

# **NÜKLEER REAKSİYONLAR**

## **II**

**Doç. Dr. Turan OLĞAR**

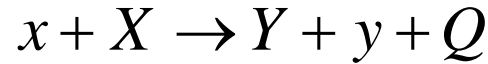
Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Fizik Mühendisliği Bölümü

# Giriş

- ✓ Bileşik çekirdek modeli
- ✓ Direkt Reaksiyonlar
- ✓ Optik Model
- ✓ Rezonans reaksiyonları

# Giriş

Bir nükleer reaksiyon,



şeklinde gösterilir. Burada  $x$  ve  $y$  gelen ve giden parçacıkları temsil eder.  $X$  ve  $Y$  ise, hedef ve geritepen çekirdeği temsil eder.  $Q$  ise nükleer reaksiyon için bozunum enerjisidir.

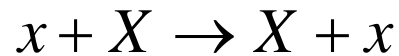
( $x+X$ ) giriş kanalı

( $y+Y$ ) çıkış yada reaksiyon kanalı

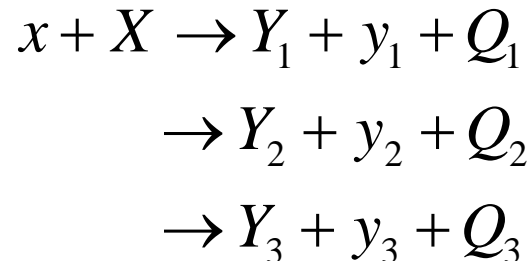
# Giriş

Reaksiyon elastik yada inelastik olabilir.

i) Elastik reaksiyonda parçacıkların reaksiyondan önceki ve sonraki enerjisi aynıdır. Yani  $Q=0$ 'dır. Sadece parçacıkların yönleri farklıdır. Son ürünler girenler ile aynıdır.



ii) İnelastik reaksiyonda  $Q \neq 0$ . İnelastik çarpışma birçok şekilde olabilir.



# Bileşik Çekirdek

Bir gelen parçacık, hedef çekirdeğin yarıçapına göre küçük bir çarpışma parametresi ile hedefe girerse, hedefteki nükleonlarla ardışık çarpışmalar yaparak geliş enerjisi, gelen parçacık + hedef bileşik sistemin nükleonları arasında paylaşılır. Bu çarpışmalar sonucu herhangi bir tek nükleonun enerjisindeki artış bu nükleonun çekirdeği terk etmesine yatecek büyüklükte değildir. Fakat rastgele çarpışmalar meydana gelirken, enerjilerinde istatistiksel bir dağılım olur ve tek bir parçacığın çekirdeği terk edebilecek enerjiye sahip olması sözkonusudur.

Böyle reaksiyonlar, gelen parçacığın soğurulmasından sonra fakat giden parçacığın yayınlanmasından önce bir ara durum oluşur. Bu ara duruma bileşik çekirdek denir. Reaksiyon,



# Bileşik Çekirdek

Burada C bileşik çekirdeği temsil eder. Bileşik çekirdeğin belirli bir son ürünler grubuna bozunumunun bağıl olasılığı, bileşik çekirdeğin oluşum sürecinden bağımsızdır. Yani bileşik çekirdek, oluşum modunu unutmaz. Bu ise, ancak bileşik çekirdeğin bozunum zamanı, gelen parçacığın çekirdeğin çapını geçmesi için geçen süre olan doğal nükleer zamandan çok daha uzun ise doğrudur. 1 MeV'lik nötronlar için, hız  $10^9$  cm/s ve nükleer boyut  $10^{-12}$  cm'dir. Böylece nükleer zaman,

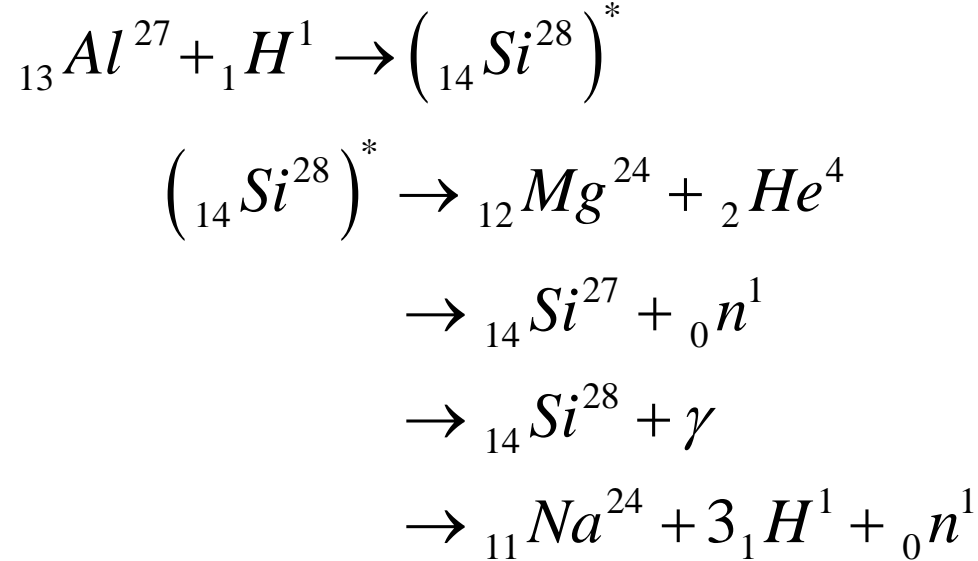
$$(10^{-12} \text{ cm} / 10^9 \text{ cm/s}) = 10^{-21} \text{ s.}$$

Bileşik çekirdeğin bozunum zamanı ise yaklaşık  $10^{-14}$ s mertebesinde. Diğer bir deyişle nükleonun ortalama serbest yolu  $\Lambda$ , nükleer çapa göre çok daha küçüktür.

$$\Lambda \ll d$$

# Bileşik Çekirdek

Bileşik çekirdeğin bozunumu, kendisinin enerjisine, açısal momentumuna ve paritesine bağlıdır. Bileşik çekirdeğin birden çok bozunum modu vardır. Örneğin,



(Bknz: Fundamentals of Nuclear Physics, Atam P. Arya)

# Bileşik Çekirdek

Nötronlar için Coulomb bariyeri olmadığından, nötron salınımı protona göre daha kolaydır. Bileşik çekirdeğin oluşum ve bozunum şeması için aşağıdaki kaynağa bakınız.

(Bknz: Şekil 11.5 Fundamentals of Nuclear Physics, Atam P. Arya)

Bileşik çekirdeğin uyarılma enerjisi,

$$E_c = E_x \left( \frac{E_x M_X}{M_X + m_x} \right) + E_B$$

Burada  $E_B$ , bileşik çekirdek taban durumunda iken  $x$  parçacığının bağlanma enerjisidir.  $E_x$ , ise gelen parçacığın enerjisinin, çekirdeği uyarmaya giden kesridir.  $E_x$ , kesri,

$$m_x v_x = m_{CN} V$$

*yada*

$$V = \left( m_x / M_{CN} \right) v_x$$



# Bileşik Çekirdek

Burada  $M_{CN}$  ve  $V$ , bileşik çekirdeğin kütle ve hızıdır. Geliş enerjisinin uyardıma giden kesri,

$$\begin{aligned} E_{x'} &= \frac{1}{2} m_x v_x^2 - \frac{1}{2} M_{CN} V^2 \\ &= \frac{1}{2} m_x v_x^2 \left( 1 - \frac{m_x}{M_{CN}} \right) = E_x \left( 1 - \frac{m_x}{M_{CN}} \right) \end{aligned}$$

$M_{CN} = m_x + M_X$  ifadesi yerine konulursa

$$E_{x'} = E_x \left( \frac{M_X}{M_X + m_x} \right)$$

# Bileşik Çekirdek

Bileşik çekirdek modeli için aşağıdaki iki koşulun sağlanması gerekir,

a)  $\Lambda \ll d$  ve

b)  $E_c \ll (A-1)S$

$S$  ise nükleon ayırma enerjisidir.

Eğer  $A > 10$  ve geliş enerjisi,  $E_c < 50$  MeV olacak şekilde ise,

Yukarıdaki iki koşul sağlanır.