

Cursul 11.1 Radiații nucleare: Interacțiunea radiației cu substanța

Detectori de radiații nucleare

Procesul fundamental al interacțiunii radiațiilor nucleare cu materia, este dat de faptul că energia implicată în procesul de interacțiune, este mai mare decât energia de legătură a electronilor din atom și poate genera schimbări sau transformări în structura atomilor componenți ai substanței. Mecanismele de interacțiune a radiațiilor nucleare cu materia care stau la baza detecției acestora, sunt ionizarea și emisia/conversia luminii.

Tabel 1. Tipuri de detector in functie de mecanismul de interacțiune

Mecanismul de interacțiune	Tip de detector	Mediul	Nr. electroni/fotoni liberi per cm
Ionizare	Gazosi	Gaze nobile, hidrocarburi	< 10
	Solizi	Siliciu, Germaniu	< 10
	Camere cu bule	Hidrogen lichid	urme de bule
Emisie/conversie de lumina	Scintilatori	Sticlă, plastic	$\sim 10^2$
	Fotomultiplicatori	Cadmiu, pământuri rare	$\sim 10^3$
	Detectori Cerenkov	Gaz, plastic	$\sim 10^2$

Tabel 2. Parametrii unui detector de radiații

Parametrul	Descriere
Sensibilitatea	Numărul minim de cuante/particule detectate pentru un anumit câmp de radiație (capacitatea acestuia de a detecta și măsura radiațiile de interes în prezența zgomotului și a semnalelor cauzate de alte radiații)
Rezoluție energetică	Precizia cu care detectorul poate măsura energia radiației și capacitatea de discernere între diferite tipuri de radiații observate, pentru un fascicul monoenergetic dat.
Funcția de răspuns	Relația dintre energia inițială a cuantei/particulei și intensitatea impulsului de ieșire. Dacă înălțimea impulsului sau aria acestuia crește liniar cu energia depozitată în materialul detectorului - detectori spectrometrici. Dacă dau același impuls pentru oricare particulă detectată avem numărători
Timpu de răspuns	Durata după care detectorul generează un impuls în urma interacțiunii unei cuante de radiație cu materialul sensibil al acestuia.

Timpul mort	Intervalul de timp dintre înregistrarea a două cuante/particule (timpul în care detectorul nu înregistrează). Această caracteristică este dată printr-o valoare medie.
Eficiența	Fracțiunea de radiații din numărul incident, care este înregistrată de detector. Această caracteristică are două componente: eficiența intrinsecă (fracțiune de particule/cuante care interacționează cu volumul detectorului și este detectată) și eficiența geometrică (unghiul solid sub care este observată sursa)

Camerele de ionizare

Camerele de ionizare sunt incinte umplute cu gaz în care se găsesc doi electrozi sub forma unui condensator de capacitate C , care stochează o sarcină: $Q=C \cdot V$. Este alimentat cu o tensiune continuă cu valori cuprinsă între 100-500 V. Între armături se află gaz la presiune joasă 100-200 mm coloană de mercur. Atunci când o particulă de origine radioactivă străbată volumul închis de armătura cilindrică gazul se ionizează datorită impactului dintre particulele și moleculele gazului. La trecerea unei particule nucleare se va stabili un curent electric trecere două armături. Intensitatea curentului este invers proporțional de pătratul distanței dintre electrozi și de presiunea gazului. Colectarea sarcinii se face prin integrare sau adunare iar curentul total este măsurat în funcție de timp. Semnal electric de impulsuri va număra particulele ionizate care traversează volumul contorului.

Când tensiunea U dintre cei doi electrozi (anod și catod) este:

- joasă atunci contorul este o cameră de ionizare. Ionizarea moleculelor de gaz se datorează doar particulelor rapide de origine nucleară.
- Înaltă, atunci este vorba despre un contor proporțional în care numărul total de ioni amplificat este proporțional cu numărul ionilor primari produși.
- foarte înaltă atunci avem de a face cu un contor Geiger Muller în care numărul total de ioni generații de o particulă rapidă este independent de

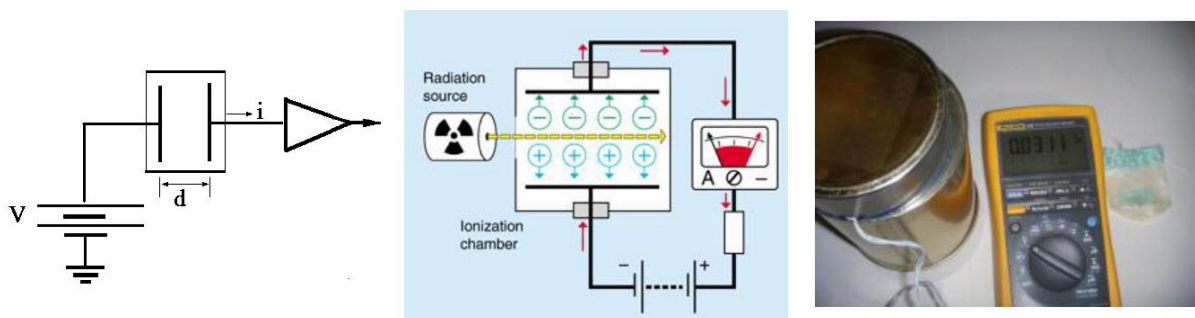


Fig. 1 Principiul de funcționare a camerei de ionizare.

natura și energia particulei. Contorul înregistrează trecerea fiecărei particule ionizată sub forma unei semnal electric care poate fi totodată un semnal sonor. Dacă în circuitul contorului este intercalat și un difuzor care redă acustic fiecare descărcare electrică între cei doi electrozi.

Camera cu ceață

Camera cu ceață (sau camera Wilson) se bazează pe faptul că în vaporii suprasaturați ai unui lichid apar picături de lichid condensat dacă există centrul de condensare în interiorul acestui. Acești centrul pot fi particulele de praf sau mici particule cu sarcină electrică. Dacă o particulă α sau β trece prin mediul cu vapor suprasaturați, atunci acestea ionizează mediul, iar ionii rezultați reprezintă centrul de condensare. Micile picături de lichid rezultate vor marca traseul urmat de particula nucleară. Dacă incinta cu ceață (denumită și cameră Wilson) este plasată într-un câmp magnetic particulele vor avea o traiectorie curbă. Din raza traiectoriei particulei în câmpul cunoscut se poate determina sarcină și masa acesteia.

Camera cu bule

Este un detector al cărui volum este în pod cu lichid curat, supraîncălzit. Pot să apară mici bule de gaz de-a lungul traiectoriei unei particule nucleare care traversează detectorul, ionizând mediul lichid. De obicei se utilizează hidrogen lichid, propan lichid sau freon.

Contorul Geiger-Müller

Gazul constituent al tuburilor Geiger-Müller este un gaz nobil cu potențial de ionizare mare (în special, argon sau heliu), aflat la presiune mai joasă decât presiunea atmosferică. În plus, gaze de stingere (care pot fi molecule organice de exemplu alcoolii) duc la stoparea efectului Townsend prin absorbția radiațiilor X caracteristice

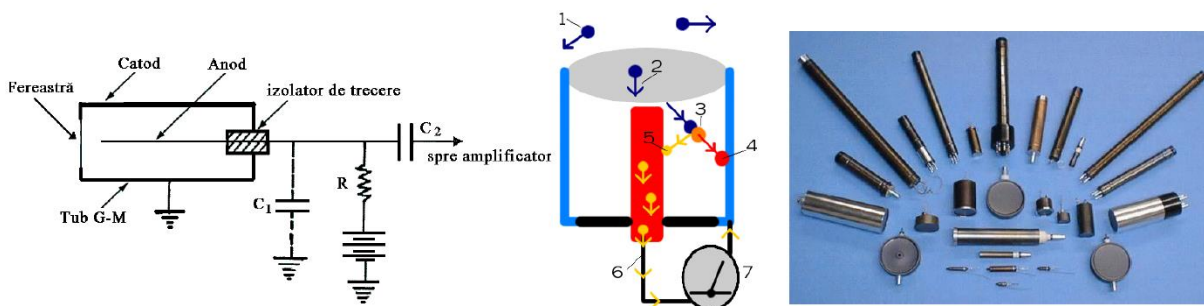


Fig. 2 Principiul de funcționare a contoului Geiger-Müller.

produse în procesul de ciocnire a ionilor pozitivi cu peretele catodului și previne generarea de noi ionizări ca urmare a împrăștierei ionilor pozitivi pe pereții catodului.

Bibliografie

1. Prof. Dr. Grigore Damin, UBB, Note de curs Online, (Curs de Fizica Nucleara) <http://www.phys.ubbcluj.ro/~grigore.damian/lectures.html>.
2. Simona Cornelia Nicoara, Fizica Mediului si Habitatului, Ed. Risoprint 2002.
3. Onuc Cozar, Note de curs, 1996.
4. Valdimir Znamirovski, Note de curs, 1995