



Société Nucléaire Canadienne

Feuillelet éducatif sur les détecteurs de fumée et l'américium-241

www.cns-snc.ca/ecc/cnsecc_fr.html

$^{241}_{95}\text{Am}$

Cela fait plus de 25 ans que les Canadiens utilisent les détecteurs de fumée à base de chambre d'ionisation, pour être avertis de la possibilité d'un incendie dans leur maison. La plupart de ces détecteurs utilisent une petite quantité (environ 0.25 µg) d'américium-241 (^{241}Am) en forme de dioxyde d'américium (AmO_2). Cette petite quantité d' ^{241}Am correspond à 30 kilobecquerels (kBq) de matière radioactive. Le rayonnement alpha émis par l' ^{241}Am ionise l'oxygène et l'azote de l'air dans la chambre d'ionisation. Une pile produit un faible courant électrique. Les particules de fumée (aussi bien que les aérosols, ou les petites gouttelettes dans la douche) qui s'introduisent dans la chambre d'ionisation absorbent les particules alpha. Ceci réduit l'ionisation de l'air, et conséquemment le courant électrique dans la chambre d'ionisation. Cette réduction de courant est détectée par un circuit électronique et l'alarme est sonnée.

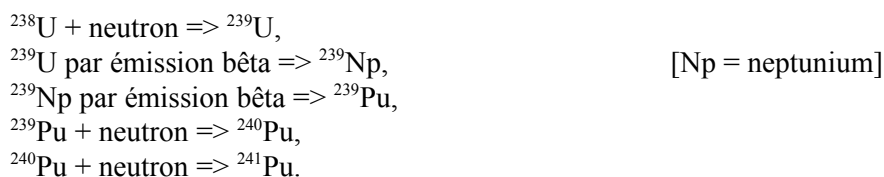
L' ^{241}Am émet un rayonnement alpha de haute énergie, ainsi que des rayons gamma de basse énergie. Les particules énergétiques alpha sont absorbées à l'intérieur même du détecteur de fumée, tandis que la plupart des rayons gamma s'échappent.

Le nombre atomique de l'américium est 95, et sa masse atomique moyenne est 243. L'américium métallique est un métal argenté, qui se ternit lentement à l'air et qui est soluble en acide. L'américium n'a pas d'isotopes stables, il est donc extrêmement rare dans la nature. La première production d'américium fut par bombardement de plutonium par neutrons dans un réacteur nucléaire à l'Université de Chicago. La découverte de l'élément 95 fut annoncée en novembre 1945 sur un programme de radio pour enfants (« Quiz Kids ») par Glenn Seaborg, un chimiste qui avait servi dans le « Projet Manhattan », et qui a été co-découvreur de 10 éléments, y compris le plutonium.

Le nom « américium », choisi par Seaborg en honneur du continent où l'élément fut découvert, a été officiellement donné au nouvel élément en 1946. Des 13 isotopes de l'américium, l' ^{243}Am est le plus stable, avec une demi-vie de plus de 7 500 ans, mais l' ^{241}Am , qui a une demi-vie de 470 ans, fut le premier isotope à être isolé. (Après une demi-vie, une moitié de la quantité originale d'un isotope radioactif s'est désintégrée, et l'autre moitié demeure.)

Source

Le plutonium-241 (^{241}Pu), qui représente environ 12% du contenu d'un pourcent de plutonium dans le combustible épuisé typique d'un réacteur à eau légère, a une demi-vie de 14 ans, et se désintègre vers l' ^{241}Am par émission bêta. (Ces proportions sont différentes dans un réacteur CANDU® à eau lourde.) Le ^{241}Pu est produit dans n'importe quel réacteur nucléaire par la capture d'un neutron par l'uranium-238 (^{238}U). Les étapes de ce processus sont:



Le ^{241}Pu se désintègre (par émission d'une particule bêta) dans le réacteur, ainsi qu'après sa sortie du réacteur, produisant de l' ^{241}Am .

Il est intéressant (et d'importance dans le recyclage du combustible épuisé) de noter que si le plutonium extrait du combustible irradié contient une trop grande concentration d' ^{241}Am , il ne peut pas être facilement utilisé dans la fabrication de combustible à oxydes mixtes (« MOX »), car il est trop radioactif pour être manutentionné dans une fabrique normale de « MOX ». Par exemple, la fabrique de British Nuclear Fuels Limited à Sellafield, au Royaume Uni, ne peut utiliser que le plutonium ayant au plus 3% d' ^{241}Am (et donc n'ayant pas plus de 6 ans). Des concentrations plus élevées nécessiteraient des mesures additionnelles afin de limiter la dose reçue par les ouvriers.

Risques

La dose de rayonnement que les occupants d'une maison reçoivent d'un détecteur de fumée résidentiel est très faible, beaucoup plus faible que celle due au rayonnement ambiant, venant de rayons cosmiques ou d'éléments radioactifs naturels, tels le potassium ou le radon. On ne considère pas que la petite quantité de matière radioactive utilisée dans ces détecteurs pose un danger à la santé. Quand les détecteurs à l'américium furent introduits au Canada, on exigeait qu'ils soient retournés (à la fin de leur vie) au fournisseur, ou envoyés à la Commission de contrôle de l'énergie atomique (précurseur de la Commission canadienne de sûreté nucléaire), afin qu'ils soient évacués de façon appropriée. Cette exigence fut plus tard annulée, mais certains pays (tels l'Australie) requièrent encore une évacuation spéciale de ces détecteurs. Il y a sans doute une petite quantité de déchets de combustible épuisé dans votre dépotoir local, en forme de détecteurs de fumée « décédés ».

L'isotope ^{241}Am présente un risque potentiel. Il se désintègre par émission d'une particule alpha ou de rayons gamma. S'il entrait dans le corps en forme chimique libre, il se concentrerait dans le squelette. Mais avaler la matière radioactive d'un détecteur de fumée ne résulterait pas en l'absorption interne d' ^{241}Am en quantité importante : étant donné que le dioxyde est insoluble, il passerait à travers l'appareil digestif sans déposer une dose importante de rayonnement. Par contre, respirer l' AmO_2 en forme de poussière pourrait mener à sa concentration dans les poumons. Les émetteurs de particules présentent un danger biologique quand ils sont à l'intérieur du corps, puisque les particules alpha sont absorbées dans un petit volume adjacent à la source, ce qui augmente le risque d'insulte biologique aux cellules, qui pourrait mener au cancer. Les rayons gamma à basse énergie sont moins dangereux, parce qu'ils déposent leur énergie dans un plus grand volume.

L' ^{241}Am se désintègre vers un isotope du neptunium (^{237}Np) en émettant une particule alpha d'énergie d'environ 5,5 MeV et des rayons gamma, la plupart ayant une énergie de 60 keV. Le ^{237}Np a une demi-vie de 2,14 million d'années, et se désintègre aussi par émission de particule alpha (d'énergie 4,9 MeV). À cause de sa longue demi-vie, le ^{237}Np est moins dangereux que l' ^{241}Am . (L' ^{241}Am se désintègre aussi parfois - mais très rarement - par fission spontanée.)

Coût

Le dioxyde d'américium a été mis en vente pour la première fois par la « US Atomic Energy Commission » en 1962. Le prix était de 1 500\$US le gramme, et il n'a presque pas changé depuis lors. Étant donné qu'un gramme de dioxyde d'américium donne assez de matière radioactive pour plus de 4 000 000 détecteurs de fumée, l' AmO_2 représente moins de 0.1% du prix de détail du détecteur de fumée.

Autres utilisations

L'américium est également utilisé (en combinaison avec le béryllium) comme source de neutrons, d'utilité dans les examens non-destructifs de machines et d'outillages, et dans les appareils de mesure d'épaisseur dans l'industrie du verre. Cependant, son utilisation première demeure comme source d'ionisation dans les détecteurs de fumée, et la plus grande partie des quelques kilogrammes d'américium produits chaque année est utilisée à ces fins.

Autres détecteurs de fumée

Les détecteurs de fumée photoélectriques détectent la fumée dans l'air en discernant des changements dans la transmission de la lumière, changements dus à l'absorption et à la dispersion par les particules de fumée. Un genre de détecteur peut être meilleur qu'un autre pour certains types d'incendie, mais les deux genres sont considérés efficaces en général. Certains manufacturiers offrent maintenant de détecteurs qui utilisent les deux technologies.

Références

Sur l'internet: The Uranium Institute, Londres, Royaume Uni
 Uranium Information Centre Limited, Melbourne, Australie
 Conseil public du commissaire des incendies sur la sécurité-incendie (Ontario)
Handbook of Physics and Chemistry, 60^{ième} édition, Chemical Rubber Company, 1979.