

# Bölüm 3

## *Çekirdeğin Yapısı*

Prof. Dr. Bahadır BOYACIOĞLU

# İÇİNDEKİLER

- ▶ Çekirdekleri Bazı Özellikleri
- ▶ Kararlı Çekirdekler
- ▶ Bağlanma Enerjisi
- ▶ Çekirdek Spini ve Manyetik moment

# Çekirdekleri Bazı Özellikleri

Tüm çekirdekler iki tür parçacıktan oluşur: protonlar ve nötronlar. Tek istisna, tek bir proton olan sıradan hidrojen çekirdeğidir. Tanımlamada, çekirdeğin yükleri, kütleleri ve yarıçapları gibi bazı özelliklerinde şu nicelikleri kullanırız:

- Çekirdekte bulunan proton sayısına eşit **Z** atom numarası,
- Çekirdeğin içindeki nötron sayısına eşit **N** sayısı,
- Çekirdeğin içindeki nükleonların (proton+nötron) sayısına eşit olan kütle numarası **A**.

Çekirdekleri temsil etmek için kullandığımız sembol X elementin kimyasal simgesi olmak üzere,



Şeklinde verilir.

# Çekirdekleri Bazı Özellikleri

## Yük ve Kütle

Proton tek bir pozitif  $e=1,6 \times 10^{-19}$  C yük taşır, elektron ise tek bir negatif yük  $e=-1,6 \times 10^{-19}$  C yük bulunur ve nötron elektriksel olarak nötrdür.

Nötronun yükü olmadığı için, tespit etmek zordur. Proton, elektrondan yaklaşık 1836 kat daha büyüktür ve protonun ve nötronun kütleleri neredeyse eşittir.

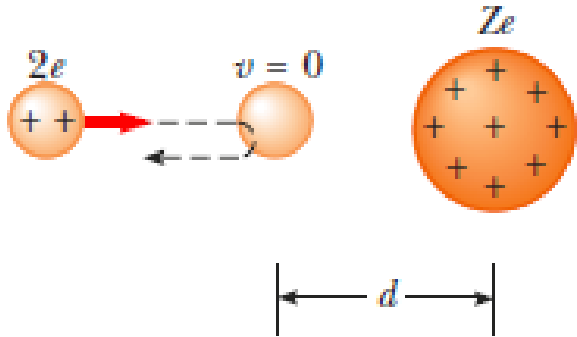
Atomik kütleler için birleştirilmiş kütle birimi u,  $^{12}\text{C}$  izotop'unun bir atomunun kütlesi tam olarak 12u olacak şekilde tanımlanmaya uygundur, burada  $1 \text{ u} = 1.660559 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

## Proton, Nötron ve Elektron'un değişik birimlerde değerleri

Parçacık	KÜTLE		
	kg	u	MeV/c <sup>2</sup>
Proton	$1.6726 \times 10^{27}$	1.007 276	938.28
Nötron	$1.6750 \times 10^{27}$	1.008 665	939.57
Elektron	$9.109 \times 10^{31}$	$5.486 \times 10^{-4}$	0.511

# Çekirdekleri Bazı Özellikleri

## Çekirdeklerin Boyutu



Çekirdeklerin büyüklüğü ve yapısı ilk olarak saçılma deneylerinde Rutherford, enerjinin korunması ilkesini kullanarak, Coulomb iticilik kuvvetinden önce doğrudan çekirdeğe doğru hareket eden bir alfa parçacığının çekirdeğe ne kadar yakın gelebileceğinin bir ifadesini buldu.

Copyright © 2006 by Serway, College Physics, 7th Ed.

$$\frac{1}{2}mv^2 = k \frac{q_1q_2}{d} \rightarrow d = \frac{4kZe^2}{mv^2}$$

Rutherford saçılma deneyleri sırasında, bir çok deney, çoğu çekirdeklerin yaklaşık olarak küresel olduğunu ve ortalama bir yarıçapa sahip olduğunu göstermiştir.

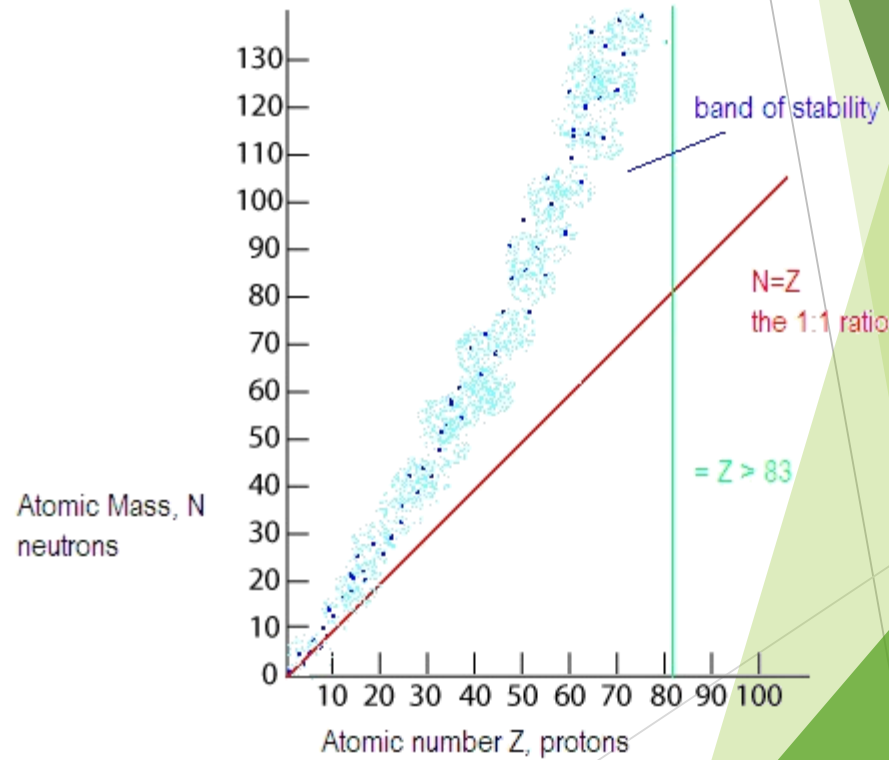
$$r = r_0A^{1/3}$$

$r_0 = 1.2 \times 10^{-15}m$  A, kütle numarasıdır.

# Nükleer Kararlılık

Çekirdeğin sıkı olarak paketlenmiş proton ve nötron topluluğundan oluşması göz önüne alındığında, protonlar arasındaki çok büyük itici elektrostatik kuvvetler, çekirdeğin parçalanmasına neden olmalı. Bununla birlikte, çekirdekler diğer bir kısa menzilli (yaklaşık 2 fm) kuvvetin varlığı nedeniyle karardır: nükleer kuvvet, tüm nükleer parçacıklar arasında etkileyen çekici bir kuvvettir. Protonlar nükleer kuvvetle birbirlerini çekerler ve aynı zamanda Coulomb kuvveti vasıtasıyla birbirlerini iterler. Çekici nükleer kuvvet aynı zamanda nötron çiftleri ve nötronlar ile protonlar arasında da etkimektedir.

Çekirdeklerinin, eşit sayıda proton ve nötron içerdikleri için en karardlı olduklarını, dolayısıyla  $N = Z$  olduğunu, ancak ağır çekirdeklerin  $N > Z$  olması durumunda daha karardlı olduğunu unutmayın.



# Bağlanma Enerjisi

Bir çekirdeğin toplam kütlesi daima çekirdeklerinin yığınlarının toplamından daha azdır. Ayrıca, kütle başka bir enerji tezahürü olduğu için bağlı sistemin (çekirdek) toplam enerjisi ayrılmış nükleonların birleşik enerjisinden daha azdır. Enerjide bu farklılığa çekirdeğin bağlanma enerjisi denir ve onu, ayrılmış nötronlara ve protonlara ayırmak için bir çekirdeğe eklenmesi gereken enerji olarak düşünülebilir.

$$E_b(\text{MeV}) = \Delta mc^2 = \left[ (Zm_p + Nm_n) - M_X \right] \frac{931.5 \text{ MeV}}{u}$$

- Proton:  $m_p = 1.007276 \text{ u}$
- Nötron:  $m_n = 1.008665 \text{ u}$
- Elektron:  $m_e = 0.000548580 \text{ u}$

# Çekirdek Spini ve Manyetik Moment

Bir elektronun spin ile ilişkili iç açısal momentumuna sahip olduğu gerçeğini tartıştık. Bir çekirdek, bir elektron gibi, göreceli özelliklerden kaynaklanan iç açısal momentuma sahiptir. Nükleer açısal momentumun büyüklüğü  $\sqrt{I(I + 1)}\hbar$ , burada nükleer spin olarak adlandırılan bir kuantum sayısıdır ve bir tam sayı veya buçuklu tamsayı olabilir. Nükleer açısal momentum, her nükleonun hem orbital hem de spin açısal momentumunu içeren toplam nükleon momentumudur.

Nükleer açısal momentum, elektronunkine benzer nükleer bir manyetik momente sahiptir. Bir çekirdeğin manyetik momenti, nükleer magneton,  $\mu_n$  açısından ölçülür, manyetik moment birimi şu şekilde tanımlanır

$$\mu_n = \frac{e\hbar}{2m_p}$$