

5.111 Ders Özeti #2

Bugün için okuma: A.2-A.3 (s F10-F13), B.1-B.2 (s. F15-F18), ve Bölüm 1.1.

Ders 3 için okuma: Bölüm 1.2 (3. Baskıda 1.1) – Elektromanyetik Işımanın Özellikleri, Bölüm 1.4 (3. Baskıda 1.2)-Işıma, Kuanta ve Fotonlar (Özellikle, 4. Baskıda s. 10-12 veya 3.Baskıda s. 5-7 ye odaklanın).

Konular: **I.** Elektron ve çekirdeğin keşfi
 II. Atomun klasik tanımı (ve çöküşü)

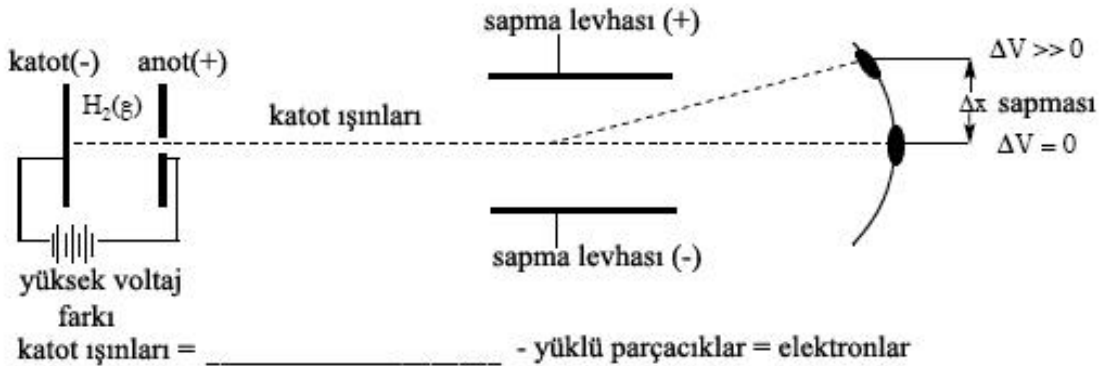
20. yüzyılın başlarında, pek çok kimyacı ve fizikçi bilimsel bilginin tamamlandığı duygusuna sahipti. Atomun maddenin en basit yapıtaşı olduğu ve *bütün* maddelerin davranışlarının Newton mekaniği ile açıklanabileceği evrensel olarak kabul edilmişti.

FAKAT...çeşitli keşifler ve gözlemler bu teoriler ile çelişiyordu.

I. A) ELEKTRONUN KEŞFİ

J.J. Thomson (İngiliz fizikçi, 1856-1940), 1897’de elektronu keşfetti ve kütle/yük oranını belirledi. 1906 da Nobel Ödülü’nü kazandı.

Deney:



İki sapma levhası arasındaki voltaj farkı, $\Delta V = 0$ ise sapma olmaz. Fakat, ΔV büyükse, artı yüklü levhaya doğru Δx sapması oluşur. Klasik elektromanyetizma bilgisine göre, Thomson, şunları biliyordu:

$\Delta x(-) \propto$ _____ $e(-)$ = eksi yüklü parçacığın _____

$m(-)$ = eksi yüklü parçacığın _____

FAKAT oldukça büyük bir ΔV uygulanırsa, eksi yüklü plakaya doğru az miktarda bir sapma gözlenir. Bu gözleme göre, ayrıca artı yüklü bir parçacık da bulunmaktadır!

$$\Delta x (+) \propto \text{_____} e(+) = \text{artı yüklü parçacığın yükü}$$

$$m(+) = \text{artı yüklü parçacığın kütlesi}$$

$$\text{FAKAT } |\Delta x(-)| \gg \gg |\Delta x(+)|$$

Thompson, artı yüklü parçacığın H^+ olacağından şüphelendi. Çünkü eksi yüklü parçacığın kaynağı H atomuydu ve H atomu elektronik olarak nötraldi.

$$\text{O halde } |e(-)| = |e(+)|$$

$$\text{Bu nedenle : } \frac{|\Delta x(-)|}{|\Delta x(+)|} =$$

Δx oranı büyük olduğundan, kütlelerin oranı da büyük olacaktır: $m(-)$ _____ $m(+)$

Katot ışınları tüpünden gelen bu eksi yüklü parçacık **elektron** ($m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg) olarak isimlendirildi. Atomlar bölünemez DEĞİLDİR!

Thomson elektronların artı yüklü bir bulutun içine gömüldüğü bir atom modeli önerdi. Onun bu (hatalı) modeline "Üzümlü kek modeli" adı verilmiştir.



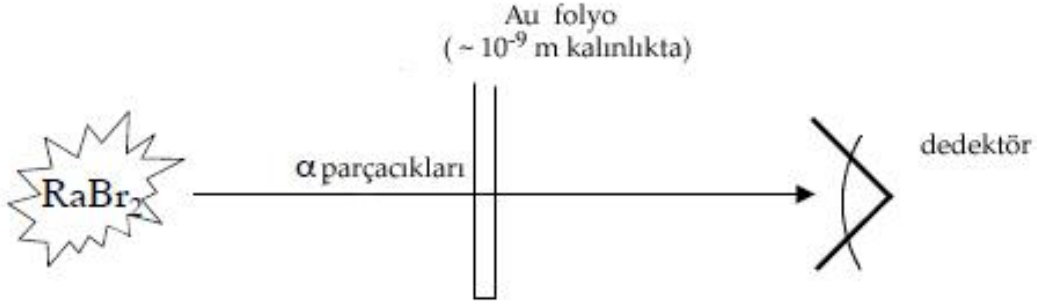
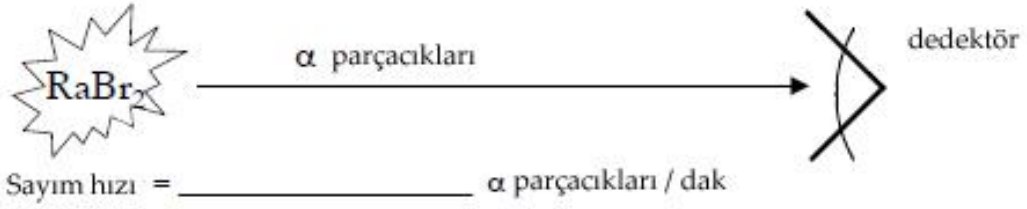
I. B) ÇEKİRDEĞİN KEŞFİ

Ernest Rutherford (Cambridge Üniversitesi, İngiltere, 1871-1937) yeni-keşfedilmiş radyoaktif elementlerinin α emisyonunu inceliyordu.

- α parçacıklarının ağır ve yüklü parçacıklar olduğu biliniyordu.
- α parçacıkları _____ atomlardır. Bu 1911'de bilinmiyordu.

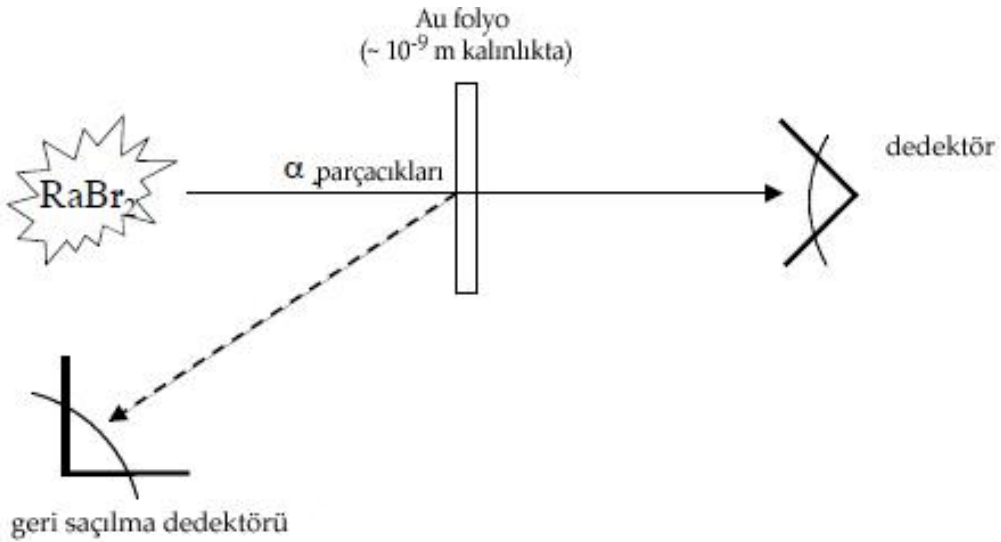
1911'de, Rutherford atomun üzümlü kek modelini test etti. (Deneyler doktora sonrası öğrencisi Hans Geiger ve lisans öğrencisi E. Marsden tarafından yapıldı.)

Deney:



α parçacıklarının tümünün Au folyodan geçtiği görüldü.

Büyük yeni bir yuvarlak dedektör yapıldı, böylece geri saçılan tanecikler ölçülebildi.



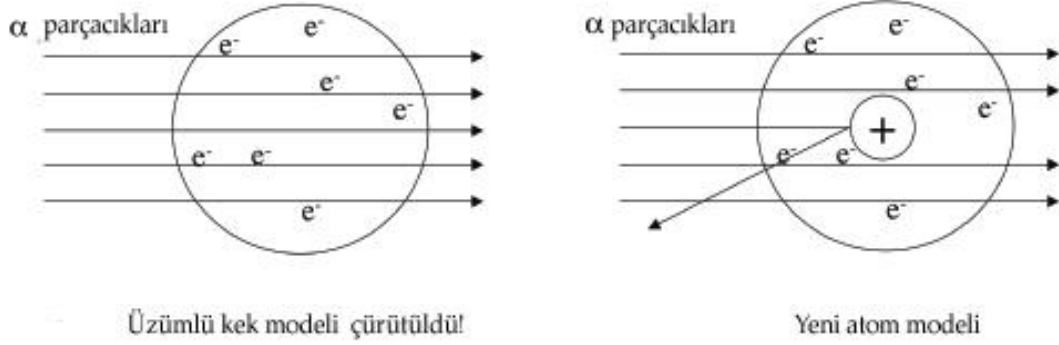
Sayım hızı = _____ α parçacığı / dak

Geri saçılma saptandı!!

Geri saçılma olasılığı (P):

$$P = \frac{\text{geri saçılma hızı}}{\text{gelen parçacıkların hızı}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$$

Yorum:



- α parçacıklarının büyük kısmı Au folyodan sapmadan geçtiğinden, **Au atomlarının büyük kısmı** _____.
- α parçacıklarının oldukça küçük bir yüzdesi, atomda oldukça ağır bir şeye çarpar ve geri saçılır. Bu gözlem **atom kütlelerinin büyük kısmının, atomun toplam hacmine göre, oldukça ufak bir hacimde yoğunlaştığını gösterir. Buna ÇEKİRDEK adı verilir.**
- Rutherford çekirdek çapının _____ m olduğunu hesapladı. Onun hesabı (aşağıda verilmektedir) çekirdek çapının atom çapına oranına dayanan geri saçılma olasılığı ve folyo kalınlığı (10^{-10} m) ile ilişkiliydi.
- Elektronlar negatif yüklü ve atomlar nötr olduğu için, Rutherford çekirdeğin artı yüklü olacağını önerdi.

Çekirdek üzerindeki yük = _____ Z = atom numarası

e = elektron yükünün mutlak değeri

ŞİMDİ SINIFTA RUTHERFORD GERİ SAÇILMA DENEYİ YAPILACAKTIR!

Lütfen hayal edin:

beyaz Strafor toplar = Au çekirdeklerinin 1 tabakası

pin pon topları = α parçacıkları

_____ = α parçacıkları yayınlayan radyoaktif materyal

Geri saçılma olasılığı (P) = _____

(Bu değeri deneysel olarak tayin edebiliriz.)

P, Au (Strafor top) çekirdeğinin yarıçapı olan r ile aşağıdaki gibi ilişkilidir:

P = _____ = _____

P = _____
1.39 m²

“Au çekirdeği” nin (Strafor toplar) yarıçapını (r) ve çapını (d) çözebiliriz:

r = _____ d = 2r = _____

Şimdi, çekirdek çapını (d) belirlemek için, P değerini deneysel olarak bulabiliriz:

P = _____ d = _____

II. KLASİK ATOM TANIMI VE ÇÖKÜŞÜ

Bir elektron çekirdeğe nasıl bağlanır? Aralarındaki çekim kuvveti nedir?

Elektromanyetik kuvvet. Kısaca **Coulomb kuvveti** olarak adlandırılır.

Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektron arasındaki çekim kuvveti Coulomb kuvvetidir. Bu kuvvet **Coulomb Kuvvet Kanunu** ile nicel olarak hesaplanabilir.

Hidrojen atomu için:

F(r) = _____ e = elektron yükünün mutlak değeri
(not: çekirdek yükü = +e , H atomu için)

r = iki yük arasındaki uzaklık

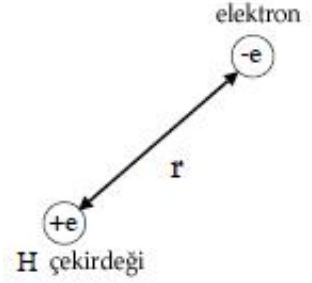
ϵ_0 = boşluğun geçirgenlik sabiti

(8.854 x 10⁻¹² C² J⁻¹ m⁻¹)

1 elektron ve 1 proton içeren H atomunu ($Z=1$) düşünelim.

$r \rightarrow \infty$ giderken $F(r) = \underline{\hspace{2cm}}$

$r \rightarrow 0$ giderken $F(r) = \underline{\hspace{2cm}}$



Elektron çekirdeğe ne kadar yaklaşırsa, iki yük arasındaki çekim kuvveti o kadar büyür.

- Coulomb kuvvet kanunu, F kuvvetinin r 'nin bir fonksiyonu olduğunu söyler.
- Coulomb kuvvet kanunu, r 'nin $\underline{\hspace{2cm}}$ ile nasıl değiştiğini söylemez.

Coulomb kuvveti etkisi altında elektron ve çekirdeğin nasıl hareket ettiğini söyleyen bir KLASİK HAREKET KANUNU vardır: Newton'un 2. Kanunu

$$F = ma$$

$$\text{Kuvvet} = \text{kütle} \times \text{ivme}$$

F 'i hızın, $F = m(\underline{\hspace{2cm}})$, veya uzaklığın, $F = m(d^2 r/dt^2)$, bir fonksiyonu olarak yeniden yazabiliriz.

F 'i Coulomb kuvvet kanununda yerine koyar ve eşitliği r 'nin verilen bir başlangıç değeri için çözebiliriz.

H atomunun tipik yarıçapı olan, $r_{\text{başlangıç}} = 10 \text{ \AA} (10^{-10} \text{ m})$ değeri için hesaplırsak

$r = 0$ da $t = \underline{\hspace{2cm}}$ saniyedir!

Bu sonuç elektronun $\underline{\hspace{2cm}}$ de çekirdek içine gömüleceğini öngörür!

Buradaki hata nedir?

Klasik mekanik kanunları artık bu boyutta geçerli değildir.

Bu ve diğer "rahatsız edici" gözlemleri açıklayacak yeni bir mekanik türüne ihtiyaç vardır.

KUANTUM MEKANİĞİ atomik ölçekte (nanometre veya daha küçük) maddenin davranışını açıklayan tek ve kapsamlı bir teori sunar.