

dersdeo

öğrenmenin en kolay yolu ol!

KİMYA

ÇEKİRDEK KİMYASI

Çekirdeğin Yapısı ve Kararlılık

Atom Altı Tanecikler

“Maddenin bölünmez bir yapı taşı var mıdır?” sorusuna verilen ilk cevap Faraday’ın elektroliz deneyinden çıkardığı nicel sonuçlardır. Faraday ve Faraday’dan sonraki bilim insanlarının yaptığı çalışmalar sonucunda atomda, pozitif yüklü çekirdek ve çekirdeği çevreleyen negatif yük bulutlarının olduğu belirlenmiş ve daha sonra atomun yapısı daha detaylı incelenerek proton (p^+), nötron (n^0) ve elektron (e^-) taneciklerine ulaşılmıştır.

Son yıllarda ileri teknolojik araştırmalarla yapılan deneyler (Cern laboratuvarları) sonucu, atom altı parçacıkların çeşidi, sayısı ve özellikleri standart modele göre açıklanmıştır. Standart modele göre, maddenin temel tanecikleri proton ve nötronlar değildir. Maddenin temel tanecikleri kuarklar ve leptonlardır.

Kuarklar ve Antikuarklar

Maddenin temel yapı taşı kuarklardır. Bilinen tüm tanecikler kuark denilen alt taneciklerden oluşur. Standart modele göre, altı çeşit kuark vardır. Her bir kuarkın karşıt (anti) kuarkı vardır. Kuarklarla anti kuarkların elektrik yükleri zıt işaretlidir.

	Adı	Sembolü	Yükü	Karşıt kuarkın sembolü	Yükü
1. Nesil	Yukarı (up)	u	$+\frac{2}{3}$	$\bar{u}$	$-\frac{2}{3}$
	Aşağı (down)	d	$-\frac{1}{3}$	$\bar{d}$	$+\frac{1}{3}$
2. Nesil	Tılsımlı (charm)	c	$+\frac{2}{3}$	$\bar{c}$	$-\frac{2}{3}$
	Garip (strange)	s	$-\frac{1}{3}$	$\bar{s}$	$+\frac{1}{3}$
3. Nesil	Üst (top)	t	$+\frac{2}{3}$	$\bar{t}$	$-\frac{2}{3}$
	Alt (bottom)	b	$-\frac{1}{3}$	$\bar{b}$	$+\frac{1}{3}$

- Kuarkların sembolleri; İngilizce isimlerinin ilk harfleriyle tanımlanmıştır.

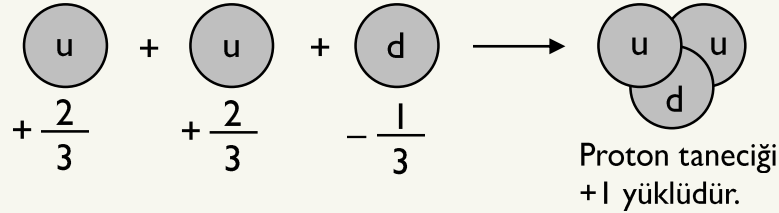
Yukarı (up) $\longrightarrow$ u

Aşağı (down) $\longrightarrow$ d

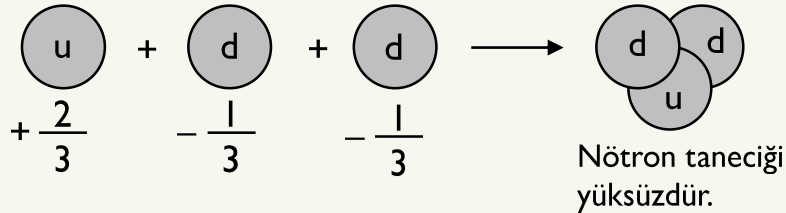
Tılsımlı (charm) $\longrightarrow$ c

- Kuarklar bir araya gelerek proton ve nötron taneciklerini oluştururlar.

Proton taneciği iki tane yukarı (up) kuark ile bir tane aşağı (down) kuarktan oluşur.



Nötron taneciği bir tane yukarı (up) kuark ile iki tane aşağı (down) kuarktan oluşur.



Leptonlar ve Antileptonlar

Altı çeşit lepton vardır. Leptonlar; elektron, muon ve tau parçacıkları ile bu parçacıkların her birinin nötrinolarından oluşur.

	Adı	Sembolü	Yükü	Özelliği
1. Nesil	Elektron	e^-	-1	Elektriksel ve kimyasal etkileşimlerden sorumludur.
	Elektron nötrinosu	ν_e	0	Her saniye, milyarlarcası vücudumuzdan geçer.
2. Nesil	Muon	μ^-	-1	Elektrondan daha ağır ve kararsız bir parçacıktır. Ömrü, saniyenin iki milyonda biri kadardır.
	Muon nötrinosu	$\bar{\nu}_\mu$	0	Bazı parçacıkların bozunması sonucu muonlarla birlikte ortaya çıkar.
3. Nesil	Tau	τ^-	-1	Ağır ve çok kararsız bir parçacıktır.
	Tau nötrinosu	$\bar{\nu}_\tau$	0	Henüz gözlenmedi, ancak var olduğuna inanılıyor.

ÖRNEK

Kuarklar ve leptonlar için;

- I. Çok küçük taneciklerdir.
- II. İki de 6 çeşittir.
- III. Proton ve nötronların yapı taşları kuarklardır.

özelliklerinden hangileri doğrudur?

Leptonlardan elektron; kütlesi $9,1 \times 10^{-31}$ kg ve spini $1/2$ olan negatif yüklü parçacıktır. Elektron en küçük kütleli leptondur. Bozunarak dönüşebileceği daha hafif bir parçacık olmadığından kararlıdır.

Elektronun antiparçacığı olan pozitronun ise yükü pozitifdir; ancak kütlesi ve spini elektron ile aynıdır.

Doğada dört çeşit etkileşim vardır:

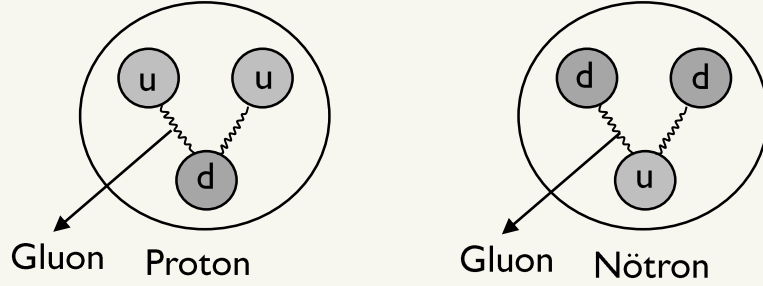
- Güçlü nükleer kuvvetler
- Zayıf nükleer kuvvetler
- Kütle çekim kuvveti
- Elektromanyetik kuvvet

Güçlü Nükleer Kuvvetler

Proton ve nötronları oluşturan kuarkları bir arada tutan kuvvetler, çok güçlü nükleer kuvvetlerdir. Güçlü nükleer kuvvetler, kuarklar birbirine çok yakın olduğundan meydana gelir.

Doğadaki en güçlü kuvvetler, güçlü nükleer kuvvetlerdir. Güçlü nükleer kuvvetler, elektriksel ve manyetik kuvvetlerden daha güçlüdür. Güçlü nükleer kuvvetlerle bağlı kuarkları ayırmak için çok yüksek enerji gerekir.

Standart Model'e göre down (d) kuark ve up (u) kuarklardan proton oluşurken çok küçük parçacık alışverişi olur. Bu temel parçacıklara **gluon (tutkal)** denir. Gluonlar sayesinde kuarklar birbirini kuvvetli bir şekilde ekerler.



u → Yukarı kuark

d → Aşağı kuark

Zıt renkli d ve u kuarklar arasında gluon alışverişi ile güçlü nükleer çekim kuvveti oluşur.

Yukarı (up) kuark (u) ile aşağı (down) kuark (d) arasındaki çekim çok güçlü olduğundan çok büyük bir enerji ile bu tanecikleri birbirinden ayırmak mümkündür.

Maddeyi oluşturan kuarklar temelde yukarı (up) kuark (u) ve aşağı (down) kuark (d) tan oluşur. Yani doğada gördüğümüz ağaç, taş, toprak, deniz gibi maddelerde bulunan kuarklar d ve u kuarklardır.

Zayıf Nükleer Kuvvetler

Çekirdek içindeki proton ve nötronlardaki renk dipolünden dolayı aralarında oluşan çekim kuvvetine zayıf nükleer kuvvetler denir.

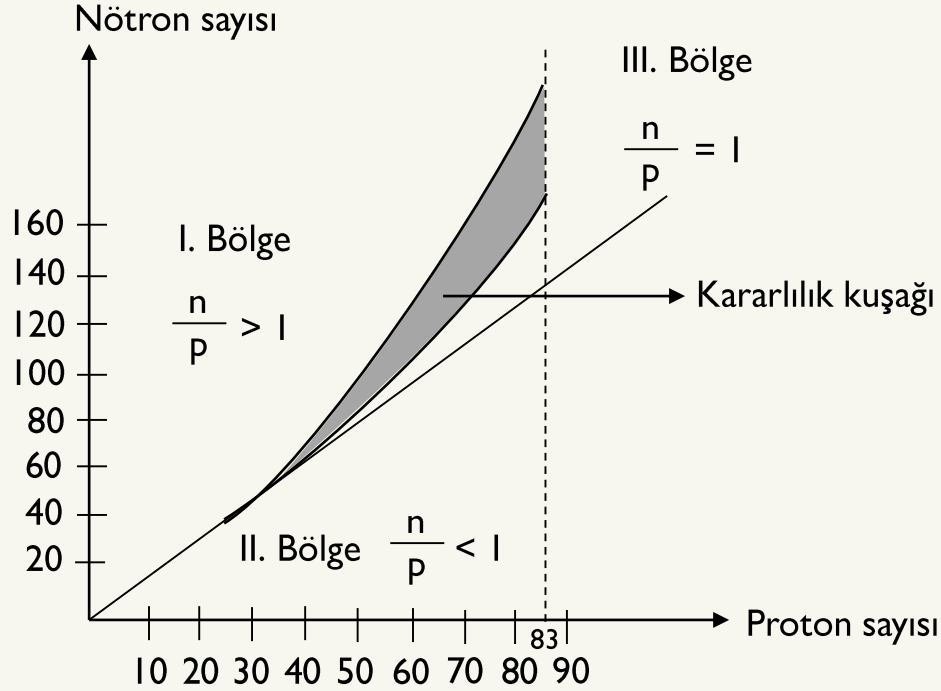
Zayıf nükleer çekim kuvvetleri proton – proton, nötron – nötron veya nötron – proton arasında meydana gelebilir.

Kararlılık Kuşağı

Atom çekirdeğinin kararlılığında, zayıf nükleer çekim kuvvetleri ve protonlar arasında elektriksel itme kuvvetleri etkilidir.

- Protonlar arası itme kuvvetleri, zayıf nükleer çekim kuvvetlerinden büyük olan atom çekirdekleri kararsızdır. Kararsız çekirdekler de radyoaktiftir.
- Protonlar arası itme kuvvetleri, zayıf nükleer çekim kuvvetlerinden küçük olan atom çekirdekleri kararlıdır.

- Bir çekirdeğin kararlılığı nötron sayısının proton sayısına olan oranına bağlıdır. Kararlı çekirdeklerde (n/p) oranı 1'e yakındır.
- Atom numarası 20'ye kadar olan elementlerde (n/p) oranı genellikle 1'e yakındır. Ancak bu atomların izotopları radyoaktif özellik gösterebilir.
- Atom numarası 83'ten büyük olan elementlerin (n/p) oranı 1,5'tan büyüktür. Bu elementler doğal radyoaktif özellik gösterirler.



I. Bölge: Bu bölgedeki radyoaktif çekirdeklerin nötron sayısı proton sayısından fazladır. Bu bölgedeki çekirdek Beta (β^-) veya nötron ışıması (${}_0^1n$) yaparak kararlılık kuşağına girebilir.

II. Bölge: Bu bölgedeki radyoaktif çekirdeklerin proton sayısı nötron sayısından fazladır. Bu bölgedeki çekirdek, pozitron (β^+) veya elektron yakalama yaparak kararlılık kuşağına girebilir.

III. Bölge: Bu bölgedeki çekirdekler kararlılık kuşağına girebilmek için proton ve nötron sayısını azaltmak için Alfa ışıması (α) yaparak kararlılık kuşağına girebilir. Alfa ışınları +2 yüklü helyum çekirdeğidir. Alfa ${}_2^4\alpha$ ya da ${}_2^4\text{He}^{+2}$ ile gösterilir.

Doğal Radyoaktiflik

Kararlılık kuşağı dışındaki bölgelerde yer alan atom çekirdekleri kararsızdır. Bu kararsız atom çekirdeklerinin bir dış etki olmaksızın kendiliğinden bozunmalarına **doğal radyoaktiflik**, bu olayı gerçekleştiren atom çekirdeklerine ise **doğal radyoaktif çekirdek** adı verilir.

- $X \longrightarrow$ Radyoaktif element,
- $Y \longrightarrow$ Radyoaktif element değil,
- XY_2 bileşiği radyoaktif özellik gösterir.
- X ve XY_2 aynı radyoaktif özellikleri gösterir.

Kimyasal Tepkimelerin ve Çekirdek Tepkimelerin Karşılaştırılması:

Kimyasal Tepkimeler

- Atomlar bağların kopması ve oluşmasıyla yeniden düzenlenir.
- Tepkimeye giren atom sayısı ve cinsi korunur.
- Atomlar arası bağların oluşması veya kopmasında sadece elektron rol alır.
- Kimyasal tepkimelerde kütleinin korunumu kanunu geçerlidir.
- Kütle değişimi önemsizdir.

Çekirdek Tepkimeleri

Element atomlar yeni element atomuna ya da kendi izotopuna dönüşür.

Tepkimede atom sayısı ve cinsi değişebilir.

Atomu oluşturan proton, nötron, elektron ve diğer tanecikler rol alabilir.

Kütle korunmaz.

Kütle değişimi önemlidir.

Kimyasal Tepkimeler

- Bir aktifleşme enerjisine ihtiyaç vardır.
- Tepkime hızı sıcaklık, basınç, konsantrasyon ve katalizör gibi faktörler ile değişir.
- Açığa çıkan ve soğurulan enerji miktarı çok düşüktür.
- Endotermik, ekzotermik olabilir.
- Kütle numarasının toplamı korunur.

Çekirdek Tepkimeleri

Doğal radyoaktif tepkimelerde aktifleşme enerjisine ihtiyaç yoktur.

Tepkimelerin hızı dış etmenlerden etkilenmez.

Açığa çıkan ve soğurulan enerji miktarı çok büyüktür.

Ekzotermiktir.

Kütle numarasının toplamı korunur.

Açığa çıkan ısılar:

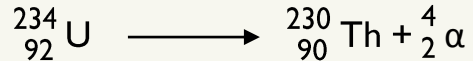
Çekirdek tepkimesi > Kimyasal tepkime > Fiziksel değişme

Bozunma Türleri

Radyoaktif çekirdekler çekirdeğin kararsızlık durumuna göre alfa, beta, gama gibi bozunmalar yaparak daha kararlı elementlere dönüşürler.

I. Alfa Işıması (${}^4_2\alpha$, ${}^4_2\text{He}^{+2}$)

Alfa ışınmasında radyoaktif atom çekirdeğinden 2 proton ve 2 nötron fırlatılması sonucu yeni bir çekirdek oluşur.

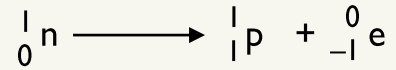


Özellikleri

- 1) Alfa ışıması yapan bir atomun proton sayısı 2, kütle numarası 4 azalır.
- 2) Kütlesi büyük olduğundan (4akb) hızı ve giriciliği düşüktür.
- 3) İyonlaştırma özellikleri çok yüksektir.
- 4) Alfa ışıması +2 yüklü bir parçacık olduğu için, manyetik ve elektrik alanda (−) kutba doğru sapma gösterir.

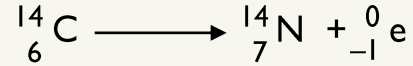
2. Beta Işıması (β , β^- , ${}^0_{-1}e$)

Atom çekirdeğinde 1 nötron, 1 protona dönüştüğünde dışarıya 1 elektron fırlatılması olayıdır.



Özellikleri

1) Beta ışıması yapan bir atomun proton sayısı 1 artar. Kütle numarası değişmez.



2) Kütlesi küçük olduğundan hızı ve giriciliği α ışımasından büyüktür.

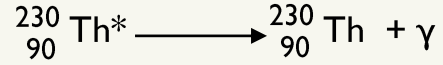
3) α ışımasına göre iyonlaştırma güçleri düşüktür.

4) Beta ışıması -1 yüklü bir parçacık olduğu için manyetik ve elektrik alanda (+) kutba doğru sapma gösterir.

5) Beta ışıması yapan taneciğin izobarı oluşur.

3. Gama Işıması (γ)

Bir atom herhangi bir radyoaktif ışıma yaptığında, çekirdeğindeki fazla enerjiyi gama ışınları ile dışarı atar.



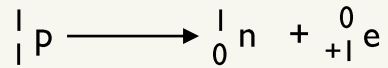
(* işareti çekirdekte fazla enerji olduğunu gösterir.)

Özellikleri

- 1) Gama ışıması yapan bir çekirdeğin proton ve kütle numarası değişmez.
- 2) Gama tanecikleri yüksüz ve kütesizdir.
- 3) Hızı ve giricilikleri çok yüksektir.
- 4) İyonlaştırma güçleri düşüktür.
- 5) Yüksüz olduğu için manyetik ve elektrik alanda sapmaya uğramaz.

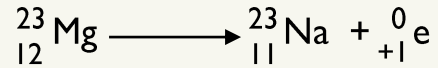
4. Pozitron Işması (β^+ , ${}^0_{+1}e$)

Atom çekirdeğinde 1 proton, 1 nötrona dönüştüğünde dışarıya 1 pozitif yüklü elektron fırlatması olayıdır.



Özellikleri

1) Pozitron ışıması yapan bir atomun proton sayısı 1 azalır, kütle numarası değişmez.

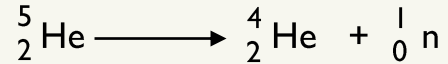


2) Pozitron taneciği +1 yüklüdür. Elektrik ve manyetik alanda (–) kutba doğru sapma gösterir.

3) Diğer bütün özellikleri Beta (β) ışıması ile aynıdır.

5. Nötron Işınması (^1_0n)

Nötron sayısı fazla olan çekirdeğin n/p oranını azaltmak için atom çekirdeğinden 1 nötron taneciğini fırlatması olayıdır.

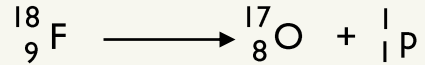


Özellikleri

- 1) Nötron ışıması yapan atomun kütle numarası 1 azalır. Proton sayısı değişmez. Atomun izotopu oluşur.
- 2) Yüksüz tanecik olduğu için manyetik ve elektrik alanda sapmaya uğramaz.

6. Proton Işınması (${}^1_1\text{p}$)

Proton sayısı nötron sayısından fazla olan çekirdeklerin n/p oranını 1'e yaklaştırmak için çekirdekten 1 proton taneciğinin fırlatılması olayıdır.

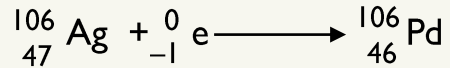
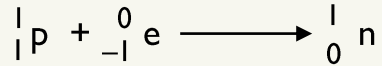


Özellikleri

- 1) Proton ışıması yapan atomun proton sayısı 1 azalır. Kütle numarası 1 azalır.
- 2) Proton ışıması yapan atomun izotonu oluşur.
- 3) Pozitif yüklüdür. Manyetik ve elektrik alanda (–) kutba sapar.

7. Elektron Yakalama (K Yakalaması)

Kararsız atom çekirdeğinin kendisine en yakın 1s orbitalindeki elektronun 1 tanesini alıp, çekirdekte protonu nötrona dönüştürmesi olayıdır.

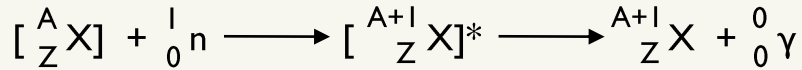


Özellikleri

- 1) Elektron yakalayan atomun, proton sayısı Z azalır. Kütle numarası değişmez.
- 2) Elektron yakalayan atomun izobarı oluşur.

8. Nötron Yakalama (${}_0^1n$)

Herhangi bir atom çekirdeği nötron ile tepkimeye girdiğinde o atomun izotopu meydana gelir. Nötron yakalayan çekirdeğin enerjisinde artma olur. Tanecik, bu enerjiyi gama ışıması yaparak atar. Bu olay;



şeklinde ifade edilebilir.

Nötron yakalama olayı ile birçok atomun izotopu elde edilebilir. Örneğin;

${}_8^{16}\text{O}$ izotopu ${}_8^{16}\text{O}$ atomunun bir tane ${}_0^1n$ ile tepkimesinden elde edilir.

Bu olay ${}_8^{16}\text{O} + {}_0^1n \longrightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_0^0\gamma$ şeklinde gerçekleşir.

NOT: Doğal nötron yakalama ile nötron bombardımanı karıştırılmamalıdır. Nötron bombardımanı ile gerçekleşen tepkimeler, yapay çekirdek tepkimeleridir.

Işıma	Proton sayısı	Nötron sayısı	Kütle numarası
Alfa	2 azalır	2 azalır	4 azalır
Beta	1 artar	1 azalır	Değişmez
Pozitron	1 azalır	1 artar	Değişmez
Gama	Değişmez	Değişmez	Değişmez
Elektron yakalama	1 azalır	1 artar	Değişmez
Nötron	Değişmez	1 azalır	1 azalır
Proton	1 azalır	Değişmez	1 azalır
Nötron yakalama	Değişmez	1 artar	1 artar

ÖRNEK

Radyoaktif $^{224}_{86}\text{X}$ izotopu 3α ve $2\beta^-$ ışıması yaparsa, oluşacak elementin atom numarası ve kütle numarası nedir?

ÖRNEK

$^{31}_{15}\text{P}$ atomunun çekirdeği nötron ile bombardıman etkisi sonucu α ışıması gerçekleştirip X elementine dönüşüyor. Buna göre X atomunun nötron sayısı kaçtır?

ÖRNEK

Pozitron ışıması yapan radyoaktif bir izotop için;

- I. Çekirdek yükü I azalır.
- II. İzobarı oluşur.
- III. Çekirdeğindeki n/p oranı artar.

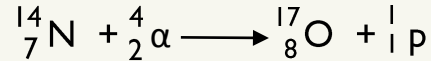
yargılarından hangileri doğrudur?

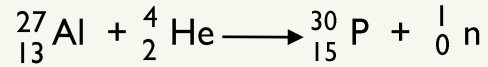
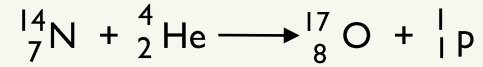
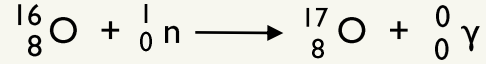
Yapay Çekirdek Tepkimeleri

Çekirdek Dönüşümü (Transmutasyonu)

Kararlı atom çekirdekleri, nötron (${}_0^1\text{n}$), alfa (α) gibi tanecikler ve hızlandırıcılarla bombardıman edilerek aynı elementin başka izotoplarına veya başka elementlere dönüştürülür. Bu tür tepkimelere **yapay çekirdek tepkimeleri** denir. Bu şekilde radyoaktif hale getirilmiş elementlere de **yapay radyoaktif element** denir.

1915 yılında Rutherford ${}_7^{14}\text{N}$ çekirdeğini α ışınları ile bombardıman ederek ${}_8^{17}\text{O}$ çekirdeğine dönüştürmüş ve ilk çekirdek dönüşümü gerçekleştirerek tarihe geçmiştir.

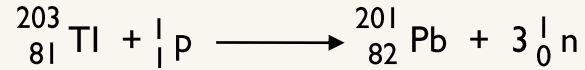


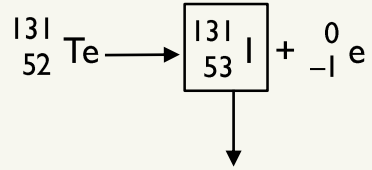
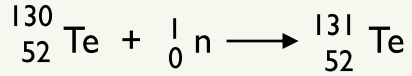
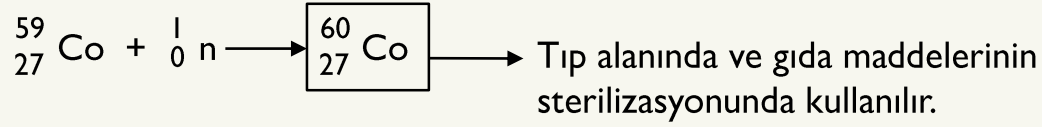
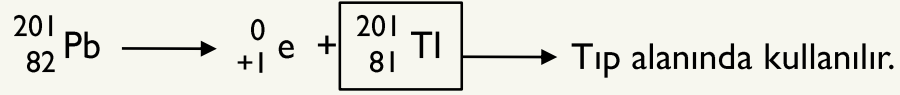


Yukarıda verilen tepkimelerde ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{14}_7\text{N}$ ve ${}^{27}_{13}\text{Al}$ atomlarının transmutasyonu sonucunda oluşan ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{30}_{15}\text{P}$ atomları radyoaktiftir.

Doğada bulunmayan bazı radyoaktif atom çekirdekleri transmutasyon ile elde edilir.
Örneğin; sanayi, jeoloji, biyoloji ve tıp alanında kullanılan radyoizotoplar;

$^{131}_{53}\text{I}$, $^{201}_{81}\text{Tl}$, $^{99}_{43}\text{Tc}$, $^{60}_{27}\text{Co}$... bu yöntem ile elde edilebilir.





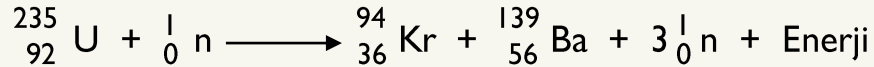
Yeraltı suyunun akış yönü
ve hızı ile ilgili bilgiler verir.

Nükleer Enerji

Çekirdeklerin bölünmesi veya kaynaşması sırasında çekirdekte var olan enerji açığa çıkar. Bu çekirdek tepkimeleri sonucu açığa çıkan enerjiye **nükleer enerji** denir.

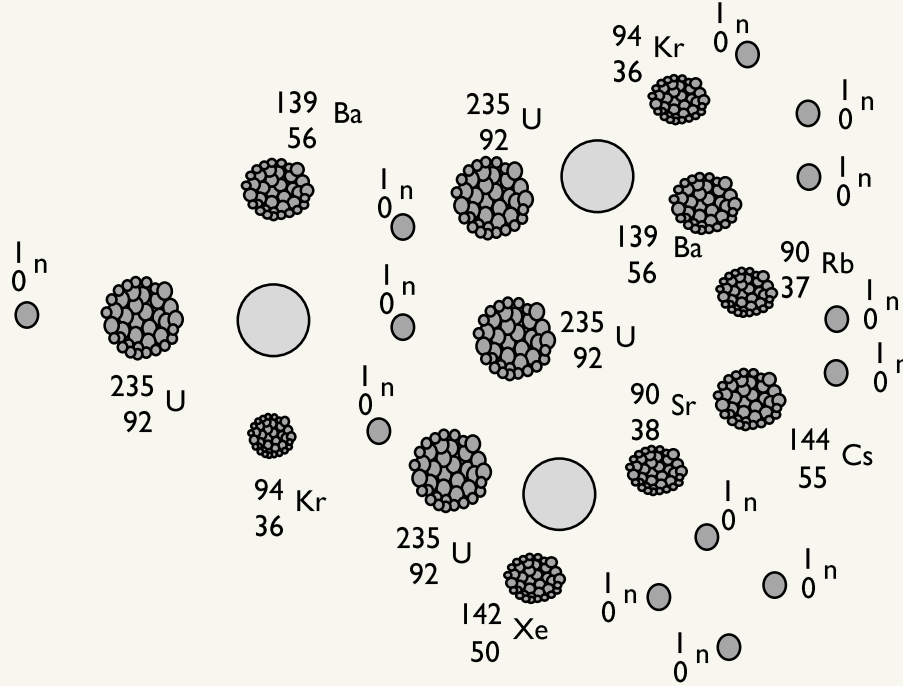
Fisyon Tepkimeleri (Çekirdek Bölünmesi)

Büyük kütleli atom çekirdeklerinin nötron ile bombardıman edilerek daha küçük kütleli atom çekirdeklerine dönüştürülmesi olayına **fisyon (çekirdek bölünmesi)** denir. Fisyon tepkimesine örnek olarak atom bombası verilebilir.

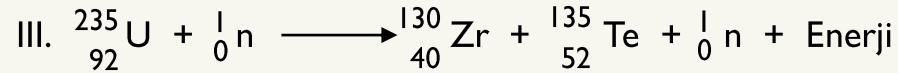
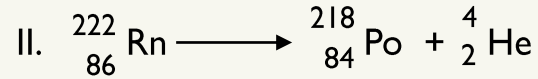
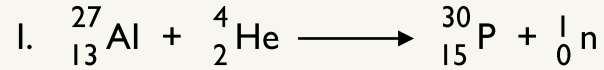


Fisyon tepkimelerinde büyük miktarda enerji açığa çıkar.

U-235'in Zincirleme Reaksiyonu



ÖRNEK



Yukarıdakilerden hangisi fisyon tepkimesidir?

A) Yalnız II

B) I ve III

C) Yalnız III

D) II ve III

E) I, II ve III

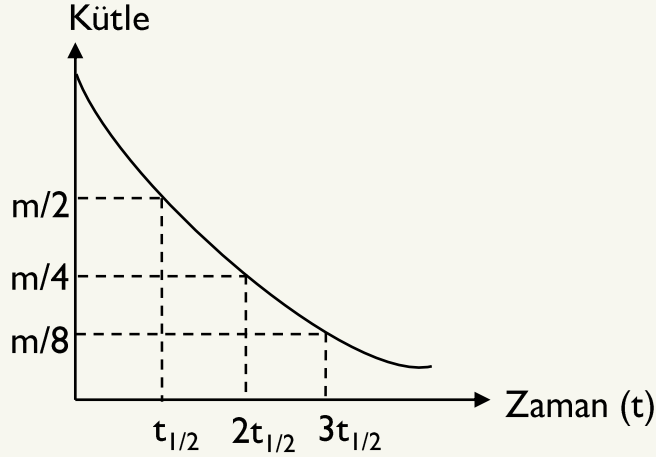
Kritik Kütle: Zincirleme gerçekleşen tepkimeyi sürdürebilmek için gerekli olan nötronu verebilecek $^{235}_{92}\text{U}$ kütlesidir.

Nükleer Santraller

Nükleer tepkimelerin kontrollü olarak gerçekleştirildiği yapılara **nükleer reaktör**; bu reaktörlerde gerçekleşen fisyon tepkimesi sonucu açığa çıkan enerjinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü santrallere ise **nükleer santral** denir.

Yarılanma Süresi (Yarı Ömür)

Radyoaktif bir maddenin başlangıçtaki kütlesinin yarısının bozunması için geçen süreye yarılanma süresi veya yarı ömür denir ve $t_{1/2}$ ile gösterilir.



Radyoaktif bir maddenin kütlesinin zamanla değişim grafiği

Yarılanma süresi;

- Madde miktarına bağlı değildir.
- Maddenin fiziksel haline, sıcaklık ve basınç gibi etkenlere bağlı değildir.
- Yarılanma süresi büyük olan izotopların bozunma hızı düşük, çekirdek kararlılığı daha büyüktür.
- Maddenin cinsine bağlıdır.
- İzotop atomlarının yarılanma süreleri farklıdır.
- Radyoaktif bir madde hiçbir zaman tamamen tükenmez.

ÖRNEK

$^{234}_{90}\text{X}$ izotopunun yarı ömrü 25 gündür. Buna göre başlangıçtan itibaren kütlece % 87,5'unun bozunması için kaç gün geçmelidir?

ÖRNEK

m gram radyoaktif izotopunun kütlelerinin $\frac{m}{8}$ 'e inmesi için t saat geçmektedir. Buna göre X izotopu ile ilgili;

- I. t saat cinsinden yarılanma süresi
- II. 2. ve 3. yarılanma sonunda kalan kütleleri arasındaki farkın m cinsinden değeri
- III. Kütleli $\frac{m}{32}$ 'ye inerse başlangıçtan itibaren geçen sürenin t saat cinsinden değeri

yargılarından hangileri bulunabilir?

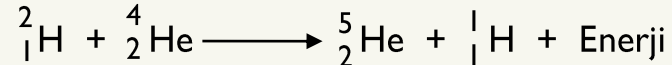
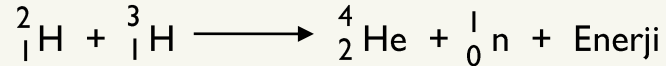
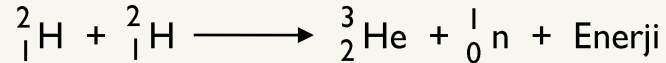
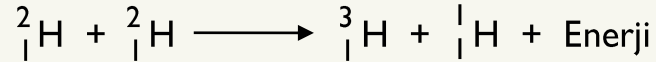
ÖRNEK

Yarı ömrü 4 saat olan radyoaktif $^{230}_{88}\text{X}$ atomu $\text{X} \longrightarrow \text{Y} + 2\text{He}$ tepkimesine göre bozunuyor.

Buna göre 92 gram X elementinin 8 saat bozunması sonucu kapta bulunan He gazının normal koşullar altındaki hacmi kaç litredir?

Füzyon (Çekirdek Kaynaşması)

Hafif çekirdeklerin kaynaşarak daha ağır bir çekirdek oluşturmalarına **füzyon** denir. Kaynaşma sırasında azalan kütle, enerjiye dönüştüğünden füzyon tepkimelerinde büyük miktarda enerji açığa çıkar.



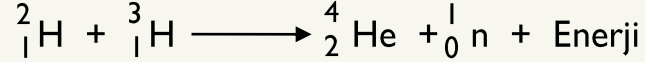
Füzyon tepkimelerine örnek olarak hidrojen bombası ve Güneş'teki tepkimeler verilebilir. Hidrojen bombasının tepkimelerinin başlatılması için öncelikle atom bombası patlatılır. Atom bombasının sonucunda oluşan sıcaklık ve basınç, füzyon tepkimelerini başlatır. Hidrojen bombasının gücü atom bombasının yaklaşık 1000 katı kadardır.

Füzyon tepkimeleri çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen tepkimeler olduğundan termonükleer tepkimeler olarak da adlandırılır.

- Açığa çıkan enerji sıralaması:

Füzyon tepkimeleri > Fisyon tepkimeleri > Kimyasal tepkimeler > Fiziksel olaylar

ÖRNEK



tepkimesi için;

- I. Füzyon tepkimesidir.
- II. Yüksek miktarda enerji açığa çıkar.
- III. Yapay çekirdek tepkimesidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

Bozunma Hızı (Işıma Şiddeti)

Radyoaktif bozunma hızı, birim zamanda bozunan atom sayısıdır. Radyoaktif bir maddenin bozunma hızı, yarılanma süresine ve madde miktarına bağlıdır.

Aktiflik, Radyoaktif Işınlardan Sayımı ve Sağlığa Etkisi

Radyoaktif Işın

Radyoaktif ışınların en önemli özelliklerinden ikisi giricilik ve iyonlaştırma etkisidir. Giricilik, radyoaktif bir ışının bir madde içerisindeki ilerleme özelliğidir. İyonlaştırma etkisi ise bu ışınların, maddenin 1 cm'lik bir kısmında oluşturduğu iyon çift sayısıdır.

Radyasyon, yaşamımızın bir parçası olmuştur. Güneş, telefon, mikrodalgalar, X ışınları ve gama ışınları gibi radyasyonlar vardır. Radyasyon, madde üzerinde meydana getirdiği etkilere göre iyonlaştırıcı olan ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere iki sınıfta toplanabilir.

İyonlaştırıcı Etkisi Olan Işıklar

X ışıkları

Alfa ışıkları

Beta ışıkları

Kozmik ışıklar

Nötronlar

İyonlaştırıcı Etkisi Olmayan Işıklar

Ultraviyole

Kızılötesi

Radyo dalgaları

Mikrodalgalar

Baz istasyonları veya yüksek gerilim hatları

NOT:

Alfa (α), beta (β) ve gama (γ) ışımları arasında;

İyonlaştırma gücü: $\alpha > \beta > \gamma$

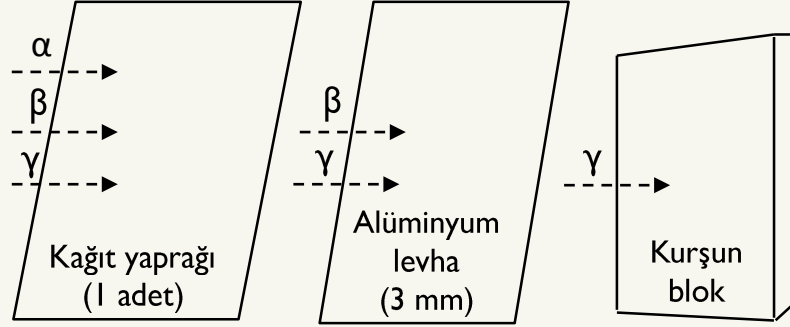
Bağıl giricilik gücü: $\gamma > \beta > \alpha$

ÖRNEK

- I. Gama
- II. Beta
- III. Alfa

Yukarıda verilen ışınların giricilik etkileri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak karşılaştırılmıştır?

- A) $I > II > III$ B) $II > I > III$ C) $I > III > II$ D) $III > II > I$ E) $II > III > I$



Işıma Türü	Bağıl Giricilik Gücü	Perdeleme Malzemesi
Alfa (α)	1	İnce kağıt, deri
Beta (β)	100	3 mm alüminyum levha
Gama (γ)	10000	Beton ya da kurşun bloklar

Aktiflik

Radyoaktif maddelerin ışıma şiddetini belirlemek için radyoaktif ışınların iyonlaştırma özelliği kullanılır.

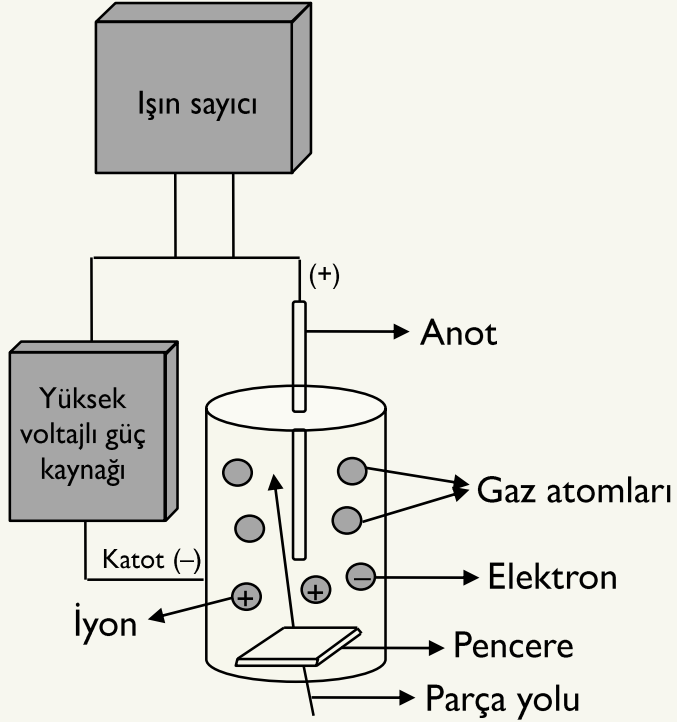
Bu yöntemde Becquerel, ışımaların iyonlaştırıcı etkisini kullanarak ışınların şiddetini karşılaştırdı. Radyoaktif ışınlar fotoğraf filmine etki ederek fotoğraf filmini siyahlaştırır. Becquerel bu özelliği kullanarak radyoaktif ışımaların şiddetini karşılaştırmıştır.

Radyoaktif ışıma şiddetini ölçmek için;

- 1) Sintilasyon sayıcısı,
- 2) Wilson sis odası,
- 3) Geiger – Müller sayacı kullanılır.

Günümüzde, pratikliğinden dolayı Becquerel'in dozimetreleri hala kullanılmaktadır.

Geiger – Müller Sayacının Yapısı



Radyoaktif Maddenin Birim Yüzeye (Alana) Yaptığı Toplam Işıma Sayısına Etki Eden Faktörler

a) Radyoaktif İzotopun Türü

İzotopun türüne bağlı olarak yarılanma süresi değiştiği için, birim zamanda yayınlayacağı ışıma miktarı değişir. Yarılanma süresi ne kadar kısa ise, birim zamanda yayınlayacağı ışın miktarı o kadar fazladır.

b) Radyoaktif İzotopun Miktarı

İzotopun miktarı ne kadar fazla ise, birim zamanda yayınlayacağı ışın miktarı o kadar fazladır.

c) Geçen Süre

Ne kadar uzun süre geçerse, yayınlanan toplam ışın miktarı o kadar fazla olur. Yani, süre ile doğru orantılıdır.

d) Radyoaktif Maddeye Olan Uzaklık

Birim yüzeye gelen ışın sayısı, yüzeyin radyoaktif maddeye uzaklığının karesiyle ters orantılıdır. Başka bir deyişle; 3 kat uzakta olan bir cisim, 9 kat daha az ışına maruz kalır. O halde herhangi bir bölgede radyoaktif sızıntı varsa, o bölgeden hızla uzaklaşmak gerekir.

Radyoaktif bir maddenin yayınladığı ışınlar bir ışın sayacı (sayaç) ile sayılmak istenirse; sayacın saydığı ışın sayısı, uzaklığın karesiyle ters orantılıdır.

$$\text{Işın sayısı} \propto \frac{1}{(\text{Uzaklık})^2}$$

Radyasyonun Canlıya Vereceği Zararın Derecesi;

- Radyoaktif maddenin aktifliği,
- Canlı maddeye geçen enerjinin etkinliği,
- Radyasyonun cinsi,
- Dokunun cinsi gibi etkenlere bağlıdır.

Canlıya geçen enerjinin absorblanmış doz ve biyolojik eş değer doz olmak üzere iki türü vardır.

Canlıda hasar oluşturacak iyonlaştırıcı radyasyonun öncelikle hücre tarafından absorblanması gerekir. Canlıya ait dokular tarafından depolanan (absorblanan) bu enerjiye absorblanmış doz denir.

Absorblanmış dozun birimi ise Rad (Radiation Absorbe Dose) ve Gy (Gray)'dır.

Rad: Işınlanan maddenin 1 kilogramına 10^{-2} J'lik enerji veren radyasyon miktarıdır.

Gray: Işınlanan maddenin 1 kilogramına 1 J'lik enerji veren radyasyon miktarıdır.

Radyasyonun canlı üzerinde yapacağı etki, absorblanan enerji ile doğru orantılıdır.

- Radyasyonun canlı üzerindeki biyolojik etkisini ölçmek için biyolojik eş değer doz kullanılır. Biyolojik eş değer dozun birimi Sievert (Sv) 'tir. Birimi Gray ile aynı olup 1 Joule/kg 'dır.

NOT: Fiziksel etki için Rad ve Gy, biyolojik etki için Sv birimleri kullanılır.

Radyoaktiflikten Kaynaklanan Tehlikeler ve Korunma Yolları

Radyoaktif ışınlar canlı organizmalara nüfuz ettiklerinde canlı organizmaların hücrelerinde kimyasal değişiklikler yapabilirler.

α , β ve γ ışınları doku tarafından absorblandığında dokudaki yüksek enerjili moleküller ayrıışarak yüksek enerjili serbest radikallerin oluşmasına neden olur. Oluşan bu serbest radikaller vücuttaki diğer moleküller ile etkileşerek genetik bozukluklar ve kanser başta olmak üzere birçok hastalığa neden olabilir.

Radyasyonun zararlı etkisinden korunmak için Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi (ICRP) 'nin belirlediğı ALARA Prensiplerine uyulmalıdır.

Bu prensipler şunlardır:

1. Pozitif ve net bir yarar sağlamadıkça hiçbir radyasyon uygulaması yapılmamalıdır.
2. Sosyal ve ekonomik faktörler göz önüne alınarak ışınlama süresi en düşük düzeyde tutulmalıdır.
3. Bireyler için eş değer doz limitleri aşılmamalıdır.

NOT: Radyasyonun insanları dışarıdan etkilemesi dış radyasyon, insanların radyoaktif maddeleri vücut içerisine alması ise iç radyasyondur.

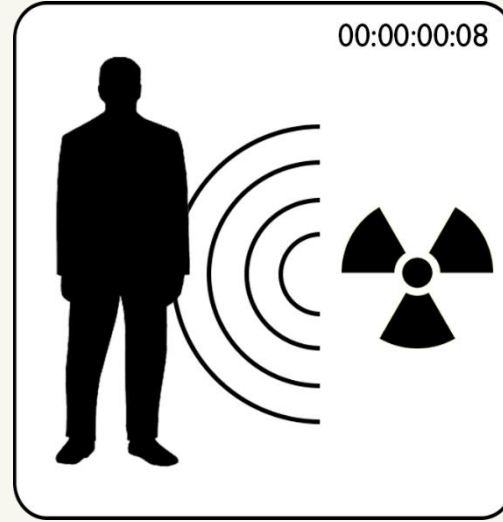
İnsanlar radyasyondan; radyasyonun dışarıdan etkilemesi veya radyoaktif maddelerin vücut içine girmesi şeklinde iki biçimde etkilenir.

I) Radyasyonun dışarıdan etkilemesi

Radyasyonun dışarıdan etkilemesi radyoaktif kaynağın vereceği radyasyon dozu, kaynağın radyoaktivitesi ve radyasyona maruz kalma süresi ile doğru; zırhlama faktörü ve kaynağa olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

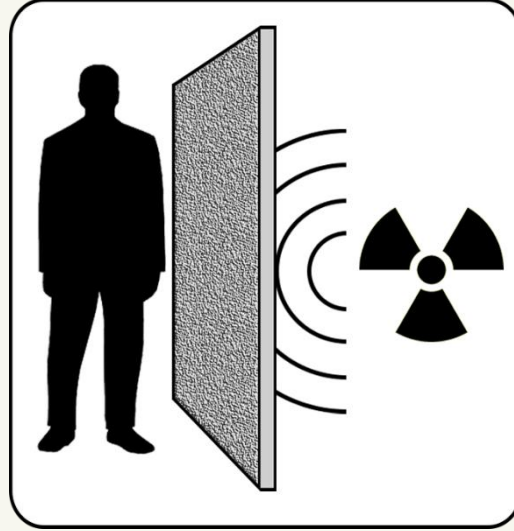
Dış radyasyondan daha az etkilenmek için;

- Radyasyona maruz kalma süresi azaltılmalıdır. Çünkü süre uzadıkça radyasyonun dozu artar.



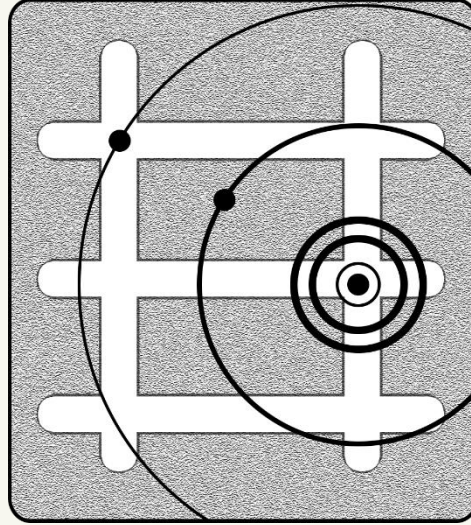
Süre İkaz Tabelası

- Diğer korunma çeşidi zırhlamadır. Zırhı oluşturan maddeler radyasyonun şiddetini azaltacak etki gösterir. Radyasyonun cinsine göre zırhı oluşturacak maddeler seçilir.



Zırhlama İkaz Tabelası

- Radyasyon kaynağından mümkün olduğu kadar uzakta olunmalıdır. Uzaklık arttıkça radyasyon dozu azalır.



Mesafe İkaz Tabelası

- Ayrıca insanları dış radyasyonlardan korumak ve uyarmak için kullanılan uluslararası uyarıcı levhalar da vardır.



İyonlaştırıcı Radyasyon İkaz Tabelası

2) Radyasyonun içeriden etkilemesi

Radyoaktif maddelerin vücuda ağız, solunum veya cilt yoluyla girmeleri ve organlarda birikmeleri ile oluşan iç radyasyon tehlikesinden korunmak için alınması gereken önlemler:

- Radyoaktif çalışmalar bir çeker ocak altında yapılmalıdır. Çeker ocaktan çalışma ortamına ters hava girişi olmamalıdır.
- Laboratuvarlar iyi havalandırılmalıdır. Kullanılan malzemeler düzenli ve kolay temizlenebilir olmalıdır.

- Çalışma ortamında kullanılan giysilerin özel tasarlanmış ve özel malzemelerden üretilmiş olması gerekir.
- Laboratuvarlara yiyecek, içecek ve kişisel malzemeler kesinlikle sokulmamalıdır.
- Radyoaktif maddeler çıplak elle tutulmamalıdır.

Radyoaktif Maddelerin Kullanım Alanları

Radyoaktif maddelerin oluşturduğu radyasyonun çevre ve canlı açısından zararları vardır. Günümüzde uygun teknikler kullanılarak birçok radyoaktif izotoplardan farklı alanlarda yararlanılmaktadır.

Günümüzde radyoaktif izotopların; bilimsel araştırmalar, tıpta teşhis ve tedavi, tarım, arkeoloji, sanayi, enerji üretimi gibi birçok kullanım alanı vardır.

Bilimsel Araştırmalarda Kullanılan Radyoaktif İzotoplar

Radyoaktif C-14, P-32, U-238, K-40, Pb-206 gibi radyoizotop atomlar bilimsel araştırmalarda kullanılır.

- C-14 radyoizotopu sayesinde bitkilerin fotosentez olayında CO_2 soğurduğu ve CO_2 açığa çıkardığı saptanmıştır.

Fotosentezde etiketlenmiş C-14 bulunduran CO_2 moleküllerinin karbonhidrata dönüşümüne kadar geçen evreler takip edilebilmiştir. Ayrıca C-14 yöntemi ile daha önce yaşamış canlıların hangi yıllarda yaşadığı tespit edilebilmiştir.

Tıpta Teşhis ve Tedavi Amaçlı Kullanılan Radyoaktif İzotoplar

Radyoaktif izotoplar teşhis ve tedavi amaçlı kullanılabilir.

- Co-60 izotopu: Radyoterapide kanserli hücrelerin ölmesini, büyümesinin engellenmesini ve gıdaların sterilizasyonunu sağlamada kullanılır.
- I-131 izotopu: İnsan kanındaki albüminin etiketlenmesi, beyin tümörlerinin yerinin saptanması ve tiroit bezinin büyümesiyle oluşan guatr hastalığının teşhisinde kullanılır.
- Na-24 izotopu: Damarlardaki dolaşım bozukluğu, daralma ve tıkanıklıkların belirlenmesi ve kanın akışını izlemek için kullanılır.
- C-11 izotopu: Pozitron ışın tomografisi (PET) olarak adlandırılan görüntüleme sistemi kullanılarak beyin tomografisi çekilir.

Endüstride Radyoaktif İzotopların Kullanımı

Endüstride radyoaktif izotoplar üretimden kalite kontrolüne, depolamadan dağıtıma ve denetime kadar çok geniş bir alanda kullanılmaktadır.

- Sb-124 izotopu: Petrol boru hatlarında taşınan petrol ürünlerinin takibi için kullanılır.
- Ir-192 ve Co-60 radyoaktif izotoplar: Endüstride metal ve plastik levhaların kalınlıklarının ölçülmesinde kullanılır.
- I-131 izotopu: Yeraltı sularının akışının, yönünün ve hızının ölçülmesinde kullanılır.

ÖRNEK

- I. Wilson sis odası
- II. Geiger – Müller sayacı
- III. Sintilasyon sayıcısı

Hangileri radyoaktif ışınların analizi için kullanılır?

ÖRNEK

- I. Tarihi eserlerin yaşının belirlenmesi
- II. Yerkürenin yaşının belirlenmesi
- III. Tıpta hastalık teşhisi ve tedavisi

Yukarıda verilen işlemlerden hangilerinde radyoizotoplar kullanılır?