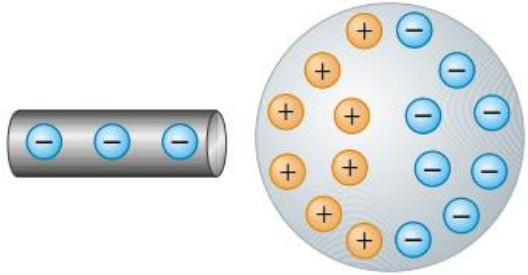
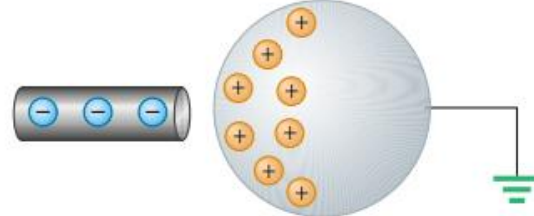


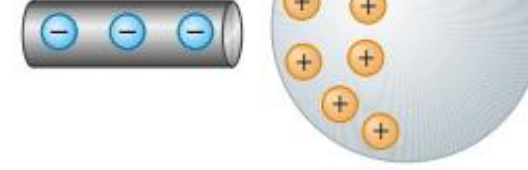
(a)



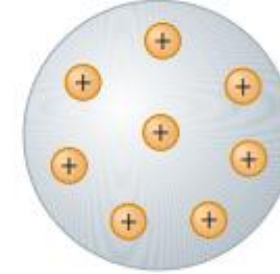
(b)



(c)



(d)



(e)

FİZİK-II

BÖLÜM 1 : COULOMB YASASI

Ders kaynakları:

- 1. Serway Fizik II, Türkçesi (Farklı Baskılar).**
- 2. Temel Fizik II, Türkçesi.**
- 3. Üniversiteler İçin Fizik, Bekir Karaoğlu, 3. Baskı, 2015.**

ÖĞRENİM KONULARI

- Elektrik yükü
- Elementer yük
- İletkenler, yalıtkanlar
- Nesnelerin yüklenmesi
- Elektrik yükleri arasındaki itme ve çekme kuvvetleri

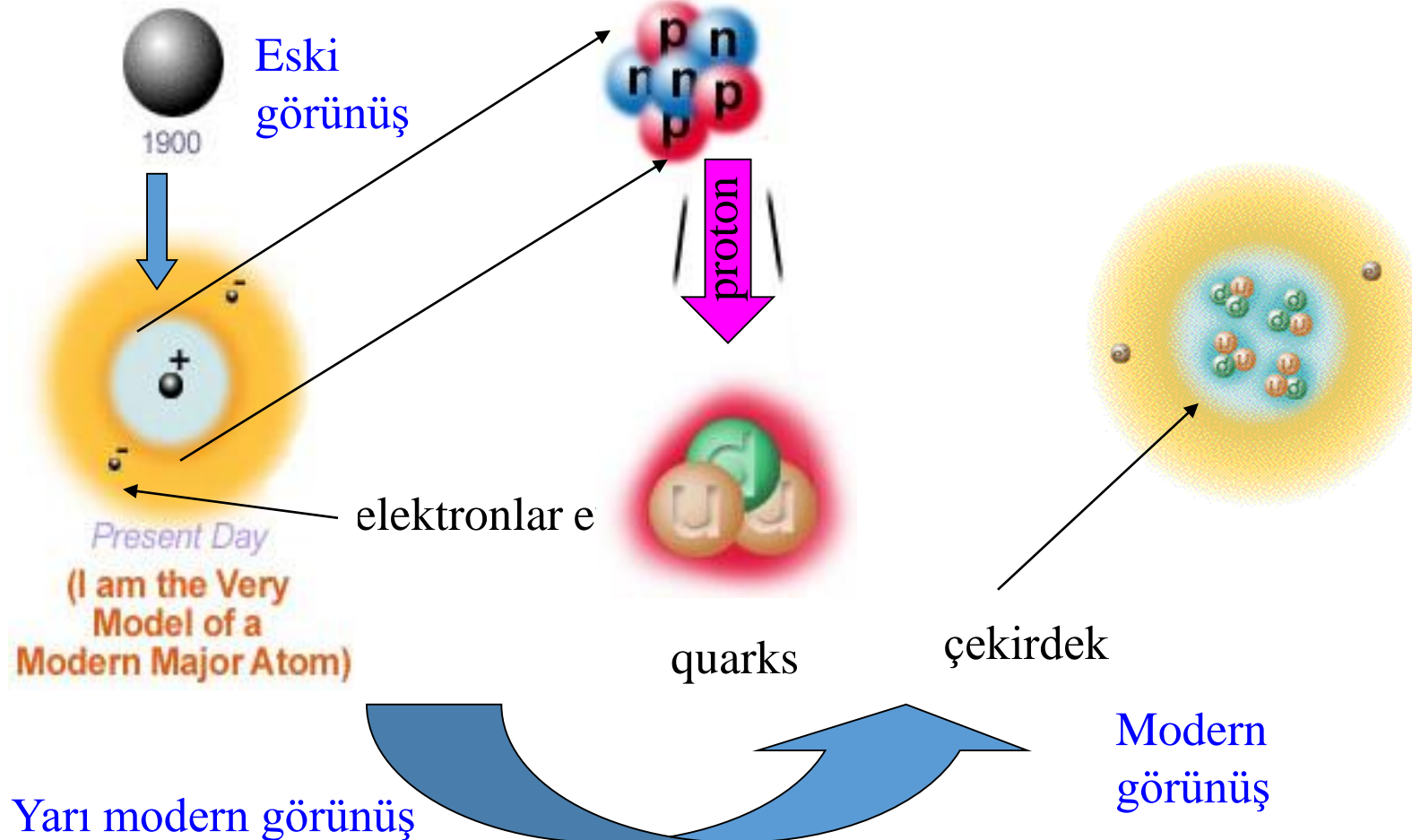
Elektrik ve Manyetizma yasaları, radyo, televizyon, elektrik motoru, bilgisayar, hızlandırıcı ve benzeri elektronik aygıtların çalışmasında başlıca rol oynarlar. Katı ve sıvıların oluşmasını sağlayan atomlar ve moleküller arası kuvvetler temelde elektrik kökenlidirler. Ayrıca, cisimler arası itme ve çekme kuvvet kuvvetleri, bir yaydaki esneklik kuvvetleri gibi kuvvetler, atomsal düzeydeki elektrik kuvvetlerinden ileri gelir.

1.1. Elektrik yükü

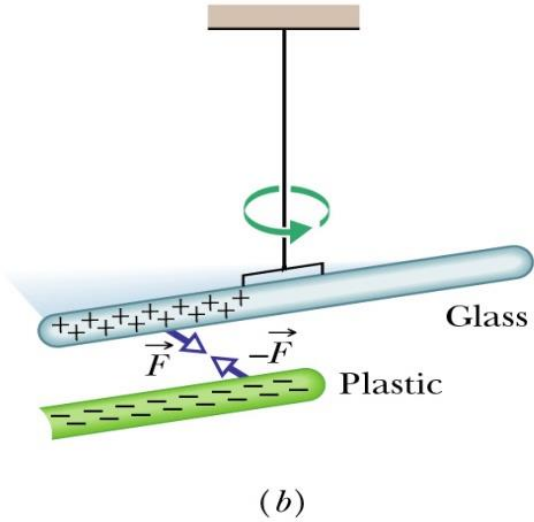
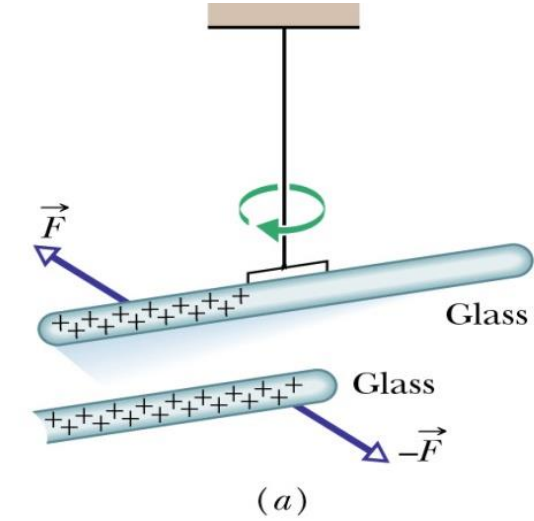
Dünya neden yapılmıştır?

Parçacık(atom) fiziği

Atom modelleri



1.1. Elektrik yükü



Elektrik yükü

- ❑ Cam çubuk ipek parçaya sürtüldüğünde, çubuk “pozitif” yüklenir.
- ❑ Plastik çubuk kürk parçasına sürtüldüğünde, çubuk “negatif” yüklenir.
- ❑ İki aynı işaretli yük birbirini iter.
- ❑ İki zıt işaretli yük birbirini çeker.
- ❑ Elektrik yükü korunur.

1.1. Elektrik yükü

- **Elektron:** 10^{-18} metreden daha az yarıçaplı $e = -1.6 \times 10^{-19}$ Coulomb (SI birimi) elektrik yüklü ve kütlesi $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg dır.
- **Proton:** $+e$ yükü ile sınırlı büyüklüğe sahiptir, kütlesi $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg ve yarıçapları aşağıdaki gibidir:
 - $0.805 \pm 0.011 \times 10^{-15}$ m saçılma deneyi
 - $0.890 \pm 0.014 \times 10^{-15}$ m Lamb shift deneyi
- **Nötron:** Protonla aynı büyüklükte, fakat toplam yükü $=0$ ve kütlesi $m_n = 1.674 \times 10^{-27}$ kg dır
Nötron içerisinde pozitif ve negatif yükler mevcuttur.
- **Pion:** Protondan daha küçüktür. Üç çeşittir: $+e$, $-e$, 0 yük.
 $0.66 \pm 0.01 \times 10^{-15}$ m
- **Quark:** Parçacıktır. Proton ve nötronla kuşatılmıştır,
 - Serbest değildir.
 - Proton (uud) yükü $= \frac{2}{3}e + \frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e = +e$
 - Nötron (udd) yükü $= \frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e - \frac{1}{3}e = 0$
 - Yalıtılmış quark hiçbir zaman bulunmaz.

1.1. Elektrik yükü

- İki çeşit yük: Pozitif ve Negatif
- Aynı yükler birbirini iter – farklı yükler çeker
- Yük korunumludur ve kuantumludur

1. ***e ile belirtilen*** elektrik yükü **daima** başlıca yük birimidir,
2. 1909 Robert Millikan ***e değerini ilk defa ölçmüştür.***
3. Değeri **$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C (coulombs)}$** .
4. Yük için standart semboller **Q ya da q** .
5. Daima **$Q = Ne$ dir.** Buradaki **N** tamsayıdır.
6. Yükler : proton, **$+e$** ; elektron, **$-e$** ; nötron, **0** ; omega, **$-3e$** ; quarks, **$\pm 1/3 e$** veya **$\pm 2/3 e$** – nasıl oluşur? – quark daima bütün olarak gruba $N \times e$ kuralının uygulandığı gruplarda var olur.

1.2. İletkenler, yalıtkanlar ve indüklenen yükler

❑ **İletkenler:** Elektrik yüklerinin içinde özgürce hareket edebildikleri maddelerdir. **Metaller.** Bu malzemelerin küçük bir bölgesi yüklendiğinde yük iletkenin tüm yüzeyine kısa sürede dağılır. Bakır bir çubuk yüne sürtülüp bir kağıt parçasına değdirilirse kağıdı **çekmez**, ama tahta bir maşa ile bu işlem yapılırsa bakır tahtayı çeker. Yüklendiği.

❑ **Yalıtkanlar:** Elektrik yüklerinin serbest hareket edemedikleri maddelerdir. **Tahta.** Bu tip malzemeler sürtülerek yüklendiklerinde yalnızca sürtünen bölgeleri yüklenir, ve bu yük malzemenin diğer bölgelerine geçemez.

1.2. İletkenler, yalıtkanlar ve indüklenen yükler

❑ **Yarıiletkenler:** Elektrik özellikleri arada olan maddelerdir.

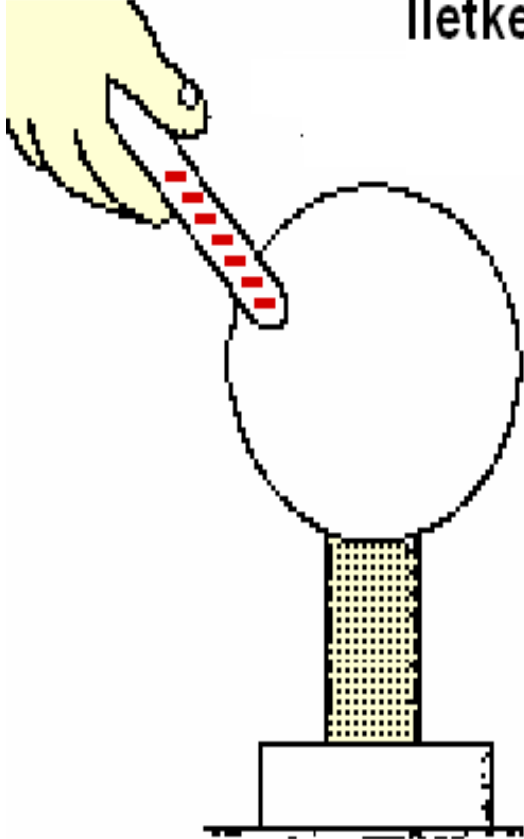
Silikon. Bu malzemeler elektronik teknolojisinin temel taşlarındandır. Silisyum ve Germanyum transistör, ışık veren diyot gibi çeşitli elektronik aygıtların üretiminde sıkça kullanılırlar.

❑ **İndüksiyon:** dokunma veya etki ile bir maddede yük yoğunluğu meydana getirme işlemidir.

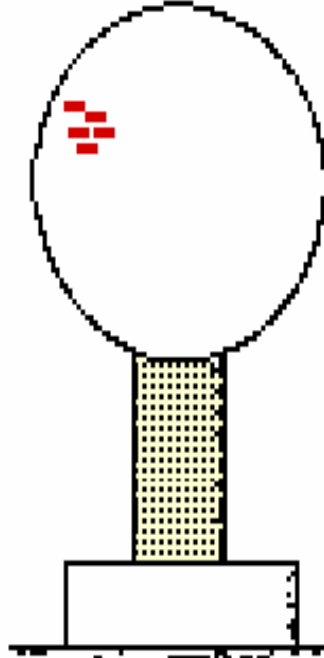
1.2. İletkenler, yalıtkanlar ve indüklenen yükler

Dokunma ile Yüklenme

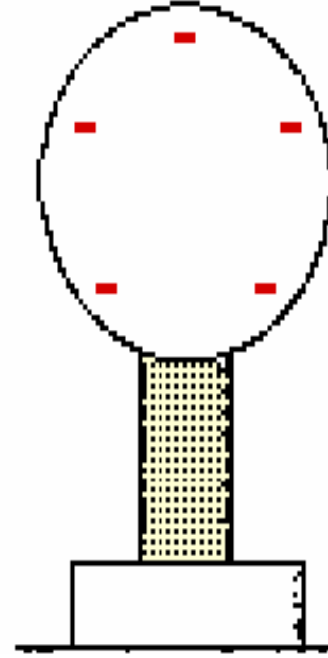
İletken üzerinde yükün düzgün dağılımı



Bir metal küre yalıtkan ayak üzerine yerleştirilir ve yüklü plastik çubuk dokundurulur.



Metal küre, kontak noktasma yerleşen negatif yükler kazanır.

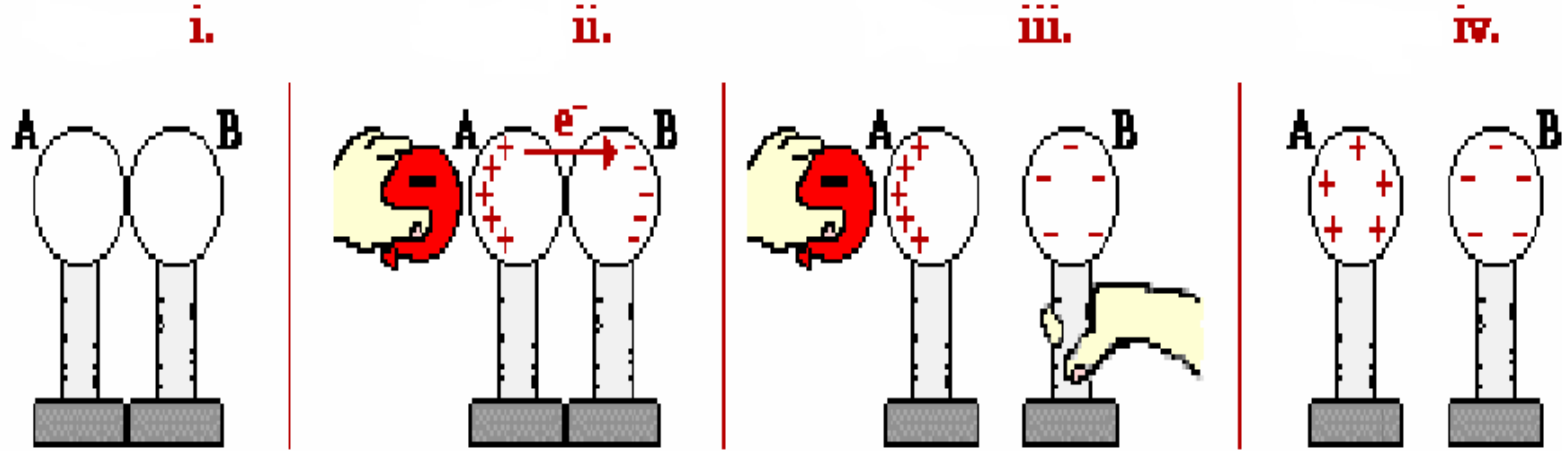


Metal iletken olduğundan, yükler hızlı bir şekilde kürenin yüzeyine doğru dağılır.

1.2. İletkenler, yalıtkanlar ve indüklenen yükler

Etki ile Yükllenme

Etki ile Yükllenme



İki metal küre yalıtkan ayak üzerine yerleştirilir

Bir – yük kaynağı e^- ları indükleyerek A küresinden B küresine geçmelerini sağlar

Yalıtkan ayaklar kullanılarak B küresi A küresinden ayrılır. İki küre zıt yüke sahip olur.

Fazla yük düzenli olarak kürelerin yüzeyleri boyunca dağılır.

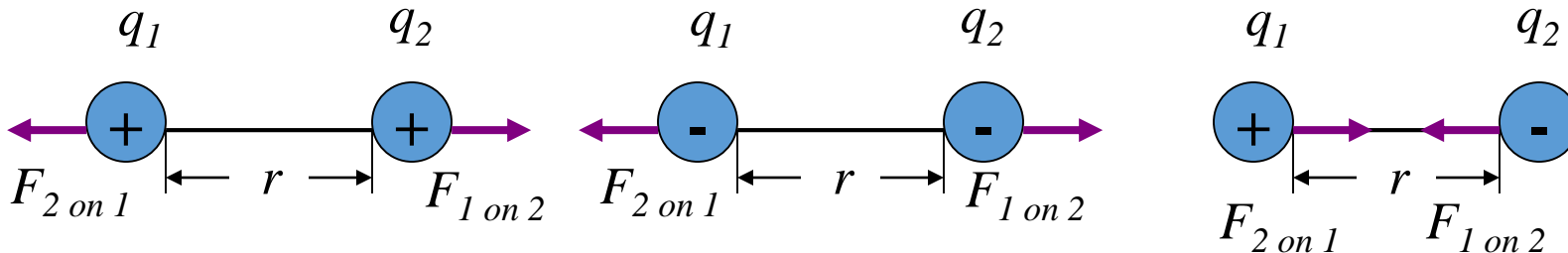
1.3. Coulomb Yasası

Coulomb, iki yük arasındaki elektrik kuvvetinin aşağıdaki özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.

- İki yükün birbirleri üzerinde oluşturdukları kuvvetlerin doğrultusu her zaman onları birleştiren doğru boyuncadır.
- Yükler aynı işarete sahipse, kuvvetler iticidir.
- Yükler zıt işarete sahipse, kuvvetler çekicidir.
- İki nokta yük arasındaki elektrik kuvvetin büyüklüğü yüklerin çarpımıyla doğru orantılı ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır.

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

r : iki yük arası uzaklık
 q_1, q_2 : yükler
 k : orantı sabiti



1.3. Coulomb Yasası

□ Coulomb Kuvvetleri ve Birimler

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

r : iki yük arasındaki uzaklık (m)

q_1, q_2 : yükler (C)

k : orantı sabiti

$$k = 8.987551787 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \quad \text{SI birimi}$$

$$\cong 8.988 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$\cong 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$k = (10^{-7} \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{C}^2) \text{c}^2$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} ; \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$$

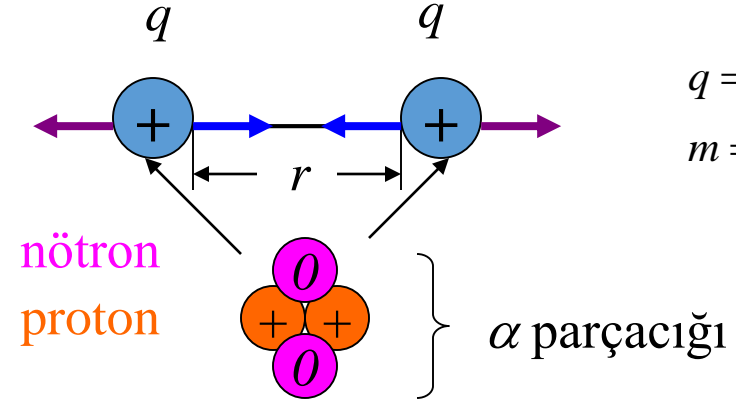
$$e = 1.602176462(63) \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$$

❑ **Örnek:** Şekildeki yük sistemi için Elektriksel kuvvetler ile Kütle çekim kuvvetlerini kıyaslayınız.

Elektriksel kuvvet $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$

Kütle çekim kuvveti $F_g = G \frac{m^2}{r^2}$

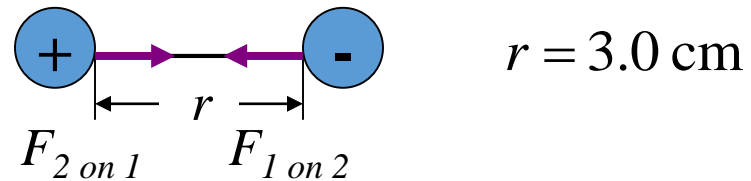


$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 G} \frac{q^2}{m^2} = \frac{9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2}{6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2} \frac{(3.2 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(6.64 \times 10^{-27} \text{ kg})^2} = 3.1 \times 10^{35}$$

Kütle çekim kuvvetleri elektriksel kuvvetlere kıyasla çok küçüktür.!

❑ Örnek: Şekildeki yükler arasındaki kuvvetleri hesaplayınız.

$$q_1 = +25 \text{ nC}, q_2 = -75 \text{ nC}$$



$$\begin{aligned} F_{1 \text{ on } 2} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \\ &= (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(25 \times 10^{-9} \text{ C})(75 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.030 \text{ m})^2} \\ &= 0.019 \text{ N} \\ &= F_{2 \text{ on } 1} \end{aligned}$$

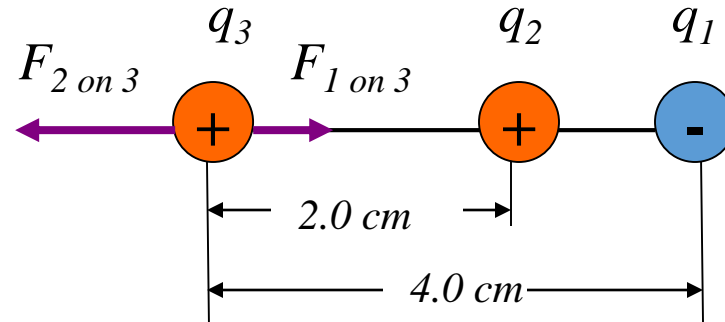
$$\vec{F}_{1 \text{ on } 2} = -\vec{F}_{2 \text{ on } 1}$$

1.3. Coulomb Yasası

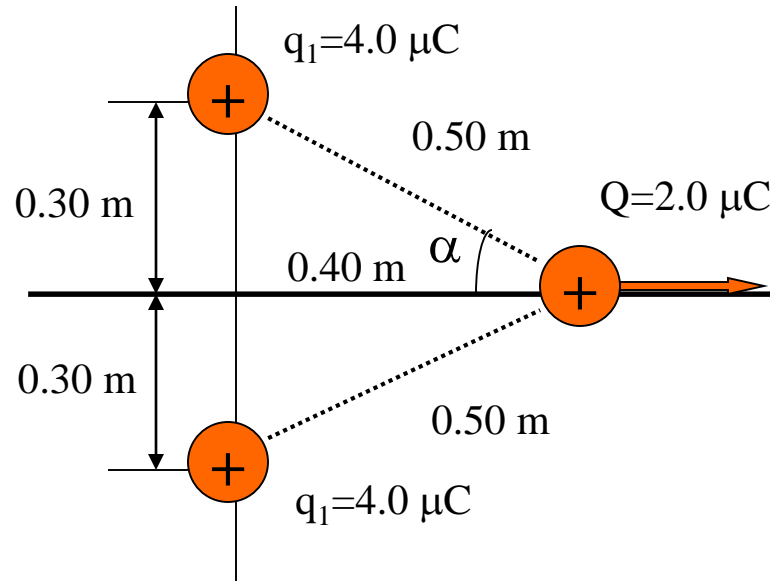
□ Kuvvetlerin üst üste binmesi **Kuvvetlerin üst üste binme ilkeleri**

İki yük üçüncü bir yük üzerine eşzamanlı olarak kuvvet uyguladıklarında, etki altında olan üçüncü yük üzerindeki toplam kuvvet iki yükün ayrı ayrı oluşturdukları kuvvetlerin vektörel toplamına eşittir.

□ **Örnek:** Doğru üzerindeki elektrik kuvvetlerin vektörel toplamı. 1 ve 2 yüklerinin 3. yüke uyguladıkları toplam elektriksel kuvvet nedir? Yükler eşittir.



❑ **Örnek:** Şekilde düzlemdeki elektrik kuvvetlerin vektörel toplamını bulunuz.



$$\begin{aligned}
 F_{1onQ} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 Q}{r_{1Q}^2} \\
 &= (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})(2.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.50 \text{ m})^2} \\
 &= 0.29 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$(F_{1onQ})_x = (F_{1onQ}) \cos \alpha = (0.29 \text{ N}) \frac{0.40 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} = 0.23 \text{ N}$$

$$(F_{1onQ})_y = (F_{1onQ}) \sin \alpha = -(0.29 \text{ N}) \frac{0.30 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} = -0.17 \text{ N}$$



$$F_x = 0.23 \text{ N} + 0.23 \text{ N} = 0.46 \text{ N}$$

$$F_y = -0.17 \text{ N} + 0.17 \text{ N} = 0$$

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

ve

TEKRAR ETMEYİ UNUTMAYINIZ