

Az atommag összetétele, radioaktivitás

Az atommag alkotórészei

proton: pozitív töltésű részecske, töltése egyenlő az elektron töltésével, csak nem negatív, hanem pozitív: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C
tömege az elektron tömegének kb. 1800-szorosa: $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg

neutron: semleges töltésű részecske, töltése nincs, tömege kb. egyenlő a proton tömegével.

A protonok és neutronok közös elnevezése: **nukleonok**

Az atommagban levő protonok számát **rendszám**nak nevezzük.

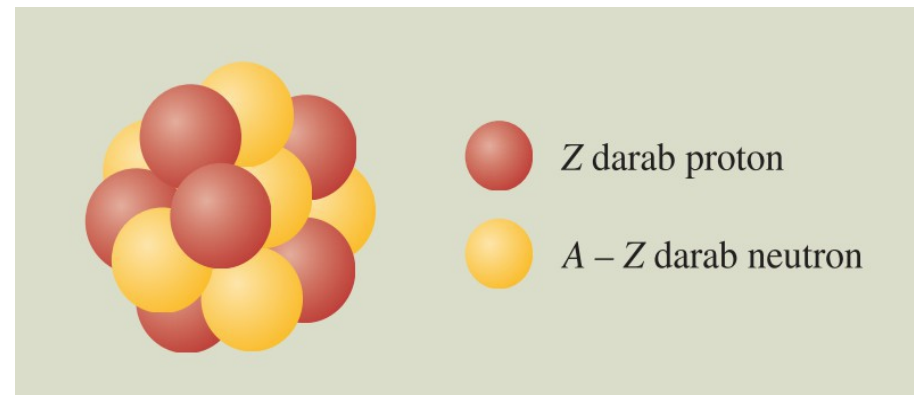
Jele: **Z**

Az atommagban levő nukleonok számát: **tömegszám**nak nevezzük. Jele: **A**

Tehát az atommagban van Z db proton és A-Z db neutron.

Az elemek atommagját is az elem vegyjelével jelöljük, és a bal oldalon jelöljük a rendszámot és a

tömegszámot:
$$\begin{matrix} A \\ z \end{matrix} X$$



Izotópok: Azonos rendszámú, más tömegszámú atommagok. (ugyanannyi protont, de több neutron tartalmaznak)

Az atommag mérete 10^{-15} m nagyságrendű.

Magerő – A protonok között elektromos taszítóerő van. Ez nagyság-rendekkel nagyobb, mint a nukleonok közötti gravitációs vonzóerő (tömegvonzás). Ha más erőhatás nem lenne, akkor az atommag szétesne. Azért nem esik szét, mert van egy nagyobb vonzóerő, ami csak az atommagon belül hat: magerő vagy más néven nukleáris kölcsönhatás. Ez hat a protonok-protonok, neutronok-neutronok és protonok-neutronok között is, hatótávolsága nagyon kicsi, csak a szomszédos nukleonok között hat és kb. 100-szor erősebb, mint az elektromos taszítóerő.

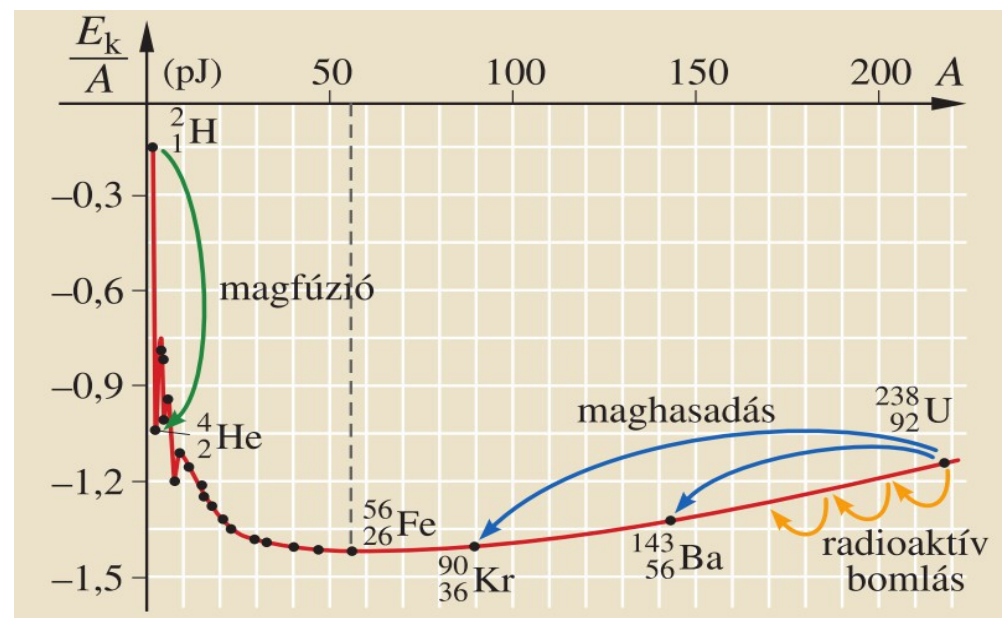
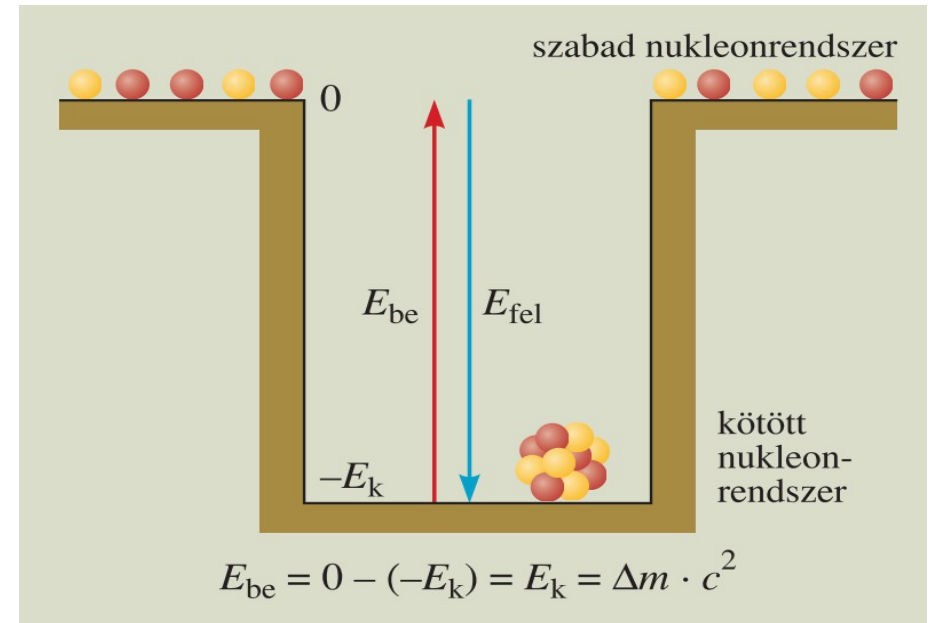
Tömeghiány – Az atommag tömege kisebb, mint az atommagot felépítő nukleonok tömegének összege. Ezt nevezik tömeghiánynak: $\Delta m = m_{\text{mag}} - (Z \cdot m_p + (A-Z) \cdot m_n)$

Az atommag kötési energiája

A tömeghiányból számítható az atommag kötési energiája, ami negatív, mivel a tömeghiány is negatív érték: $E_k = \Delta m \cdot c^2$

A kötési energia azért negatív, mert az atommag „**energiagödör**”-ben van, mert pozitív energiát kell befektetni ahhoz, hogy szétszakítsuk alkotórészeire, szabad nukleonokra, amiknek szabadon az energiájuk 0 lenne.

Az **egy nukleonra jutó kötési energia** kis rendszámú atommagoknál kisebb abszolút értékű, a vasnál a legnagyobb abszolút értékű, az uránig ismét csökken (absz. értékben). Ezért kétféle módon szabadulhat fel energia az atommagok átalakulásakor: Kis rendszámú atommagok egyesülésekor (pl. H -ből He) (**magfúzió**), vagy nagy rendszámú atommagok széthasadásakor (**maghasadás**). (pl. U hasadása).



Radioaktivitás

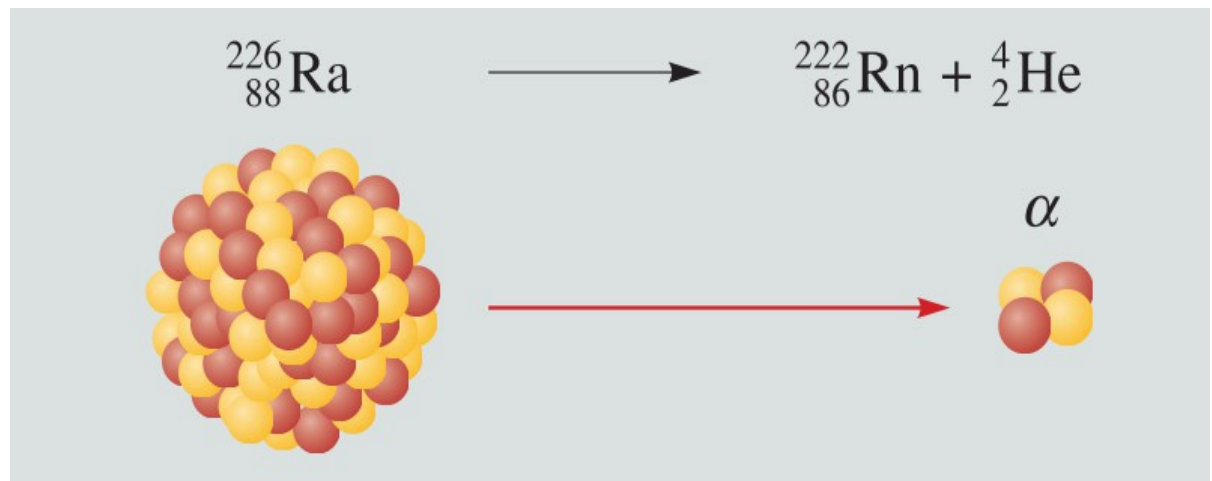
A természetes radioaktív sugárzást Henri Becquerel fedezte fel 1896-ban. Megállapította, hogy vannak olyan anyagok, amelyek láthatatlan sugárzást bocsátanak ki magukból, és pl. megfeketítik a fényképezőlemezt. A Curie házaspár a kísérletei során előállított olyan atommagokat is, amelyek szintén radioaktívak, de a természetben nem fordulnak elő. pl. Radium, Polonium (az Uránnál nagyobb rendszámú atommagok).

A radioaktivitás során az atommagok valamilyen sugárzást bocsátanak ki magukból. **3 fajta radioaktív sugárzás létezik: α , β és γ .** Az első kettő esetében az atommag átalakul, „bomlik”.

Az **α sugárzás** során He atommag keletkezik (2 p + 2 n), az atommag rendszáma

2-vel, a tömegszáma 4-el csökken. Az α sugárzás tehát pozitív

He atommagokból áll.



A **negatív β sugárzás** során elektron keletkezik az atommagban (egy neutron átalakul egy protonná és egy elektronná). Az atommag rendszáma eggyel nő, tömegszáma nem változik.

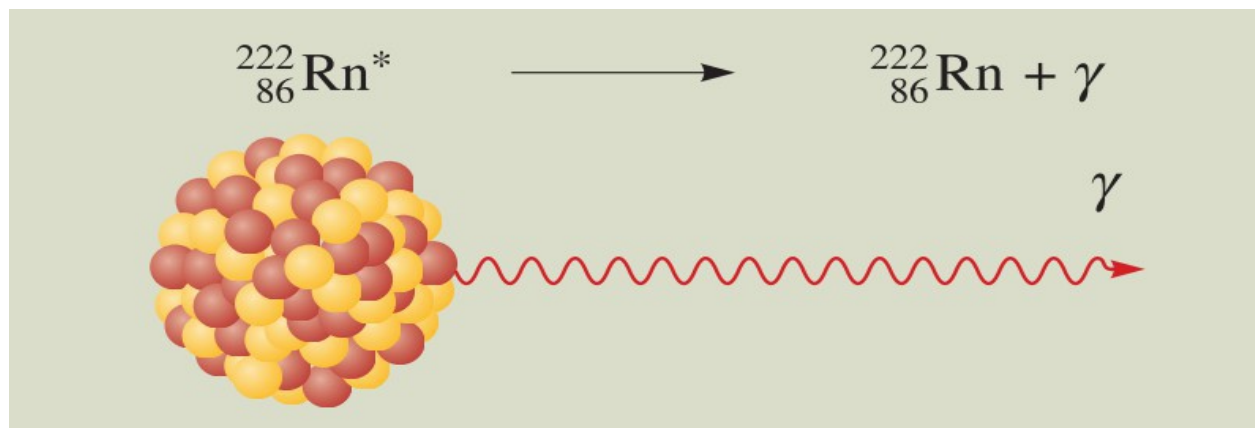
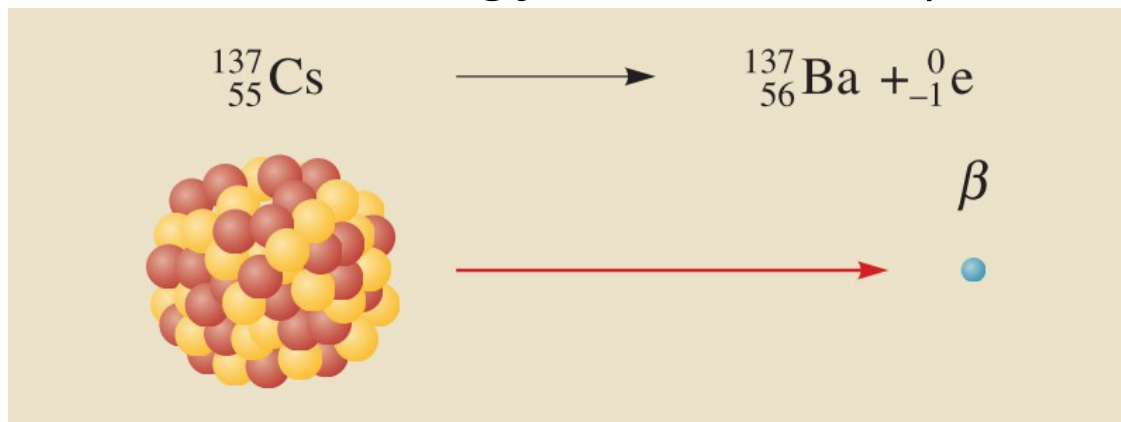
A negatív β sugárzás tehát **negatív elektronokból** áll.

Van **pozitív β sugárzás** is.

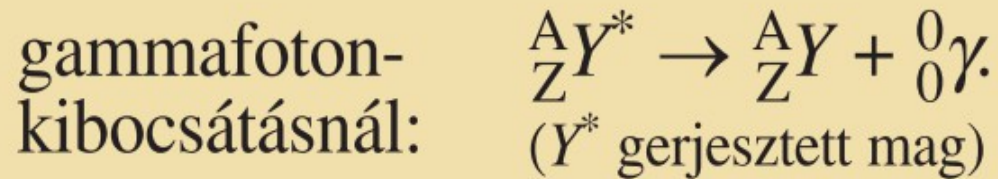
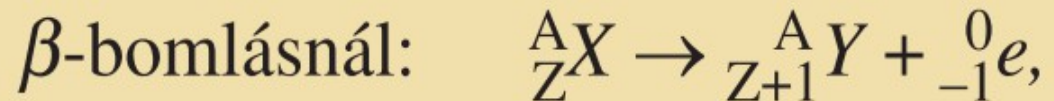
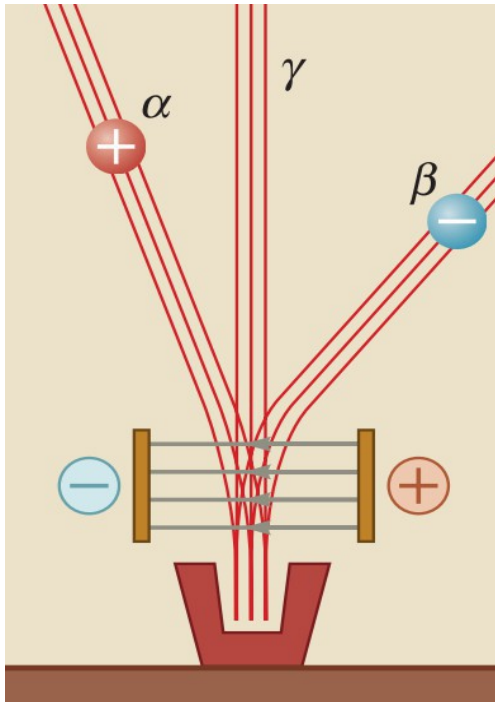
Ekkor egy proton alakul át neutronná és egy pozitív elektron; egy **pozitron** keletkezik, és a rendszám (protonszám) eggyel csökken.

A **γ (gamma) sugárzás** az atommag rendszáma, tömegszáma nem változik, az atommag egy magasabb energiaszintről (gerjesztett állapotból) egy alacsonyabb energia szintre kerül és az energiakülönbséggel egyenlő energiájú fotont bocsát ki. A γ

sugárzás tehát nagy energiájú fotonokból álló elektromágneses sugárzás.



Elektromos vagy mágneses térrel a 3 sugárzás szétválasztható, mivel az α pozitív, a β negatív, a γ pedig semleges.



A radioaktív bomlást jellemző fogalmak:

Aktivitás

Megadja, hogy az elem atommagjai közül 1 s alatt mennyi bomlik el. Jele: A mértékegysége $1/s = \text{Bq}$ (Becquerel)

$A = \Delta N / \Delta t$ (ΔN a Δt idő alatt elbomló atommagok száma)

pl. 1 gramm Radium aktivitása $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq (1 másodperc alatt ennyi atommag bomlik el és bocsát ki alfa sugárzást)

Felezési idő

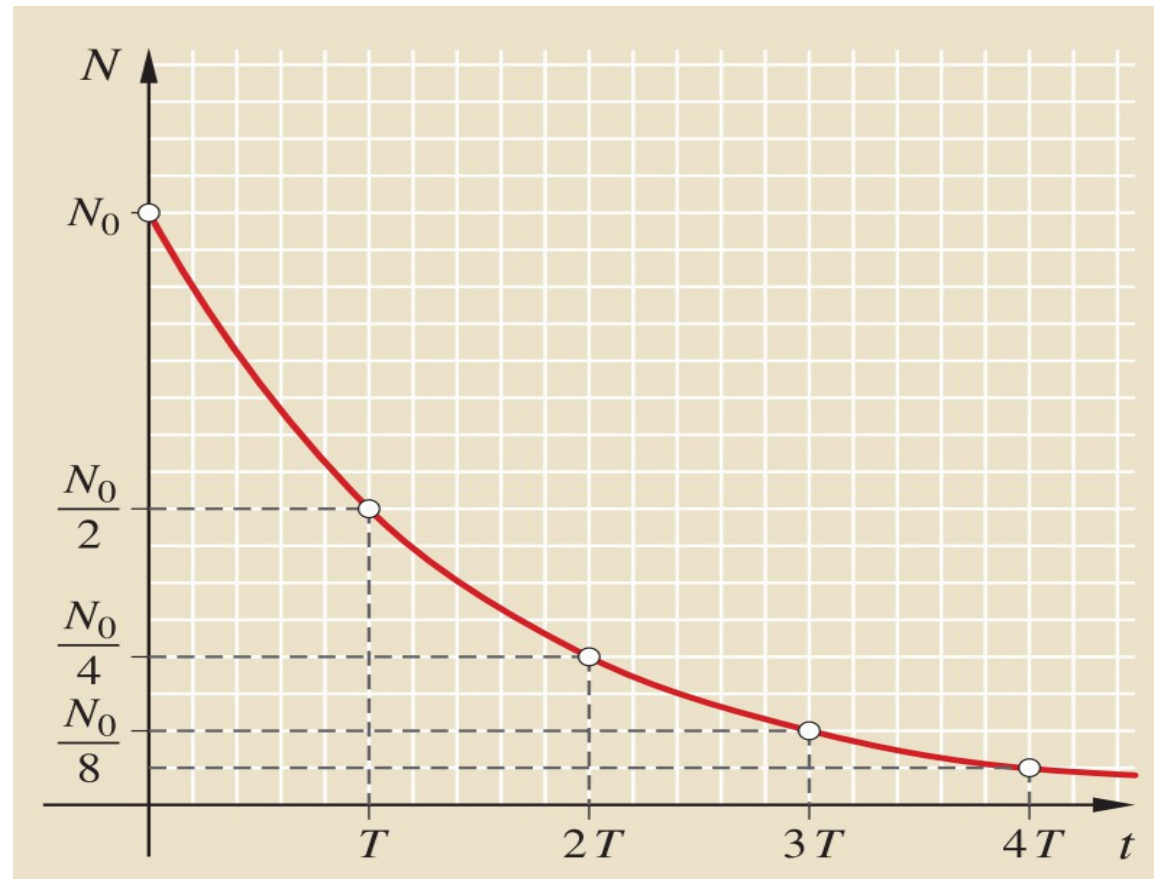
Ennyi idő alatt bomlik el az atommagok fele. Jele: T

Egy radioaktív elem felezési ideje állandó, nem függ a hőmérséklettől sem, vagyis újabb és újabb T idő alatt mindig a megmaradt atommagok fele bomlik el.

Összefüggés a megmaradt, még el nem bomlott atommagok száma (N) és a kezdeti összes atommagok száma (N_0) között:

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

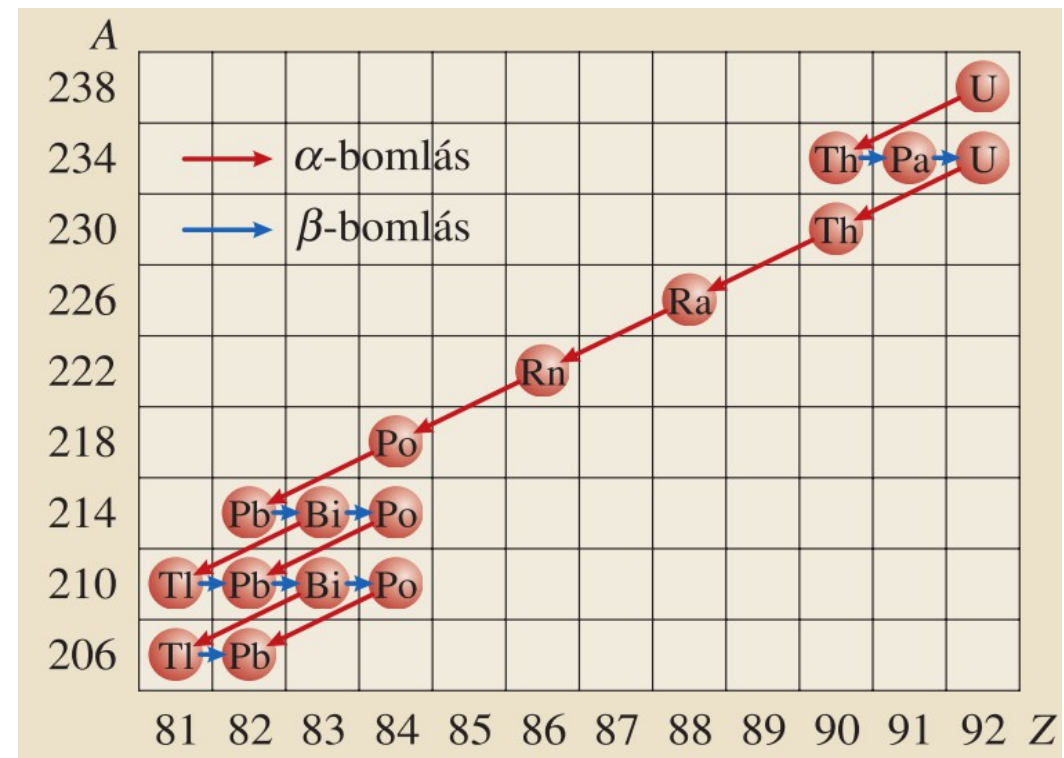
A különböző elemek atommagjainak felezési ideje nagyon különböző. (Pl. az Urán 238-as izotópjának 4,5 milliárd év, van olyan anyag, amelynek néhány mikrosekundum.)



Bomlási sorok: A Föld keletkezésekor 4 bomlási sor alakult ki az akkor létrejött elemekből. A 4 bomlási sorból 3 most is létezik, mivel az első elemei még nem bomlottak el.

A SOR ELNEVEZÉSE	KEZDŐ VAGY ŐSELEM	ŐSELEM FELEZÉSI IDEJE (MILLIÓ ÉVBEN)	VÉGSŐ STABIL IZOTÓP
$A = 4n$ tórium-sor	${}^{232}_{90}\text{Th}$	14 100	${}^{208}_{82}\text{Pb}$
$A = 4n + 1$ neptúnium-sor	${}^{237}_{93}\text{Np}$	2,1	${}^{209}_{83}\text{Bi}$
$A = 4n + 2$ urán-238-sor	${}^{238}_{92}\text{U}$	4470	${}^{206}_{82}\text{Pb}$
$A = 4n + 3$ urán-235-sor	${}^{235}_{92}\text{U}$	713	${}^{207}_{82}\text{Pb}$

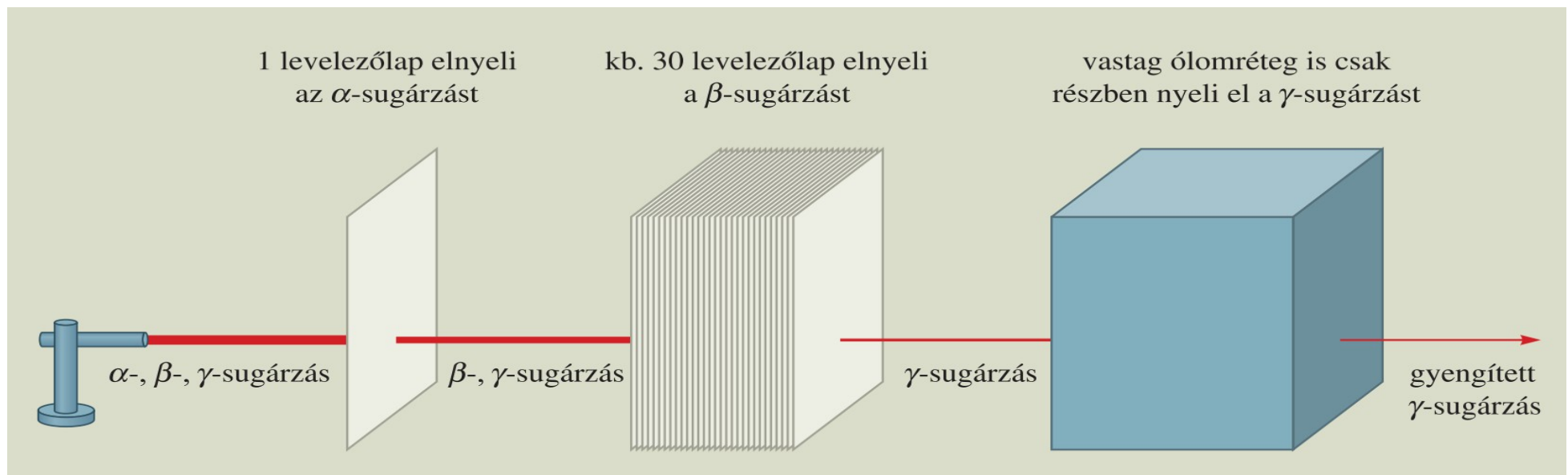
Az Urán 238-as izotópjának bomlási sora:



Mesterséges radioaktivitás: Elemek ütköztetésével, atommagok gerjesztésével, részecskesugárral létre lehet hozni olyan atommag izotópokat, amelyek nem stabilak, radioaktívak, vagyis valamilyen radioaktív sugárzást kibocsátva elbomlanak. Leggyakrabban neutron sugárzással szoktak ilyen elemeket létrehozni.

A sugárzások áthatoló képessége

Az α sugárzás a legkisebb energiájú, egy alumínium fólia vagy papírlap is elnyeli. A β sugárzást kb. 30-szor ilyen vastag fém vagy papír nyeli el. A legnagyobb energiájú a γ sugárzás. Ezt vastag ólom vagy betonréteg is csak részben nyeli el.



A radioaktív sugárzás biológiai hatása

A radioaktív sugárzásnak az emberi testre gyakorolt hatása több dologtól függ:

- a sugárzás fajtájától
- a sugárzás erősségétől; a sug. anyag aktivitásától (Bq-ben)
- mennyi ideig éri a embert
- kívülről vagy belülről éri a szervezetet
- a szervezet melyik részét éri a sugárzás.

A sugárzásnak több káros biológiai hatása van:

- **ionizáló hatás:** Az atomokról, molekulákról leszakít elektronokat és így azok pozitív ionokká válnak. Ezek az ionok a szervezetben káros kémiai reakciókat idéznek elő, károsítják a sejteket, szöveteket.

- **sejtroncsoló hatás:** A nagy energiájú gamma sugárzás, vagy pl. a belélegzett Radon roncsolja a sejteket, a sejtmag molekuláit.

A radioaktív sugárzás biológiai hatása annál nagyobb, minél nagyobb az élő anyag egységnyi tömegében elnyelődött sugárzási energia.

A radioaktiv sugárzás felhasználása

- régészeti leletek kormeghatározása (^{14}C izotóp mérésével):

A halottban nem pótlódik (étkezéssel) a sugárzó ^{14}C izotóp, ezért annak és a normál nem sugárzó ^{12}C izotóp aránya folyamatosan csökken a testben. A sugárzás felezési idejét ismerve meg lehet állapítani, hogy mennyi ideje halt meg a személy (több száz évtől több ezer évig lehet így meghatározni egy régészeti lelet korát).

- anyagok rétegvastagság mérése az iparban:

A sugárzás a vastagságtól függően nyelődik el az anyagban.

- rákos sejtek gamma sugárzással történő elpusztítása:

A sugárzást a rákos sejtekre irányítva el lehet azokat pusztítani úgy, hogy csak kevés egészséges sejt pusztuljon el körülötte (sugárkezelés).

- nyomjelző izotópos vizsgálat:

A testbe gyorsan elbomló sugárzó anyagot (jód izotóp) juttatva, a sugárzást követve lehet követni az anyag útját a testben. Meg lehet figyelni a jód kiürülésének gyorsaságát, az egyes testrészek (vese, pajzsmirigy) működését.