

ÉQUIPEMENT DE LABORATOIRE LOT DE 3 BOUTEILLES À NEUTRONS

FICHE N° 744

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

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

Description

Cette fiche présente conjointement trois dispositifs successifs de bouteilles de conception différente, développées directement par l'ILL ou en partenariat. Avant ces créations, l'une des premières bouteilles destinées à contenir des neutrons ultra-froids a été construite par Steyerl et Trüstedt à Munich, en 1974 (non décrite ici). Mais ses caractéristiques étaient très imparfaites, car ils observèrent que la durée de confinement est fortement limitée par des fuites (les neutrons sont très petits) et par l'absorption et la diffusion inélastique des neutrons sur les parois (notamment l'hydrogène).

-01 : En 1980, pour lutter contre le phénomène des "fuites" de neutrons, l'ILL développe trois nouveaux dispositifs, l'un en acier inox, l'autre en aluminium et le troisième en quartz (version présentée ici) afin d'expérimenter l'effet du matériau sur l'efficacité du confinement. Pour réduire leur absorption par l'hydrogène présent sur les parois, cette bouteille dispose d'un système de nettoyage interne par décharge lumineuse sous vide, comme technique d'élimination de l'hydrogène présent sur les parois internes du piège. Finalement, les approches qui se révéleront les plus efficaces seront celles qui intégreront des parois liquides sans hydrogène.

-02 : Entre les deux dispositifs appelés Mambo I et Mambo II (voir fiches n° ILL 7 - n°id=8- et 738 - n°id=744-), l'ILL développe en 1992, en partenariat avec le Petersburg Nuclear Physics Institute de Gatchina, en Russie, une bouteille à parois en oxygène solide ou en béryllium. Ce dispositif a atteint l'une des plus longues durées de confinement des neutrons. Elle est en effet conçue pour la mesure du moment dipolaire électrique du neutron à partir des neutrons piégés dans des bouteilles matérielles.

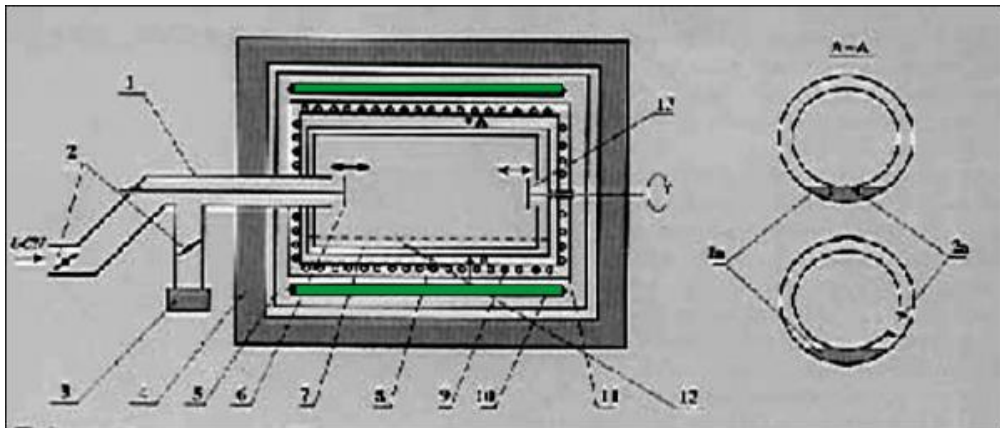
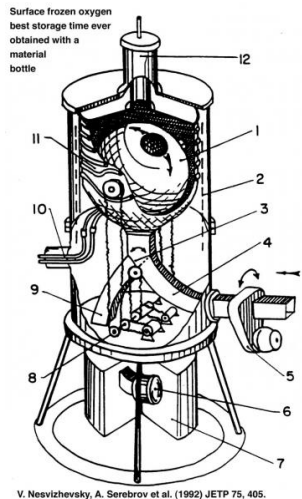
-03 : Enfin, l'ILL a développé en l'an 2000 une bouteille à parois liquides. Celle-ci peut être mise en rotation afin de couvrir ses parois internes d'un film étanche de liquide. En 2002, elle détenait le record de la mesure la plus précise, soit une durée de vie du neutron de $885,5 \pm 0,97$ s secondes.

Dans les dispositifs de ce type, la durée de vie du neutron est mesurée par l'observation directe de la diminution spontanée d'une population de neutrons piégés. Les bouteilles à neutrons se sont progressivement complexifiées pour résoudre le difficile problème des fuites (ou déperdition) de neutrons. Dans le courant des années 2000, ces dispositifs seront supplantés par la génération des pièces magnétiques, plus performants.

Utilisation

En 1954, Zel'dovich avait montré qu'il devait être possible de confiner des neutrons ultra-froids (neutrons d'énergie très faible et de très grande longueur d'onde) dans des pièges matériels, et les physiciens ont vite compris l'intérêt de cette approche pour la mesure de quantités comme le moment dipolaire électrique (EDM) ou la durée de vie du neutron. Les premières mesures de la durée de vie moyenne du neutron ont porté sur la "radioactivité" d'un faisceau de neutrons, c'est-à-dire sur la détection des protons apparaissant spontanément au sein du faisceau. C'est une mesure absolue, donc difficile à obtenir et peu précise en fin de compte.

Il lui est maintenant préféré le confinement de neutrons ultra-froids, soit dans des bouteilles matérielles à neutrons, soit dans des pièges magnétiques. C'est un grand progrès, parce que cela permet d'augmenter le temps pendant lequel il est possible d'observer les neutrons, et parce que la mesure obtenue est relative, c'est-à-dire indépendante de l'efficacité des détecteurs, des imperfections du piège, etc.



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 bouteilles à neutrons (ILL, Institut Laue-Langevin),
<https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=28492>, consulté le 2026-07-26