

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

RADYASYONUN ÖLÇÜLMESİ

İçerik

- Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi
- Radyasyon Ölçüm Tekniği
- Dedektör Malzemesi
- Dedektörler
- Dedektör Tipleri
 - Gaz dolu dedektörler
 - Sintilasyon dedektörleri
 - Yarıiletken dedektörler
 - Nötron dedektörleri
- Kontaminasyon Monitörleri
- Cihaz Seçimi
- Dedektörlerin Genel Özellikleri
- Cihaz Kontrolü
- Kalibrasyon



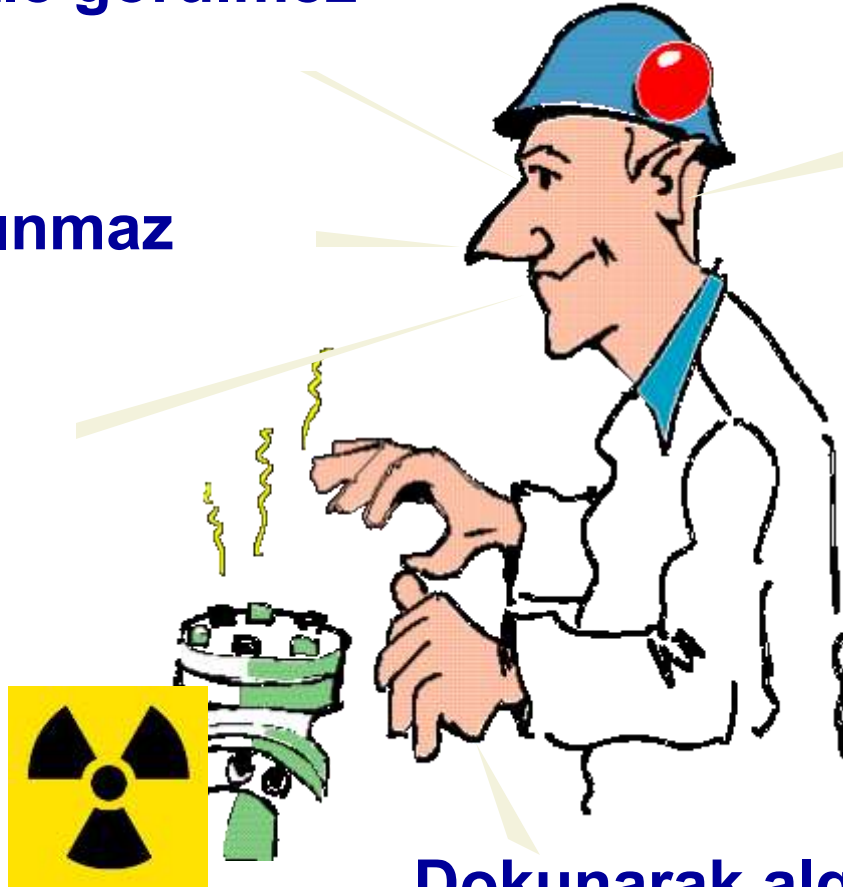
Radyasyonun Madde İle Etkileşmesi

Gözle görülmez

Sesi duyulmaz

Kokusu alınmaz

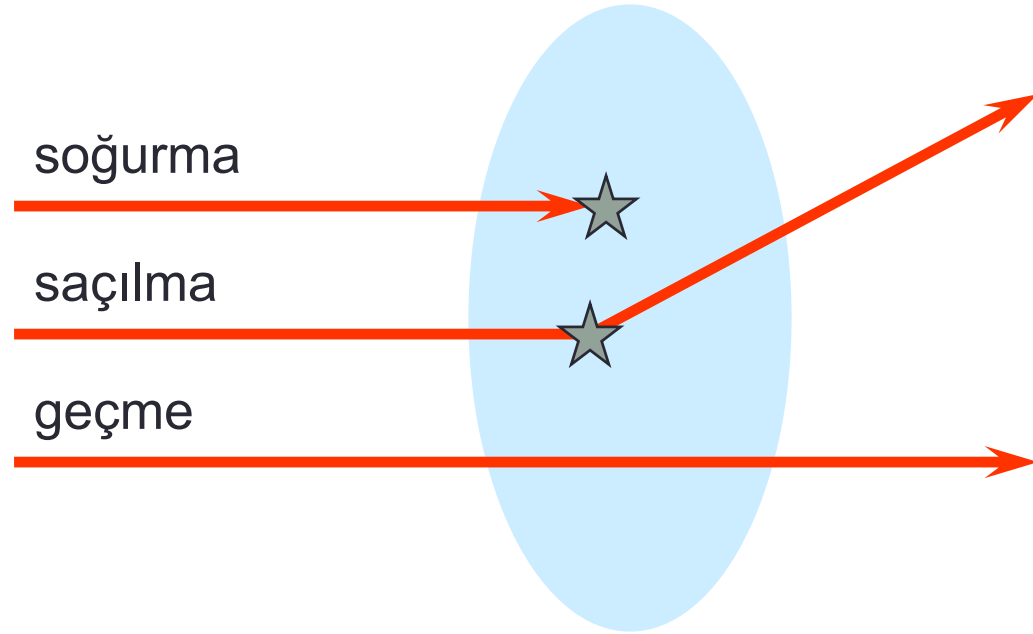
Tadı alınmaz



Dokunarak algılanmaz

- İnsan duyu organları hiçbir şekilde iyonlaştırıcı radyasyonu algılayamamaktadır.
- Detektörler kısaca, içerisinde geçen radyasyonun enerjisinin hepsini veya bir kısmını elektriksel sinyallere dönüştüren cihazlardır.
- Ölçüm sistemleri radyasyon tipine ve radyasyonun enerjisine göre belirlenir.

Radyasyonun madde ile etkileşmesi

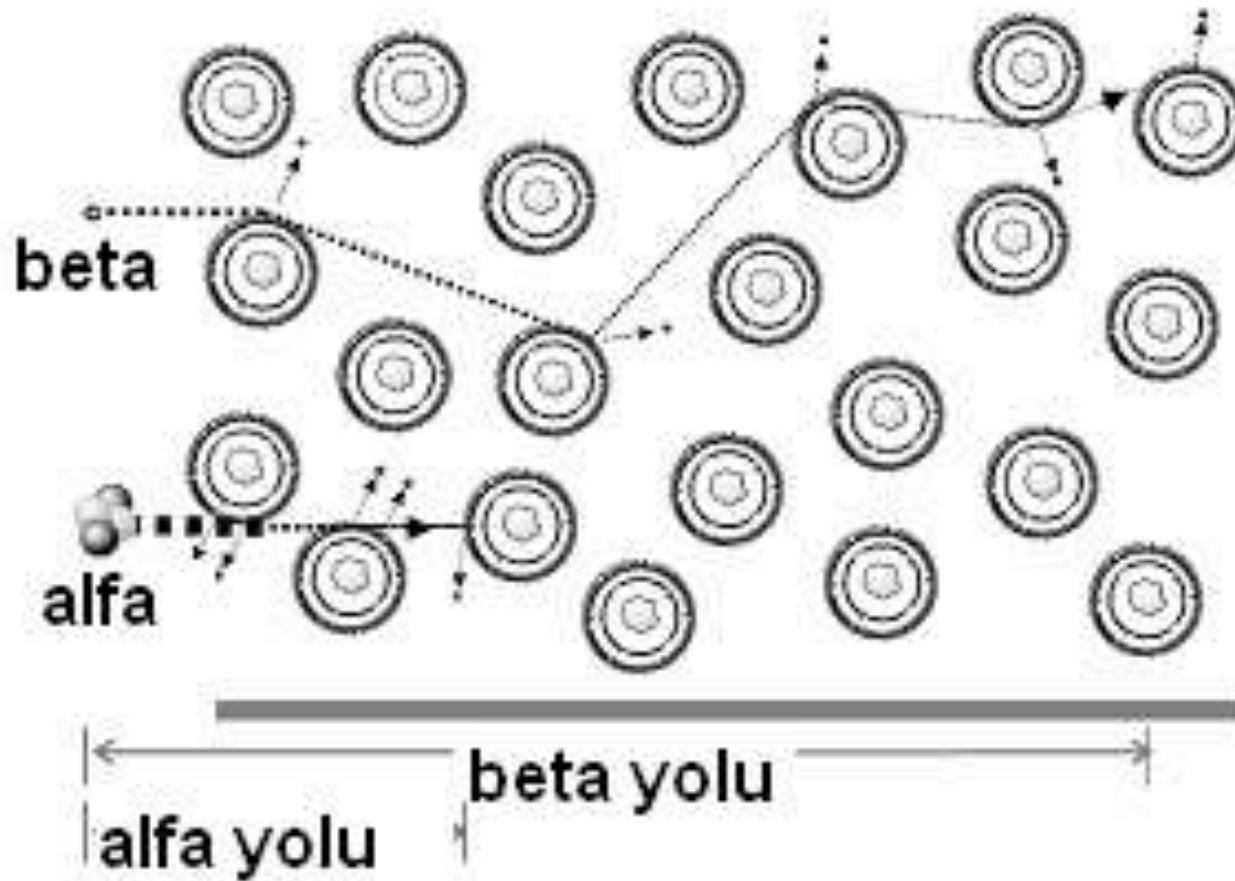


★ Enerji depolanması

Radyasyonun madde ile etkileşmesi

- YÜKLÜ PARÇACIKLARIN ETKİLEŞMESİ
 - HAFİF YÜKLÜ PARÇACIKLAR (Beta gibi...)
 - AĞIR YÜKLÜ PARÇACIKLAR (Alfa gibi....)
 - İyonlaştırma ve uyarma
- YÜKSÜZ PARÇACIKLARIN ETKİLEŞMESİ
 - FOTONLAR (X- ve gama ışınları)
 - Fotoelektrik olay
 - Compton saçılması
 - Çift oluşum
 - NÖTRONLAR

Yüklü Parçacıkların Etkileşmesi



Fotonların madde ile etkileşmesi

- (X- ve gama ışınları)

- **Fotoelektrik olay**

Bir fotonun soğurucu ortamdaki bağlı elektron tarafından soğurularak, sonucunda bir elektronun yayınlanması olayıdır.

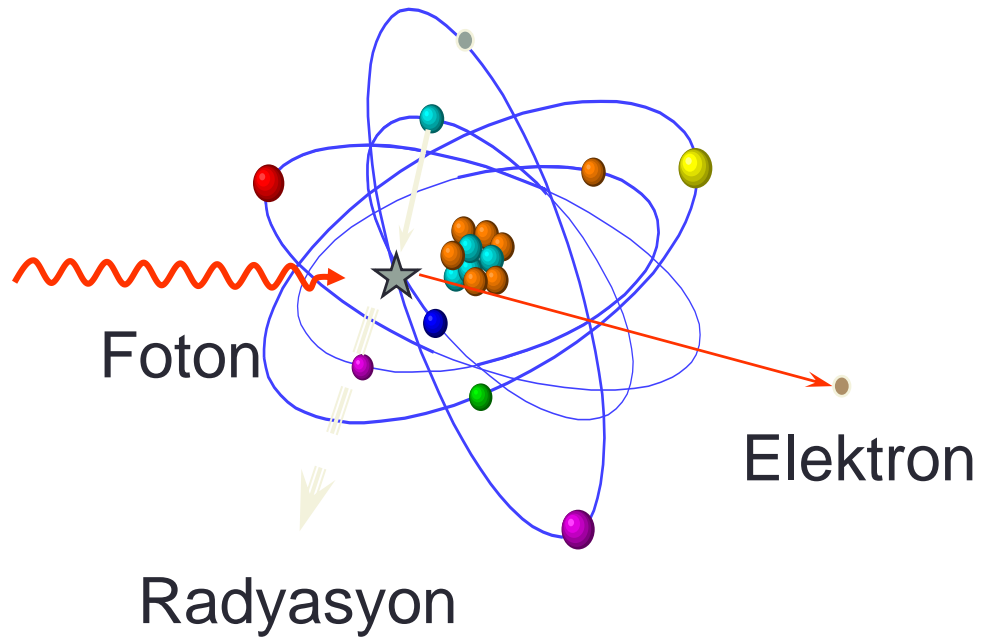
- **Compton saçılması**

Fotonun elektronla çarpışması sonucunda enerjisinin bir kısmını elektrona aktararak her ikisinin farklı açı ve enerjilerde saçılması olayıdır.

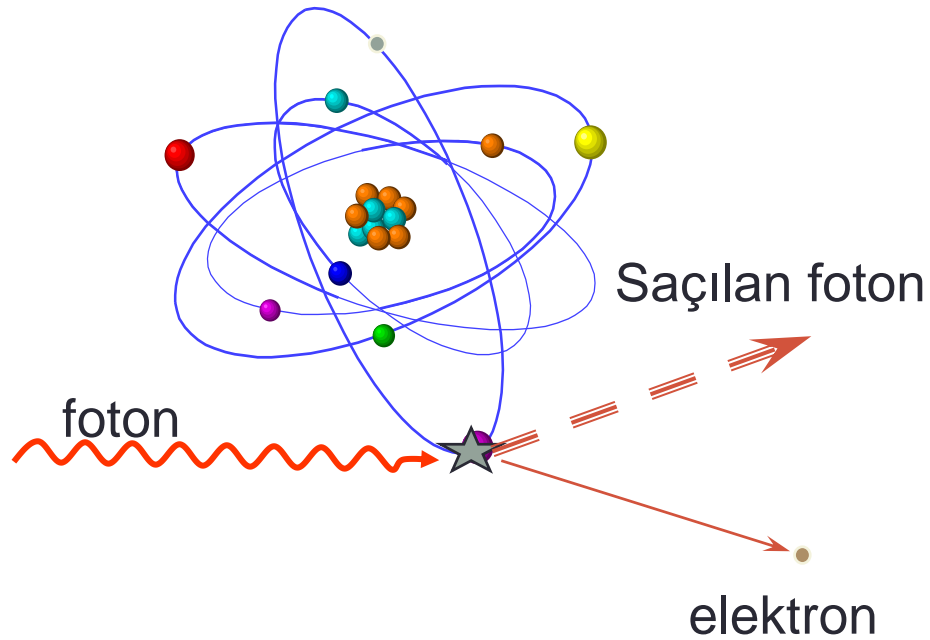
- **Çift oluşum**

Yeterli enerjiye sahip fotonların (1,02 MeV) madde tarafından soğurularak elektron-pozitron çifti meydana getirmesi olayıdır.

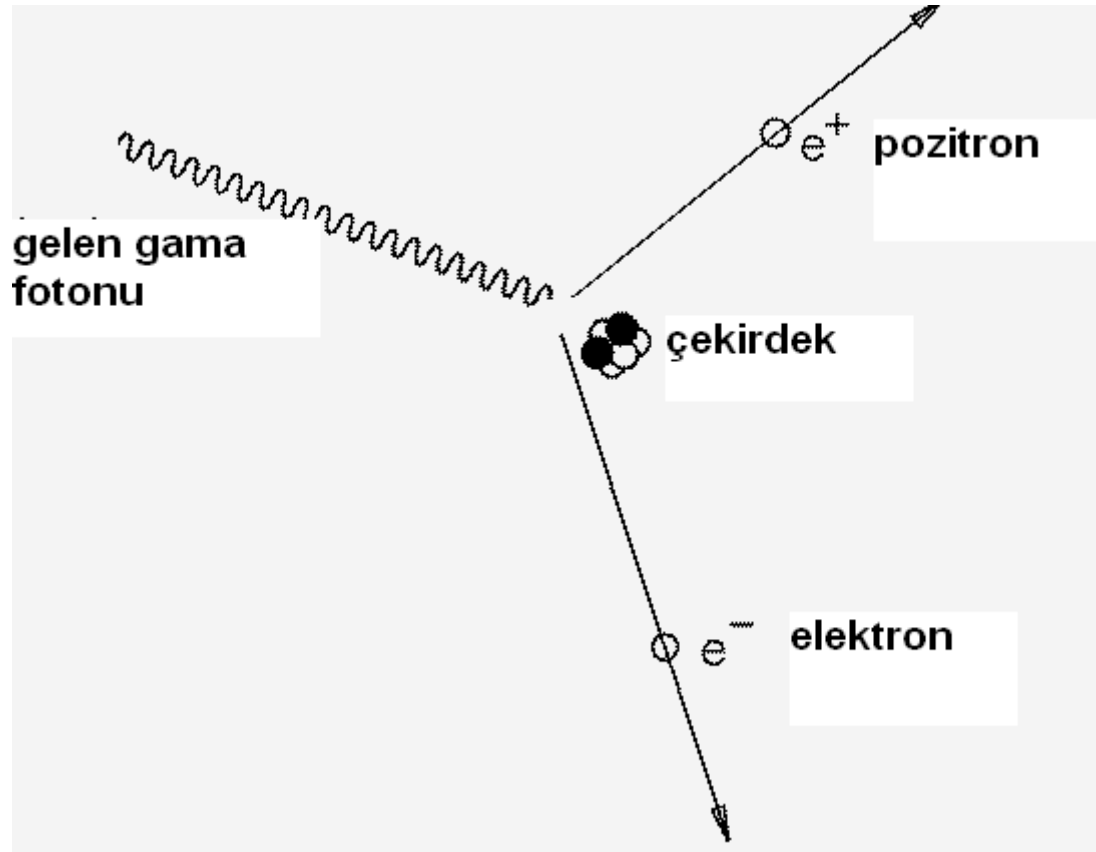
Fotoelektrik olay



Compton saçılması



Çift oluşumu

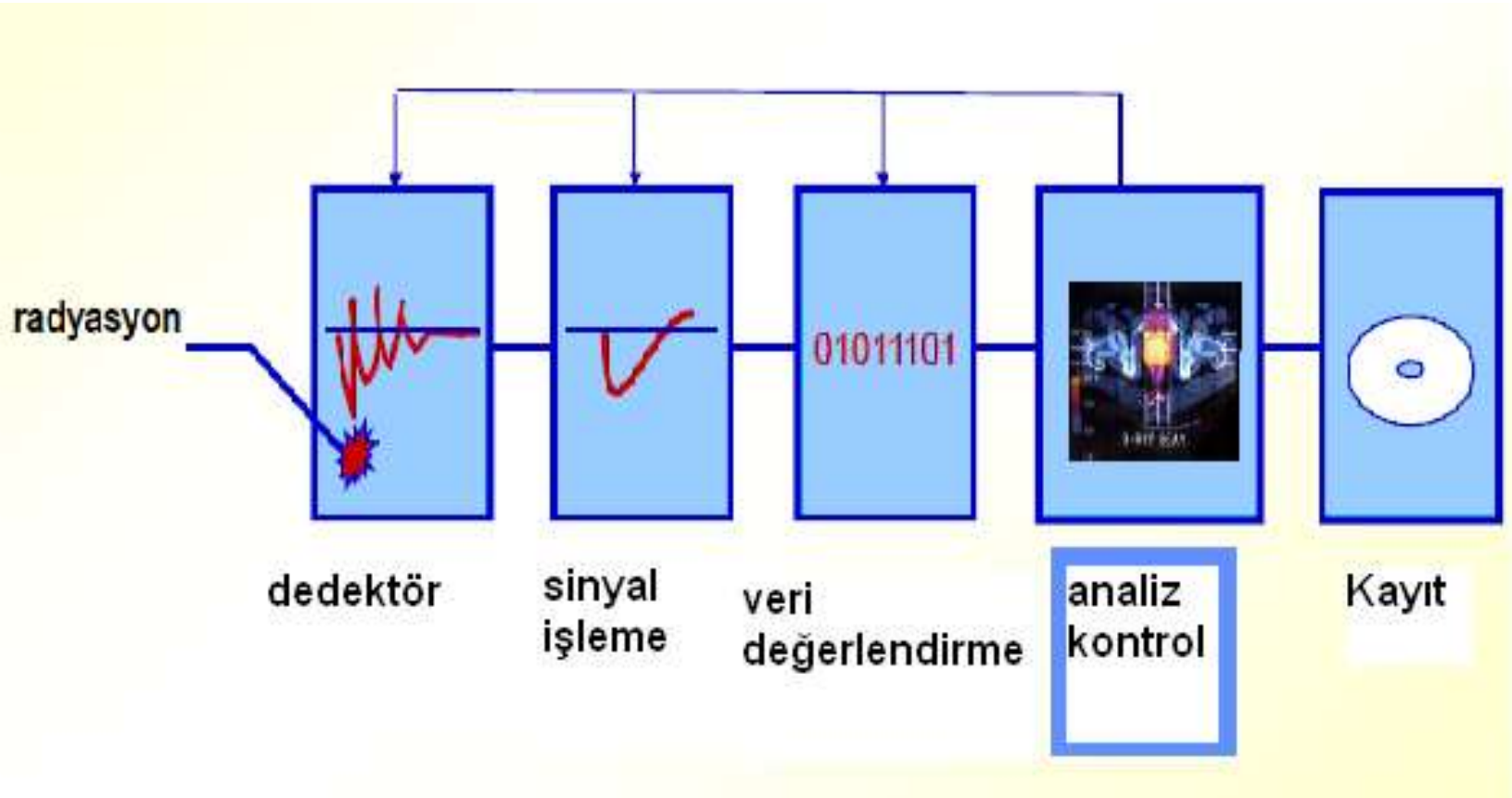


Nötronların madde ile etkileşmesi

- Nötronlar yüksüz parçacıklar olduklarından çekirdek ile etkileşirler.
- Nötronlar düşük enerjilerde oldukça yüksek verimlilikle dedekte edilirler.
- Nötronları dedekte etmek için yüklü parçacıklar üretilmek zorundadır.

Özetle, nötronlar doğrudan değil, dolaylı yollarla ölçülebilirler.

Radyasyon Ölçüm Tekniği



Dedektör Malzemesi

- Renk değişikliği
- Kimyasal değişiklikler
- Görünür ışık yayımı
- Elektriksel yük
-
-

Aktif dedektörler: anlık ölçüm.

Pasif dedektörler: sonradan değerlendirme.

Dedektör Tipleri

1) Gazlı Dedektörler

- İyon odası
- Orantılı sayaç
- Geiger Müller

2) Sintilasyon Dedektörleri

3) Yarıiletken Dedektörler

4) Nötron Dedektörleri

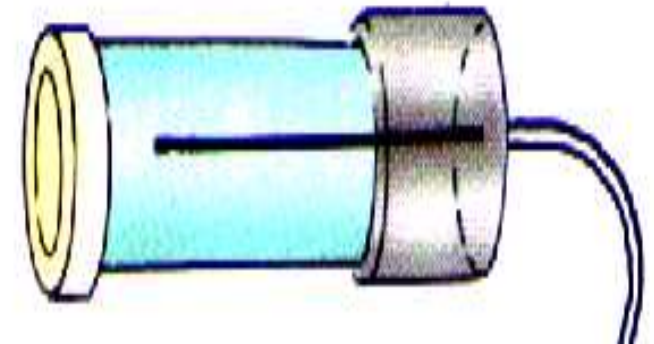
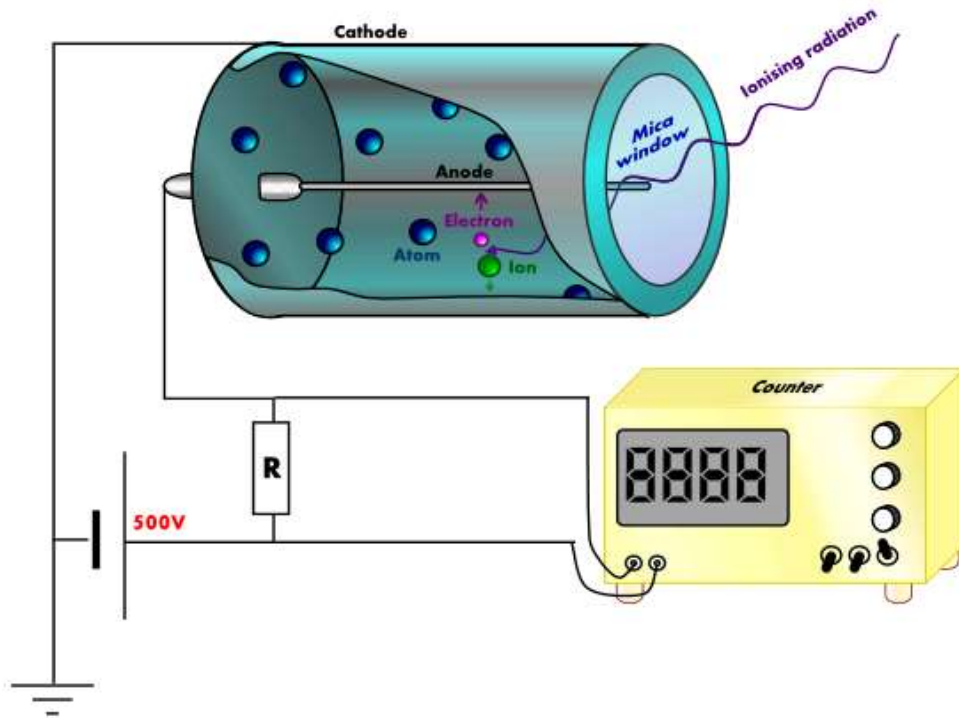
Radyasyon Ölçüm Dedektörleri

Radyasyonu algılamak ve ölçmek için ;

- **Doz Hızı Ölçerler (Surveymetreler):** Bulunduğu yerdeki radyasyon doz hızını ölçer (mR/saat, mSv/saat)
- **Kontaminasyon Monitörleri** (Bq/cm²)
- **Dozimetreler:** Belli bir zaman aralığındaki toplam radyasyon dozunu ölçer (rem, mSv)



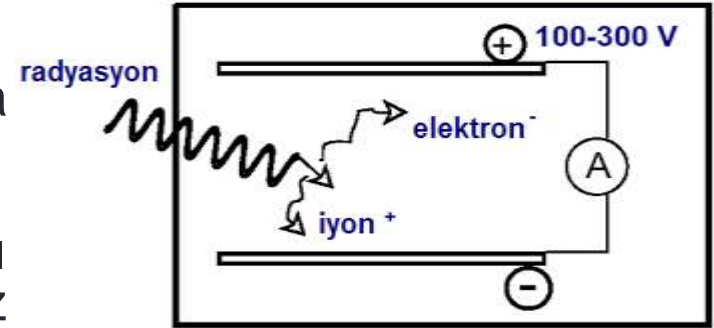
Gaz Dolu Dedektörler (1)



Gaz Dolu Dedektörler (2)

İyonizasyon Odası

- X, gama ışınları ve (pencereli olanlar) beta parçacıkları ölçümünde kullanılır.
- Alçak radyasyon şiddetine duyarlı olmamakla beraber yüksek doz şiddetlerini ölçmede son derece etkindir.
- Düşük enerjili X-ışınlarını ölçmede etkindir.
- 60-300 volt'luk çalışma aralığında etkindir.
- Gaz olarak genellikle atmosfer basıncında hava kullanılır.
- Göstergeleri genellikle R/h veya Sv/h olur.



Gaz Dolu Dedektörler (3)

Orantılı Sayaçlar

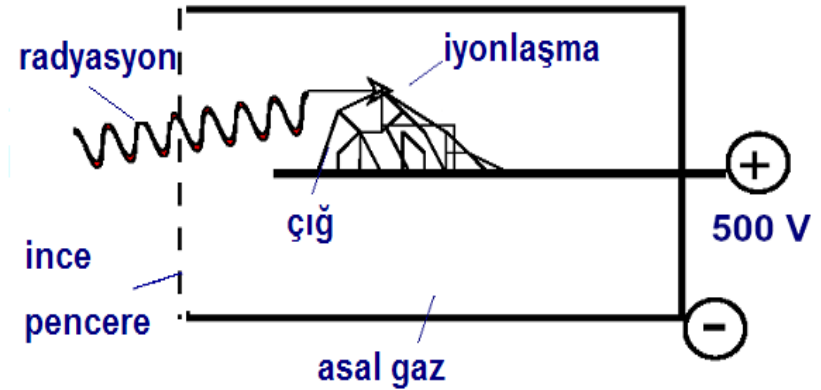
- Çalışma voltajı orantılı bölgede olup, meydana gelen yüksek alan şiddeti ile anottaki yük miktarı, dolayısıyla voltaj pulsu büyür.
- Çalışma voltaj aralığı 300-900 V
- Düşük enerjili X ve Gama Işınlarının enerji ölçümünde kullanılır.
- Orantılı cihazların alfa ve beta radyasyonlarını ayırt etme özelliği vardır.



Gaz Dolu Dedektörler (4)

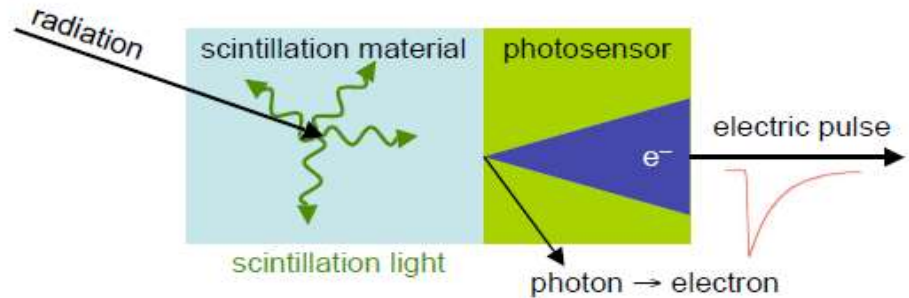
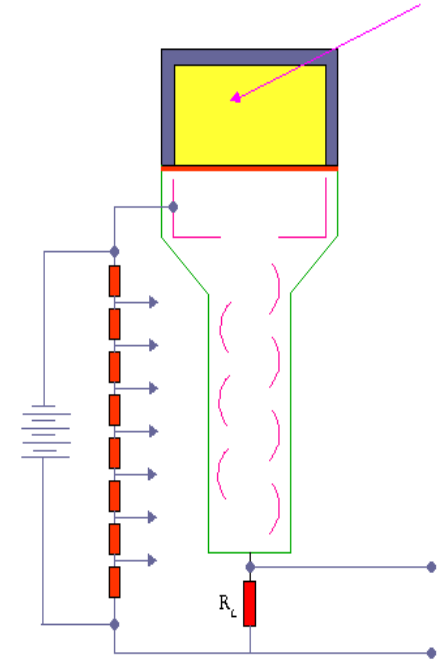
Geiger-Müller Dedektörü

- Genellikle 900-1300 volt çalışma aralığında etkindir.
- Az iyonlaşma meydana getiren yüklü parçacıklar düşük şiddetteki X ve gama ışınları ölçülür.
- Parçacık enerjisinin ölçülmesi ve parçacık cinslerinin birbirinden ayrılması söz konusu değildir.
- Oda önüne yerleştirilen bir zırh malzemesi ile beta parçacıkları tutulup yalnız gama ışınları sayılabilir.
- GM dedektörüne ard arda gelen ışıklardan birincisi dedektör tarafından işlenirken ikincisinin algılanması için belli bir zamana ihtiyaç duyulur. Buna **ölü zaman** denir.

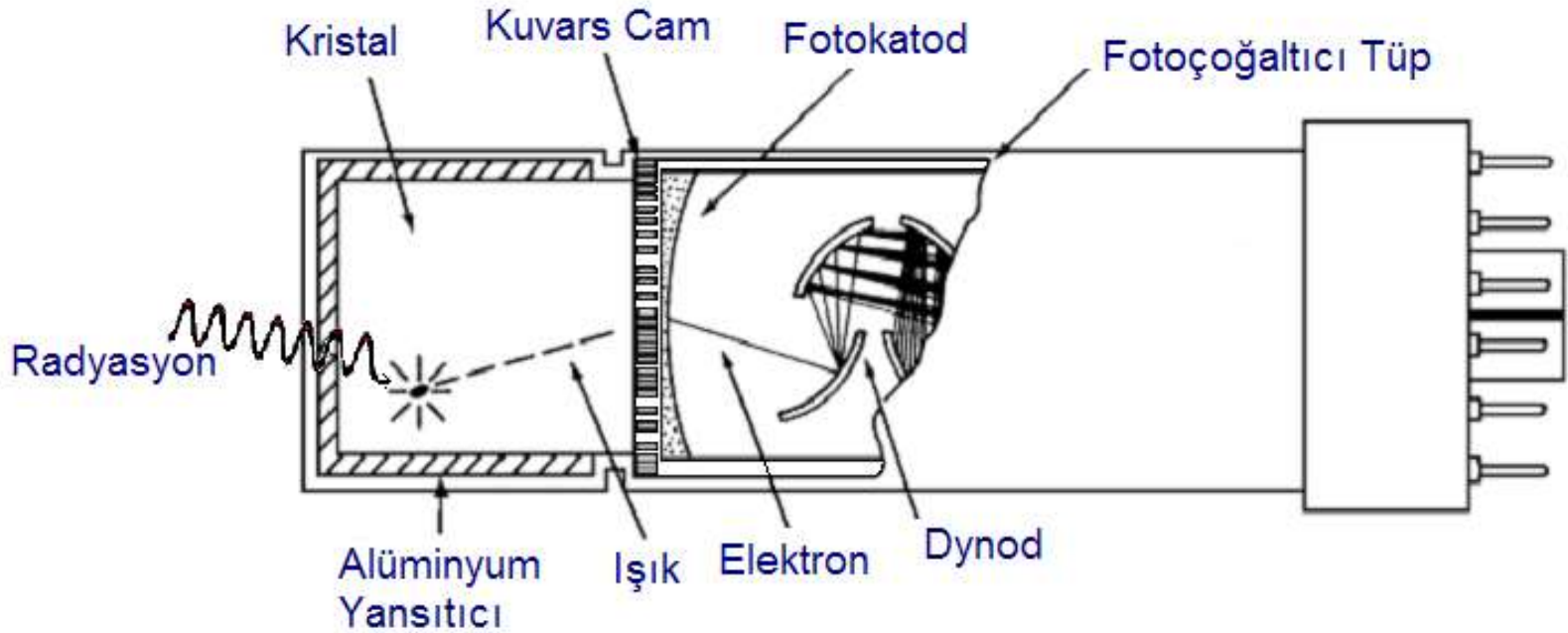


Sintilasyon Dedektörleri

- Radyasyon sintilatörde atomu uyarır.
- Uyarılan atom görünür bölgede ışık yayınlar (fluoresans).
- Işık foto duyarlı yüzeye çarpar fotoelektron salınır.
- Bu e^- , fotoçoğaltıcı (PM) tüpte çoğalır. Hızlandırılır ve çıkış pulsuna dönüştürülür.
- Meydana gelen pulsun büyüklüğü radyasyonun enerjisi ile orantılı olup enerji ayırımı yapılabilir.

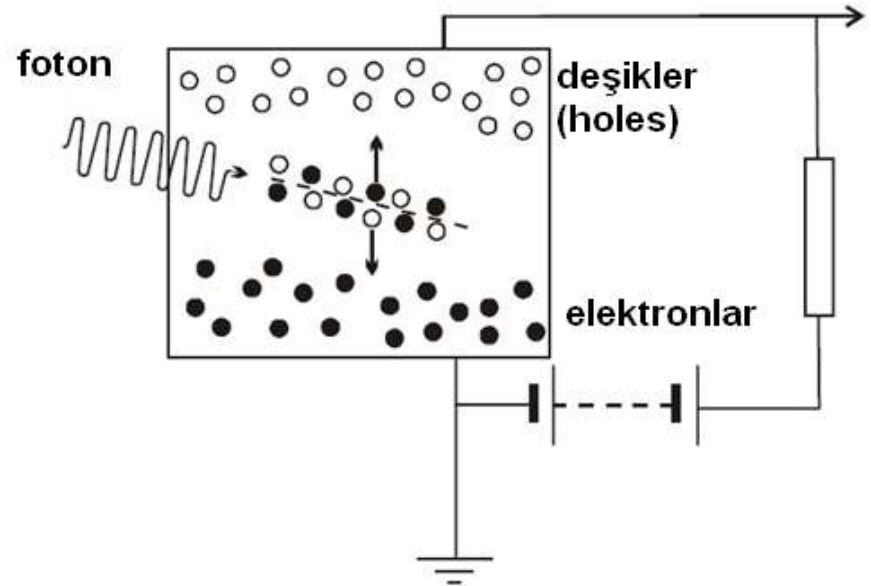


Sintilasyon Dedektörleri



Yarı-İletken Dedektörler

- Silisyum (Si) ve Germanyum (Ge) gibi yarı iletken malzemelerden yapılırlar.
- Radyasyon yarıiletken üzerinde elektron-boşluk (hole) çifti oluşturur.
- Enerji çözünürlükleri yüksektir.



Nötron Dedektörleri

- Nötronlar doğrudan ölçülemezler.
- Ortamın nötronla etkileşimi sonucu meydana gelen diğer yüklü parçacıkların uygun bir dedektörle tespit edilmesi sonucu, dolaylı yollarla nötron sayılmış olur. $B^{10}(n,\alpha)$, $He(n,p)$ ve $Cd(n,g)$
- Nötronlar hidrojen veya hidrojen ihtiva eden maddelerle durdurulabilirler. En iyi zırhlama malzemesi su ve parafindir.
- Nötron dedektör tipleri:
 - ✓ Boron üçflor (BF_3) orantılı sayaçları
 - ✓ Helyum orantılı sayaçları
 - ✓ Gaz çarpışma orantılı sayaçları
 - ✓ Kabarcık dedektörleri.



Portatif Nötron Ölçüm Cihazı

Kontaminasyon Monitörleri

- Radyoaktif materyallerle çalışma sırasında yüzeyin veya ortamın kontamine olma olasılığı vardır.
- Bu monitörler, kontaminasyon varsa eğer erken uyarıda bulunur ve radyoaktivitenin başka yerlere de bulaşmasını önlemeye yardımcı olur.
- Uygun tipteki monitör kullanılarak alfa, beta ve gama radyasyonları tespit edilebilir.



Alfa izotopları için

0,37 Bq/cm²

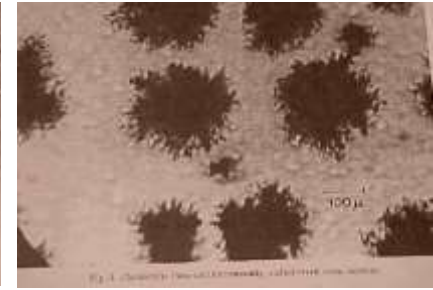
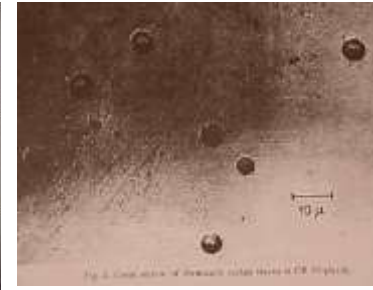
Beta ve gama izotopları için

3,7 Bq/cm²

değerleri ve üstü radyoaktif bulaşma sayılır.

Nötron dozimetreleri

- Nükleer iz dedektörü
- Katıhal nükleer iz dedektörü
- TLD albedo dozimetreleri
- Bubble (kabarçık) dedektörleri



Cihaz Seçimi

Radyasyonun ölçülmesinde kullanılan cihazların seçiminde radyasyon kaynağı ve uygulama alanları göz önüne alınarak;

- Gösterge (analog, dijital)
- Skala
- Işık
- Ses
- Pil ve ömrü
- Dış etkenlere karşı dayanıklılığı
- Cevap verme süresi
- Verim vb. hususlar dikkate alınmalıdır.

Dedektörlerin Özellikleri

Dedektör Tipi	Radyasyon Tipi	Doz Birimi/ Doz hızı	Bulaşma Birimi	Enerji Aralığı	Doz Hızı Aralığı	Diğer Özellikleri
İyon Odası	β , γ , X, n	mSv, mSv/h	cps	Geniş, tüm enerji çeşitlerine uygun	Dedektör içerisindeki basınç ve hacme bağlı	Hassas, kırılğan ve kullanışsız
Orantılı Sayaç	α , β , γ , X, n	mSv, mSv/h	cps, Bq, Bq/m ²	Düşük enerjilere uygun	Düşük doz hızlarına uygun	Hassas, kırılğan, yüksek duyarlıklı
GM Tüp	β , γ , n	mSv, mSv/h	cps	Yüksek ve düşük enerjiler için uygun değil	Geniş	Yüksek doz hızlarında ölü zaman sorunu
Sintilasyon Dedektörü	α , β , γ	mSv, μ Sv/h	cps	Yüksek enerjilerde çözünürlük zayıf	Düşük doz hızları	Bazı tipleri enerji ayırımı yapabilmektedir
Yarıiletken Dedektör	α , β , γ	mSv, μ Sv/h	cps, Bq, Bq/m ²	Yüksek enerjilerde çözünürlüğü düşük	Düşük doz hızları için uygun	Enerji ayırımı yapabilmektedir

Cihaz Kontrolü

- ✓ Pil durumu
- ✓ Sıfırlama-Background okuma
- ✓ Kontrol kaynağı
- ✓ Kalibrasyon



Kalibrasyon

- Kullanılan cihazların **periyodik kalibrasyonunun** yapılması önemlidir.
- ÇNAEM-SSDL



SORULAR ?

