

LES DÉTECTEURS DE NEUTRONS

On distingue deux types de détecteurs de neutrons : détecteurs de neutrons lents et de neutrons rapides.

1. Détecteurs de neutrons lents

La détection des neutrons lents (de quelques eV) s'effectue principalement par l'intermédiaire de particules chargées au cours de réactions nucléaires. Les produits de réactions (cible + n) les plus fréquentes sont : noyaux de recul nucléaire, les protons, les particules alpha et les fragments de fission.

a) La réaction $^{10}\text{B}(n, \alpha)$: elles sont les intéressantes :



Le bore 10 (abondance isotopique 19,8%) utilisé sous forme BF_3 constitue le gaz de remplissage d'un compteur proportionnel. La section efficace diminue rapidement avec l'énergie, elle est proportionnelle à $1/v$ (vitesse des neutrons). $\sigma = 3840$ barns pour neutrons thermiques (n_{th}).

L'efficacité ε du détecteur croît avec la section efficace. Elle est donnée par :

$$\varepsilon(E) = 1 - \exp(-\Sigma(E)L)$$

Σ est la section efficace macroscopique d'absorption des neutrons d'énergie E.

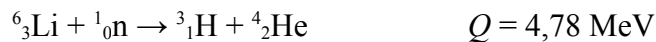
L est la longueur active du tube détecteur.

b) La réaction $^3\text{He}(n, p)$: elle sont aussi largement utilisée.



La section efficace de réaction est très élevée (5330 barns pour les neutrons thermiques). Le prix de gaz de remplissage est prohibitif à cause de la rareté de l'hélium 3 (abandonne de 0,0013 %).

c) La réaction $^6\text{Li}(n, \alpha)$: L'abondance de lithium 6 est de 7,4 %, il est utilisé sous forme cristalline, par exemple le scintillateur inorganique d'iodure de lithium activé au europium Ii(Eu).



La section efficace est 940 barns pour les neutrons thermiques.

d) La réaction de fission de ^{235}U : cette réaction conduit à deux fragment de fission emportant une énergie 160 MeV.



Le bilan énergétique de cette fission est très grand. La distinction des neutrons d'autres rayonnements produits est très faciles.

2. Détecteurs de neutrons rapides (l'énergie des neutrons est de l'ordre du MeV)

Les réactions précédentes ne sont pas appropriées pour la détection des n rapides car la section efficace diminue avec l'énergie E_n .

L'efficacité de détection est améliorée en utilisant un modérateur pour thermaliser les flux de neutrons mais l'information de l'énergie est perdue.

La méthode la plus commune de détection est cependant la détection du noyau de recul émis lors d'une collision inélastique du neutron sur le noyau cible. On utilise exclusivement les noyaux hydrogénés car le transfert énergétique est d'autant plus grand le la masse du noyau cible est proche de celle de neutron. La mesure simultanée de l'énergie de proton de recul E_p et l'angle d'émission permet de remonter à l'énergie de neutrons.

Les scintillateurs plastiques et liquides sont aussi de bons détecteurs de neutrons rapides mais dans ce cas l'information angulaire du proton de recul est perdue et la réponse est un fond continuum qui s'étend de 0 à E_n .