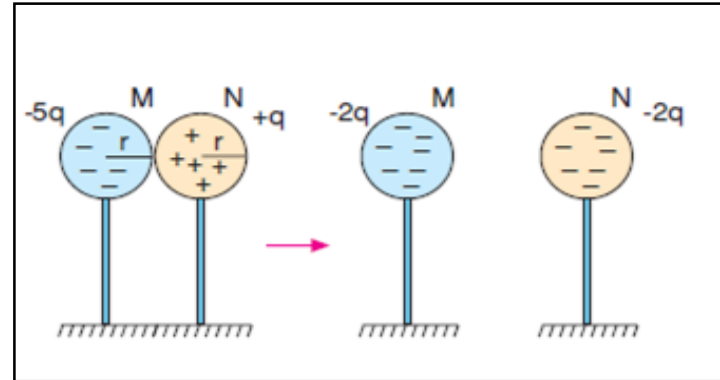
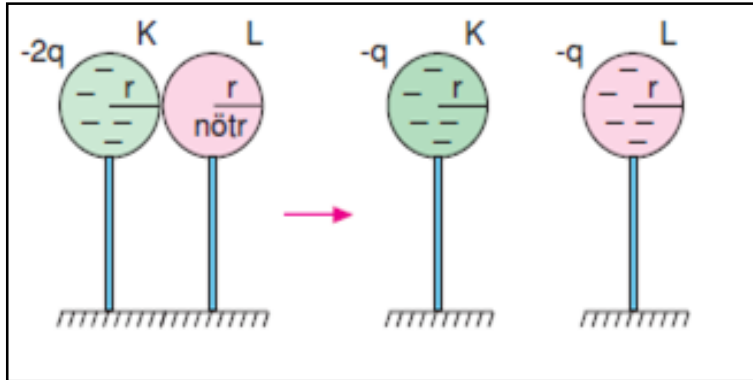
2. Dokunma ile Elektriklenme:

→ Bu şekilde yüklenen cisimler kesinlikle zıt yükle yüklenmezler.

→ Cisimlerin yükleri nasıl paylaşacağı tamamen cisimlerin fiziksel ve geometrik yapısına bağlıdır.

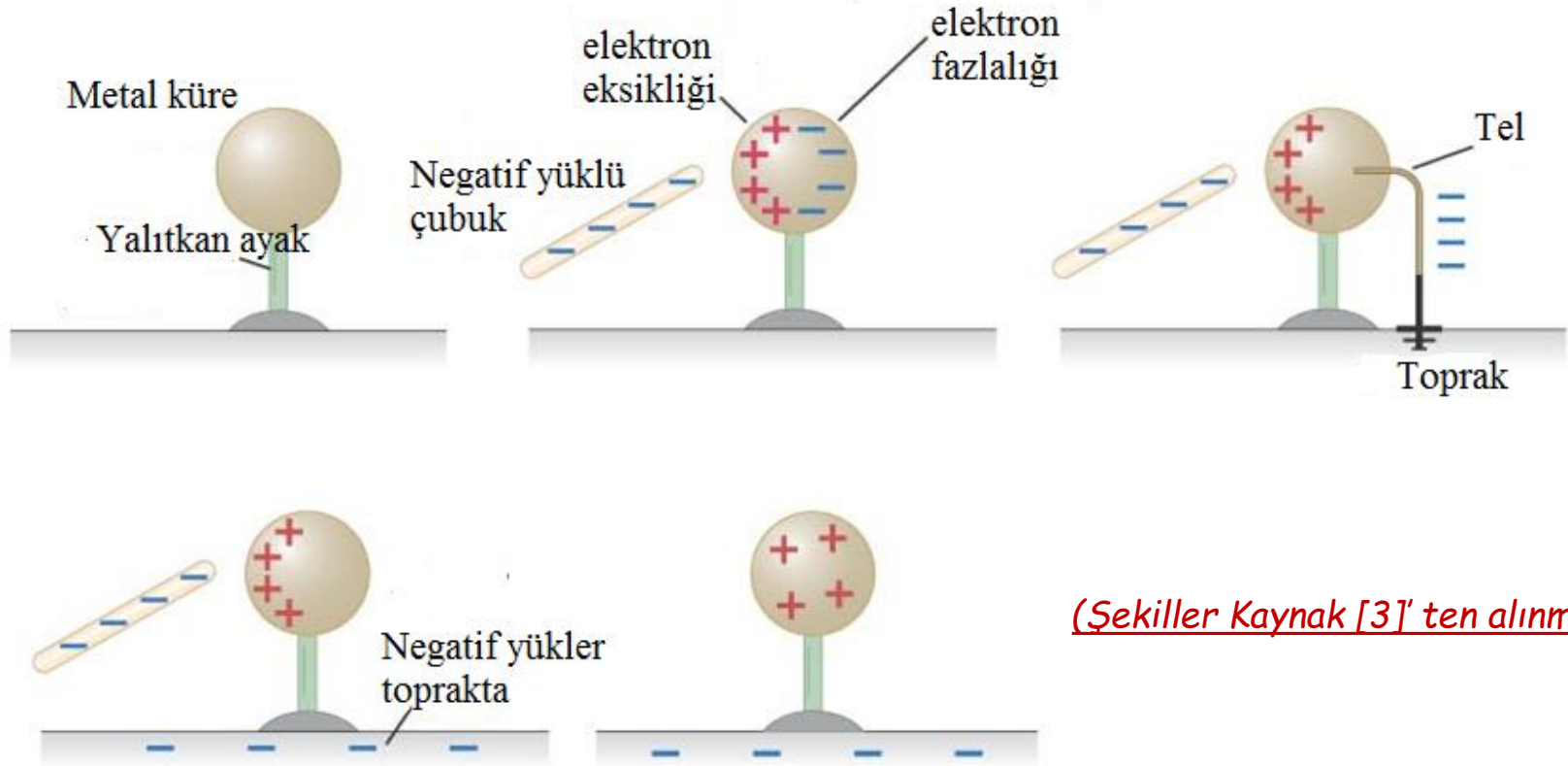
→ Yüklü bir iletken nötr bir cisme dokundurulursa, nötr cisim iletkenle aynı cins yüklenir.

(Şekiller Kaynak [2] den alınmıştır.)



3. Etki (İndüksiyon) ile Elektriklenme:

Yüklü bir cisim yardımıyla bir iletkeni, ikisini birbirine değdirmeden yükleme işlemidir. Cisimler birbirine yaklaştırıldığında, çekme ve itme kuvvetlerinin etkisiyle iletkenin değişik kısımlarında yüklenme olur. Yük türlerinden biri uzaklaştırıldığında cisim kalıcı olarak yüklenmiş olur.



(Şekiller Kaynak [3] ten alınmıştır.)

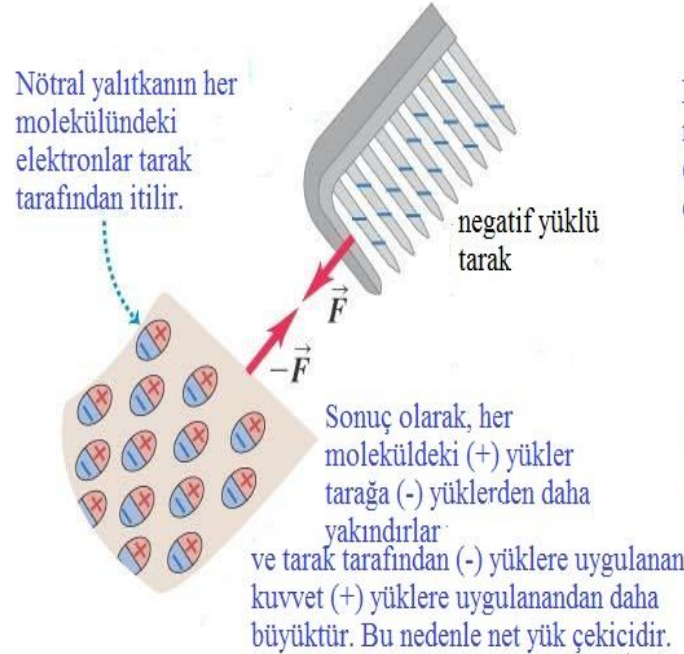
➤ İletkenlerdeki etki (indüksiyon) ile elektriklenmenin benzeri yalıtkanlarda da görülür. Yalıtkanda yük merkezleri hafifçe kayarak, molekülün bir yanının diğerine göre daha (+) yüklenmesine yol açar. Bu olaya kutuplanma denir.

(Şekil Kaynak [3]' ten alınmıştır.)

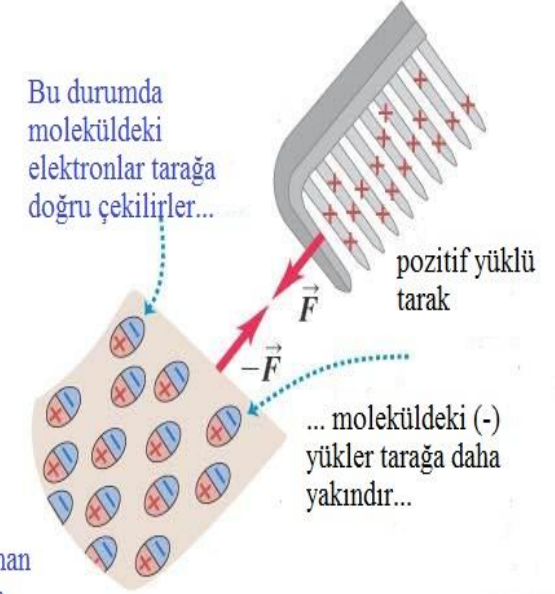
(a) Yüklü bir tarak yüklenmemiş plastik parçalarını çekiyor.



(b) Negatif yüklenmiş bir tarak bir yalıtkana nasıl etkir?

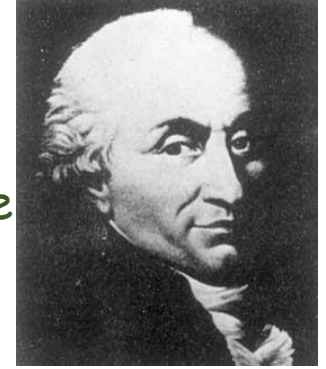


(c) Pozitif yüklenmiş bir tarak bir yalıtkana nasıl etkir?



4. Coulomb Yasası

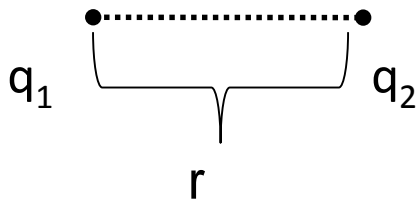
Durgun yüklerin fiziği elektrodstatiktir. Elektrodstatik etkileşmeler Coulomb Yasası ile açıklanır. (Charles Augustin de Coulomb(1736-1806). 1785' de Coulomb yasasını açıkladı.)



→ İki nokta yük arasındaki elektrik kuvvetinin büyüklüğü, bu yüklerin çarpımı ile doğru orantılı ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır.

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

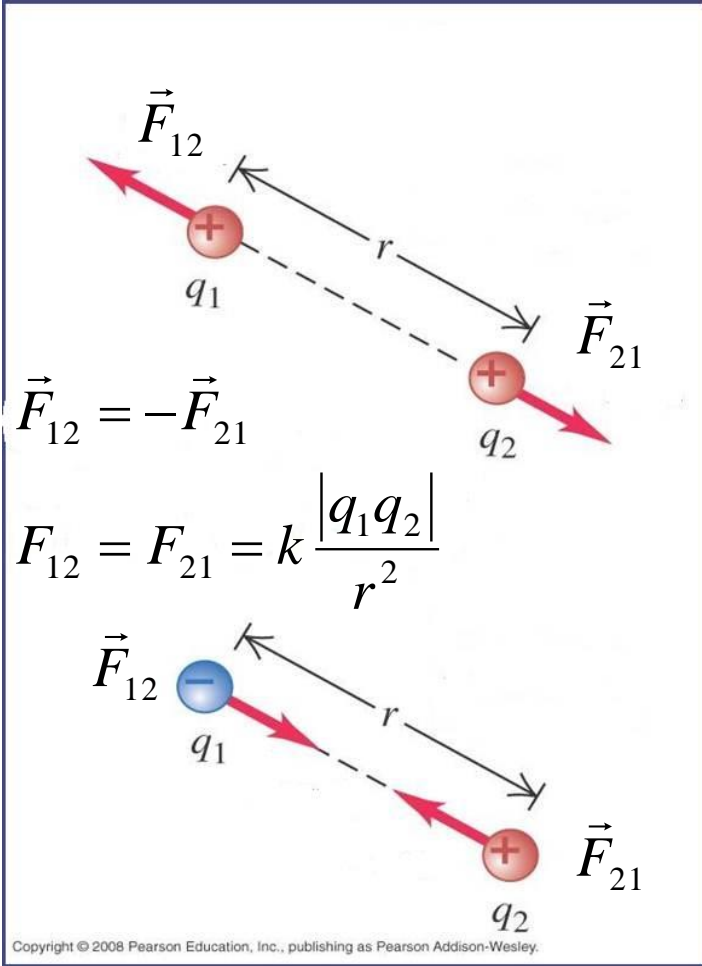
✓ Kuvvetin büyüklüğü her zaman pozitiftir.



✓ Kuvvetin yönü her iki yükü birleştiren çizgi boyuncadır.

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

✓ Vektörel formda Coulomb Yasası.
(İkinci yükün birinci yüke uyguladığı kuvvet)



(Şekil Kaynak [3]' ten alınmıştır.)

Birim sistemi	Yük	Uzaklık	Kuvvet	k sabiti
MKS	Coulomb (C)	Metre (m)	Newton (N)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
CGS	Statcoulomb ya da esu	Santimetre (cm)	Dyne(dyn)	1

1 esu= 2.998×10^{-9} C (*esu:elektrostatik birim*)

1 N= 10^5 dyn

$\epsilon_0=8.8545 \times 10^{-12}$ C²/N.m² Boşluğun elektrik geçirgenliği

5. Elektrik Kuvvetlerinin Belirleyici Olduğu Bazı Durumlar

→ *Elektrik kuvveti, günlük hayatta etkisini en çok hissettiğimiz kuvvet....!*

- Sürtünme kuvveti, normal kuvvet, ipteki gerilme kuvveti, bir zamkın uyguladığı yapışma kuvveti vb. temelde elektrik kökenlidir.
- Teknolojik ve elektronik pek çok alet ve makinenin temel bileşenidir.
- Elektronların pozitif yüklü çekirdeğe bağlanarak **kararlı bir atom oluşturmaları.**
- Atomların birbirine bağlanarak **molekülleri oluşturmaları** (Örneğin, DNA molekülündeki zayıf bağ).
- Atomların ve moleküllerin birbirine bağlanarak sıvıları ve katıları oluşturmaları.
- Tüm kimyasal tepkimeler.
- Tüm biyolojik süreçler (Sinir sistemi elektrik akımı ile çalışır, kandaki oksijen alışverişi elektrikselsel potansiyel fark ile gerçekleşir vb.)

Kaynaklar

1. www.bilgicik.com/yazi/iletkenler-ve-yalitkanlar/
2. www.bilgicik.com/yazi/dokunma-ile-elektriklenme/
3. "Üniversite Fiziği Cilt-I ", H.D. Young ve R.A. Freedman, (Çeviri Editörü: Prof. Dr. Hilmi Ünlü) 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara.