

ALFA BOZUNUMU

MEHMET YÜKSEL

ÇÜ FBE FİZİK ABD

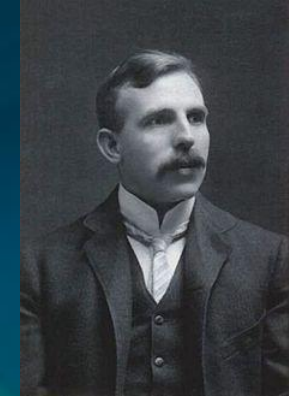
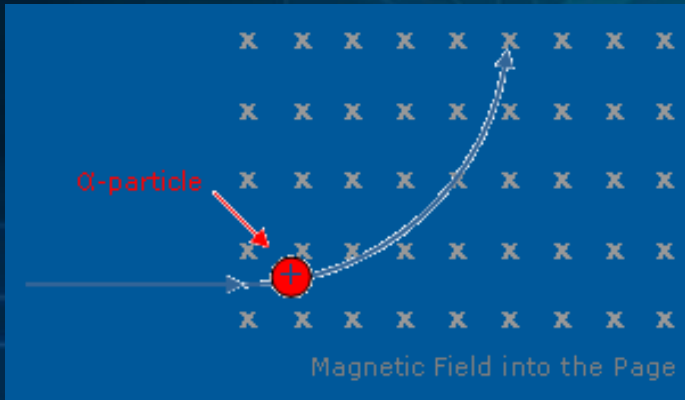
ADANA-2010

İÇERİK

1. Giriş
2. Alfa (α) Parçacığı ve Özellikleri
3. Alfa Bozunumu Niçin Olur?
4. Temel Alfa Bozunum Reaksiyonları
 - 4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum
 - 4.2. Uranyum (238) Serisi Bozunumlar
 - 4.3. Toryum (232) Serisi Bozunumlar
5. Değerlendirmeler

1. GİRİŞ

- Alfa parçacıkları, doğal radyoaktif maddeler tarafından yayınlanan ışınımın içinde delme gücü en zayıf olanıdır. [İzle1](#) [İzle2](#) [Gama](#)
- 1903'te Rutherford, alfa parçacıklarının yükünün kütleye oranını, Radium'un bozulmasından oluşan alfa parçacıklarının elektrik ve manyetik alanda sapmalarından yararlanarak ölçmüştür.



- Rutherford 1908 yılında Alfa'nın (α) bir Helyum çekirdeği olduğunu ortaya koydu.
- 1930 yılında Alfa'nın (α) havadaki erişim menzilinün 3,84 cm olduğu tespit edildi.

2. Alfa (α) Parçacığı ve Özellikleri

- Elektrik ve Manyetik alan içerisindeki davranışları incelendiğinde, pozitif yüklü oldukları ve diğer ışımalara göre (β -beta ve γ -gama) daha ağır oldukları görülür.
- α parçacıkları yüksek enerjili Helyum (He) çekirdekleridir.
- Doğal radyasyon kaynaklarının yaydığı en iyonize edici parçacıklardır. [İzle](#)
- Enerjileri 4-9 MeV arasında değişebilir.
- Madde içerisinde yol alırken elektronlarla güçlü bir şekilde etkileşim gösterirler.
- Yoğun maddelerin birçoğunun 100 mm'si alfaları durdurmaya yeter. Bu özelliğinden yararlanılarak hafif çekirdeklerin yapısını öğrenmek için alfa parçacıkları kullanılmıştır.
- Berilyum (Be) ile çarpıştırılarak nötron elde etmede de kullanılırlar. (Be \rightarrow $1s^2 2s^2$ Z: 4, A: 9)

MEHMET YÜKSEL

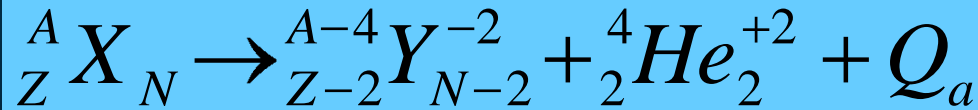
www.yukselmehmet.com

3. Alfa (α) Bozunumu Niçin Olur?

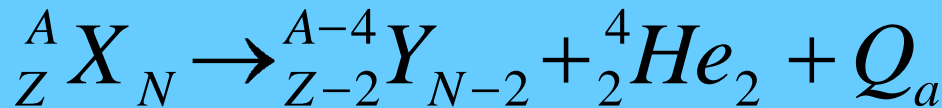
- α yayınlanması bir Coulomb itmesi olayıdır. Bu durum ağır çekirdekler için oldukça önemlidir. Çünkü;
- İtici Coulomb kuvveti, yaklaşık olarak Atom numarası (A) ile artan nükleer bağlanma kuvvetinden daha hızlı (yani Z^2 ile) artar.
- Kararsız bir çekirdek, kararlı hale geçerken mümkün olduğu kadar hafif parçalanma ürünlerine ve dolayısıyla mümkün olan en büyük kinetik enerjiye sahip olacaksa, yayınlanan parçacığın alfa (α) olması gerekir.
- Karasız Çekirdekler

4. Temel Alfa (α) Bozunum Reaksiyonları

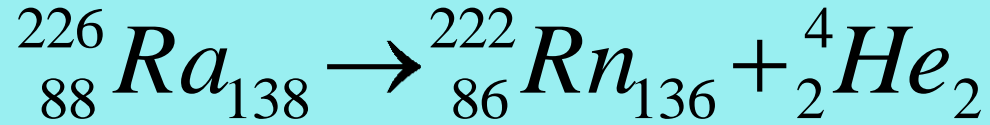
- α parçacığı Rutherford tarafından da gösterildiği gibi 2 Nötron ve 2 Proton içeren bir Helyum çekirdeğidir.
- α bozunum sürecinde radyoaktif (kararsız) bir çekirdek bir Helyum atomu (α -alfa) yayarak daha kararlı bir çekirdeğe dönüşür.



- Alfa bozunumunda enerji ve yük korunur.
- Atomik bağlanma enerjileri, bozunum enerjisine kıyasla küçük ve ihmal edilebilir olduğundan ve her iki taraftaki elektron kütleleri sadeleşeceğinden, bozunum denklemi atomik kütleler cinsinden de yazılabilir.



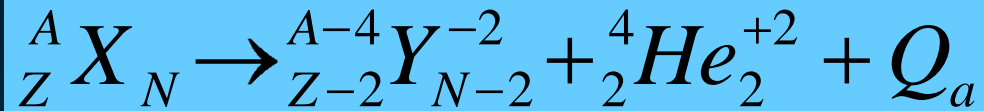
4. Temel Alfa (α) Bozunum Reaksiyonları



Bozunma işleminin tam olarak anlaşılabilmesi için enerji, lineer momentum ve açısal momentumun korunum yasaları incelenmelidir.

4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum

- Bozunan X çekirdeğinin başlangıçta durgun olduğunu kabul edersek, enerjinin korunumu yasasından;



$$m_X c^2 = m_Y c^2 + T_Y + m_\alpha c^2 + T_\alpha$$

- Buradan;

$$T_Y + T_\alpha = (m_X - m_Y - m_\alpha) c^2 = \Delta m c^2$$

- Burada $(m_X - m_Y - m_\alpha) c^2 = \Delta m c^2 = Q_\alpha$ ifadesi,

bozunmada açığa çıkan net enerjidir (Bozunum Enerjisi).

4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum

Q_a bozunum enerjisi;

- İlk ve son durum arasındaki durgun kütle farkına eşittir.
- İlk ve son durumdaki parçacıkların kinetik enerjileri toplamına eşittir. Burada;

$$T_Y = \frac{1}{2} m_Y V_Y^2$$

$$T_\alpha = \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2$$

- V: Parçacık hızı
- Bozunum enerjisi 0'dan büyükse; reaksiyon ekzotermik olup, kendiliğinden bir bozunum gerçekleşmiş demektir.

4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum

- İlk durumda kararsız X çekirdeği durgun olduğundan, ürün çekirdekler Y ve α , momentum korunumundan dolayı zıt yönlerde hareket etmek zorundadırlar.

$$m_Y V_Y = m_\alpha V_\alpha$$

eşitliğinden

$$V_Y = \frac{m_\alpha V_\alpha}{m_Y}$$

elde edilir.

Elde edilen bu değeri;

$$T_Y + T_\alpha = \frac{1}{2} m_Y V_Y^2 + \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2$$

eşitliğinde yerine yazarsak;

$$T_Y + T_\alpha = \frac{1}{2} m_Y \left(\frac{m_\alpha V_\alpha}{m_Y} \right)^2 + \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2$$

elde edilir. Buradan;

MEHMET YÜKSEL

www.yukselmehmet.com

4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum

- Matematiksel birkaç işlemle beraber;

$$T_Y + T_\alpha = \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2 \left(\frac{m_\alpha}{m_Y} + 1 \right) = T_\alpha \left(\frac{m_\alpha + m_Y}{m_Y} \right)$$

ifadesine ulaşırız. Böylece alfa parçacığının kinetik enerjisini hesaplayabiliriz.

$$T_\alpha = \frac{m_Y}{m_\alpha + m_Y} Q = \frac{m_Y}{1 + \frac{m_\alpha}{m_Y}} Q$$

4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum

- Alfa parçacığının kinetik enerjisi negatif olamayacağından, alfa bozunumunun gerçekleşebilmesi için ekzotermik bir reaksiyona ihtiyaç vardır.

$$Q_a > 0$$

$$\Delta m > 0$$

- Ağır çekirdeklerin bozunumunda enerjinin çoğunu alfa parçacığı taşır.
- Ürün çekirdeğin (Y) kinetik enerjisi (ya da geri tepme enerjisi);

$$T_Y = Q - T_\alpha = \frac{m_a}{m_a + m_Y} Q \cong \frac{m_a}{m_Y} Q \ll T_\alpha$$

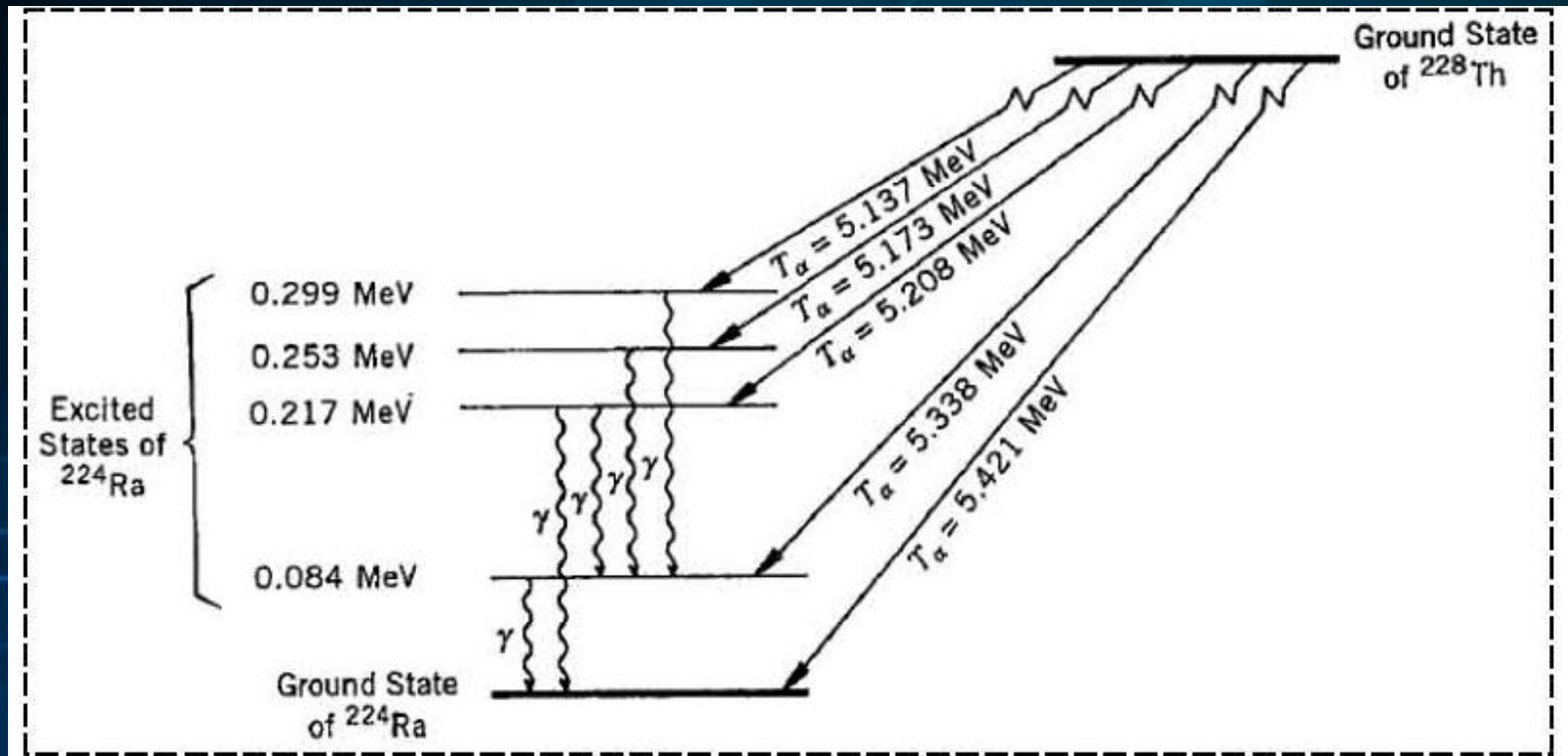
4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum

- $m_Y = A - 4$ yazarsak;

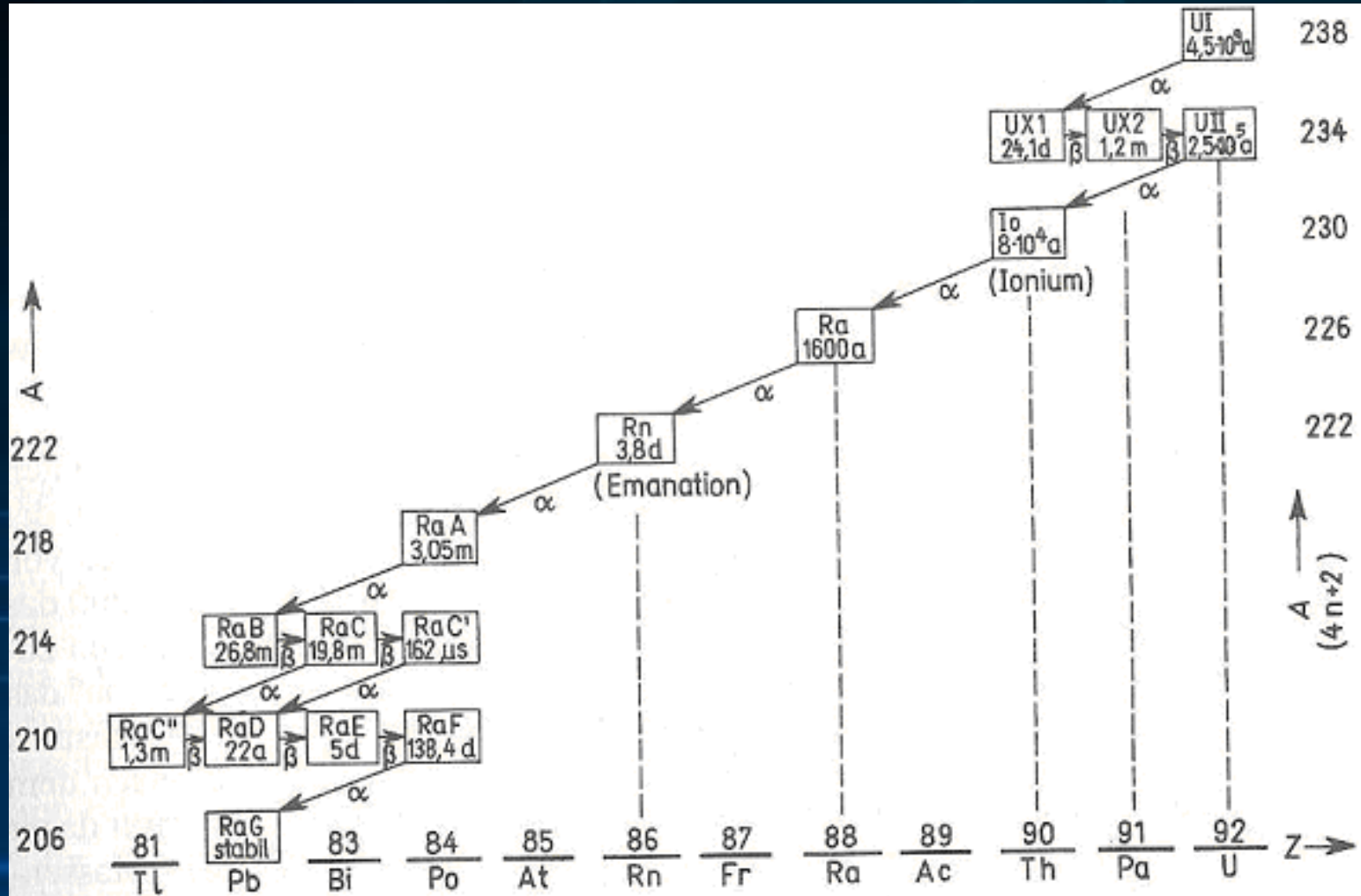
- $T_\alpha = \frac{A-4}{A} Q$ ve $T_\alpha = \frac{4}{A} Q$ olarak elde edilir.

- Alfa parçacıklarının enerjileri, 1.8 MeV'den (^{144}Nd) 11.6 MeV'e (^{212}Po) değişebilir.
- Alfa bozunumunda, alfa parçacığının kinetik enerjisi bozunuma özgüdür.
- α parçacığı Q enerjisinin tümünü aldığı anda ürün çekirdek taban durumunda oluşur. Diğer durumlarda ürün çekirdek uyarılmış durumdadır ve temel duruma geçebilmek için gama ışınımı yapar.

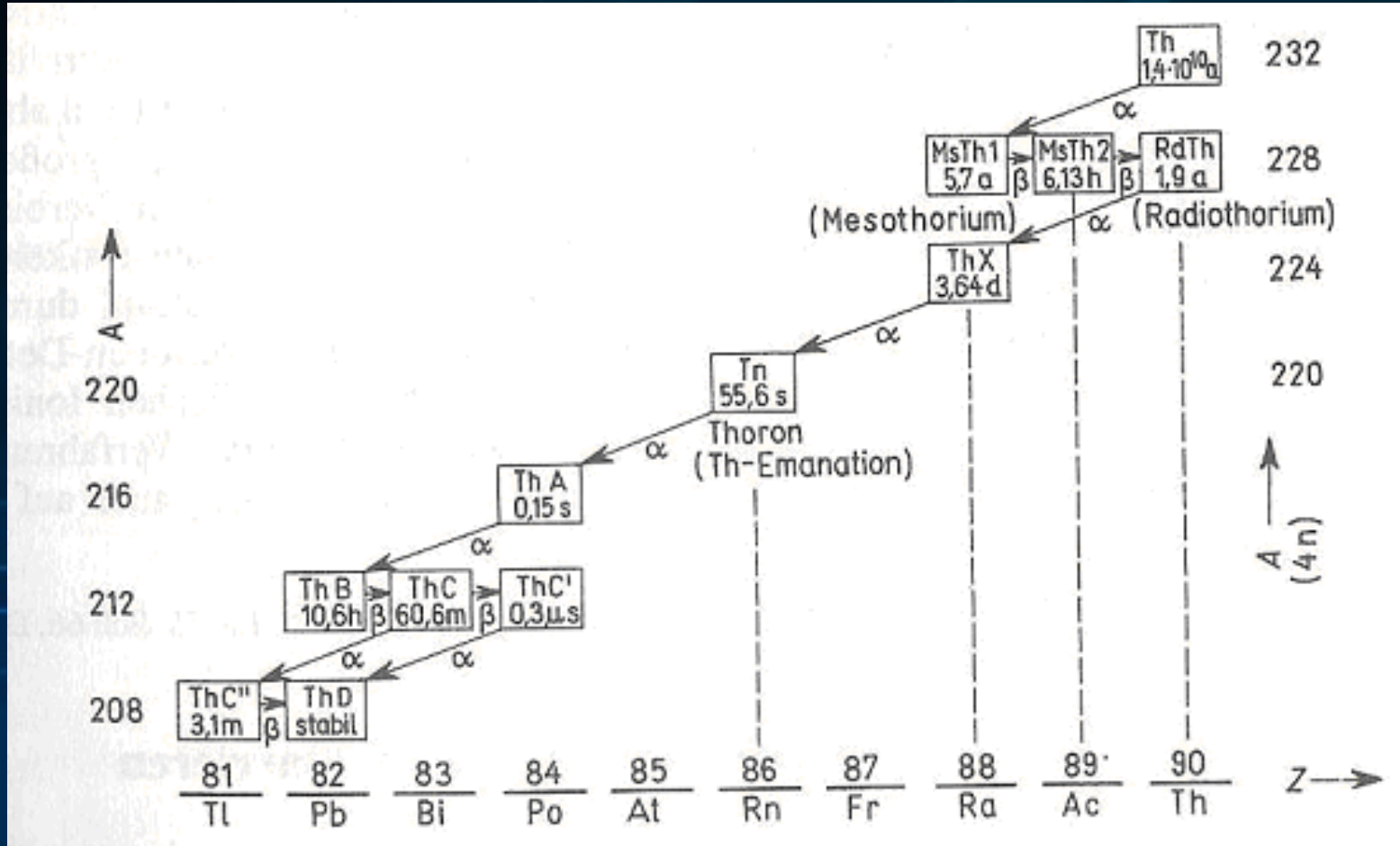
4.1. Alfa (α) Bozunumunda Enerji ve Momentum



4.2. Uranyum (238) Serisi Bozunumlar



4.3. Toryum (232) Serisi Bozunumlar



5. Değerlendirmeler

1. Alfa bozunumu sonrasında;
 - Alfa parçacığı açığa çıkan enerjinin mümkün olan en fazla miktarını alır.
 - Alfa parçacığı mevcut açısal momentumun mümkün olan en az kısmını alır.
 - Bu sebeple ürün çekirdek genellikle taban durumda kalır.
2. Bozunan çekirdeğin atom numarası arttıkça, alfa'nın kinetik enerjisi artar.
3. Yayımlanan alfanın kinetik enerjisi ürün çekirdeğin Coulomb engelinden daha azdır.
4. Bir alfa parçacığı yayan çekirdeğin Coulomb enerjisi düşer ve çekirdeğin kararlığı artar.

...TEŞEKKÜRLER...

MEHMET YÜKSEL
www.yukselmehmet.com