

ALFA BOZUNMASI

Alfa Parçacığı Nedir?

Alfa parçacığı (alfa, Yunan alfabesindeki ilk harf ile gösterilir, α) parçacık ışınları arasında yüksek derecede iyonlaştırıcı bir ışın formudur. İki proton ve iki nötronun helyum çekirdeğine benzer bağları sebebiyle He^{2+} olarak da gösterilir.

Alfa Bozunması Nedir?

Alfa bozunumu atomun alfa parçacığı saçarak fazla enerjisinden kurtulmasıdır. Alfa saçılması radyoaktif saçılma değildir. Saçılma durumunda atom numarası 2, kütle numarası ise 4 azalır. Örneğin uranyum-238 alfa bozunması geçirerek toryum-234 elementine dönüşür.

$A > 210$: kararlı çekirdekler yoktur yani tüm çekirdekler radyoaktiftir ve bu grupta genel olarak iki bozunum türü ile karşılaşırız.

Bunlar alfa bozunumu ve nükleer fisyon olayıdır.



Alfa Bozunumu Niçin Olur?

α parçacıklarının çekirdek tarafından yayınlanması Coulomb itmesinin bir sonucudur. Bu durum ağır çekirdekler için gittikçe artan bir öneme sahiptir. Nükleonları bir arada tutan nükleer bağlanma kuvveti yaklaşık olarak A ile doğrusal olarak artarken Coulomb itme kuvveti Z^2 ile artar.

Pozitif yükün kendiliğinden çekirdek dışına atılması için neden α parçacığı seçilir?

Kendiliğinden; bir miktar enerjinin sistem içinde bir noktada aniden yoğunlaşması olarak ele alınabilir.

Doğal süreçler, sistemin toplam enerjisini minimum olduğu durumlara geçiş yapma eğilimindedir. Yani bu davranış reaksiyon enerjisi Q'nun pozitif olması anlamına gelir. Aynı zamanda bu durum, Q reaksiyon enerjisi ne kadar büyük ise olayın gerçekleşme olasılığının da büyük olması anlamına gelir. α parçacığının bağlanma enerjisi büyük ve kütle enerjisi küçüktür.

Bu nedenle α bozunumunun Q enerjisi diğer bozunumların enerjilerine göre büyüktür.

Yayımlanan parçacığın enerjisini ne belirler?

Q , anne ve kız çekirdeğin kütlelerine bağlıdır:

$$Q = m\left({}_Z^AX\right)c^2 - \left[m\left({}_{Z-Z'}^{A-A'}Y\right) + m\left({}_{Z'}^{A'}k\right)\right]c^2$$

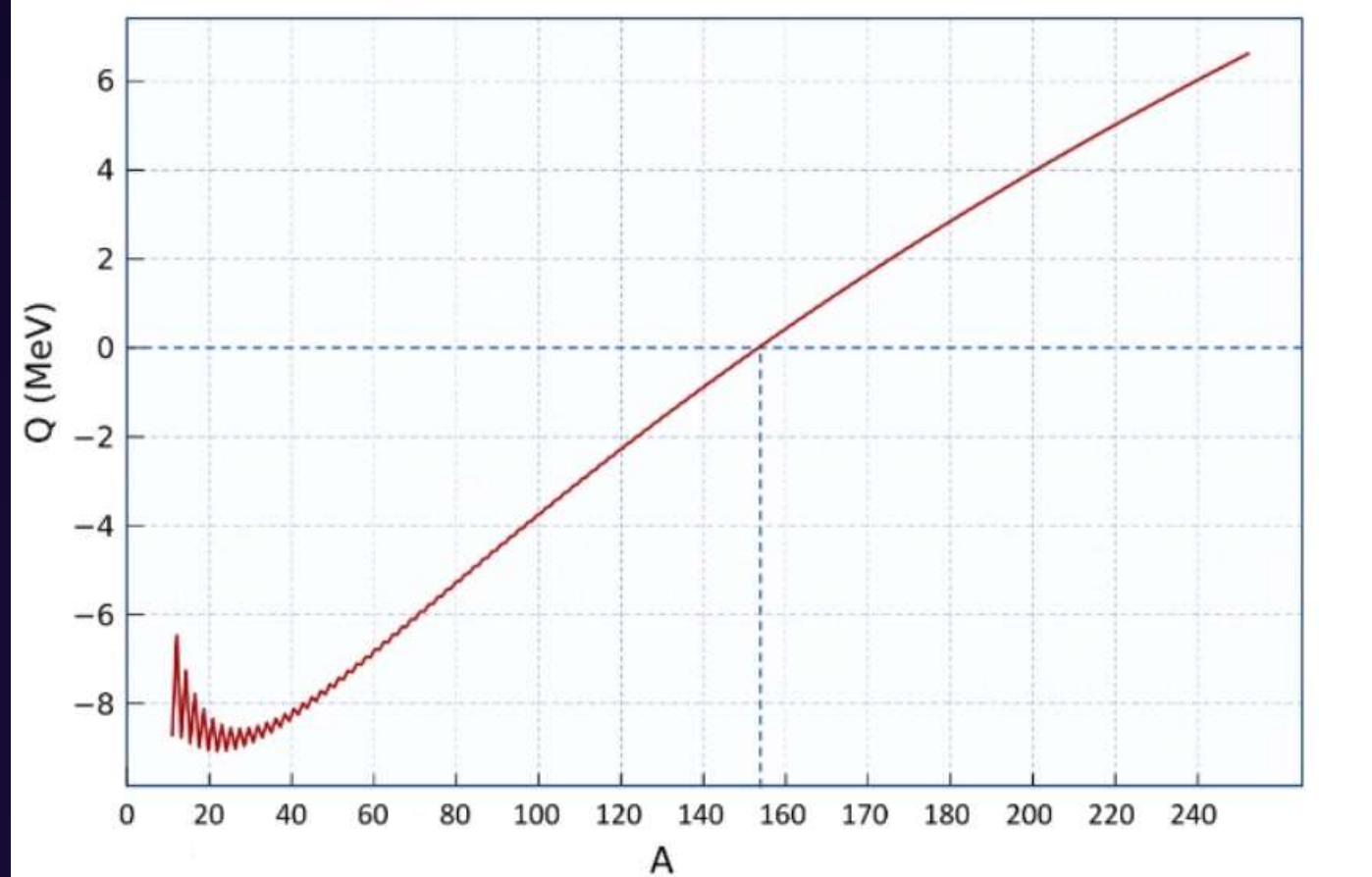
Anne çekirdek:

$$m\left({}_Z^AX\right)c^2$$

Kız çekirdek ve alfa parçacığının kütlesi:

$$- \left[m\left({}_{Z-Z'}^{A-A'}Y\right) + m\left({}_{Z'}^{A'}k\right)\right]c^2$$

$Q\alpha$ Reaksiyon Enerjisinin A'ya göre değişimi



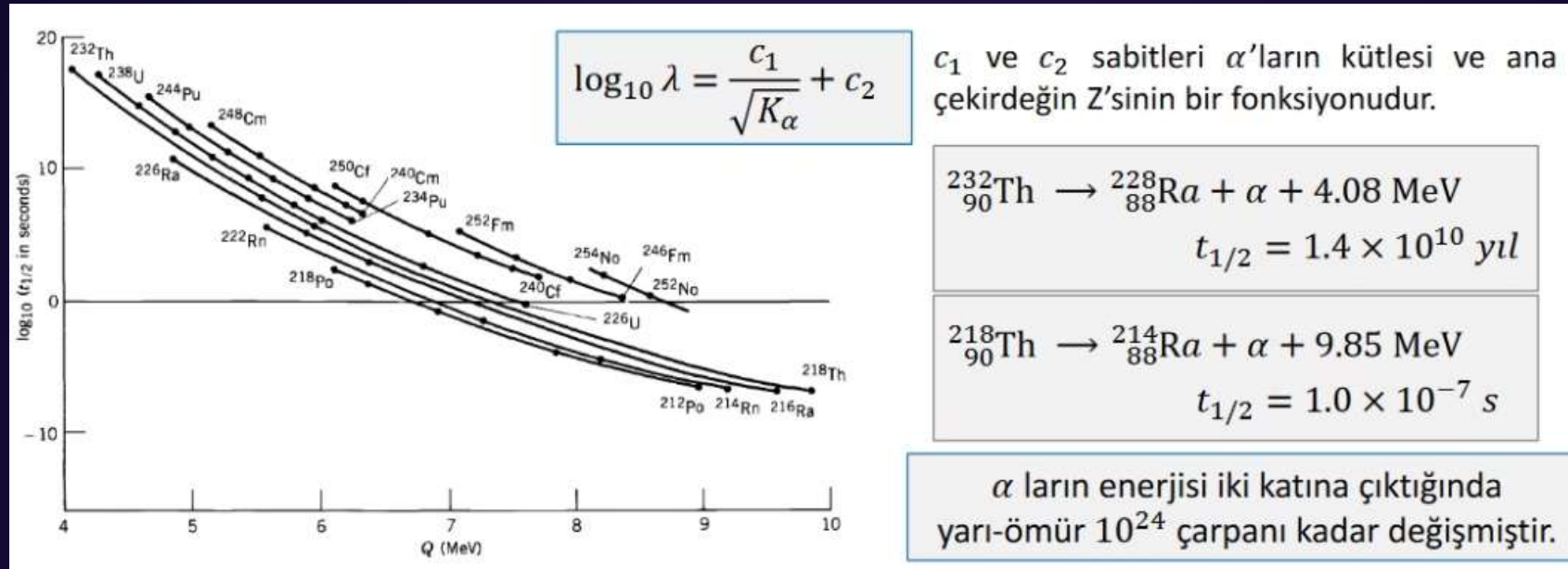
Bir çekirdeğin α yayınlayan bir çekirdek olabilmesi için reaksiyon enerjisinin pozitif olması yeterli değildir. Bozunma sabitinin (olasılığının) de çok küçük olmaması gerekir.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

Yani α bozunumu algılanamayacak kadar nadir gerçekleşir. β bozunum olasılığı büyük olması durumunda α bozunumunu örtöbilir.

Alfa Bozunumunun Sistematiği

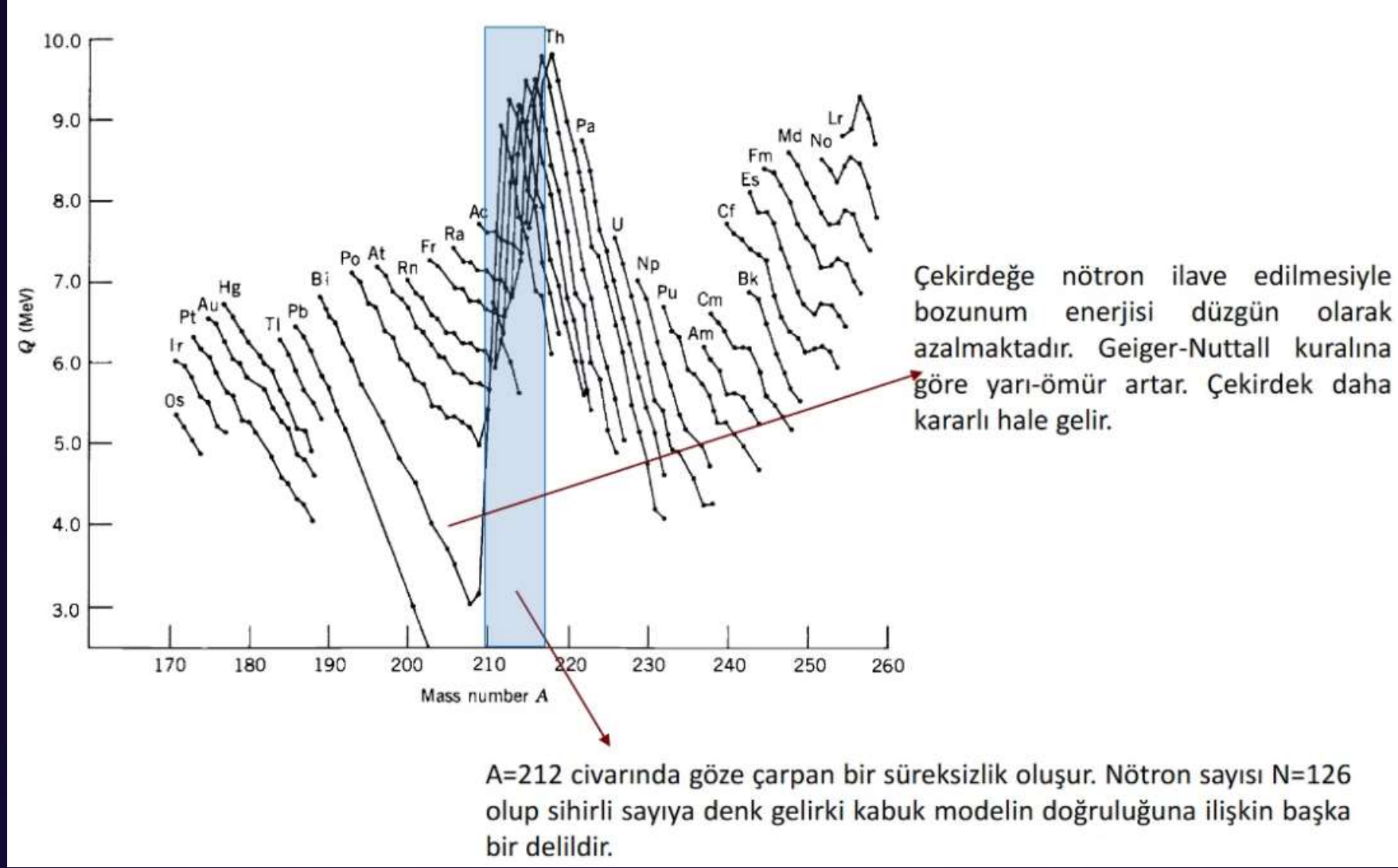
α bozunumu Rutherford'un çekirdeği keşfettiği 1911 yılından uzun bir süre önce biliniyordu. Geiger ve Nuttall, büyük parçalanma enerjili α yayınlayan maddelerin kısa yarı-ömürlere, küçük parçalanma enerjili α yayınlayan da uzun yarı ömürlere sahip olduklarını farkettiler.



Tüm α bozunumuna uğrayan çekirdekleri dikkate alırsak, $\log t_{1/2}$ 'nin Q 'ya göre değişimi Geiger-Nuttall eğiliminden önemli sapmalar gösterir. Aynı Z değeri için (izotoplar için) ve bu gruptan Z ve N 'lerin çift olanlarını seçersek, şekildeki gibi çok düzgün değişimler elde edilir.

Çift-tek, tek-çift ve tet-tek çekirdekler genel eğilime uyarlar, ancak böyle düzgün eğriler elde edilemez. Bunların yarı-ömürleri, aynı Z ve Q 'ya sahip çift-çift çekirdeklerin yarı-ömürlerinden 2-1000 kat daha uzundur.

Z sabit tutarak çekirdeğe nötron ilave edelim ve alfa bozunum enerjilerini kütle numarasına göre çizelim.



Kuantum Tünelleme Olayı

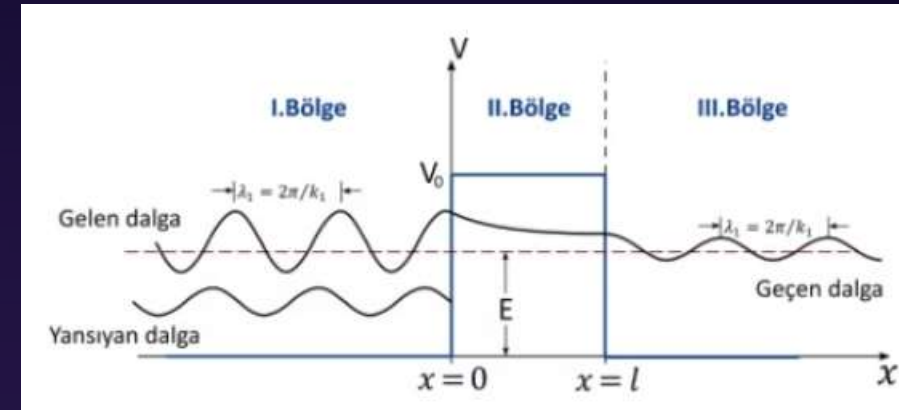
Potansiyel Engeli:

$$E < V_0$$

$$V(x) = 0 \quad x < 0 \quad \text{I. Bölge}$$

$$V(x) = V_0 \quad 0 \leq x \leq l \quad \text{II. Bölge}$$

$$V(x) = 0 \quad x > l \quad \text{III. Bölge}$$



I. Bölge:
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} = E\Psi \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} = -\frac{2mE}{\hbar^2} \Psi$$

$$\psi_1(x) = Ae^{ik_1x} + Be^{-ik_1x} \quad k_1 = \sqrt{2mE/\hbar^2}$$

Gelen dalga

Yansıyan dalga

II. Bölge: $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} + V_0\psi(x) = E\psi(x) \Rightarrow \frac{\partial^2\psi(x)}{\partial x^2} = \frac{2m(V_0 - E)}{\hbar^2} \psi(x)$

$$\psi_2(x) = Ce^{k_2x} + De^{-k_2x} \quad k_2 = \sqrt{2m(V_0 - E)/\hbar^2}$$

III. Bölge: $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} = E\Psi \Rightarrow \frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} = -\frac{2mE}{\hbar^2} \Psi$

$$\psi_3(x) = Fe^{ik_1x} + Ge^{-ik_1x} \quad k_1 = \sqrt{2mE/\hbar^2}$$

III. Bölgede ∞ 'dan orjine doğru gelen dalga ($G = 0$), problemin herhangi bir parçasını temsil edemez.

Alfa Bozunmasının Ölçüm Yöntemleri



Geiger Sayacı

Alfa parçacıklarının varlığını ve yoğunluğunu ölçmek için kullanılan yaygın bir yöntem, Geiger sayacı kullanmaktır. Bu cihaz radyoaktif bozunmaları tespit eder ve sayar.



Sintilasyon Sayacı

Sintilasyon sayacı, alfa parçacıklarının enerjisini ölçmek için kullanılan bir başka yaygın tekniktir. Bu cihaz, parçacıklarla etkileşerek üretilen ışığı tespit eder.



Spektrometrik Ölçümler

Alfa parçacıklarının enerjisi ve yoğunluğu, hassas spektrometrik ölçümlerle de belirlenebilir. Bu yöntem, radyoaktif maddelerin türünü ve miktarını tespit etmek için kullanılır.

Kaynakça

https://tr.wikipedia.org/wiki/Alfa_bozunmas%C4%B1

https://tr.wikipedia.org/wiki/Alfa_par%C3%A7ac%C4%B1%C4%9F%C4%B1

https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/FZ%20404/35973522_alfabozunumu.pdf

Alfa Bozunumu, Dr. Mehmet Tarakçı