Potassium 40

Le **potassium 40**, noté **^{40}K**, est l'isotope du potassium dont le nombre de masse est égal à 40 : son noyau atomique compte 19 protons et 21 neutrons.

C'est un radioisotope du milieu naturel qu'on trouve par exemple dans la bauxite (minerai de l'aluminium) et qui se retrouve dans les boues rouges en petite quantité.

Sommaire

1 Caractéristiques
2 Radioactivité
3 ^{40}K et corps humain
4 Notes et références
5 Articles liés
6 Liens externes

Caractéristiques

- spin 4- pour une masse atomique de 39,96399848 g/mol [1]
- abondance naturelle de 0,0117 % par mole de potassium [1].
- défaut de masse de 33 535 016 ± 271 eV/c^2 [1]
- énergie de liaison nucléaire de 341 523 214 ± 276 eV [1].

Radioactivité

Un gramme de potassium 40 présente une radioactivité de 263 kBq.

Sa période radioactive est de 1,248 milliards d'années, pendant laquelle on observe :

- une désintégration β^- dans 88,8 % des cas pour donner du calcium 40, avec une énergie de désintégration de 1,311 MeV :

$$^{40}_{19}\mathrm{K} \rightarrow {}^{40}_{20}\mathrm{Ca} + \mathrm{e}^- + \bar{\nu}_\mathrm{e}$$

- une capture électronique dans 11,2 % des cas pour donner de l'argon 40, avec une énergie de désintégration de 1,505 MeV :

$$^{40}_{19}\mathrm{K} + \mathrm{e}^- \rightarrow {}^{40}_{18}\mathrm{Ar}^* + \nu_\mathrm{e} \rightarrow {}^{40}_{18}\mathrm{Ar} + \gamma + \nu_\mathrm{e}$$

- une désintégration β^+, en proportion négligeable en comparaison des deux réactions précédentes (de l'ordre de 0,001 %) :

$$^{40}_{19}\mathrm{K} \rightarrow {}^{40}_{18}\mathrm{Ar} + \mathrm{e}^+ + \nu_\mathrm{e}$$

La seconde réaction (capture électronique) est utilisée pour dater la formation de certaines roches contenant du potassium (méthode de « datation au potassium-argon »), en supposant nulle la quantité initiale d'argon 40 dans ces roches et que l'argon 40 y reste piégé une fois formé.
On notera que le noyau de $^{40}_{18}\mathrm{Ar}$, nouvellement formé après la capture, se trouve dans un état excité (la capture vers le niveau fondamental est possible, mais rarissime). Il émet un photon lors de la désexcitation.

Il est remarquable que le potassium 40 puisse se désintégrer aussi bien en argon 40 qu'en calcium 40, car cela souligne à quel point les noyaux atomiques sont plus stables avec des nombres pairs de protons et de neutrons qu'avec des nombres impairs. De surcroît, la prépondérance de la désintégration en calcium 40 souligne l'effet stabilisateur des « nombres magiques », car, avec 20 neutrons pour 20 protons, le calcium 40 est légèrement déficitaire en neutrons (par rapport aux noyaux stables voisins), mais est stabilisé par le fait qu'il est « doublement magique ».

Dans la mesure où le potassium est un élément indispensable à la vie, le ^{40}K constitue la principale source de radioactivité des organismes sains, supérieure à celle constituée par le carbone 14 : un homme de 70 kg subirait chaque seconde la désintégration de 4 400 atomes de ^{40}K [2], soit environ 0,39 mSv/an par le ^{40}K contre 0,01 mSv/an imputable au ^{14}C.

^{40}K et corps humain

Connaissant (a) la quantité totale de potassium dans un corps humain, (b) l'abondance naturelle de ^{40}K présent dans la biosphère et (c) la période radioactive de celui-ci, il est facile de calculer le nombre de désintégrations par seconde (Becquerel) qui y ont lieu.

(a) : Quantité totale de potassium dans un corps humain. Celle-ci est en moyenne de 4216 ± 473 mmol (165 ± 18 g) pour un homme et de 4172 ± 540 mmol (163 ± 21 g) pour une femme, mais vu que d'autres paramètres tels que l'âge ou l'IMC peuvent affecter ces valeurs, une formule qui tient compte de ces facteurs a été développée[3] comme suit :

- Pour un homme :

$$\mathrm{KCT} = (98{,}3 - 0{,}1594 \times \text{âge} + 0{,}1431 \times \text{poids} - 0{,}1848 \times \text{taille}) \times \mathrm{MNG}$$

- Pour une femme :

$$\mathrm{KCT} = (94{,}39 - 0{,}1735 \times \text{âge} + 0{,}1169 \times \text{poids} - 0{,}1567 \times \text{taille}) \times \mathrm{MNG}$$

Où KCT est le potassium corporel total (en mmol), l'âge est en années, le poids en kg, la taille en cm et MNG est la masse non-grasse (par exemple, pour un corps de 80 kg constitué à 20 % de graisse, la MNG vaut 0,8 x 80 = 64 kg).

(b) : L'abondance naturelle du ^{40}K est de 0,01167 % (cf. table des isotopes du potassium).

(c) : La période radioactive du ^{40}K ($1{,}277\times10^9$ ans) permet de calculer pour une quantité donnée de l'isotope (une mmol, soit $6{,}022\times10^{20}$ atomes), le nombre de désintégrations par unité de temps (en Bq). En l'occurrence, une mmol de ^{40}K produira :

$$6{,}022\times10^{20} \times \ln 2 / (1{,}277\times10^9 \times 365{,}25 \times 24 \times 60 \times 60) = 1{,}036\times10^4 \text{ Bq}$$

Finalement, il suffit de calculer KCT × 0,0001167 × $1{,}036\times10^4$ pour obtenir le nombre de Bq produits par le ^{40}K dans un corps humain, ce qui en moyenne (valeurs minimales et maximales des KCT indiqués plus haut) donne donc entre 4390 et 5670 désintégrations par seconde (Bq). Ces valeurs sont à comparer à celles données en exemple dans la page Becquerel, où les valeurs indiquées pour l'être humain tiennent compte de façon similaire des autres isotopes naturellement présents dans le corps.

À noter qu'il est inutile de vouloir mesurer cette radioactivité à l'aide d'un compteur Geiger : les rayonnements bêta moins du ^{40}K ne traversent que très peu la matière telle que celle qui constitue les liquides corporels ou la peau et sont donc absorbés par les atomes des molécules environnantes, qui peuvent alors subir des ionisations. Cette mesure doit donc se faire par d'autres méthodes telles que l'homogénéisation de l'échantillon biologique suivie de la détection de son activité bêta moins par comptage de scintillation. Dans les cellules, l'ionisation de certains atomes due à la radioactivité du ^{40}K peut provoquer la rupture de liaisons chimiques et aboutir à la formation de radicaux libres, qui sont généralement détoxifiés par une variété d'enzymes spécialisées. Si l'ionisation intervient sur des atomes qui constituent l'ADN des chromosomes, ceci peut parfois provoquer des mutations aux conséquences plus ou moins graves pour la cellule ou pour l'individu.

Notes et références

1. Matpack – Periodic Table of the Elements (http://www.matpack.de/Info/Nuclear/Nuclids/K/K40.html) Properties of Nuclides: 19-K-40
2. Radioactive Human Body (http://www.fas.harvard.edu/~scdiroff/lds/QuantumRelativity/RadioactiveHumanBody/RadioactiveHumanBody.html) : background radiation - potassium 40 - γ radiation.
3. Potassium per kilogram fat-free mass and total body potassium: predictions from sex, age, and anthropometry -- Larsson et al. 284 (2): E416 -- AJP - Endocrinology and Metabolism (http://ajpendo.physiology.org/cgi/content/full/284/2/E416)

Articles liés

- Potassium
- Table des isotopes
- Chaîne de désintégration
- Datation au potassium-argon
- Calcium 40
- Argon
- Radioactivité

Liens externes

- Argonne National Laboratory (http://www.ead.anl.gov/pub/doc/potassium.pdf) Potasium-40

	s^1	s^2	g	f^1	f^2	f^3	f^4	f^5	f^6	f^7	f^8	f^9	f^{10}	f^{11}	f^{12}	f^{13}	f^{14}	d^1	d^2	d^3	d^4	d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}	p^1
1	H	He																									
2	Li	Be																									B
3	Na	Mg																									Al
4	K	Ca																Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
5	Rb	Sr																Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In
6	Cs	Ba		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl
7	Fr	Ra		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut
8	Uue	Ubn	*	Ute	Uqn	Uqu	Uqb	Uqt	Uqq	Uqp	Uqh	Uqs	Uqo	Uqe	Upn	Upu	Upb	Upt	Upq	Upp	Uph	Ups	Upo	Upe	Uhn	Uhu	Uhb	Uht

↓

	g^1	g^2	g^3	g^4	g^5	g^6	g^7	g^8	g^9	g^{10}	g^{11}	g^{12}	g^{13}	g^{14}	g^{15}	g^{16}	g^{17}	g^{18}
*	Ubu	Ubb	Ubt	Ubq	Ubp	Ubh	Ubs	Ubo	Ube	Utn	Utu	Utb	Utt	Utq	Utp	Uth	Uts	Uto

Métalloïdes	Non-métaux	Halogènes	Gaz rares
Métaux alcalins	Métaux alcalino-terreux	Métaux de transition	Métaux pauvres
Lanthanides	Actinides	Superactinides	Éléments non classés

Ce document provient de « http://fr.wikipedia.org/wiki/Potassium_40 ».

Dernière modification de cette page le 25 mars 2011 à 10:11.
Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons paternité partage à l'identique ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les conditions d'utilisation pour plus de détails, ainsi que les crédits graphiques. En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment citer les auteurs et mentionner la licence.
Wikipedia® est une marque déposée de la Wikimedia Foundation, Inc., organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.