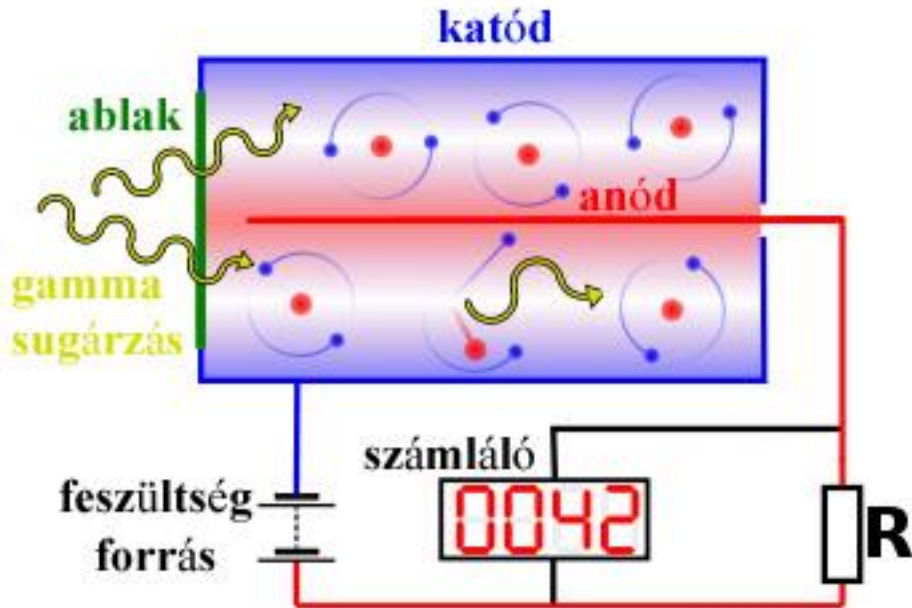


Az aktivitás mérése

Geiger-Müller számláló: az elektródák között feszültség van, de a bent lévő gáz alapesetben nem vezető. Az áthaladó sugárzás ionizáló hatására az áram lavinaszerűen megindul, mert a feszültség elegendően nagy ahhoz, hogy a keletkező elektronok felgyorsuljanak és maguk is ionizálják a gáz atomjait. Az R ellenálláson feszültségimpulzus keletkezik melyet egy hangszóróra vezetnek, és számolják is azokat.



A radioaktív sugárzás biológiai hatásai

Az ionizáló hatás miatt megzavarja a biológiai reakciókat. Hatása elsősorban az elnyelt energiától függ. Az elnyelt **dózis** az átlagosan elnyelt ionizáló sugárzás energiája per az elnyelő anyag tömege:

$$D = \frac{E_{\text{elnyelt}}}{m} \quad [D] = 1\text{Gy} = 1 \text{ gray} = 1 \text{ J/kg}$$

A biológiai hatás a T szövet által elnyelt R sugárzás típusától és energiájától is függ. Ennek jellemzésére vezették be a **dózis egyenértéket**, mely a biológiai károsodással arányos:

$$H_T = W_R D_T \quad [H] = 1\text{Sv} = 1 \text{ sievert}$$

W_R a **sugárzási súlytényező**, egy dimenziótlan szám, a típustól és energiától függ.

$W_R = 1$ röntgen-, gamma-, és bétasugárzás

$W_R = 5$ termikus (<10 keV) és gyors (>20 MeV) neutronok, protonok (>2 MeV)

$W_R = 10-20$ közepesen gyors neutronok (10 keV - 20 MeV, van egy csúcs 1 MeV körül!)

$W_R = 20$ alfa-részecskék, nehéz atommagok, hasadványok

Azokra a sugárzásokra nagy, melyeknél a közegben keltett ionok sűrűn vannak.

Sugárzás hatásai

- determinisztikus: adott dózis felett a hatás mindig megjelenik és arányos a dózissal, a lappangási idő néhány hét (klasszikus sugárbetegség).
- sztochasztikus: kis dózis is okozhat megbetegedést, lappangási idő több év, betegség súlyossága nincs arányban a dózissal.

Példa:

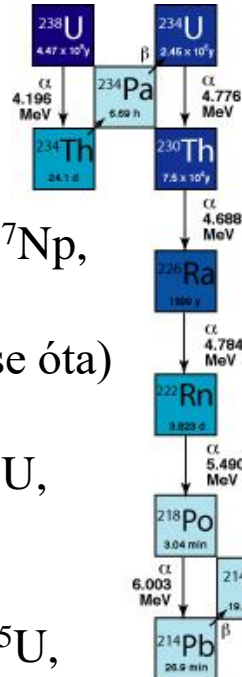
Élelmiszerek tartósítására használhatunk nagy energiájú EM sugárzást is. Ha például a romlékony nyers hús 2000 gray röntgensugár dózis nyel el, akkor elpusztulnak benne a baktériumok, és megfelelően lezárva sokáig eltartható marad.

- (a) Hány 5 MeV energiájú röntgen fotont kell egy 30 dkg tömegű hússzeletnek elnyelnie, hogy elérjük a 2000 gray dózist?
- (b) Számolja ki a dózis egyenértéket erre a dózusra, ha a besugárzást gyors neutronokkal végezzük a röntgen fotonok helyett!

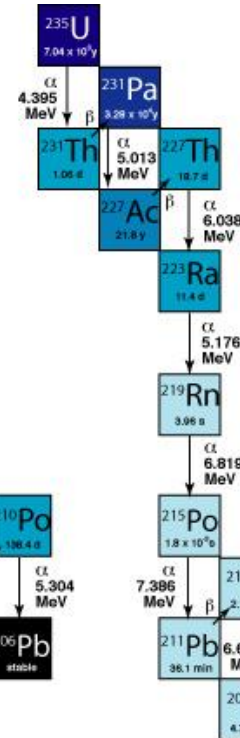
Bomlási sorok

A különböző bomlásoknál a tömegszám vagy nem változik (β , γ), vagy 4-el csökken (α). Ezért a periódusos rendszer végén lévő természetes anyagok bomlási sorokba rendezhetők. A tömegszám 4-el való osztásánál lehet 0, 1, 2, illetve 3 maradék, ezek megadják a négy különböző bomlási sort, melynek elején egy anyaelem áll, közbenső radioaktív elemeket pedig lányelemeknek hívjuk. A végső stabil elem a végtermék.

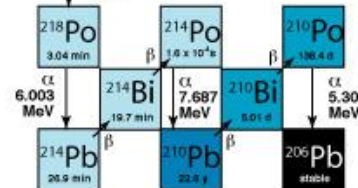
$A = 4n$ tórium-sor, anyaelem: ^{232}Th ,
 $T_{1/2} = 1,41 \cdot 10^{10}$ év, végtermék ^{208}Pb



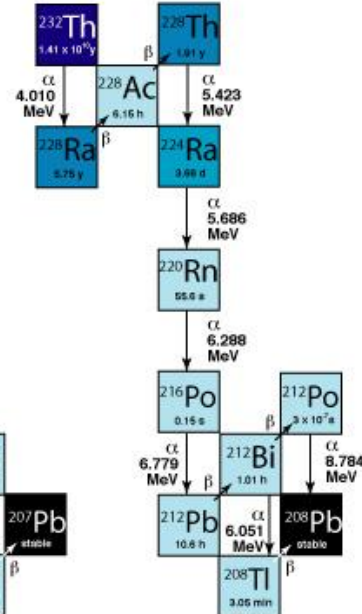
$A = 4n + 1$ neptúnium-sor, anyaelem: ^{237}Np ,
 $T_{1/2} = 2,14 \cdot 10^6$ év, végtermék ^{209}Bi
 (ez a sor már lebomlott a Föld keletkezése óta)



$A = 4n + 2$ urán 238-sor, anyaelem: ^{238}U ,
 $T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$ év, végtermék ^{206}Pb



$A = 4n + 3$ urán 235-sor, anyaelem: ^{235}U ,
 $T_{1/2} = 7,1 \cdot 10^8$ év, végtermék ^{207}Pb



Természetes radioaktivitás

1. Primordiális radioaktív izotópok:

A Naprendszer anyagául szolgáló szupernova robbanás során a 83-nál nagyobb rendszámú radioaktív nehéz elemek is létrejöttek: U-238, U-235, Th-232

Továbbá ezek leányelemei pl. K-40, Rb-87, Ra-226 és leányeleme Rn-222

2. Kozmogén radionuklidok:

Kozmikus sugárzás által keltett radioaktív izotópok a légkörben és a földkéregben.

Pl. H-3, C-14, Be-10

Természetes sugárterhelés forrásai:

égbolt: a kozmikus sugarak (nagy energiájú protonok és kisebb magok) által keltett neutronok és másodlagos kozmikus sugarak

belélegzett levegő: a tüdőbe kerülő radioaktív izotópok bomlásából származó α , β és γ sugarak.

étel és ital: elfogyasztott K-40 atomok és természetes eredetű urán izotópok bomlása.

talaj és épületek anyaga: γ sugárzás az ezekben elbomló radioaktív izotópok miatt.

Példa:

Az urán 235-ös izotópjának felezési ideje 700 millió év, a 238-as izotópé pedig 4,5 milliárd év. Jelenleg a 235-ös izotóp aránya 0,7% a természetes uránban, a 238-asé pedig 99,3%. Ha feltehetjük, hogy a két izotóp egyenlő mennyiségben jött létre, akkor hány milliárd évvel ezelőtt robbant fel az a szupernóva, amelyben a földi urán keletkezett?

Házi feladat 11:

1. A polónium 210-es tömegszámú izotópja rendkívül radioaktív α -bomló atommagokat tartalmaz, melyek felezési ideje 138,4 nap.

(a) Hány gramm ilyen polónium került bele egy 16m^3 térfogatú pálinka tárolóba, ha ezután nem sokkal egy fél deci pálinka aktivitása 1MBq ?

(b) Hány év alatt csökken le az aktivitás 10kBq értékre?!

2. A természetes káliumnak 0,01 %-a ^{40}K izotóp (azaz minden tízezredik kálium atom 40-es tömegszámú). A K-40 izotóp radioaktív, a felezési ideje 1,2 milliárd év, a kálium többi izotópja (K-39 és K-41) nem radioaktív. Számítsuk ki egy átlagos emberben lévő (nyilvánvalóan természetes izotóp-összetételű) 4 mólnyi mennyiségű kálium radioaktivitását!