

ÉQUIPEMENT DE LABORATOIRE LOT DE 3 PIÈGES MAGNÉTIQUES

FICHE N° 745

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 1975-1999
Fabricant : ILL, Institut Laue-Langevin
Domaines : Physique
Sous-domaines : Electronique
Organisme : ILL
Ville : Grenoble (Isère)
Modèle :
Matériaux : Métal

Description

Les pièges magnétiques à neutrons très froids (ILL) et ultra-froids développent des technologies de nouvelle génération pour aborder la mesure de la durée de vie des neutrons. La première technique utilise un tube en forme d'anneau à l'intérieur duquel sont libérés les neutrons. Ce système présente l'avantage d'être assimilable à une bouteille sans fuite. Elle a permis dès 1989 de fixer une limite inférieure pour la valeur de la durée de vie moyenne du neutron.

La deuxième technique travaille dans des domaines de température de froid extrême. Le piège est rempli d'hélium-4 ultra-pur qui convertit les neutrons froids incidents en neutrons ultra-froids. Ceux-ci sont alors piégés par le champ magnétique qui gravite autour de la partie "piège" du tube. Chaque désintégration d'un neutron se signale par la scintillation de l'hélium, qu'il s'agit alors de comptabiliser.

Dans ces deux dispositifs, les neutrons bougent en désordre et disparaissent au hasard. De temps à autre, un neutron disparaît en émettant un flash de lumière (halo circulaire).

Confiner des neutrons ultra-froids (neutrons très lents, de très faible énergie et de très grande longueur d'onde) dans un piège matériel ou magnétique (ce qu'on appelle communément "bouteille à neutron") est une technique très prisée pour des mesures comme celle de la durée de vie du neutron ou de son moment dipolaire électrique. Les pièges magnétiques tirent partie du fait que, si le neutron n'a pas de charge électrique, il possède en revanche un moment magnétique et peut donc être piégé par des gradients de champ magnétique. Ce type de confinement d'un gaz de neutrons ultra-froid a été expérimenté dès 1978 à l'ILL (K.J. Kügler, W. Paul, U. Trinks: Phys. Lett. B 72 (1978) 422-424) et il évolue depuis lors. Par exemple, en 1989 un anneau stockage à base de sextupoles magnétiques a permis d'obtenir une valeur relativement précise de la durée de vie moyenne du neutron. Ce système expérimenté à l'ILL présentait l'avantage, par rapport aux bouteilles matérielles, d'être assimilable à une bouteille sans fuite.

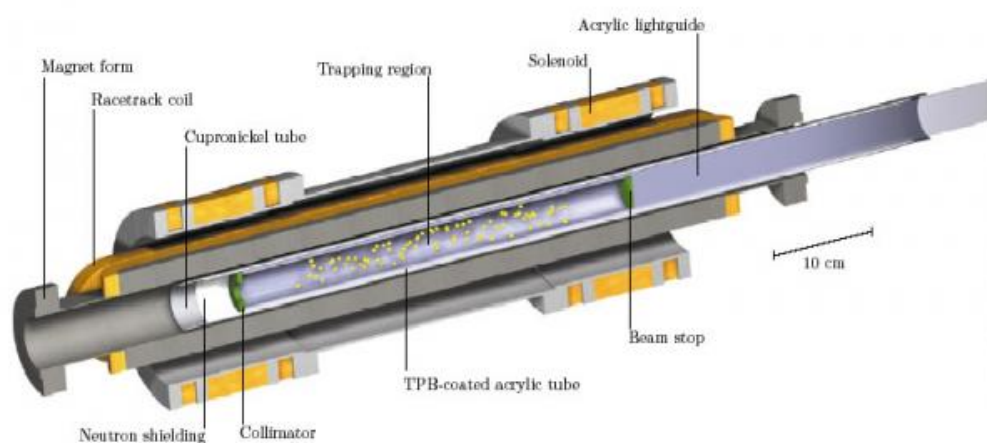
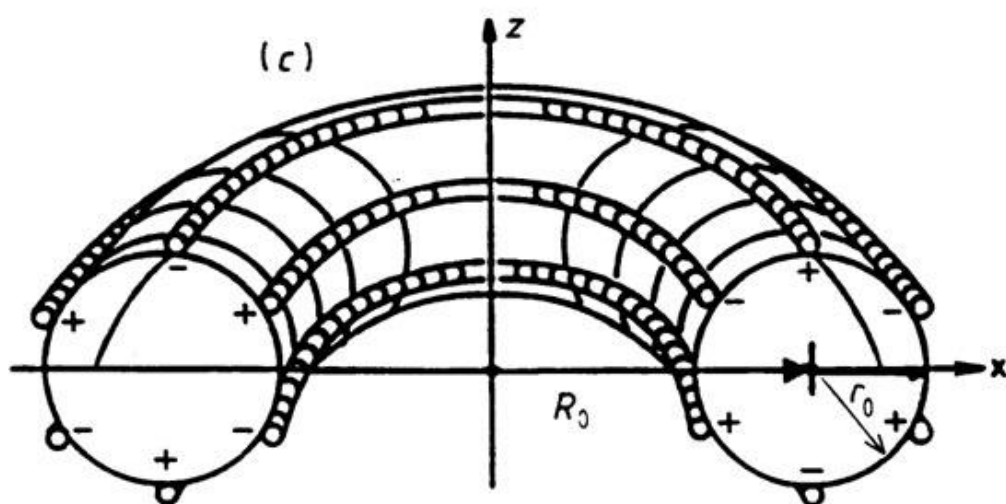
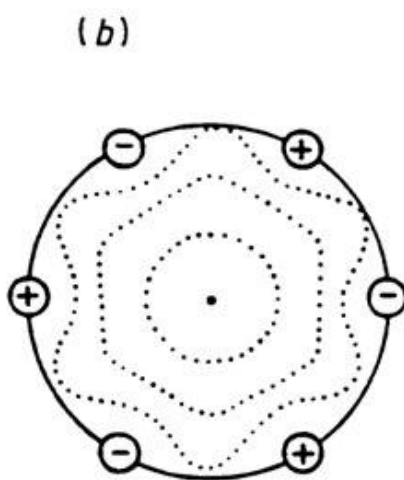
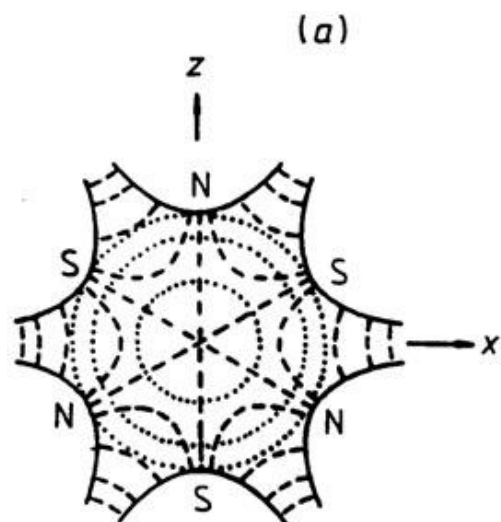
Utilisation

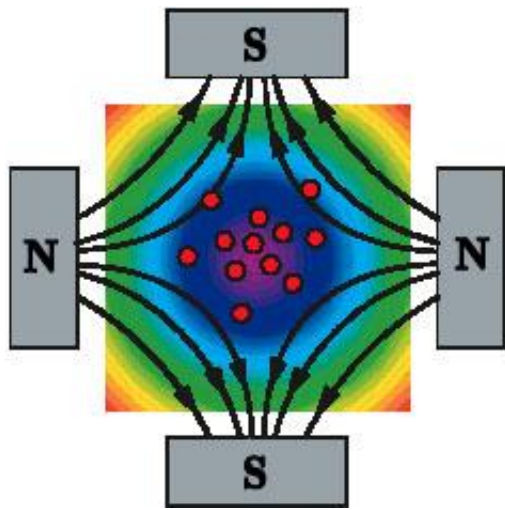
Contrairement aux pièges classiques de première génération (bouteilles), la durée de vie du neutron est ici mesurée par l'observation directe des désintégrations au sein d'une population de neutrons piégés. Cette approche, abordée à l'Institut Laue-Langevin dès 1989 et portée à son apogée par le National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA, est encore aujourd'hui (2018) en pleine évolution.

Par exemple, un piège magnéto-gravitationnel récent a fait appel à un ensemble d'aimants permanents NdFeB mis en sandwich entre des pôles FeCo pour former un cylindre vertical. Le piège magnéto-gravitationnel qui a donné la valeur de durée de vie du neutron la plus précise à ce jour a été développé aux USA, et les mesures ont été effectuées sur la source de neutrons ultra-froids de Los Alamos.

Il est important de noter que la durée de vie du neutron est une grandeur difficile à mesurer avec précision. En outre, les valeurs données par les bouteilles à neutrons, (confinement matériel ou magnétique), et celles données par la mesure de la radioactivité naturelle d'un faisceau de neutron (désintégration en vol) sont en désaccord notable. Certains physiciens pensent que cela pourrait cacher un mécanisme inconnu de désintégration du neutron impliquant, par exemple, de la matière noire.







Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Équipement de laboratoire Lot de 3 pièges magnétiques (ILL, Institut Laue-Langevin), <https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=28493>, consulté le 2026-07-26