



# ÜNİTE IV

## RADYOAKTİVİTE

4. 1. ATOM ÇEKİRDEĞİNİN YAPISI
4. 2. RADYOAKTİF BOZUNMALAR
4. 3. BOZUNMA ÇEŞİTLERİ
4. 4. TABİİ VE SUNİ RADYOAKTİFLİK
4. 5. RADYOAKTİF BOZUNMA HIZI
4. 6. ÇEKİRDEK TEPKİMELERİ

**BU ÜNİTENİN AMAÇLARI**

Bu üniteyi çalıştığımızda;

- Atom çekirdeğini oluşturan temel taneciklerin neler olduğunu kavrayabilecek,
- Radyoaktiviteyi tanımlayabilecek,
- Kaç çeşit radyoaktif bozunma olduğunu bilecek;
- Doğal ve yapay radyoaktifliği tanımlayıp aralarındaki farkları öğrenebilecek,
- Filyon ve füzyon tepkimelerinin neler olduğunu öğrenebilecek ve bunları karşılaştırabileceksiniz.

**BU ÜNİTEYİ NASIL ÇALIŞMALIYIZ?**

- Radyoaktif atıkların çevre kirliliğine etkilerini araştırınız.
- Çekirdek tepkimeleri ile kimyasal tepkimeler arasındaki temel farklılıkları inceleyiniz.
- Lise 1 kimya kitabından atom ve temel tanecikleri bölümünü okuyunuz.
- Radyoaktif izotopların günlük hayatta kullanıldığı alanları araştırınız.
- Güneş enerjisinin nasıl meydana geldiğini araştırınız.

## ÜNİTE IV

Çekirdek kimyası atom çekirdeğindeki değişimleri inceler. Çekirdek tepkimelerinde atom çekirdeği bir başka atomun çekirdeğine dönüşebilmekte, çekirdek parçalanarak daha küçük çekirdekler oluşturmakta veya çekirdekler birleşerek yeni çekirdekler oluşturabilmektedir. A. Henry Becquerel (Henri Bekerel) ilk kez uranyum ile yaptığı deneylerde doğal radyoaktiviteyi keşfetmiştir. Bunu takiben Marie (Meri) ve Pierre Curie (Piyer Kuri) deneylere devam etmiş radyoaktif polonyum ve radyum elementlerini bulmuşlardır.



**Atom çekirdeklerinin dıştan bir etki olmaksızın çeşitli ışınlar yaparak parçalanmasına “Radyoaktiflik” bu tür elementlere de radyoaktif elementler denir.**

Maddelerin ışın yapabilmeleri çekirdeğin yapısı ile ilgilidir. Bu nedenle atomun yapısı ve temel tanecikleri bilinmelidir.

### 4.1. ATOM ÇEKİRDEĞİNİN YAPISI

Atom çekirdeğini oluşturan temel tanecikler proton ve nötronlardır. Nötr bir atomda çekirdek etrafında proton sayısı kadar elektron bulunur.



**Atom çekirdeğini oluşturan proton ve nötronlara nükleon denir.**



***Protonlar pozitif yüklü, nötronlar yüksüz taneciklerdir.***

Çekirdeğin çapının çok küçük olduğu düşünülürse çekirdekteki protonlar birbirine çok yakındır. Aynı yüklü protonların birbirini itmesi gerekir. Oysa protonlar çok küçük bir hacimde birbirlerine çok yakın olarak bulunurlar. O hâlde çekirdekte nükleonları birada tutan çekim kuvvetleri olmalıdır. Bu kuvvetlere çekirdek kuvvetleri denir.



**Bir atomun kütlesi proton ve nötronların kütleleri toplamına eşittir.**

Ancak gerçekte atom kütlesi proton ve nötronların toplam külesinden biraz daha küçüktür.

Bu durum çekirdeğin oluşumu sırasında bir kütle azalması olduğunu ortaya çıkarır.

Bu kütle azalması Einstein'ın kütle-enerji bağıntısı  $E = mc^2$  ile hesaplanan miktarda enerji açığa çıkmasına neden olur. ( $E = \text{enerji}$ ,  $m = \text{Kütle}$ ,  $c = \text{Işık hızı}$ )

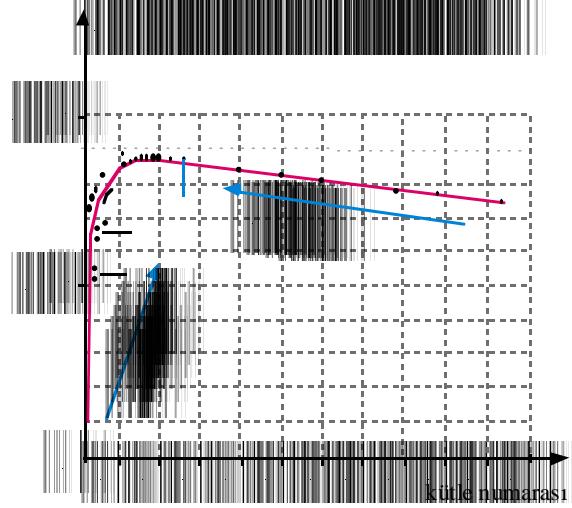
Bu enerjiye “bağlanma enerjisi” denir.



**Nükleon başına düşen bağlanma enerjisi ne kadar büyükse çekirdek o kadar karardır.**

Bazı elementlerin nükleon başına düşen bağlanma enerjileri Grafik 4.1'de verilmiştir.

Grafik 4.1'de görüldüğü gibi bağlanma enerjisi büyük olan çekirdekler kütle numarası 60 civarında olan çekirdeklerdir ( $^{56}\text{Fe}$  ve  $^{58}\text{Ni}$  gibi). Demir ve nikel gibi elementler en kararlı çekirdeklerdir. Bunlardan daha küçük kütleli çekirdekler birleşerek (Füzyon), daha büyük kütleli çekirdekler ise bölünerek (Fisyon) kararlı yapıya dönüşürler.



**Grafik 4.1: Nükleon başına düşen ortalama bağlanma enerjisinin kütle numaralarına göre değişimi.**



**Atom numarası 1 ile 20 arasındaki elementlerde n/p oranı yaklaşık olarak 1'dir. Bu elementler kararlılık kuşağı içerisinde yer alırlar.**



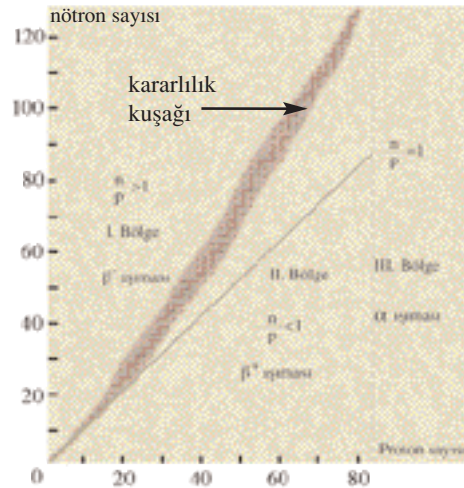
**En ağır kararlı çekirdekte ( $_{83}\text{Bi}$ ) n/p oranı 1,5 'tur. Atom numarası  $_{83}\text{Bi}$ 'ten büyük olan çekirdeklerin tümü kararsızdır. Yani radyoaktiftir.**

Bilinen bütün kararlı izotopların çekirdekleri grafik üzerinde işaretlendiğinde Grafik 4.2'deki gibi bir dağılım (kuşak) ortaya çıkar. Buna kararlılık kuşağı denir.

Bu bölgenin dışında kalan çekirdekler kararsız, yani radyoaktiftir. Radyoaktif çekirdekler bozunmalar sonucunda, nötron ve proton sayısını değiştirerek kararlılık kuşağına girmeye çalışırlar.

Grafik 4.2 incelendiğinde;

\* I. bölgede bulunan çekirdekler nötron sayısını azaltıp, proton sayısını artırarak n/p oranını 1'e yaklaşıtırlar.



**Grafik 4.2: İzotopların çekirdeklerinde nötronun protona oranı ve kararlılık kuşağı**

\* II. bölgede bulunan çekirdekler proton sayısını azaltıp, nötron sayısını artırarak n/p oranını 1'e yaklaştırabilirler.

\* Atom numarası 83'ün büyük olan bütün çekirdekler radyoaktif özelliğe sahiptir. Bu bölgedeki çekirdekler kararlılık kuşağına yaklaşmak için, kütle numaralarını azaltacak şekilde değişikliğe uğramalıdır.



**Kütle numarası (KN) ve atom numarası (AN) Lise 1. sınıfta atomun yapısı konusunda öğrenildiğini hatırlayıp,  $KN = p + n$  ve  $AN = p$  olduğuna dikkat ediniz.**

**ÖRNEK4.1:** Aşağıda verilen çekirdeklerin hangi veya hangilerinin kararsız (radyoaktif) olduğunu bulunuz.



a)  $KN = p + n \Rightarrow 24 = p + n \Rightarrow n = 12$

$\frac{n}{p} = \frac{12}{12} = 1$  olduğundan  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  kararlıdır.

b)  $KN = p + n \Rightarrow 235 = 92 + n \Rightarrow n = 143$

$\frac{n}{p} = \frac{143}{92} = 1,55$  olduğundan  ${}^{235}_{92}\text{U}$  kararsızdır.

#### 4. 2. RADYOAKTİF BOZUNMALAR

Ernest Rutherford (Örnisit Radırford) radyoaktif elementlerin yaydığı ışınları incelemiş ve bu ışınları alfa, beta ve gama olarak adlandırmıştır.



**Çekirdekleri kararlı olmayan izotopların  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) ve  $\delta$  (gama) ışınması yaparak daha kararlı çekirdeklere dönüşmesine radyoaktif bozunma denir.**

Radyoaktif elementler üzerinde yapılan incelemelerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.



**Radyoaktivlik atomun çekirdeğinden kaynaklandığından atomun kimyasal durumuna (element veya bileşik olmasına) ve fiziksel hâline (katı, sıvı ve gaz olmasına) bağlı değildir. Ayrıca sıcaklık ve basınç gibi dış etkenlerden etkilenmez.**

**Bir atomun bazı izotopları radyoaktifken bazı izotopları radyoaktif olmayabilir.**

**Radyoaktif özellik çekirdeğin kararlılığına bağlıdır.**

**ÖRNEK 4.2:** TY ve XV<sub>2</sub> bileşikleri radyoaktif oldukları hâlde XY<sub>2</sub> bileşiği radyoaktif değildir. Buna göre, bu bileşiklerde hangi element radyoaktif özellik gösterir?

**ÇÖZÜM:** XY<sub>2</sub> radyoaktif olmadığına göre X ve Y radyoaktif değildir. Bu durumda TY bileşiğinde T, XV<sub>2</sub> bileşiğinde V radyoaktif özellik gösterir.

### 4.3. BOZUNMA ÇEŞİTLERİ

#### a) Alfa ışıması ( $\alpha$ : ${}^4_2\text{He}$ )

Atom numarası 83'ten büyük olan yani Grafik 4.2'de III. bölgede bulunan elementler  $\alpha$  ışıması yaparak n/p oranını bire yaklaştırmak isterler.



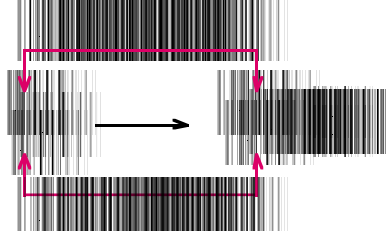
$\alpha$  ışıması yapan atom helyum çekirdekleri fırlatır.  ${}^4_2\text{He}$  çekirdekleri pozitif yüklü olduğundan elektrik ve manyetik alanda sapma gösterirler.



Çekirdek tepkimelerini yazarken eşitliğin iki yanındaki kütle ve atom numaraları eşit olmalıdır.



$\alpha$  ışıması yapan atomun kütle numarası 4, atom numarası 2 azalır.



${}^{235}_{92}\text{U}$  izotopu  ${}^{231}_{90}\text{Th}$  izotopuna dönüştü. Atom numarası 2 kütle numarası 4 azaldı.

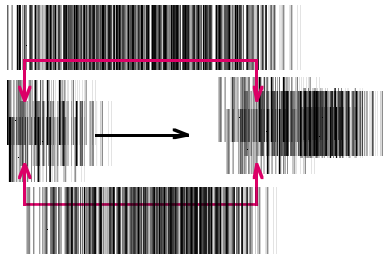
#### $\beta^-$ ışıması ( $\beta^-$ : ${}^0_{-1}\text{e}$ )

$\beta^-$  ışıması Grafik 4.2'nin I. bölgesindeki izotoplarda görülür. Bu bölgedeki izotoplar nötron sayısını azaltıp, proton sayısını artırarak n/p oranını 1 yaklaştırmaya çalışırlar.



Beta ışıması ( $\beta^-$ )yapan atomun çekirdeğinden  ${}^0_{-1}\text{e}$  taneciği fırlatılır. Beta ışınları negatif yüklü tanecikler olduğundan elektrik ve manyetik alanda sapma gösterirler.

$\beta^-$  ışıması yapan atomun atom numarası 1 artarken, kütle numarası değişmez.



${}^{226}_{88}\text{Ra}$  atomu,  ${}^{226}_{89}\text{Ac}$ 'a dönüştü. Atom numarası 1 artarken kütle numarası değişmedi.

Pozitron ışması ( $\beta^+ : {}^0_{+1}e$ )

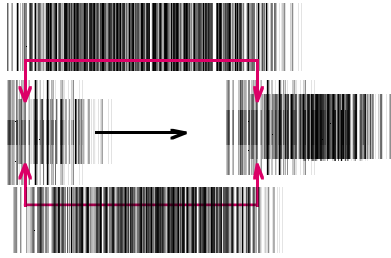
$\beta^+$  ışması Grafik 4.2'nin II. bölgesindeki izotoplarda görülür. Bu bölgedeki izotoplar proton sayısını azaltıp, nötron sayısını artırarak n/p oranını 1'e yaklaştırmaya çalışır.



**Pozitron ışması ( $\beta^+$ )yapan atomun çekirdeğinden  ${}^0_{+1}e$  taneciği fırlatılır. Pozitron ışınları pozitif yüklü ışınlar olduğundan elektrik ve manyetik alanda sapma gösterirler.**



**Pozitron ışması ( $\beta^+$ )yapan atomun, atom numarası 1 azalırken, kütle numarası değişmez.**



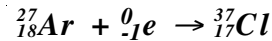
${}^{54}_{26}\text{Co}$  atomu,  ${}^{54}_{25}\text{Fe}$  atomuna dönüştü. Atom numarası 1 azalırken, kütle numarası değişmedi.

Elektron yakalaması

Bu bozunmada çekirdek kendine en yakın enerji düzeyinden bir elektron yakalar.



**Elektron yakalama, pozitron ışması ile aynı sonucu oluşturur.**



**Elektron yakalayan bir çekirdeğin atom numarası 1 azalırken, kütle numarası değişmez.**



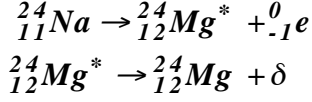
*Işıma olduğunda, fırlatılan taneciklerin denklemin sağ tarafına, elektron yakalama da ise yakalanan taneciğin sol tarafa yazıldığına dikkat ediniz.*

Gama ışması ( $\delta$ )

Gama ışması tek başına meydana gelmez. Diğer radyoaktif ışmaların ardından meydana gelir. Radyoaktif ışma sonucu oluşan yeni çekirdek, üzerindeki fazla enerjiyi  $\delta$  ışması şeklinde dışarı vererek daha düşük enerjili yani kararlı duruma geçer.



*Gama ışıması yapan atomun kütle ve atom numarası değişmez.*

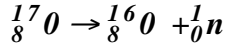


f) Nötron ışıması ( ${}_0^1\text{n}$ )

Çekirdekten bir nötronun dışarı atılmasıdır.



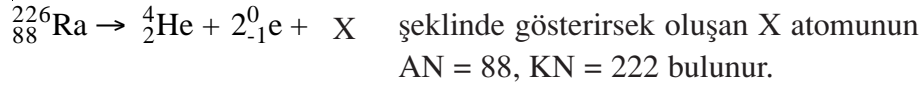
*Nötron ışıması yapan atomun atom numarası değişmez, kütle numarası 1 azalır.*



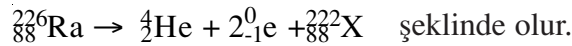
*Nötron ışıması yapan atomun izotopu oluşur.*

**ÖRNEK 2:**  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  izotopu  $1\alpha$ ,  $2\beta^-$  ışıması yaptığıında oluşan yeni çekirdeğin atom ve kütle numarası kaç olur?

**ÇÖZÜM:** Denklemde  $\alpha$  yerine  ${}_2^4\text{He}$ ,  $\beta^-$  yerine de  ${}_{-1}^0\text{e}$  taneciklerini koyarak girenlerin atom numarası ve kütle numarası çıkanlarına eşitlenir.



Denklem:



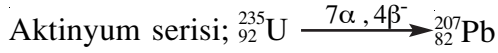
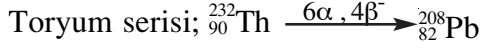
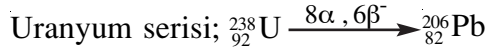
#### 4.4. DOĞAL VE YAPAY RADYOAKTİFLİK

Atom numarası 83'ten büyük olan elementler radyoaktiftir. Radyoaktif bir elementin bozunması, radyoaktif olmayan bir elementin oluşumuna kadar devam eder.



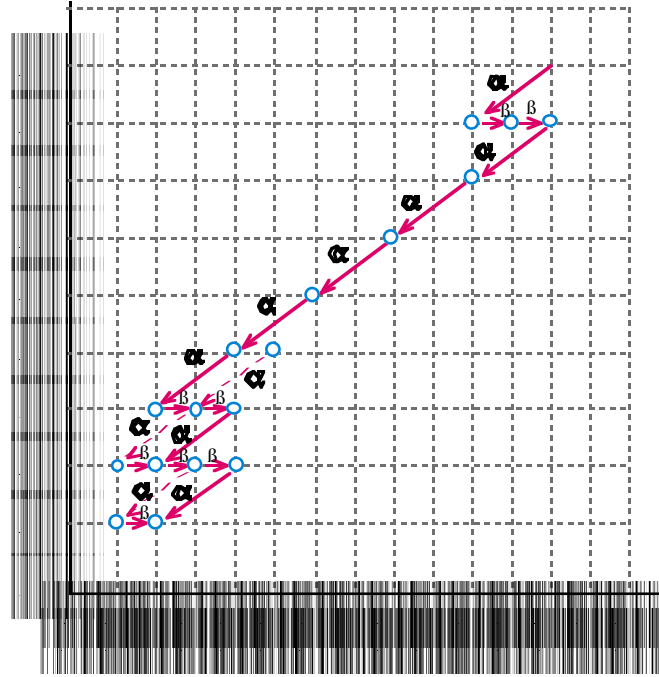
**Doğal radyoaktif elementler üç grup bozunma zinciri içinde yer almaktadır. Bunlara radyoaktif bozunma serileri denir.**





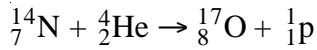
Yapay radyoaktivlik:

Radyoaktif olmayan (kararlı) çekirdekler, proton ( ${}_{1}^1\text{p}$ ), nötron ( ${}_{0}^1\text{n}$ ) ve alfa ( ${}_{2}^4\text{He}$ ) tanecikleri ile bombardıman edildiğinde, yeni izotoplara ya da yeni elementlere dönüşürler ki bu tür tepkimelere yapay çekirdek tepkimeleri denir.



Grafik 4.3: Uranyum bozunma serisi

1919 yılında Rutherford (Radırford)  $\alpha$  tanecikleri ile kararlı azot atomlarını bombardıman ederek protonların oluştuğunu tespit etmiştir.



Bu tepkime aynı zamanda bir elementin başka bir elemente dönüştüğü tepkimedir.

Günümüzde pek çok elementin yapay radyoaktif izotopları elde edilmiş olup bunların sayısı her geçen gün artmaktadır. Yapay radyoaktif elementler günümüzde biyoloji, jeoloji, sanayi ve tıp alanında teşhis, tedavi ve araştırma için kullanılmaktadır.

#### 4.5. RADYOAKTİF BOZUNMA HIZI

Radyoaktif elementlerin ışınım hızları, maddelerin fiziksel hâline (katı, sıvı ve gaz) bağlı değildir. Sıcaklık, basınç gibi dış etkenlerden ve maddenin element ya da bileşik olmasından da etkilenmez. Sadece maddenin türüne ve madde miktarına bağlıdır.



*Radyoaktif bir elementin birim zamanda yaydığı ışınım miktarı, elementin cinsine, atom sayısına ve bozunma hızına bağlıdır.*



Radyoaktif element atomlarının yarısının bozunması için geçen süreye yarılanma süresi veya yarı ömür denir.



**Yarılanma süresi maddenin cinsine bağlı olup ayırt edici özelliktir.**

**Bir radyoaktif elementin yarılanma süresi ne kadar kısa ise o kadar kararsızdır. Birim zamanda yaydığı ışın da o kadar fazladır.**

**Bir radyoaktif elementin kütlesi artırılırsa yaydığı ışın artar, fakat yarılanma süresi değişmez.**



Radyoaktif maddelerin yaydıkları ışınlar Geiger-Muller (Gayger-Müller) sayacı ile ölçülür.

Radyoaktif izotopun bozunma sonucunda kalan madde ve yarılanma sayısı aşağıdaki bağıntılardan hesaplanır.

$$m = \frac{m_0}{2^n} \text{ ve } n = \frac{t}{t^{1/2}}$$

$m$  = Bozunmadan kalan madde miktarı

$m_0$  = Başlangıçtaki madde miktarı

$n$  = Yarılanma sayısı

$t$  = Yarılanmada geçen toplam süre

$t^{1/2}$  = Yarılanma süresi

**ÖRNEK 4.3:** Yarı ömrü 10 gün olan bir radyoaktif bir maddenin 100 gramından bozunma sonucu 25g kalabilmesi için kaç gün geçmelidir.

**ÇÖZÜM:**

**I. yol**

**II. Yol**

$m = \frac{m_0}{2^n}$  formülünde yerine konulursa

$$25 = \frac{100}{2^n} \Rightarrow 2^n = \frac{100}{25}$$

$$\Rightarrow 2^n = 4$$

$n = 2$  iki defa yarılanmış

$$n = \frac{t}{t^{1/2}} \Rightarrow 2 = \frac{t}{10}$$

$$\Rightarrow t = 20 \text{ gün geçmelidir.}$$

Başlangıçtaki 100 gram madde 10 gün sonra yarıya düşer. 10 gün daha geçerse 25 gram kalır.

100  $\xrightarrow{10 \text{ gün}}$  50  $\xrightarrow{10 \text{ gün}}$  25 iki kez yarılanmıştır.

yarı ömrü 10 gün olduğuna göre  $2 \times 10 = 20$  gün sonra 25 gram kalır.

**ÖRNEK 4.4:** Radyoaktif bir maddenin yarı ömrü 2 yıldır. Bu maddenin 800 gramından 10 yıl sonra kaç gramı bozunmadan kalır.

**ÇÖZÜM:**  $\frac{10}{2} = 5$  kez yarılanır.

$$800 \xrightarrow[1]{2 \text{ yıl}} 400 \xrightarrow[2]{2 \text{ yıl}} 200 \xrightarrow[3]{2 \text{ yıl}} 100 \xrightarrow[4]{2 \text{ yıl}} 50 \xrightarrow[5]{2 \text{ yıl}} 25 \text{g}$$

#### 4. 6. ÇEKİRDEK TEPKİMELERİ

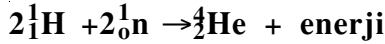
Çekirdek tepkimelerinde girenler ile ürünlerin toplam proton ve nötron sayısı değişmez. Bu tepkimeler sırasında çok büyük enerji açığa çıkar.

Çekirdek tepkimeleri ikiye ayrılır.

##### *Kaynaşma (füzyon) tepkimeleri*



Küçük ve kararlılığı az olan çekirdeklerin birleşerek kararlı büyük çekirdekler oluşturmasına kaynaşma (füzyon) tepkimeleri adı verilir.



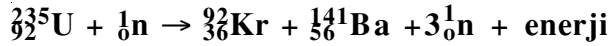
*Hidrojen bombasının, Güneş'te gelişen olayların ve Güneş enerjisinin temeli kaynaşma (füzyon) tepkimeleridir.*

*Kaynaşma tepkimelerinde açığa çıkan enerji, bölünme tepkimelerinden daha büyüktür.*

##### *Bölünme (filyon) tepkimeleri*

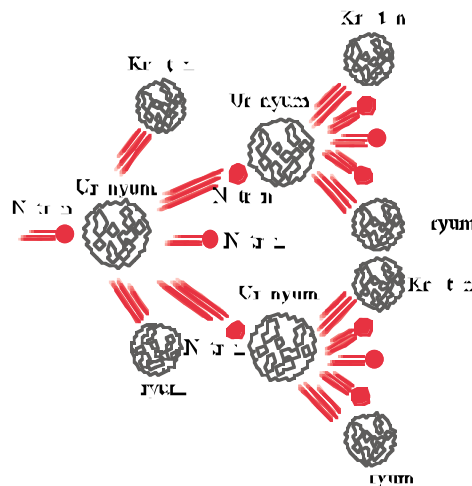


Atom numarası büyük olan kararsız radyoaktif çekirdeklerin nötronlarla bombardıman edildiğinde atom numarası daha küçük iki tane kararsız radyoaktif çekirdek oluşmasına bölünme (filyon) tepkimeleri adı verilir.



*Bölünme olayı kendiliğinden olabildiği gibi, çekirdeğin proton, nötron ve alfa gibi taneciklerle bombardıman edilmesiyle de gerçekleşebilir.*

$\text{}^{235}_{92}\text{U} + \text{}^1_0\text{n} \rightarrow \text{}^{92}_{36}\text{Kr} + \text{}^{141}_{56}\text{Ba} + 3\text{}^1_0\text{n} + \text{enerji}$  denkleminde görüldüğü gibi tepkime sonunda nötronlar açığa çıkmaktadır. Bu nötronlar diğer  $\text{}^{235}_{92}\text{U}$  çekirdeklerine çarparak onların bölünmesine yol açar. Bunun sonucunda zincirleme bir reaksiyon ortaya çıkar. (Şekil 4.1). Tepkime kontrollü olmazsa enerji çıkışı patlamayla gerçekleşir. Bu tepkime atom bombasının temelidir.



Şekil 4.1:  $\text{}^{235}_{92}\text{U}$  izotopunun zincirleme bölünme tepkimeleri

## ÖĞRENDİKLERİMİZİ PEKİŞTİRELİM

1. Radyoaktif özellik nedir? Açıklayınız.
2.  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow \text{X} + \alpha + \beta^-$  radyoaktif bozunma sonucu oluşan X elementinin atom ve kütle numarası nedir?
3.  ${}_{92}^{238}\text{U}$  izotopu kaç  $\alpha$ , kaç  $\beta^-$  ışıması yaptığında kararlı  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$  izotopuna dönüşür?
4. Radyoaktif bozunma hızı nelere bağlıdır. Sıcaklık ve basıncın bozunma hızına etkisi var mıdır?
5. Yarılanma süresi 10 saat olan radyoaktif bir elementin  $3/4$  ünün bozunması için kaç saat geçer?
6. Yarılanma süresi 2 gün olan radyoaktif X maddesinin 10. gün sonunda toplam 248 gramı bozunuyor. Buna göre X'in kaç gramı bozunmamıştır?
7.  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^y\text{Xe} + 2{}_0^1\text{n}$  fisyon tepkimesinde bulunan X ve Y değerlerini hesaplayınız.
8.  $\text{X} + \alpha \rightarrow {}_7^4\text{N} + {}_0^1\text{n}$  tepkimesindeki X atomunun nötron sayısı kaçtır?
9. Yarılanma süresi 3 gün olan radyoaktif bir maddenin 3. ve 6. günler arasında bozulan miktarı 12 gramdır. Radyoaktif maddenin başlangıç miktarı kaç gramdır?
10. Bir radyoaktif elementin  $\frac{15}{16}$  sının bozunması için 20 yıl geçtiğine göre elementin yarılanma süresi kaç yıldır?



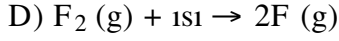
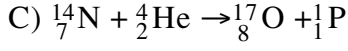
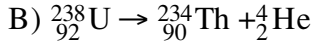
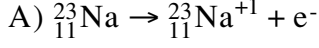
## ÖZET

- Atom çekirdeklerinin dıştan bir etki olmaksızın çeşitli ışımalar yaparak parçalanmasına "radyoaktiflik" bu tür elementlere de radyoaktif elementler denir.
- Atom numarası 1-20 arasındaki elementlerde n/p oranı yaklaşık 1'dir. Bu elementler kararlılık kuşağında yer alırlar.
- En ağır kararlı çekirdekte ( ${}_{83}\text{Bi}$ ) n/p oranı 1,5'tur. Atom numarası  ${}_{83}\text{Bi}$ 'ten büyük olan çekirdeklerin tümü kararsızdır. Yani radyoaktif özellik gösterirler.
- Çekirdekleri kararlı olmayan izotopların  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\delta$  gibi ışımalar yaparak daha kararlı çekirdeklere dönüşmesine radyoaktif bozunma denir.
- Radyoaktiflik atomun çekirdeğinden kaynaklanır. Atomun fiziksel durumuna (katı, sıvı, gaz), ya da element veya bileşik oluşuna bağlı değildir. Basınç ve sıcaklık değişikliklerinden etkilenmezler.
- $\alpha$  ışınması yapan atomun atom numarası 2, kütle numarası 4 azalır.
- $\beta^-$  ışınması yapan atomun atom numarası 1 artar.
- $\beta^+$  ışınması yapan atomun atom numarası 1 azalır.
- Radyoaktif olmayan elementler proton, nötron ve alfa ışınları ile bombardıman edilerek yapay radyoaktif elementler elde edilir.
- Radyoaktif bir elementin birim zamanda yaydığı ışınım miktarı; elementin cinsine, atom sayısına ve bozunma hızına bağlıdır.
- Radyoaktif element atomlarının yarısının bozunması için geçen süreye yarılanma süresi veya yarı ömür denir.
- Çekirdek tepkimeleri kaynaşma (füzyon) ve bölünme (filyon) olarak ikiye ayrılır.



## DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıdaki tepkimelerden hangisi bir doğal radyoaktif bozunmadır?



2.  ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_a^b\text{X} + {}_c^d\text{e}$  radyoaktif bozunmasındaki a ve b sayıları kaçtır?

A) 90-234

B) 92-234

C) 91-234

D) 91-233

3. Radyoaktif bir X elementinin yarılanma süresi 5 gündür. m gram X elementinin 25 günde kaç gramı bozunur?

A)  $\frac{3m}{4}$

B)  $\frac{7m}{8}$

C)  $\frac{15m}{16}$

D)  $\frac{31m}{32}$

4.  ${}_{92}^{234}\text{Th}$  izotopu  $2\alpha$ ,  $1\beta^{-}$  ışınması yaptığında oluşan elementin nötron sayısı kaçtır?

A) 110

B) 125

C) 132

D) 137

5. I. pozitron ışını yayma

II. elektron yakalama

III.  $2\alpha$ ,  $4\beta^{-}$  ışını yayma

Bir atomun çekirdeği yukardaki tepkimelerden hangisini yaparsa izotopuna dönüşür?

A) I ve II

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) II ve III

6.  ${}_{90}^{230}\text{A} \longrightarrow \text{B} + \text{pozitron}$        $\text{B} + \text{elektron} \longrightarrow \text{C}$

Yukardaki çekirdek tepkimeleri ile ilgili olarak

I. C nin atom numarası 88 dir.

II. B'nin kütle numarası 230 dur.

III. A ve B atomları izotoptur.

Yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

D) I ve III

7. Bir radyoaktif izotopun 32 gramından 30 gramının bozunması 20 saat sürüyor. Buna göre, bu izotopun 32 gramından 0,5 gramının kalması için geçen süre kaç saattir?

- A) 30                      B) 28                      C) 24                      D) 22

8.  ${}_{91}^{236}\text{X} \rightarrow {}_{91}^{228}\text{Y} \dots\dots\dots$

Yukardaki tepkimede hangi ışımalar olmuştur?

- A)  $2\alpha$                       B)  $2\alpha, 1\beta^-$                       C)  $2\alpha, 2\beta^-$                       D)  $2\alpha, 4\beta^-$

9.  $\text{A}_2\text{B}$ ,  $\text{A}_2\text{C}$ ,  $\text{CD}$  bileşiklerinden sadece  $\text{A}_2\text{C}$  radyoaktif değildir.

“Buna göre elementlerden hangisi veya hangileri radyoaktiftir?”

- A) B ve C                      B) A ve B                      C) B ve D                      D) C ve D

10. 5 g radyoaktif bir elementin yarı ömrü 3 saat ise 18 saat önce bu madde kaç gramdır?

- A) 320                      B) 180                      C) 160                      D) 80

