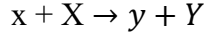
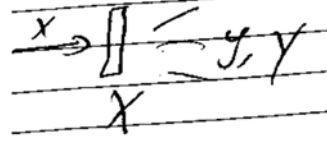


4. Hafta

7) NÜKLEER REAKSİYONLAR I



X (x , y) Y şeklinde yazılabilir.

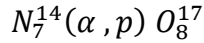
x : Gelen parçacık

X : Hedef çekirdek

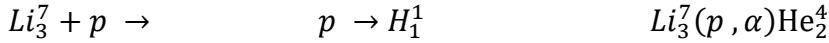
y : Çıkan parçacık

Y : Ürün çekirdek

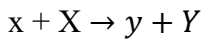
a) İlk nükleer reaksiyon 1919 'da Rutherford tarafından gerçekleştirildi.



b) Hızlandırılmış parçacıkların kullanıldığı ilk nükleer reaksiyon 1930 ' da Cockcroft ve Walton tarafından gerçekleştirildi.



Nükleer Reaksiyonlarda Enerjini Korunumu



$$E_i \rightarrow E_s$$

$$K_x + m_x c^2 + K_X + M_X c^2 = K_y + m_y c^2 + K_Y + M_Y c^2$$

K : kinetik enerji

$m c^2$ = durgun kütle enerjisi

$$\underbrace{[(m_x + M_X) - (m_y + M_Y)]c^2}_Q = \underbrace{(K_y + K_Y) - (K_x + K_X)}_Q$$

$$Q = (m_x + M_X) c^2 - (m_y + M_Y) c^2$$

$$Q = (K_y + K_Y) - (K_x + K_X)$$

a) Eğer $Q > 0$ ise ;

$$m_x + M_X > m_y + M_Y \quad \text{veya} \quad K_y + K_Y > K_x + K_X$$

Exoergic veya Exothermic reaksiyonlardır. (Enerji veren)

b) Eğer $Q < 0$ ise ;

$$m_x + M_X < m_y + M_Y \quad \text{veya} \quad K_y + K_Y < K_x + K_X$$

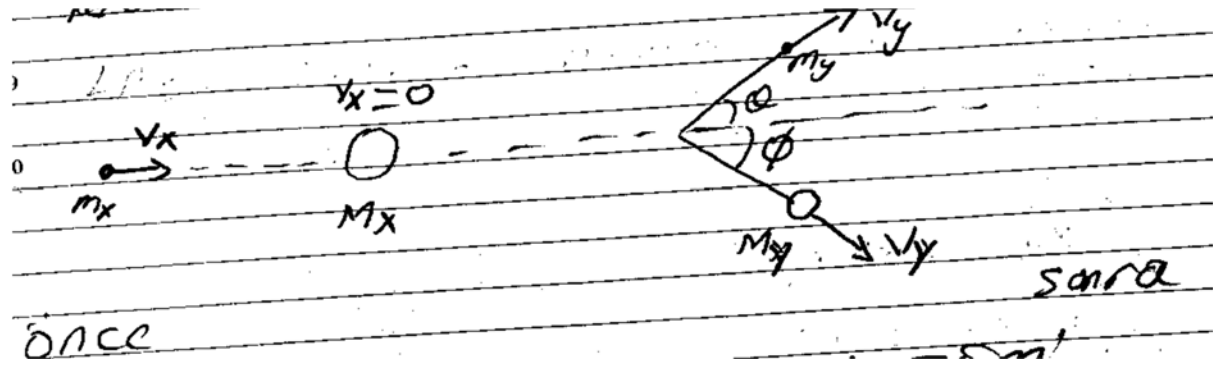
Böyle reaksiyonlara endoergic veya endothermic (enerji alan) reaksiyonlar denir.

Genelde $K_X = 0$

$$Q = (K_y + K_Y) - K_x$$

↑ Ölçmek zor

K_Y değerini yok etmek için momentum korunumuna bakalım .



Lab Koordinat Sistemi

$$p_i = p_s$$

$$p_x + p_X = p_y + p_Y$$

$$x \rightarrow m_x v_x = m_y v_y \cos\theta + M_Y v_Y \cos\phi$$

$$y \rightarrow 0 = m_y v_y \sin\theta - M_Y v_Y \sin\phi$$

$$M_Y v_Y \cos\phi = m_x v_x - m_y v_y \cos\theta$$

$$M_Y v_Y \sin\phi = m_y v_y \sin\theta$$

ϕ ' yi yok edebilmek için kareleri alırm.

$$M_Y^2 v_Y^2 \cos^2\phi = m_x^2 v_x^2 + m_y^2 v_y^2 \cos^2\theta - 2m_x m_y v_x v_y \cos\theta$$

$$M_Y^2 v_Y^2 \sin^2\phi = m_y^2 v_y^2 \sin^2\theta$$

$$M_Y^2 v_Y^2 = m_x^2 v_x^2 + m_y^2 v_y^2 - 2m_x m_y v_x v_y \cos\theta$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$2K = mv^2$$

$$2Km = m^2v^2$$

$$mv = \sqrt{2Km}$$

$$2K_Y M_Y = 2K_x m_x + 2K_y m_y - 2\sqrt{2K_x m_x 2K_y m_y} \cos\theta$$

$$K_Y = \frac{m_x}{M_Y} K_x + \frac{m_y}{M_Y} K_y - \frac{2}{M_Y} \sqrt{m_x m_y K_x K_y} \cos\theta$$

$$Q = (K_y + K_Y) - K_x$$

$$Q = \frac{m_x}{M_Y} K_x + \frac{m_y}{M_Y} K_y - \frac{2}{M_Y} \sqrt{m_x m_y K_x K_y} \cos\theta + K_y - K_x$$

$$Q = K_y \left(1 + \frac{m_y}{M_Y}\right) - K_x \left(1 - \frac{m_x}{M_Y}\right) - \frac{2}{M_Y} \sqrt{m_x m_y K_x K_y} \cos\theta$$

Burada m_x , m_y , M_X , M_Y , K_x biliniyor. K_y ve θ bulunuyor.

$$Q = K_y \left(\frac{M_Y + m_y}{M_Y}\right) - K_x \left(\frac{M_Y - m_x}{M_Y}\right) - \frac{2}{M_Y} \sqrt{m_x m_y K_x} \cos\theta \sqrt{K_y}$$

$$\underbrace{(M_Y + m_y)}_a K_y - \underbrace{2\sqrt{m_x m_y K_x} \cos\theta}_b \sqrt{K_y} - \underbrace{[K_x(M_Y - m_x) + Q M_Y]}_c = 0$$

$$x = \sqrt{K_y}$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\sqrt{K_y} = \frac{\sqrt{m_x m_y K_x} \cos\theta \pm \sqrt{m_x m_y K_x \cos^2\theta + (M_Y + m_y)[K_x(M_Y - m_x) + Q M_Y]}}{M_Y + m_y}$$

$$a = \frac{\sqrt{m_x m_y K_x} \cos\theta}{M_Y + m_y}$$

$$\sqrt{K_y} = a \pm \sqrt{a^2 + b}$$

$$b = \frac{K_x(M_Y - m_x) + QM_Y}{M_Y + m_y}$$

1) $K_x \approx 0$, $Q > 0$ için ;

$$K_y = \frac{QM_Y}{M_Y + m_y}$$

Dışarı gönderilen m_y kütleli parçacığın K_y kinetik enerjisi bütün θ açıları için aynıdır. Yani reaksiyon izotropiktir.

2) $Q > 0, M_Y > m_x$ Bu durumda K_y tek değerli .

$$\sqrt{K_y} = a + \sqrt{a^2 + b}$$

K_y , θ açısına bağlı .

$\theta = 0^\circ$ için K_y maksimum

$\theta = 180^\circ$ için K_y minimum

$\theta = 90^\circ$ için $K_y = \frac{K_x(M_Y - m_x) + QM_Y}{M_Y + m_y}$

PROBLEM

- 1) 3,5 MeV kinetik enerjili bir alfa parçacığı durmakta olan B^{10} çekirdeğine çarpmaktadır. Nükleer reaksiyon sonucunda alfa parçacığının geliş yönünde bir proton yayımlanmaktadır.
 - a) Nükleer reaksiyon eşitliğini yazınız.
 - b) Nükleer reaksiyonun Q değeri ne kadardır ?
 - c) Protonun kinetik enerjisini hesaplayınız. (B : Boron)

Cevap :

$$a) \alpha + B_5^{10} \rightarrow H_1^1 + C_6^{13}$$

$$K_\alpha = 3,5 \text{ MeV}$$

$$B^{10}(\alpha, p) C^{13}$$

$$b) Q = (B_5^{10} + m_\alpha - m_p - C_6^{13})c^2$$

$$= (m_x + M_X)c^2 - (m_y + M_Y)c^2$$

$$= [(B_5^{10} - 5m_e) + (He_2^4 - 2m_e) - (H_1^1 - 1m_e) - (C_6^{13} - 6m_e)]c^2$$

$$1 \text{ akb} = 931 \text{ MeV}$$

$$Q = 4,07 \text{ MeV}$$

$$c) \theta = 0^\circ$$

$$Q = K_y \left(1 + \frac{m_y}{M_Y}\right) - K_x \left(1 - \frac{m_x}{M_Y}\right) - \frac{2}{M_Y} \sqrt{m_x m_y K_x K_y} \underbrace{\cos 0}_1$$

$$4,07 = \left(1 + \frac{1}{13}\right) K_p - \left(1 - \frac{4}{13}\right) 3,5 - \frac{2}{13} \sqrt{4 \times 1 \times 3,5 K_p}$$

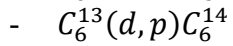
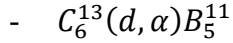
$$K_p = 7,49 \text{ MeV}$$

- 2) Bir nükleer reaksiyonda gelen parçacığın yönüyle 90° 'lik açı yapan hafif bir parçacık yayınlanması halinde bu hafif parçacığın kinetik enerjisinin

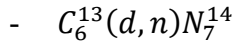
$$K = \frac{M_Y}{M_Y + m_y} \left(Q - \frac{m_x - M_X}{M_Y} K_x\right)$$

İfadesiyle verileceğini göstermek için enerji ve momentum korunumu prensiplerini uygulayınız.

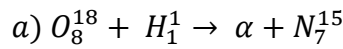
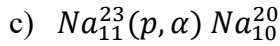
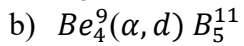
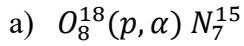
- 3) Aşağıdaki reaksiyonları tanımlayınız.



$d \rightarrow H^2$ döteron



- 4) Aşağıdaki reaksiyonların hangisi exoergic(exothermic) hangisi endoergic(endothermic) tir ? Bunların Q değerlerini hesaplayınız .



$$Q = (O_8^{18} + m_p - m_\alpha - N_7^{15})c^2$$

$$= 4,0033 \text{ MeV}$$