

- **L'URANI I ELS SEUS ISOTOPS. CONCEPTES BÀSICS DE RADIOACTIVITAT**

## L'URANI

L'**Urani natural** està format bàsicament per una barreja de tres elements: l'isòtop U-238 (99'284%), l'isòtop U-235 (0'711%) i l'isòtop U-234 (0'0055%). L'Urani es troba a la crosta de la terra en diferents formacions geològiques, de forma que els seus minerals contenen menys de l'1% d'Urani natural (avui s'exploten minerals amb un contingut del 0'07% i inferior). Tots els isòtops de l'urani natural emeten radiació alfa i una petita part de radiació gamma.

- **Urani-238:** és un isòtop de l'Urani amb un període de semidesintegració de 4.460.000.000 anys, que es transmuta en Tori-234 tot emetent una partícula alfa d'una energia de 4'2 MeV. Entre els elements que sorgeixen per la desintegració de l'U-238 hi ha: el Tori-234, i el Tori-230, el Radi-226, el Radó-222, el Poloni-218 i Poloni-214. L'U-238 no és fissionable. Quan un neutró incideix sobre el seu nucli, l'absorbeix i es transforma en Pu-239 (element artificial, extremadament tòxic, amb un període de semidesintegració de 24.300 anys). El Pu-239 és fissionable com l'U-235.

- **Urani-235:** és un isòtop de l'Urani amb un període de semidesintegració de 707.000.000 anys, que es transmuta en Tori-231 tot emetent una partícula alfa d'una energia de 4'58 MeV. L'U-235 és fissionable, o sia que quan un neutró impacte sobre el seu nucli, aquest es parteix en dos productes de fissió i 2-3 neutrons més. La fissió nuclear és el fenomen en el que es basen els explosius nuclears (reacció en cadena sense control) i els reactors nuclears (reacció en cadena controlada, encara que de vegades es 'descontrola') per a produir electricitat a terra ferma (centrals nuclears) i a mar obert (vaixells i submarins nuclears).

- **Urani-234:** és un isòtop de l'Urani amb un període de semidesintegració de 235.000 anys, que es transmuta en Tori-230 tot emetent una partícula alfa d'una energia de 4'7 MeV

### - Urani enriquit

S'anomena Urani enriquit aquell Urani que conté una proporció de l'isòtop U-235 superior a la que de forma natural es troba a la crosta de la Terra (0'714%). L'Urani enriquit entre el 3 i el 5% és el que s'utilitza per a fabricar combustible per les centrals nuclears que utilitzen Urani enriquit per a produir electricitat. L'Urani enriquit al 90% és el que es fa servir per fabricar les bombes atòmiques d'urani (les bombes atòmiques també es fabriquen amb Plutoni-239).

- **Urani empobrit** (és una mala traducció de l'original anglès 'Depleted Uranium'). Una traducció més entenedora seria la d'Urani esgotat

S'anomena Urani empobrit o esgotat aquell Urani que conté una proporció de l'isòtop U-235 que no serveix ni per a la fabricació d'armament nuclear ni per a la fabricació de combustible pels reactors nuclears. És el subproducte de la fabricació d'armament nuclear i de combustible nuclear. Igualment és un subproducte del reprocessament del combustible nuclear, una vegada s'extreu del nucli del reactor (pels reactors d'aigua lleugera: una vegada l'any, una tercera part de tot el combustible). L'Urani empobrit procedent del reprocessament del combustible dels reactors nuclears pot contenir traces de Pu-239, U-235 i altres elements transurànids.

L'Urani empobrit/esgotat és un metall de gran massa volumètrica, de gran densitat (19 gr/cm<sup>3</sup>). La té superior al Plom (11 gr/cm<sup>3</sup>) i gairebé igual al Tungstè (19'3 gr/cm<sup>3</sup>). És un metall fàcilment manejable, ben dotat per fer aliatges, abundant i barat. Té unes propietats pirofòriques (s'inflama espontàniament en certes condicions de temperatura i de relació superfície/volum). Aquest inconvenient pot esdevenir un avantatge per les municions que esdevenen de fet incendiàries.

L'Urani empobrit/esgotat és utilitzat pels americans des dels anys 70 per a la fabricació de diferents tipus de munició, des de bales de calibre 7'6 fins a obusos de 120 i 155 mm. Aquestes armes tenen una capacitat de perforació molt superior a les armes convencionals i estan dotades de capacitat incendiària. Els obusos són capaços d'assolir velocitats elevades (1'5 km/s), inutilitzar un carro de combat a més de 3 km de distància i perforar blindatges de 50-60 cm d'espessor. Des de 1988, també s'utilitza en pla defensiu per reforçar l'eficàcia dels blindatges.

## LA RADIOACTIVITAT

### \* Període de semidesintegració.

El període de semidesintegració d'un element radioactiu: és el temps que ha de passar perquè la seva radioactivitat es redueixi a la meitat. Es considera que han de passar uns 20 períodes de semidesintegració perquè un element radioactiu deixi de ser perjudicial.

### \* Electrón-Volt.

1 eV = un electrón-Volt: és la unitat d'energia en física nuclear.

Equival a l'energia que adquireix un electrón (unitat de càrrega elèctrica) quan s'accelera amb una diferència de potencial d'un Volt

1 MeV = un Milió d'electrón-Volts = 0'0000016021 ergs (1 Joule = 10.000.000 ergs)

### \* Desintegració radioactiva

El fenomen pel qual un element radioactiu es transforma en un altre tot emetent radiació (alfa, beta i/o gamma).

La **radiació alfa** són partícules elementals formades per dos protons i dos neutrons.

La **radiació beta** són electrons.

La **radiació gamma** són ones electromagnètiques no corpusculars.

L'Urani i els seus isòtops són bàsicament emissors de radiació alfa.

La radiació alfa emesa per l'Urani té una energia d'entre 4 i 5 MeV. La radiació alfa procedent de la desintegració dels isòtops de l'Urani té un abast de 30 mm en l'aire i de 0'036 mm en els teixits biològics. Això fa que tingui una gran radiotoxicitat si s'ingereix i/o s'inhalà.

### \* Les sèries radioactives / les cadenes de desintegració de l'Urani-238 i de l'Urani-235

#### La sèrie radioactiva / la cadena de desintegració de l'Urani:

L'Urani-238 es desintegra, tot emetent una partícula alfa, i es transforma en Tori-234. Aquest es desintegra formant el Protoactini-234, emetent una partícula beta i radiació gamma. I així fins arribar al Plom-206 que ja es estable i no es desintegra.

La cadena de desintegració de l'Urani-238 és la següent:

nom de l'element	nombre atòmic	període semidesintegració	radiació	energia (MeV)
<b>Urani-238</b>	92	4.460.000.000 anys	alfa	4'2
<b>Tori-234</b>	90	24'1 dies	beta-gamma	0'2
<b>Protoactini-234</b>	91	1'14 minuts	beta-beta-gamma	2'32-1'2
<b>Urani-234</b>	92	235.000 anys	alfa	4'7
<b>Tori-230</b>	90	80.000 anys	alfa-gamma	4'68
<b>Radi-226</b>	88	1.620 anys	alfa-gamma	4'77
<b>Radó-222</b>	86	3'82 dies	alfa	5'48
<b>Poloni-218</b>	84	3'05 minuts	alfa	5'99
<b>Plom-214</b>	82	26'8 minuts	beta-gamma	0'7
<b>Àstat-218</b>	85	2'0 segons	alfa	6'63
<b>Bismut-214</b>	83	19'7 minuts	alfa-beta-gamma	5'51-3'17
<b>Poloni-214</b>	84	0'000164 segons	alfa	7'68
<b>Tal·li-210</b>	81	1'32 segons	beta	1'19
<b>Plom-210</b>	82	22 anys	beta-gamma	0'018
<b>Bismut-210</b>	83	5 dies	beta	1'2
<b>Poloni-210</b>	84	140 dies	alfa	5'3
<b>Tal·li-206</b>	81	4'23 minuts	beta	1'51
<b>Plom-206</b>	82	estable	-	-

#### La sèrie radioactiva / la cadena de desintegració de l'Actini (Actiniurani):

L'Urani-235 també té la seva pròpia cadena de desintegració. L'U-235 es desintegra tot emetent una partícula alfa, i es transforma en Tori-231, el qual n'emet una de beta i es transforma en Protoactini-231,

que tot emetent una partícula alfa es transforma en Actini-227. I així fins arribar al Plom-207 que és estable. La cadena de desintegració de l'Urani-235 és la següent:

nom de l'element	nombre atòmic	període semidesintegració	radiació	energia (MeV)
<b>Urani-235</b>	92	707.000.000 anys	alfa	4,58
<b>Tori-231</b>	90	24,6 hores	beta	0,03
<b>Protoactini-231</b>	91	32.000 anys	alfa	5,04
<b>Actini-227</b>	89	21,7 anys	alfa-beta	4,94 - 0,04
<b>Tori-227</b>	90	18,9 dies	alfa-gamma	6,05
<b>Franci-223</b>	87	21 minuts	beta	1,2
<b>Radi-223</b>	88	11,2 dies	alfa-gamma	5,75
<b>Radó-219</b>	86	3,92 segons	alfa	6,82
<b>Poloni-215</b>	84	0,183 segons	alfa-beta	7,38
<b>Plom-211</b>	82	3,61 minuts	beta-gamma	1,39
<b>Àstat-215</b>	85	0,0001 segons	alfa	8
<b>Bismut-211</b>	83	2,16 minuts	alfa-beta-gamma	6,62
<b>Poloni-211</b>	84	0,0051 segons	alfa	7,43
<b>Tal·li-207</b>	81	4,76 minuts	beta-gamma	1,44
<b>Plom-207</b>	82	estable	-	-

- **L'URANI I ELS SEUS EFECTES SOBRE LA SALUT.**

#### **L'URANI I LA SALUT**

L'Urani és producte tòxic tant a nivell químic com a nivell radiològic. Fora del cos humà, l'Urani presenta un perill relativament reduït, doncs les seves emissions gamma són febles, però si l'exposició és prolongada el perill pot augmentar considerablement. En canvi, si s'inhala o s'ingereix, augmenta considerablement el risc de contraure càncer de pulmó o d'ossos, degut a les emissions alfa.

Els productes de desintegració de l'Urani-238 també presenten perills per a la salut. El Tori tendeix a acumular-se als ossos. El Poloni s'acumula als teixits tous però també als ossos. El Radi, és semblant al calci, i s'acumula a la superfície del ossos, passant posteriorment a les capes interiors de l'estructura òssea. El Radi es perillós per ingestió. És un conegut cancerígen, descobert a la segona dècada del segle XX, quan es va començar a fer servir per pintar els rellotges perquè fossin visible en la foscor. El gas Radó-222 és el producte de desintegració del Radi-226 i té un període de semidesintegració de 3'82 dies. El Radó i els seus productes de desintegració són els responsables històrics de les elevades tasses de càncer entre els treballadors de la mineria de l'Urani. La solubilitat de l'Urani fa que sigui un producte molt tòxic en tant que metall pesant. En ingerir-se o inhalar-se pot afectar els ronyons.

**GCTPFNN**  
**Setembre 2004**