



1^{re}

Entraînement

au **BAC**

Enseignement scientifique

Tout pour réussir

Les sujets types

Les corrigés détaillés

Les conseils du professeur



Exercice 1 Quelques éléments importants

En 1938, le physicien allemand Hans Bethe accède à la célébrité en publiant ses recherches sur la manière dont les étoiles produisent leur énergie. Il explique la transformation de l'hydrogène en hélium par une chaîne de réactions appelée cycle carbone-azote-oxygène. Hans Bethe reçoit le prix Nobel en 1967.

1 Les éléments du Soleil

Au début du XIX^e siècle, le physicien allemand Joseph von Fraunhofer met au point une technique permettant d'obtenir le spectre du Soleil, c'est-à-dire la décomposition de la lumière à l'aide d'un prisme. Il se rend compte que sur ce spectre continu, apparaissent des raies plus ou moins sombres réparties de manière irrégulière.

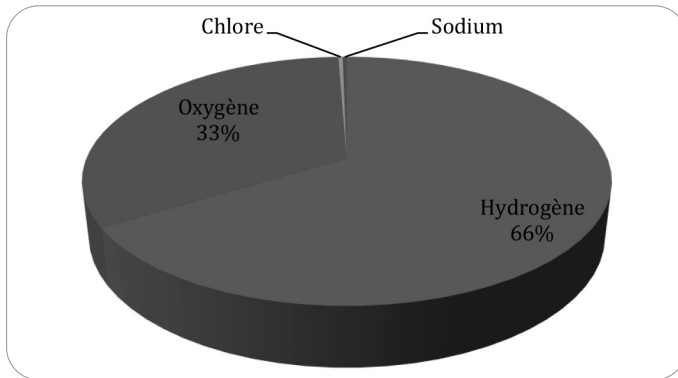


Raies de Fraunhofer

- 1.1. Qu'appelle-t-on un spectre continu ?
- 1.2. Quelle est l'origine des raies noires de Fraunhofer ?
- 1.3. En quoi peuvent-elles renseigner sur les éléments présents dans le Soleil ?
- 1.4. Quels sont les deux éléments présents dans le Soleil ?
- 1.5. Quelle transformation permet de transformer l'un en l'autre en dégageant une énergie importante ?

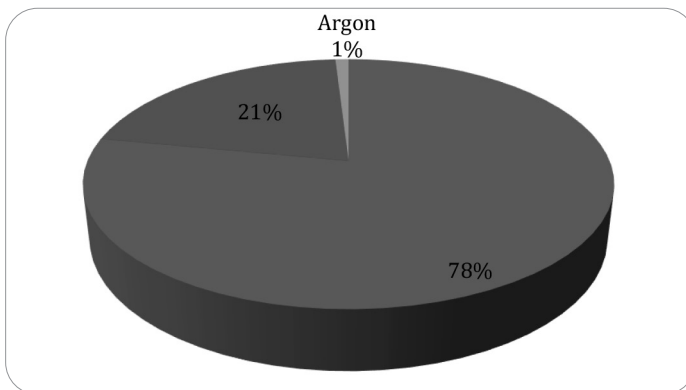
2 Les éléments de la Terre

Le diagramme ci-après présente la répartition en quantité de matière des éléments dans les océans.



- 2.1. Quels sont les deux éléments les plus présents dans les océans ?
- 2.2. Les pourcentages de ces deux éléments correspondent à l'existence de quelle molécule ?

Le diagramme ci-dessous présente la répartition en quantité de matière des éléments dans l'atmosphère terrestre.

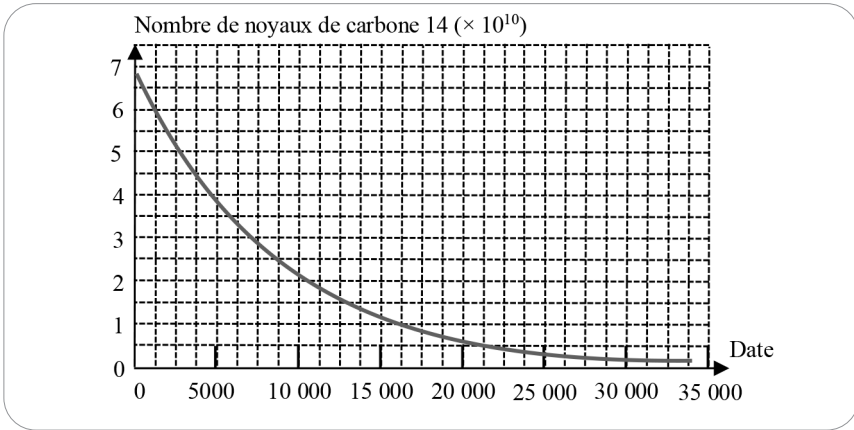


- 2.3. Compléter le diagramme ci-dessus.
- 2.4. Quelles molécules trouve-t-on dans l'atmosphère terrestre en accord avec le diagramme ci-dessus ?

3 Les éléments de la matière vivante

La matière vivante contient, entre autres éléments, du carbone. Cet élément est présent sous la forme de deux isotopes : le carbone 12 et la carbone 14. Ce dernier, présent en faible quantité sur Terre, est instable et se désintègre naturellement en azote 14. Tant qu'ils sont en vie, les êtres vivants absorbent du carbone 14 et la proportion carbone 12/carbone 14 reste constante. À leur mort, il n'y a plus d'apport de carbone 14. Celui-ci commence sa désintégration.

Un ossement de renne trouvé dans la grotte de Lascaux en Dordogne a été analysé par la méthode du carbone 14. Le schéma ci-dessous montre la quantité de carbone 14 présent dans l'échantillon au cours du temps.



- 3.1. Quelle est la demi-vie du carbone 14 ?
- 3.2. Le nombre de noyaux de carbone présents dans l'échantillon est égal à $0,8 \times 10^{10}$ noyaux. Donner un encadrement de la datation.

Exercice 2 La radioactivité

Le 26 décembre 1898, dans un article présenté à l'Académie des Sciences, Pierre et Marie Curie sont formels : il y a une substance très fortement radioactive dans un minerai d'oxyde d'uranium appelé pechblende. Ce sera le radium. À partir de ce jour, la physique ne sera plus jamais la même. Les conséquences sur les ressources énergétiques de la planète vont être gigantesques.

1 Un peu d'histoire

Document 1 Les rayons de Becquerel

En 1897, après avoir donné naissance à sa première fille Irène, Marie Curie cherche un sujet de doctorat. La découverte des rayons X en 1895 a suscité un grand intérêt dans le monde de la physique et beaucoup de physiciens s'y étaient intéressés. En revanche, la découverte des rayons uraniques par le professeur Henri Becquerel reste un domaine encore peu étudié. Marie Curie va s'y engouffrer. En 1896, Becquerel a découvert, par accident, que de l'oxyde d'uranium émettait spontanément des rayons. Placé sur une plaque photographique entourée de papier noir, l'oxyde d'uranium parvient à l'impressionner. Et ce n'est pas un phénomène de phosphorescence où un corps emmagasine de la lumière pour la restituer après. L'oxyde d'uranium n'a pas besoin d'être éclairé au préalable. L'uranium qu'il contient émet tout seul de l'énergie. Marie Curie a trouvé son sujet de thèse, ce sera l'hyperphosphorescence. (qu'elle renommera radioactivité par la suite).

D'après Les grandes expériences scientifiques à Paris F. Borel, 2013

Document 2 Des prix Nobel pour une découverte

En 1898, le couple Nobel découvre un nouvel élément par spectroscopie ; il le dénomme *Polonium* en hommage à la terre natale de Marie Curie. Deux ans plus tard, il isole le radium en quantité pondérale : 0,1 g de chlorure de radium ! Le nouvel élément brille tout seul dans la nuit sans apport d'énergie. Il produit intrinsèquement de l'énergie qui se manifeste sous forme de lumière. Avec lui, la radioactivité est née. Le prix Nobel de 1903, très médiatique, récompense fort justement Pierre et Marie Curie ainsi qu'Henri Becquerel. Mais l'horizon se couvre avec, en 1906, la mort de Pierre, victime d'un accident de la circulation. Marie n'en poursuit pas moins ses recherches. En 1911, elle reçoit un deuxième prix Nobel, en chimie celui-là, pour avoir réussi à extraire du radium et montrer qu'il s'agissait bien d'un métal.

Extrait d'un article : Marie Curie, deux fois Prix Nobel-Herodote.net

Document 3 Qu'est-ce que la radioactivité ?

Nous connaissons aujourd'hui 118 éléments, dont 94 naturels. Un type de noyau, appelé nucléide, est défini par son nombre de protons et de neutrons. Un nucléide est stable lorsqu'il comporte un nombre harmonieux de protons et de neutrons ; cette harmonie ne s'observe que pour à peine 10 % des nucléides connus. Les chercheurs ont identifié 256 nucléides stables et près de 3 000 instables. Cette instabilité est due soit à un excès de protons, soit de neutrons, ou encore des deux à la fois. **Les noyaux instables sont dits radioactifs car ils émettent différents types de rayonnements en se transformant.** Un type de noyau radioactif est appelé **radionucléide**. Pour tendre vers un état stable, les radionucléides se transforment spontanément en d'autres nucléides, radioactifs ou non. Ainsi, de radionucléide en radionucléide, **l'uranium 238 tend à se transformer en un nucléide stable, le plomb 206.** La transformation irréversible d'un noyau radioactif en un autre noyau est appelée **désintégration**.

Extrait de www.cea.fr

Document 4 Les applications de la radioactivité

La connaissance de l'atome et de la radioactivité a profondément bouleversé notre vie quotidienne.

- Des radio-isotopes comme le cobalt 60 ou l'iridium 192 sont utilisés dans les services de médecine nucléaire pour réaliser des images d'organes internes.
- La radiothérapie (1901) permet d'éliminer des tumeurs cancéreuses.
- En soumettant des aliments au flux de rayonnement de sources radioactives, il est possible d'éradiquer des micro-organismes.
- La radiographie industrielle, par rayons X ou gamma est utilisée dans la construction aéronautique ou navale pour visualiser la forme et la densité d'un matériau sans le détruire.
- Des radio-isotopes peuvent également être utilisés comme marqueurs pour suivre l'évolution dans le temps de sédiments.
- La désintégration du carbone 14 permet de dater des objets en archéologie.

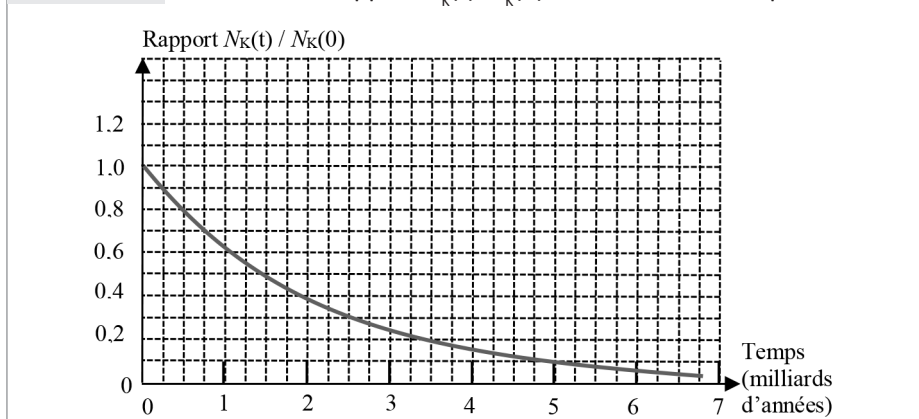
- 1.1. Comment Henri Becquerel a nommé les rayons capables de traverser certaines matières ?
- 1.2. Quels autres scientifiques ont également étudié la radioactivité ? Par quel prix ont-ils été récompensés ?
- 1.3. Quelle est la première utilisation médicale de la radioactivité juste après sa découverte ?
- 1.4. Citer d'autres domaines d'application de la radioactivité.

2 L'âge de la Lune

Pour déterminer l'âge des cailloux lunaires rapportés par les astronautes d'Apollo XI, on a mesuré les quantités relatives de potassium 40 (radioactif) et de son produit de décomposition, l'argon 40.

Dans un échantillon actuel, on a dénombré $4,41 \times 10^{16}$ atomes de potassium K et $2,06 \times 10^{17}$ atomes d'argon Ar.

Document 5 Évolution du rapport $N_K(t)/N_K(0)$ en fonction du temps



À l'instant $t = 0$, il n'y avait que des atomes de potassium. Aucun atome d'argon n'était formé.

- 2.1. Calculer la demi-vie $t_{1/2}$ du potassium.
- 2.2.
 - a. Calculer le nombre d'atomes de potassium $N_K(0)$ présents à l'instant $t = 0$.
 - b. Calculer le rapport $N_K(t)/N_K(0)$.
 - c. En déduire l'âge de ces cailloux lunaires.
 - d. Comparer à l'âge de la Terre 4,57 milliards d'années.

Avant de commencer

Les notions, déjà connues, de noyaux, d'atome, d'élément chimique et de réaction nucléaire sont remobilisées. Aucune connaissance n'est exigible sur les différents types de radioactivité. L'évolution du nombre moyen de noyaux restants au cours d'une désintégration radioactive se limite au cas de durées discrètes, multiples entiers de la demi-vie. Aucun formalisme sur la notion de suite n'est exigible. Les fonctions exponentielle et logarithme ne font pas partie des connaissances attendues.

- Peu de temps après le Big Bang, le seul élément chimique présent était l'hydrogène. L'hydrogène est le premier élément de la classification, donc le plus « simple ». Il semble donc être l'un des plus stables, l'un des plus abondants.
- Les éléments les plus abondants présents sur Terre (océans et atmosphère) ne sont pas les mêmes que les éléments les plus abondants dans l'espace.
- La fusion entre deux atomes d'hydrogène produit de l'hélium.
- Les molécules que l'on demande de citer sont très faciles à trouver.
- La demi-vie est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux présents au départ se soient désintégrés. Attention, ce n'est pas la moitié de la totalité de la vie...

Exercice 1

1 Les éléments du Soleil

- 1.1. On obtient un spectre continu quand la lumière blanche du Soleil est décomposée à l'aide d'un prisme. Comme pour un arc-en-ciel, on passe d'une couleur à une autre sans interruption dans la succession des couleurs.
- 1.2. Les atomes peuvent émettre de la lumière mais également en absorber. Quand de la lumière blanche passe à travers un gaz froid, le spectre de la lumière transmise est constitué de raies noires qui se détachent sur le fond coloré continu.
- 1.3. Ces raies d'absorption se produisent exactement au même endroit que les raies d'émission produites par ce gaz chaud. Le gaz absorbe les radiations qu'il serait capable d'émettre s'il était chaud. L'emplacement des raies d'absorption nous renseigne sur les éléments présents dans le Soleil.
- 1.4. Les éléments les plus abondants dans le Soleil sont l'hydrogène et l'hélium.
- 1.5. Une transformation nucléaire permet de passer de l'hydrogène à l'hélium. La réunion de deux noyaux d'hydrogène permet d'obtenir un noyau d'hélium légèrement plus gros : c'est une fusion.

2 Les éléments de la Terre

- 2.1. Les éléments les plus abondants dans les océans sont l'oxygène et l'hydrogène.
- 2.2. Les pourcentages de ces deux éléments sont parfaitement compréhensibles : dans chaque molécule d'eau présente dans les océans, il y a deux fois plus d'atomes d'hydrogène que d'atomes d'oxygène.

3 Les éléments de la matière vivante

- 3.1. À l'instant $t = 0$ (mort de l'être vivant), il y a $6,8 \times 10^{10}$ noyaux de carbone 14. La demi-vie correspond donc à la date où il reste $3,4 \times 10^{10}$ noyaux de carbone 14. Cela correspond à environ 6 000 ans.
- 3.2. Par lecture graphique, on lit la date qui correspond à $0,8 \times 10^{10}$ noyaux. L'activité humaine ou animale de la grotte de Lascaux daterait entre 15 000 et 20 000 ans.