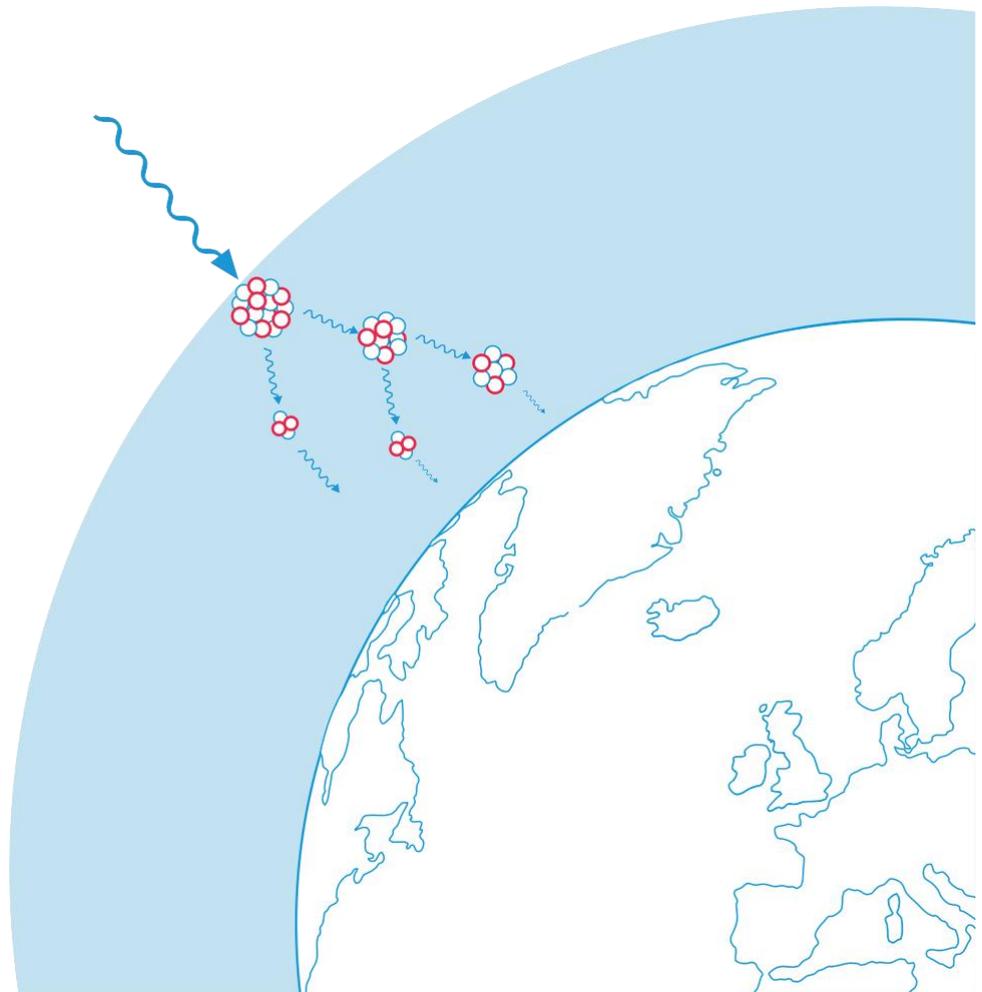


teach with space

→ CHAMBRE À BROUILLARD

La radioactivité dans un environnement cosmique



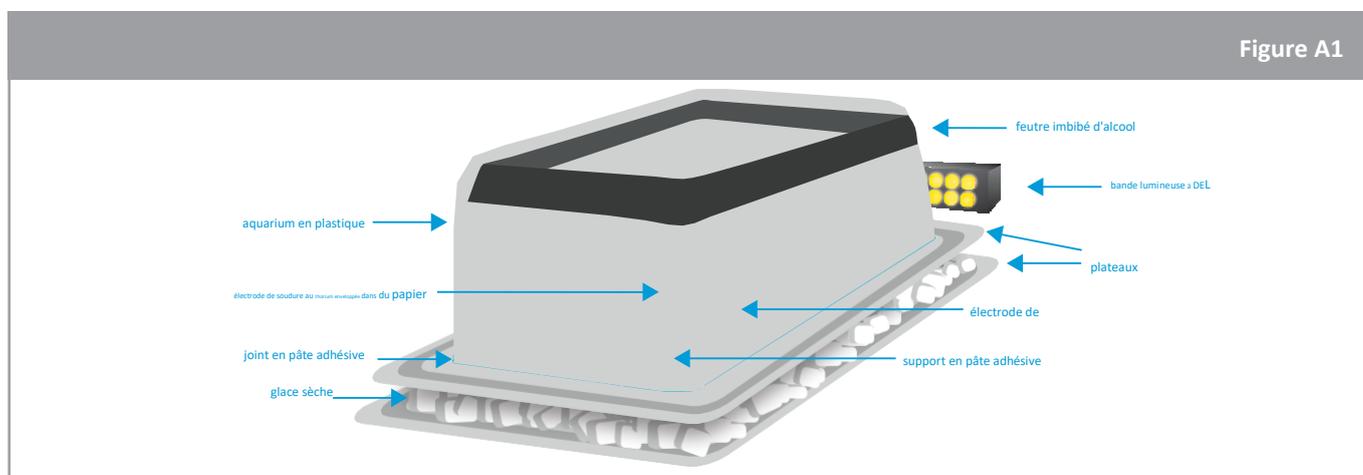


Activité 1 - Construction d'une chambre à brouillard page 3

Activité 2 - Testez vos connaissances en matière de désintégration radioactive page 6

Construction d'une chambre à brouillard

Dans cette expérience, vous construirez une chambre à brouillard, c'est-à-dire un dispositif de détection de rayonnements. Avec ce dispositif, vous observerez la désintégration radioactive de thorium 232, un isotope radioactif du thorium. Les émissions alpha et bêta qui peuvent être observées sous la forme de traînées de condensation dans de la vapeur d'alcool présente à l'intérieur de la chambre nous permettront de mieux comprendre la désintégration radioactive.



↑ Montage de l'expérience.

Matériel

- Deux électrodes de soudure en tungstène au thorium (ou une autre source alpha/bêta)
- Env. 2,5 kg de glace sèche (CO₂ solide)
- 20 ml d'alcool isopropylique, appelé également isopropanol (ou de l'éthanol s'il n'y a pas d'isopropanol)
- Un aquarium en plastique dans lequel le feutre a déjà été fixé
- Deux plateaux en métal (des plateaux de cuisson fonctionnent bien)
- Du carton noir ou du papier noir laminé
- (pour recouvrir les plateaux s'ils ne sont pas de couleur foncée)
- Une ou deux sources de lumière intense (par ex. une bande lumineuse à DEL, une lampe torche ou une lampe de projecteur de diapositives)
- Une feuille de papier pour envelopper l'une des électrodes
- Pâte adhésive ou adhésif réutilisable
- Une pipette
- Gants de protection thermique
- Lunettes de sécurité (une paire par personne)

Santé et sécurité

Isopropanol (ou autre alcool utilisé) :

- L'isopropanol est hautement inflammable - ne l'utilisez pas à proximité de flammes nues.
- Portez les lunettes de protection en toute occasion.
- Rebouchez immédiatement la bouteille de propanol.

Glace sèche :

- Portez des lunettes de protection et des gants de protection thermique pour manipuler la glace sèche et tout ce qui a été en contact avec de la glace sèche, y compris les plateaux en métal. En cas de brûlure par de la glace sèche, traitez de la même manière qu'une brûlure normale – traitez avec de l'eau froide abondante pendant 10 minutes et consultez un médecin si nécessaire.
- L'inhalation de vapeurs froides peut causer des lésions pulmonaires et des crises d'asthme chez les personnes asthmatiques.

Électrodes en tungstène au thorium - source de rayonnements faibles :

- Ne portez pas cette tige à votre bouche.
- Avertissez votre professeur si la tige d'électrode montre des signes d'écaillage ou de désintégration.

Réalisation de l'expérience

1. Après avoir revêtu les gants, étalez une fine couche de glace sèche sur un plateau et placez l'autre plateau par-dessus pour que les deux se refroidissent avant de passer à l'expérience.
2. Avec une pipette, imbibe d'alcool tout le feutre le long du bord de l'aquarium. Appliquez env. 6 ml sur chacun des côtés longs et 3 ml sur les côtés courts.
3. Faites quatre boudins de pâte adhésive correspondant aux côtés longs et courts de l'aquarium. Appliquez la pâte sur tout le pourtour de la face ouverte de l'aquarium. Cela créera plus tard un joint quand l'aquarium sera retourné afin d'empêcher que des courants d'air perturbent l'atmosphère saturée.
4. Prenez deux électrodes de soudure en tungstène au thorium et enveloppez l'une d'entre elles dans du papier. Vous pouvez utiliser du ruban adhésif pour maintenir le papier. Fixez une petite quantité de pâte adhésive à chaque extrémité de chaque électrode de soudure.
5. Revêtez les gants et retirez le plateau du dessus afin d'étaler encore plus de glace sèche sur le plateau du dessous jusqu'à le recouvrir presque entièrement.
6. Fixez l'électrode en tungstène au thorium au centre du plateau vide comme le montre la Figure A1. Placez-les sur le carton noir si le plateau n'est pas très foncé.
7. Retournez l'aquarium. Placez-le par-dessus le plateau avec les électrodes et appuyez pour étanchéifier.
8. Avec les gants, placez le plateau du dessus sur l'autre plateau.
9. Allumez la source lumineuse et placez-la sur le côté pour qu'elle éclaire directement l'intérieur de la chambre. Attendez quelques minutes pour que la chambre à brouillard « s'apaise » et regardez par le dessus pour faire vos observations sur un fond sombre. Vous pouvez photographier ce que vous voyez afin de pouvoir l'examiner plus en détail.

Discussion

Pendant que vous observez attentivement les traînées de condensation (les traces blanches) dans la chambre à brouillard, réfléchissez aux questions suivantes.

1. Où semble se situer l'origine de la plupart des traînées de condensation ?
2. Nous observons la désintégration radioactive des électrodes au thorium. Que pourraient montrer les traînées de condensation ?
3. Y a-t-il des différences entre les traînées de condensation des électrodes au thorium ?
4. Quelle est la différence entre la désintégration alpha et bêta ?
5. Les différences entre la désintégration alpha et bêta pourraient-elles avoir un quelconque effet sur les traînées de condensation que vous voyez ?
6. Comment les traînées de condensation apparaissent-elles dans la chambre à brouillard ?
7. Les rayons cosmiques sont des particules hautement énergétiques provenant de l'espace. Comment pourrions-nous les observer ?
8. Quels seraient les effets des radiations sur un véhicule spatial ?
9. Comment la désintégration radioactive pourrait-elle être utilisée comme source d'énergie dans l'espace ?

Vous pouvez discuter ces points avec la classe. Pendant ou après la discussion, inscrivez vos notes dans les cases de la feuille fournie.

Citez les deux principaux processus de désintégration radioactive et décrivez leur déroulement.

Expliquez comment chacun des composants suivants d'une chambre à brouillard nous permet de voir des particules.

Aquarium en plastique :

Électrode de soudure au thorium :

Glace sèche :

Alcool :

Décrivez de quelle manière les propriétés suivantes d'une particule affecteraient l'aspect d'une traînée de condensation.

Taille :

Charge :

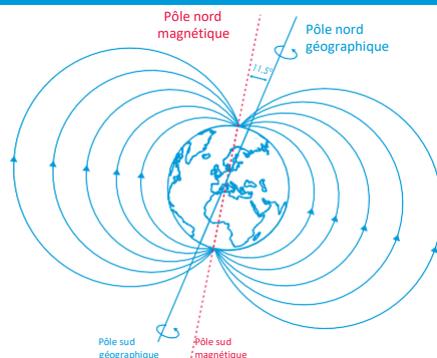
Citez les particules qui produisent d'autres traînées de condensation (qui ne résultent pas d'une désintégration alpha ou bêta) et donnez quelques exemples de leur origine possible.

Dressez la liste des implications positives et négatives de la désintégration radioactive pour les véhicules spatiaux.

Testez vos connaissances en matière de désintégration radioactive

Le saviez-vous ?

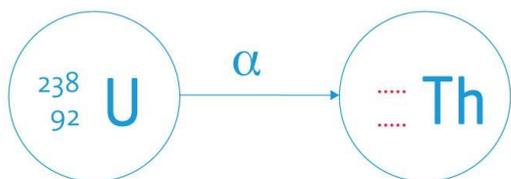
Sur la Terre, nous sommes protégés des rayons cosmiques chargés par un champ magnétique, la magnétosphère, engendré par le mouvement des éléments magnétiques à l'intérieur du noyau terrestre. Le champ magnétique s'étend sur une distance deux fois plus étendue que la distance entre la Terre et la Lune, mais plus on s'éloigne de la Terre, plus il faiblit et avec lui la protection contre les particules ionisantes de l'espace.



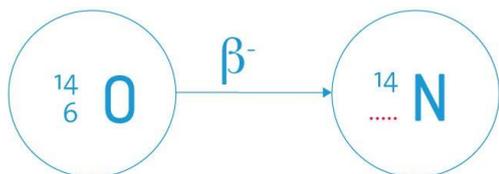
La mission Cassini- Huygens de la NASA/ESA/ASI vers Saturne a été confrontée à ces rayons cosmiques lorsqu'elle s'est aventurée loin au-delà des limites de la magnétosphère. Quand Cassini-Huygens est arrivée à destination, elle a alors profité de la protection du puissant champ magnétique de Saturne.

1. Remplissez les vides pour compléter les réactions de désintégration simples suivantes. Souvenez-vous que la désintégration alpha est l'émission de deux protons et de deux neutrons, la désintégration bêta est l'émission d'un électron ou d'un positon quand un neutron se transforme en proton ou un proton en neutron. La Figure A2 montre des exemples de désintégration alpha et bêta de noyaux atomiques.

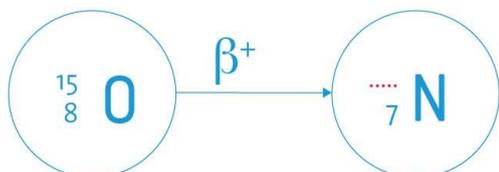
a. Désintégration α

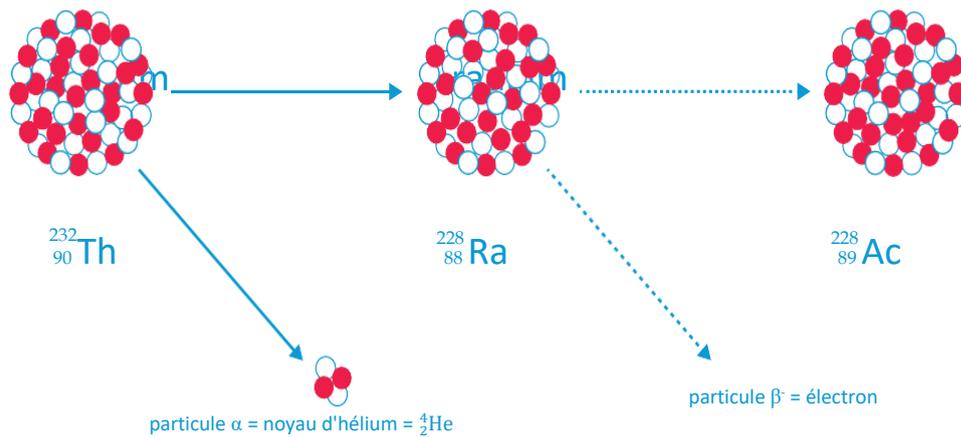


b. Désintégration β^- (émission d'électron) :



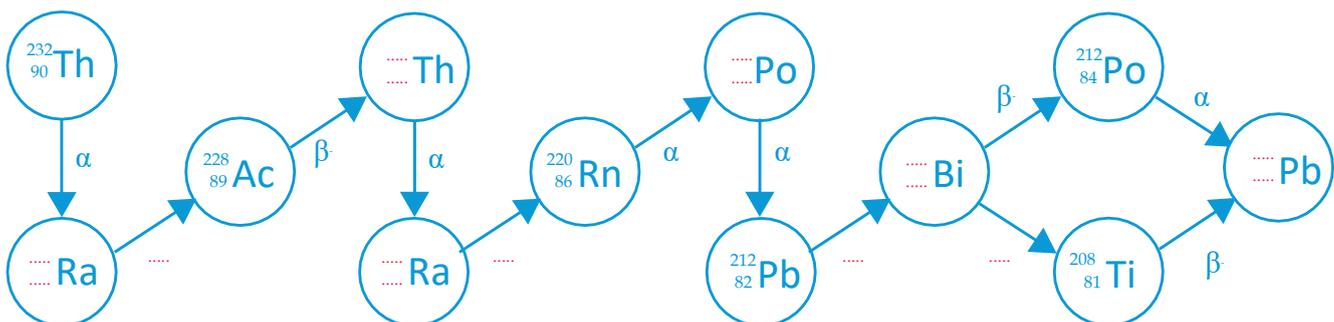
c. Désintégration β^+ (émission de positon) :





↑ La chaîne de désintégration du thorium, avec illustration de la désintégration α et β .

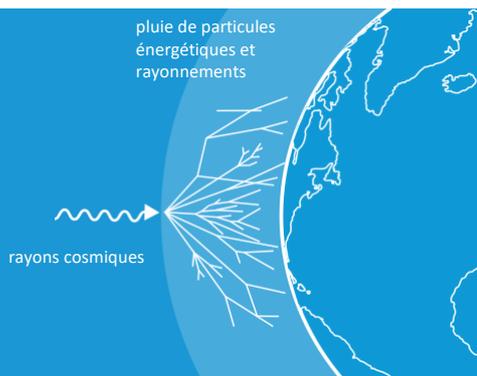
2. Voici la chaîne de désintégration du thorium 232, la substance radioactive des électrodes de soudage en tungstène qui sont placées dans la chambre à brouillard. Une série de désintégrations alpha et bêta passe par toute une succession d'éléments instables pour aboutir à un élément stable. Remplissez les champs vides pour compléter la chaîne de désintégration.



3. Donnez le nom de l'élément chimique stable produit à la fin de la chaîne de désintégration du thorium 232 :

Le saviez-vous ?

Les rayons cosmiques sont des particules hautement énergétiques provenant du Soleil et d'autres objets extérieurs du Système solaire. La sonde Ulysses de l'ESA s'est rendue vers les pôles du Soleil afin d'étudier ces particules énergétiques.



Une fois qu'ils ont quitté le Soleil, de nombreux rayons cosmiques se dirigent vers la Terre, pénètrent dans notre atmosphère et interagissent avec les molécules de l'atmosphère pour engendrer de nouvelles particules appelées des pions. La désintégration des pions est très rapide et ils se transforment souvent en muons que l'on peut observer dans une chambre à brouillard. C'est l'une des manières dont nous pouvons étudier des objets astronomiques.

teach with space – chambre à brouillard | P03b
www.esa.int/education

Faites part de vos réactions et de vos commentaires à l'ESA Education
Office
teachers@esa.int

Une production ESA Education
Copyright © European Space Agency 2016