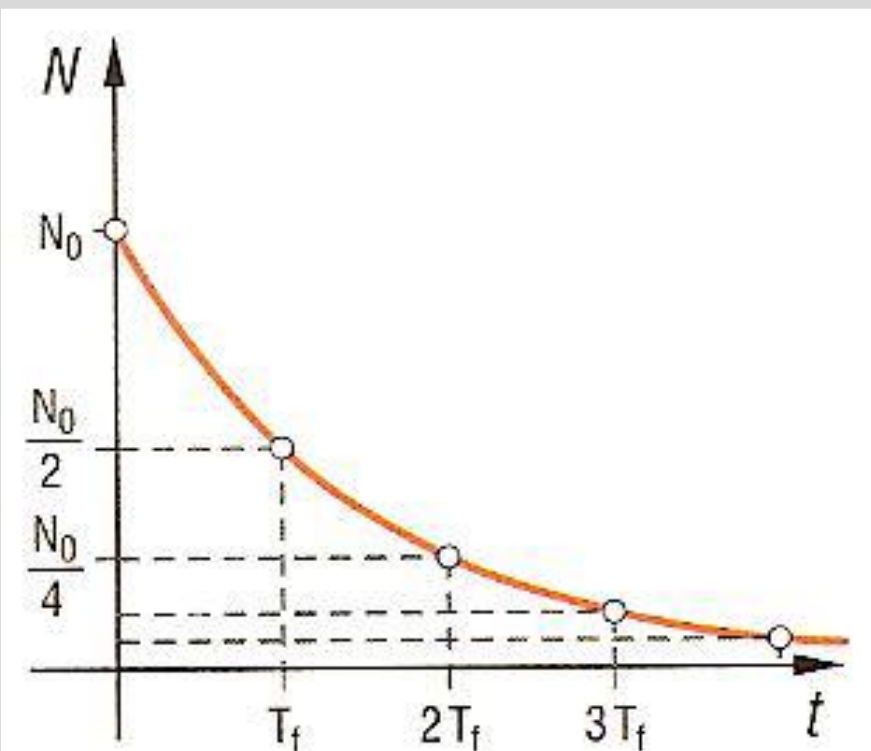


Radioaktív sugárzások jellemzői

Felezési idő

Azt az időt, amely alatt egy radioaktív anyagban a radioaktív magok száma a kezdeti érték felére csökken, felezési időnek nevezzük.

Jele: T , mértékegysége: s



A radioaktív izotópok felezési ideje állandó.

Értéke nem függ sem a hőmérséklettől, sem más makroszkópikus anyagi jellemzőtől, csak az izotóp atommagjának belső szerkezetétől, csak az izotóp milyenségétől.

Bomlási törvény

Egy radioaktív izotópban a t időpillanatban meglévő, el nem bomlott atommagok számát a bomlási törvény segítségével számolhatjuk ki:

$$N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

N_0 : az atommagok
kezdeti száma
 T : a felezési idő
 t : az eltelt idő
 $N(t)$: az atommagok
pillanatnyi száma

IZOTÓP	BOMLÁSI MÓD	FELEZÉSI IDŐ
^{238}U	α	$4,5 \cdot 10^9$ év
^{235}U	α	$7,1 \cdot 10^8$ év
^{226}Ra	α	1600 év
^{90}Sr	β	25 év
^{60}Co	β, γ	5,27 év
^3H	β	12,26 év
^{222}Rn	α	3,82 nap

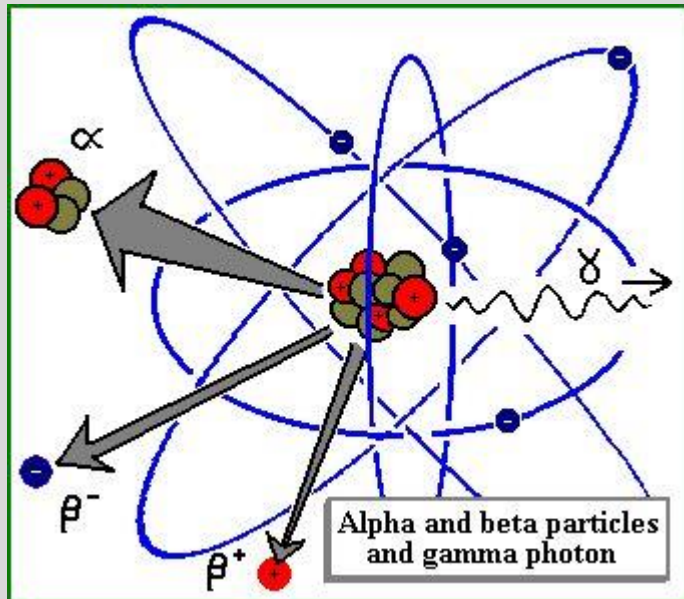
Aktivitás

Egy adott mennyiségű radioaktív anyag aktivitásán az időegység alatt elbomló atommagok számát értjük.

Jele: A,

Mértékegysége: 1/s=Bq (becquerel)

$$\text{Kiszámítása : } A = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$



Egy adott radioaktív anyag aktivitása **arányos a még el nem bomlott magok számával (N).**

Az arányossági tényező a bomlásállandó (λ) az anyag minőségre jellemző állandó.

$$A = \lambda \cdot N$$

Aktivitás és részecskeszám

- A t időpontban lévő aktivitás egyenes arányban van a t időpontban meglévő részecskék számával ($N(t)$):
- $A(t) = \lambda \cdot N(t)$
- A λ bomlási állandó meghatározható a T felezési idő segítségével: $\lambda = \frac{0,693}{T}$.

$$A(t) = \lambda \cdot N(t) = \frac{0,693}{T} \cdot N(t)$$

Ha ismerjük a kezdeti aktivitást (A_0), akkor t időpontban mérhető aktivitás ($A(t)$) az alábbi képlet alapján meghatározható:

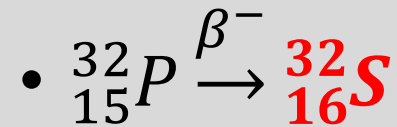
$$A(t) = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

Feladat

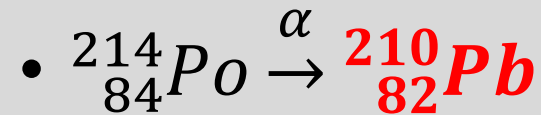
Milyen magok keletkeznek az alábbi átalakulások során?

- ${}_{15}^{32}\text{P} \xrightarrow{\beta^-} ?$
- ${}_{84}^{214}\text{Po} \xrightarrow{\alpha} ?$
- ${}_{17}^{38}\text{Cl}^* \xrightarrow{\gamma} ?$

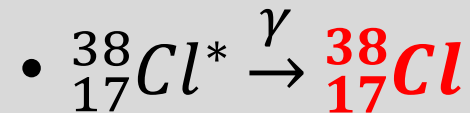
• Megoldás:



A rendszám eggyel nő a tömegszám nem változik.



Rendszám 2-vel a tömegszám 4-el csökken.



Sem a rendszám sem a tömegszám nem változik. Az klór atom gerjesztett állapotból alapállapotba kerül.

Feladat

Milyen sugárzás során
következnek be az alábbi izotóp
átalakulások?

- ${}_{16}^{35}\text{S} \rightarrow {}_{17}^{35}\text{Cl}$
- ${}_{90}^{230}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{226}\text{Ra}$
- ${}_{56}^{140}\text{Ba} \rightarrow {}_{57}^{140}\text{La}$
- ${}_{11}^{21}\text{Na} \rightarrow {}_{10}^{21}\text{Ne}$
- ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N}$
- ${}_{78}^{190}\text{Pt} \rightarrow {}_{76}^{186}\text{Cs}$

Megoldás:

- ${}_{16}^{35}\text{S} \xrightarrow{\beta^-} {}_{17}^{35}\text{Cl}$
- ${}_{90}^{230}\text{Th} \xrightarrow{\alpha} {}_{88}^{226}\text{Ra}$
- ${}_{56}^{140}\text{Ba} \xrightarrow{\beta^-} {}_{57}^{140}\text{La}$
- ${}_{11}^{21}\text{Na} \xrightarrow{\beta^+} {}_{10}^{21}\text{Ne}$
- ${}_{6}^{14}\text{C} \xrightarrow{\beta^-} {}_{7}^{14}\text{N}$
- ${}_{78}^{190}\text{Pt} \xrightarrow{\alpha} {}_{76}^{186}\text{Cs}$

Feladat

Egy radioaktív izotóp aktivitása 5000 Bq. felezési ideje 32000 s. Hány óra múlva lesz az aktivitása az eredeti 8-ad része?

$$A_0 = 5000 \text{ Bq}$$

$$\frac{A(t)}{A_0} = \frac{1}{8}$$

$$T = 32000 \text{ s}$$

$$t = ?$$

Megoldás:

- $A(t) = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ aktivitás időtől való függése

- $\frac{A(t)}{A_0} = 2^{-\frac{t}{T}}$

- $\frac{1}{8} = 2^{-\frac{t}{T}}$

- $2^{-3} = 2^{-\frac{t}{T}}$ exp. függvény szigorú monotonitása miatt a kitevők megegyeznek

- $-3 = -\frac{t}{T}$

- $t = 3 \cdot T = 96000 \text{ s} = 26,66 \text{ óra}$

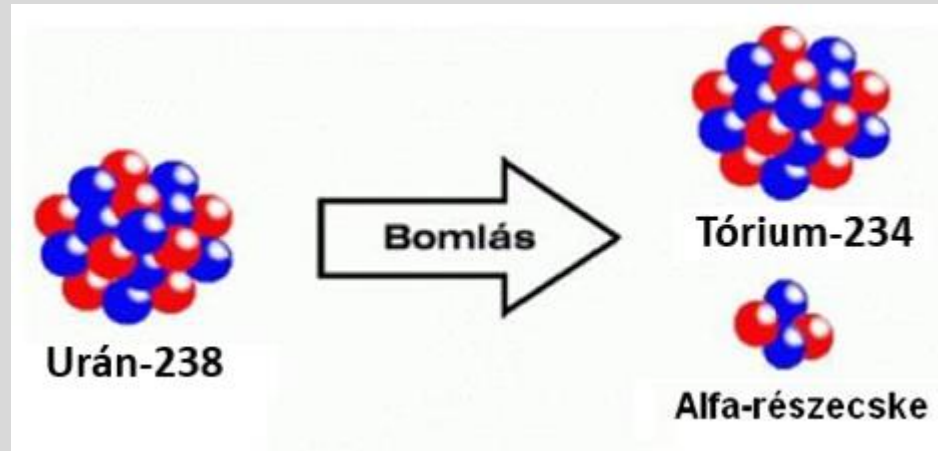
Bomlási sorok

A természetben előforduló radioaktív nehézatommagok bomlási sorokba rendezhetők, melyeknek névadója a kezdő őselem (vagy a végső stabil elem). **Egy-egy családon belül a tömegszámok 4-gyel, vagy 0-val változnak meg**, így a négygyel való osztáskor a maradékok ugyanazok. Ennek megfelelően **négy bomlási sor lehetséges**:

Család	Maradék 4-el osztva	Első elem	Utolsó elem	Felezési idő (milliárd év)
tórium - sor	0	${}^{232}_{90}\text{Th}$	${}^{208}_{82}\text{Pb}$	18
neptúnium - sor	1	${}^{237}_{93}\text{Np}$	${}^{209}_{83}\text{Bi}$	0.00214
urán - 238 - sor	2	${}^{238}_{92}\text{U}$	${}^{206}_{82}\text{Pb}$	4.51
urán - 235 - sor	3	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{207}_{82}\text{Pb}$	0.704

A **neptúnium-sor** első elemének felezési ideje jóval rövidebb, mint a Föld életkora (4.5 milliárd év), ezért a bomlási sor tagjai már mind elbomlottak, s így **csak mesterségesen állíthatók elő**.

Urán-238 bomlása



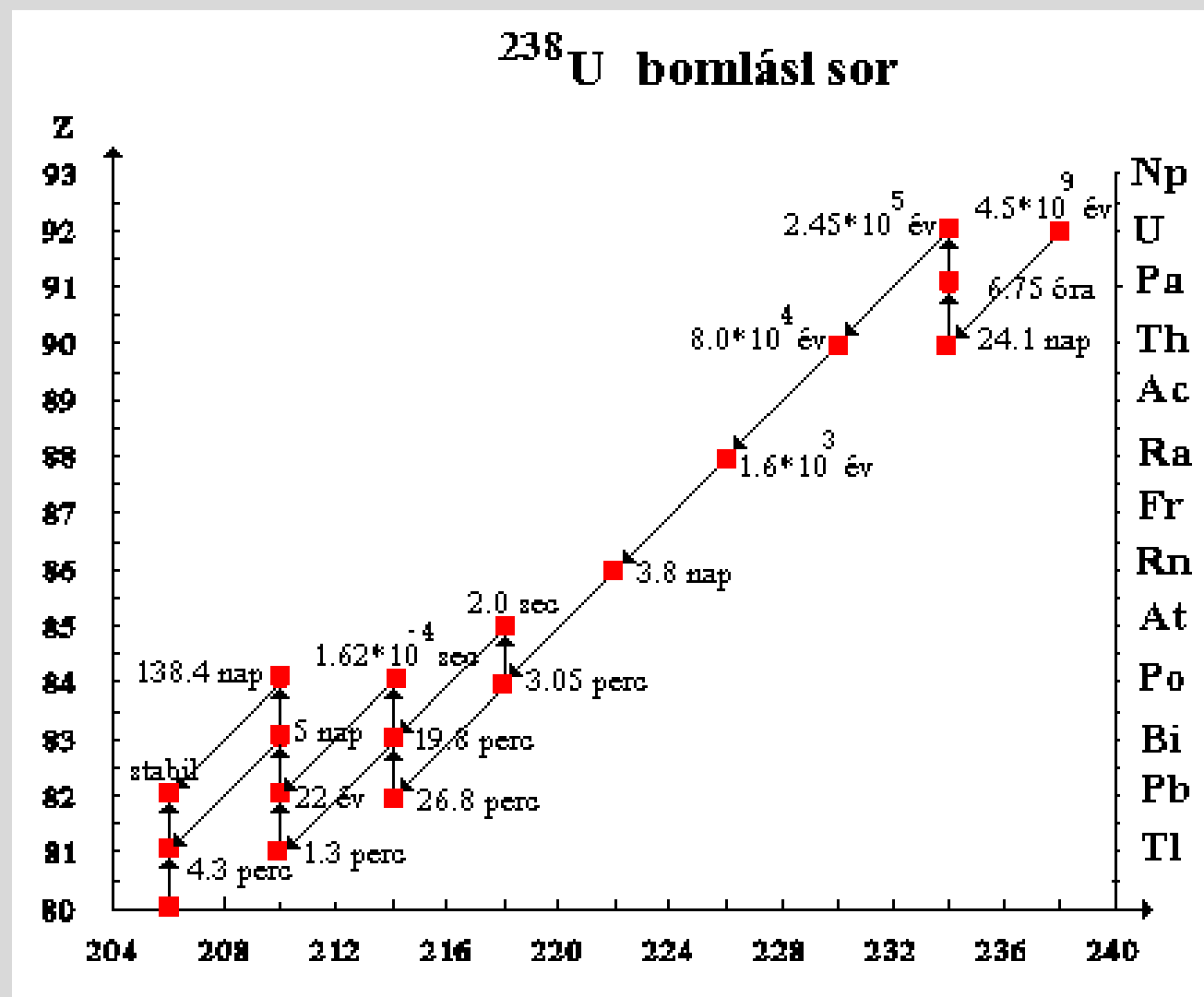
Az urán bomlását követően újabb radioaktív elem keletkezik, majd újabb sugárzó elem és így tovább, a folyamat mindaddig tart, amíg egy stabil elem nem jön létre. Esetünkben a 206-os ólom.

Az urán bomlása során keletkező elemeket leányelemeknek nevezzük.

URANIUM 238 (U238) RADIOACTIVE DECAY

type of radiation	nuclide	half-life
α	uranium-238	4.47 billion years
β	thorium-234	24.1 days
β	protactinium-234m	1.17 minutes
α	uranium-234	245000 years
α	thorium-230	8000 years
α	radium-226	1600 years
α	radon-222	3.823 days
α	polonium-218	3.05 minutes
β	lead-214	26.8 minutes
β	bismuth-214	19.7 minutes
α	polonium-214	0.000164 seconds
β	lead-210	22.3 years
β	bismuth-210	5.01 days
α	polonium-210	138.4 days
	lead-206	stable

Urán-238 sor



A sor utolsó bomlása: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb}$