



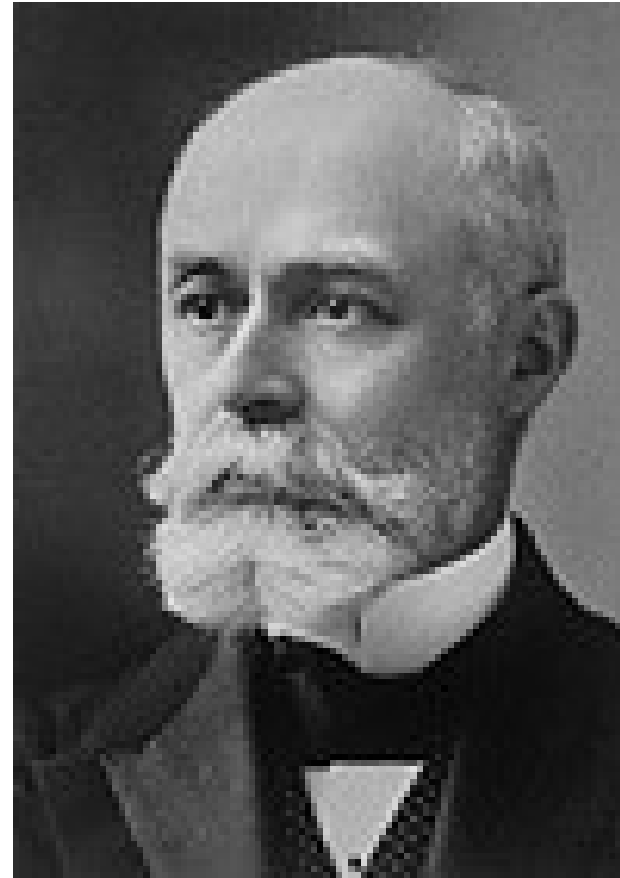
# **Atomfizikai ismeretek, röntgensugárzás és radioaktivitás**

Dr. Voszka István

Semmelweis Egyetem Biofizikai és  
Sugárbiológiai Intézet



Wilhelm Conrad Röntgen  
1845-1923



Antoine Henri Becquerel  
1852-1908

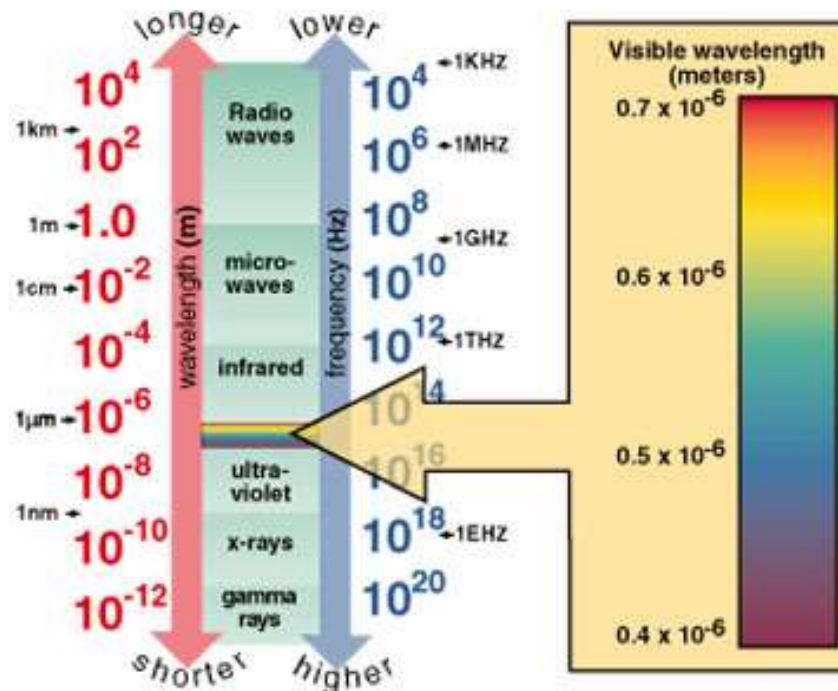
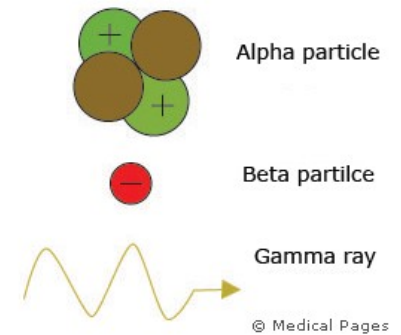
## ***Ionizáló sugárzások***

**a) korpuszkuláris:** nyugalmi tömeggel rendelkező részecskék alkotják

Pl:  $\alpha$ ,  $\beta$ , proton, neutron

**b) elektromágneses:** nyugalmi tömeggel nem rendelkezik, fotonok alkotják

$\gamma$ , röntgen



$$E = hf = hc/\lambda$$

## 1. Az atom szerkezete; ionizáció, gerjesztés

Atommag:  $d = 10^{-15}$ - $10^{-14}$  m

benne protonok (számuk  $\rightarrow$  rendszám-Z)

neutronok (protonok + neutronok

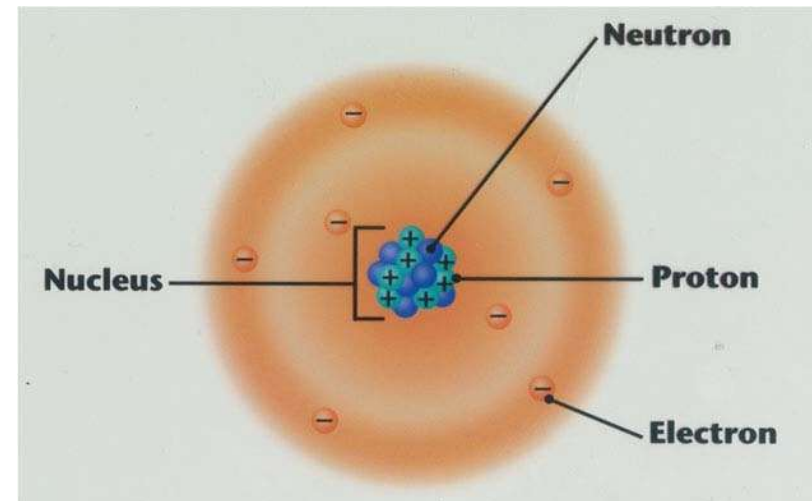
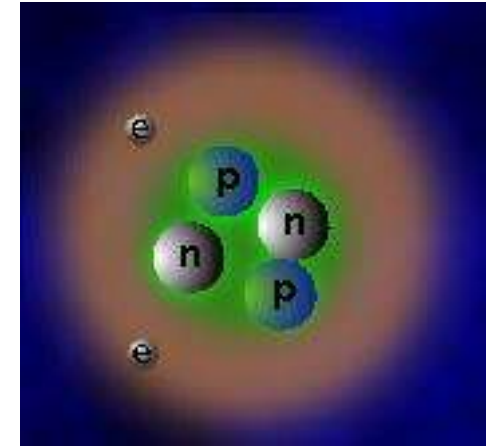
[nukleonok] száma együtt  $\rightarrow$  tömegszám-A)

Magsugárzások:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$

Elektronburok:  $d \approx 10^{-10}$  m

elektronok száma = protonok száma

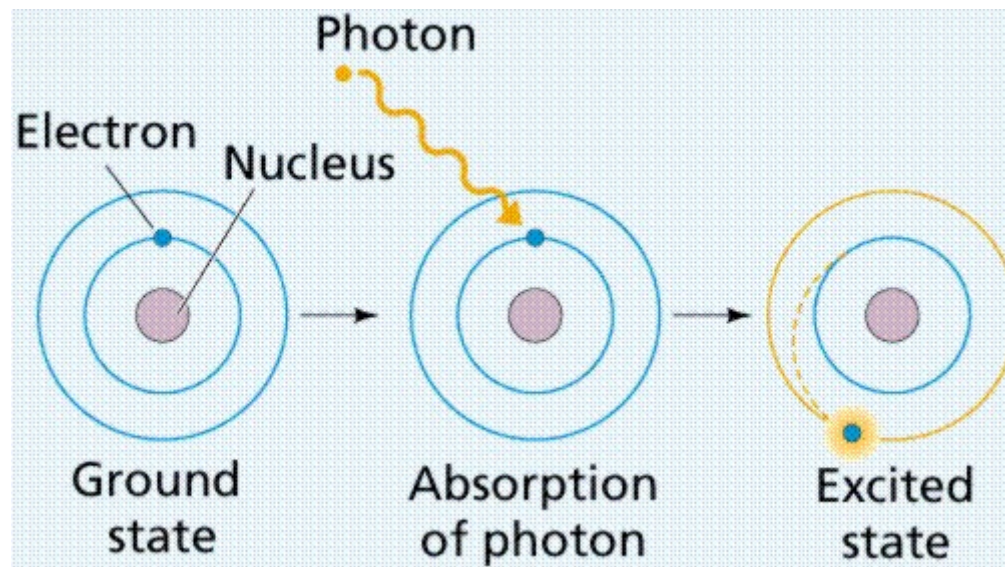
elhelyezkedés meghatározott sugarú és energiájú pályákon (kvantáltan)



*Gerjesztés:*  $\Delta E = h\nu = h c / \lambda$

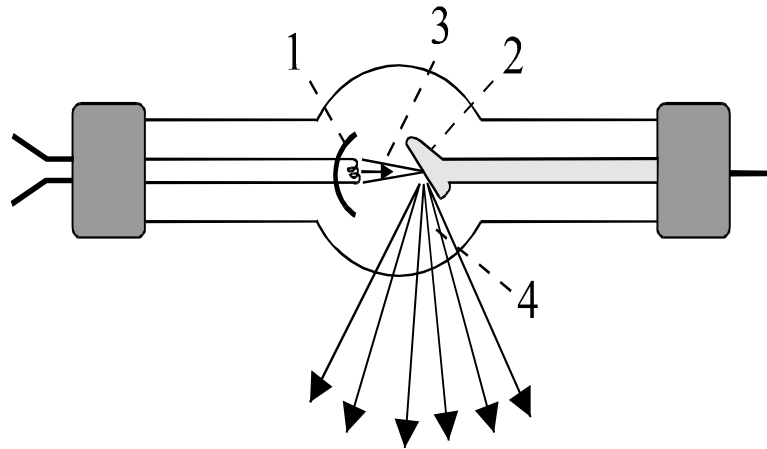
*Ionizáció:*  $h\nu \geq \Delta E$

Elektronburokból származó sugárzás:  
röntgen



## 2. Röntgensugárzás keletkezése

Előállítás leggyakrabban röntgencsőben

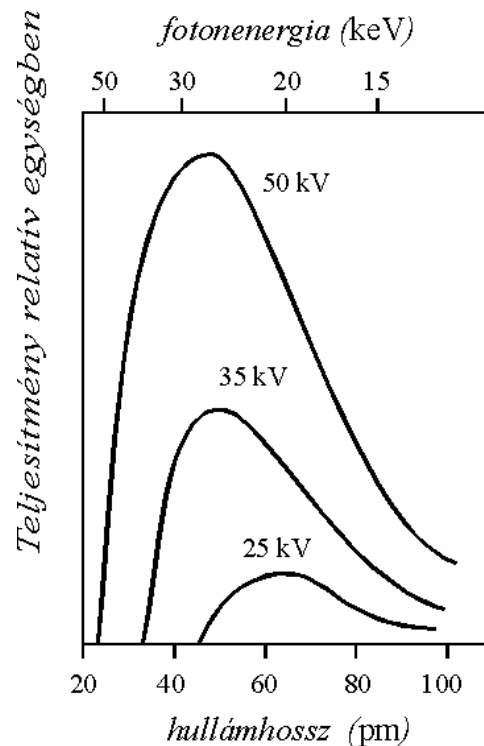


## Típusai: fékezési sugárzás

- folytonos spektrum, rövidhullámú határral
- $U$  növekedésével a sugárzás keményedik, az összteljesítmény nő ( $U^2$ -tel arányosan)

$$P = c U^2 I Z \quad \eta = c U Z$$

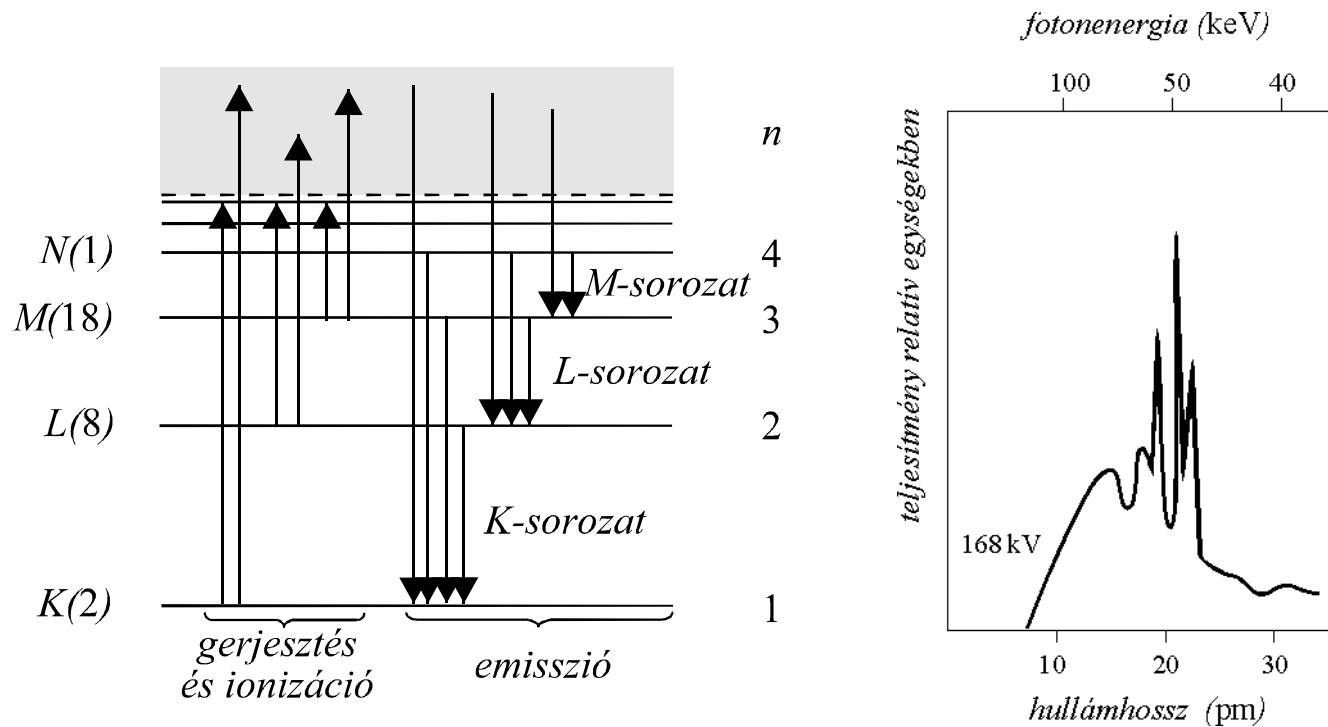
Alkalmazása: röntgen képalkotás

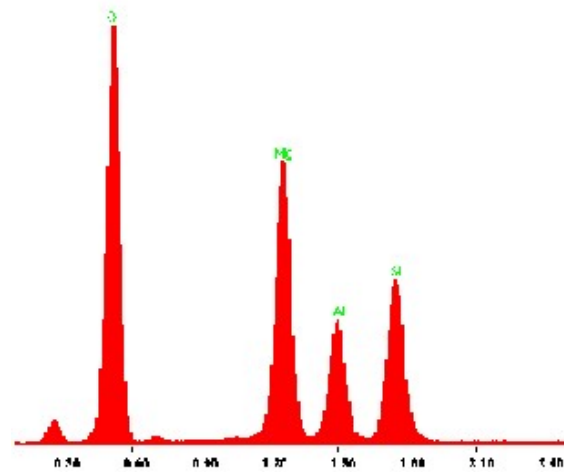
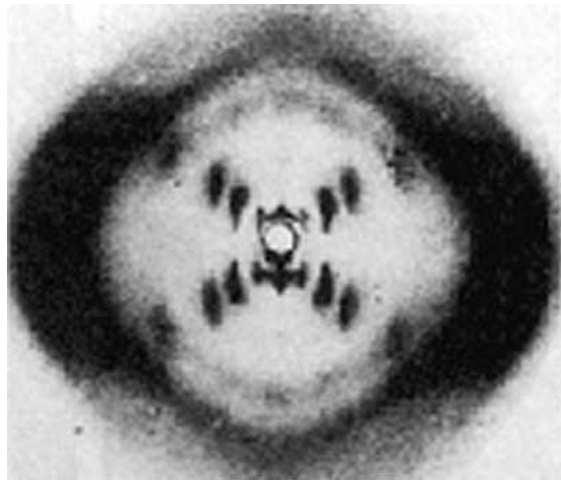


## karakterisztikus sugárzás

- nagy gyorsító feszültség esetén
- vonalas, az anódra jellemző spektrum

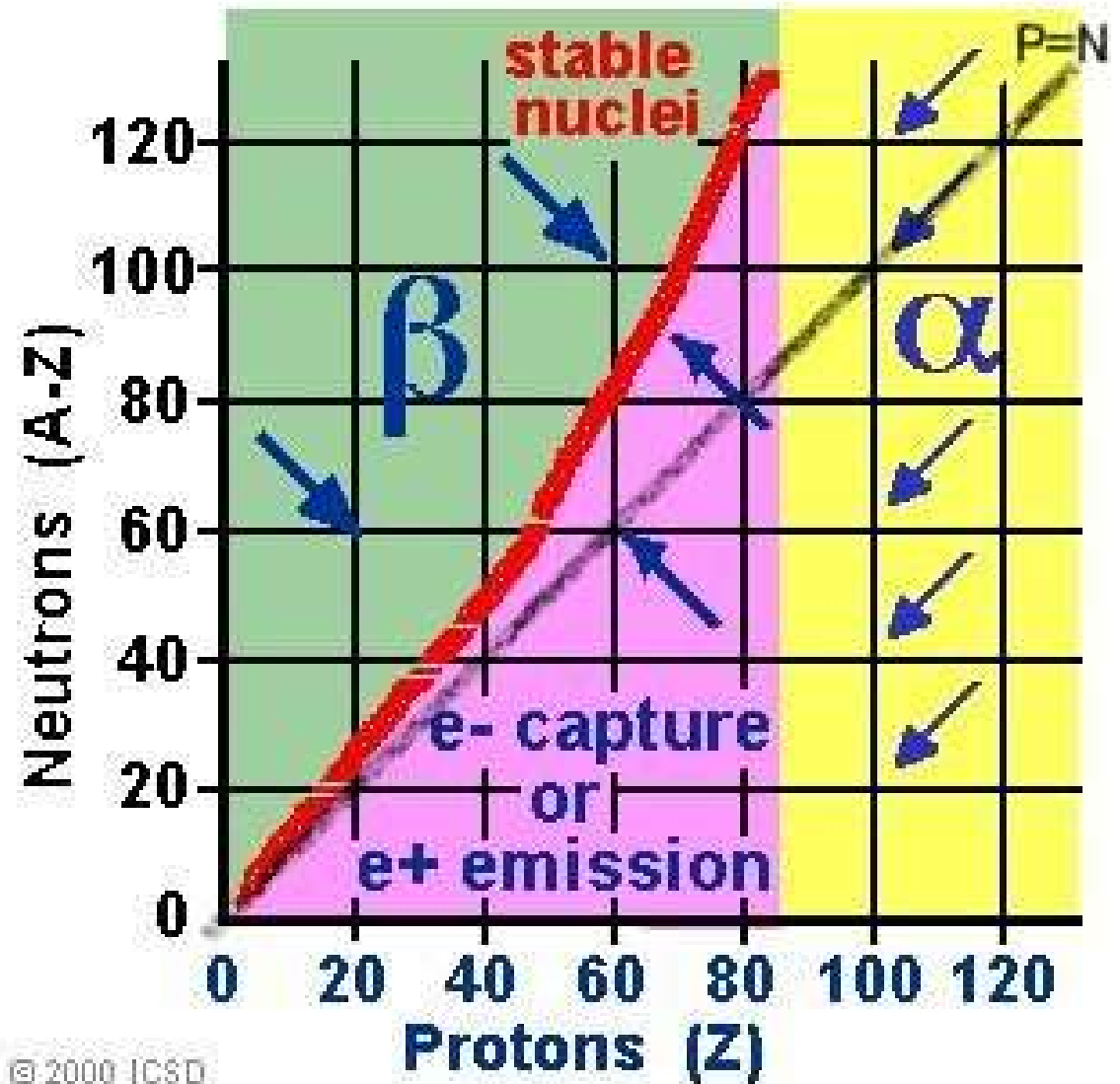
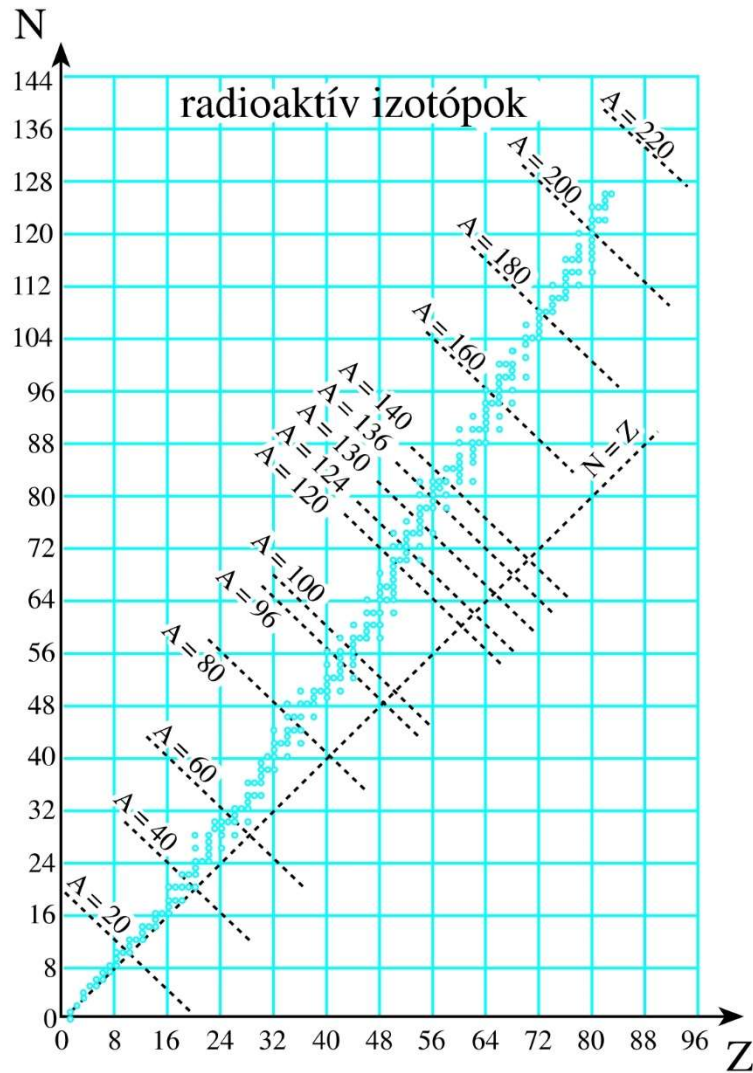
Alkalmazása: csontdenzitometria,  
anyagazonosítás, molekulaszerkezet vizsgálata



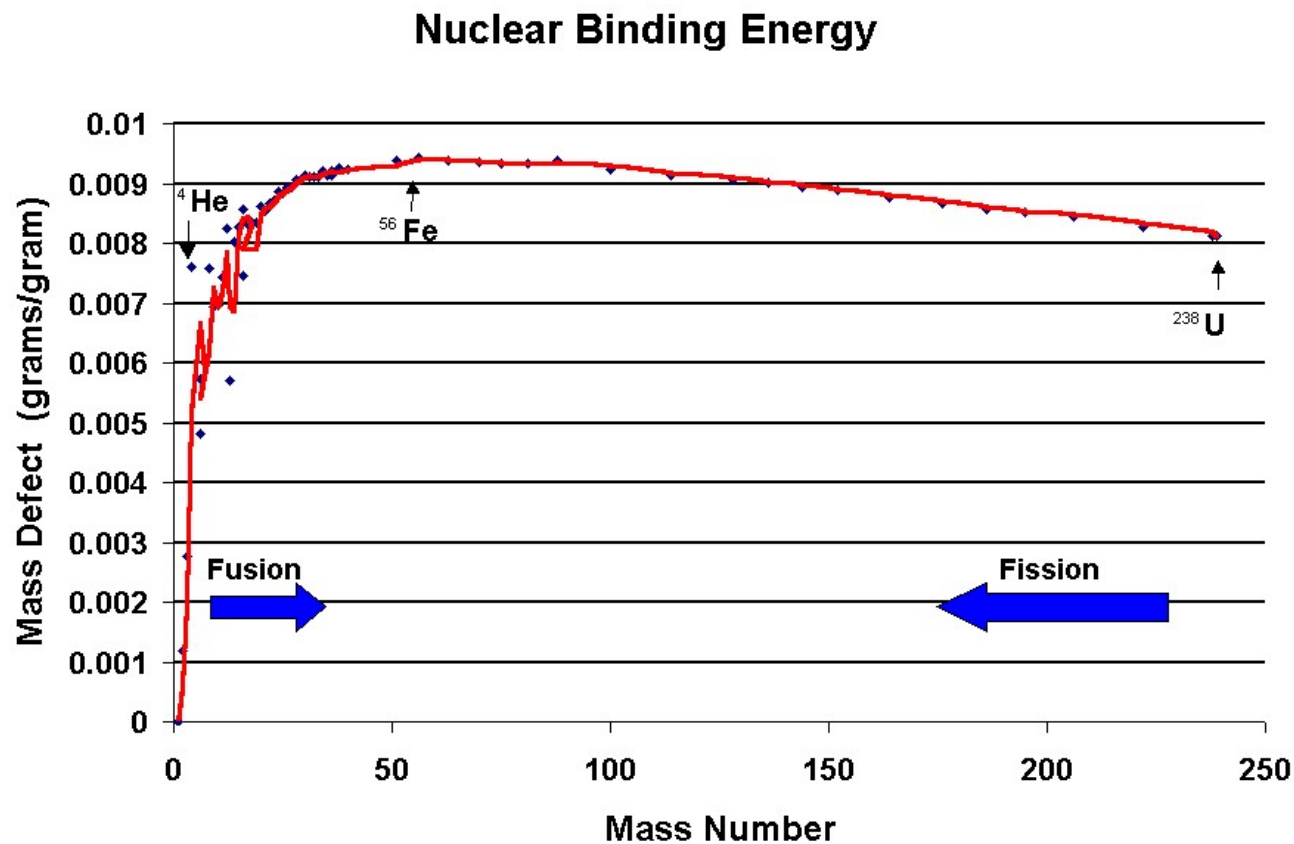


### 3. Magerők, az atommag stabilitása

A protonok és neutronok között vonzó- és taszítóerők hatnak

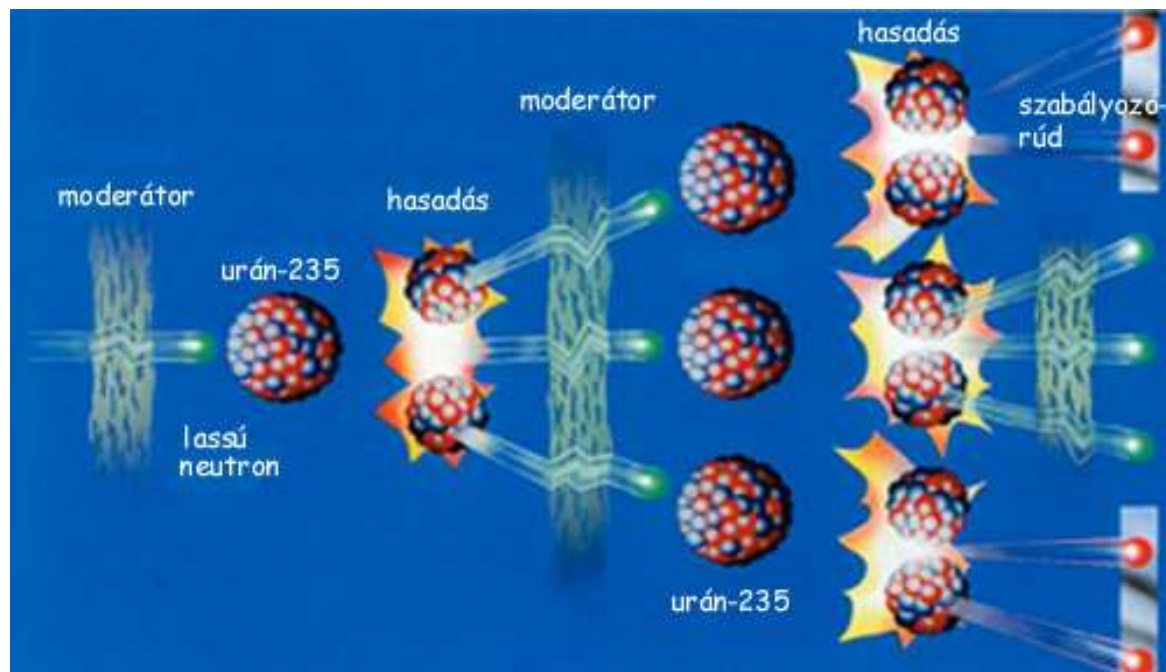


Az egy nukleonra jutó kötési energia közepes méretű magok esetén a legnagyobb (legstabilabb magok)

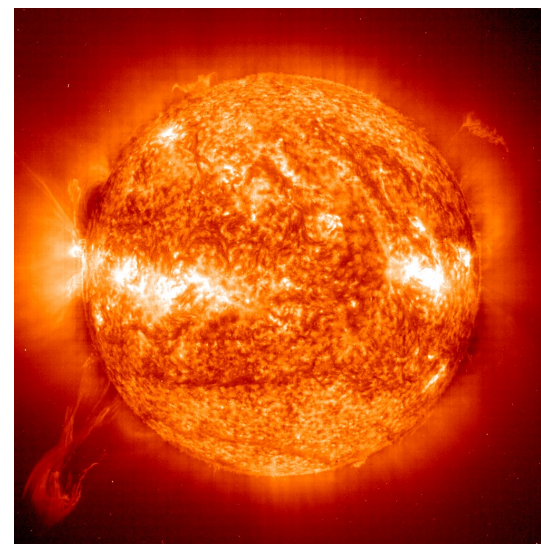
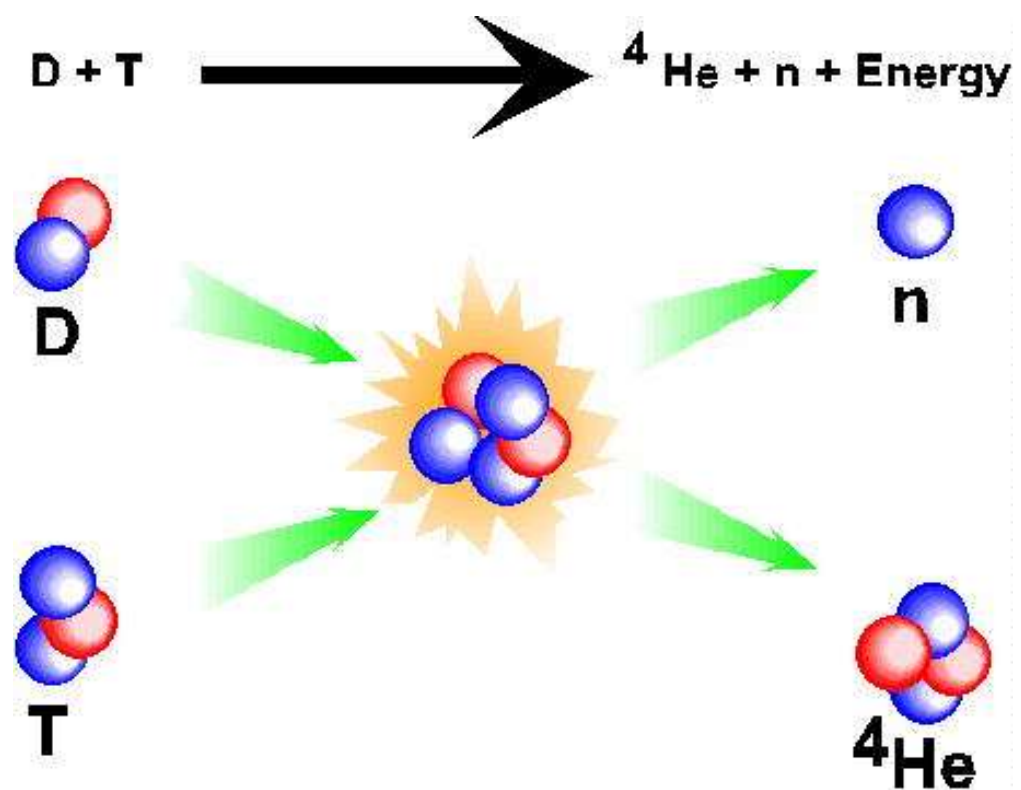


Ezen állapot elérhető:

- nehéz magok hasadásával (atomreaktor, atombomba)



- könnyű magok fúziójával (fúziós reaktor, H-bomba)



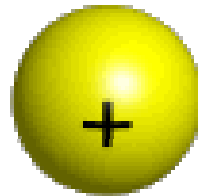
*Izotópok:* azonos rendszám, de eltérő tömegszám  
(lehet stabilis vagy radioaktív)



természetes   mesterséges

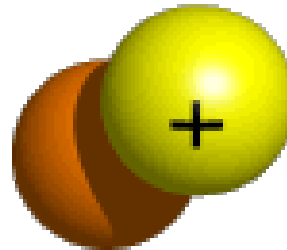
## The Nuclei of the Three Isotopes of Hydrogen

**Protium**



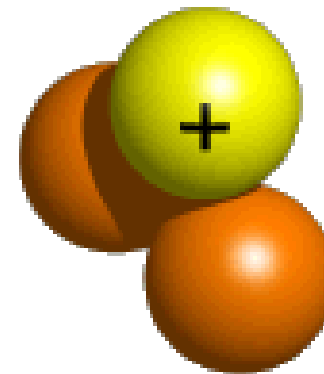
1 proton

**Deuterium**



1 proton  
1 neutron

**Tritium**

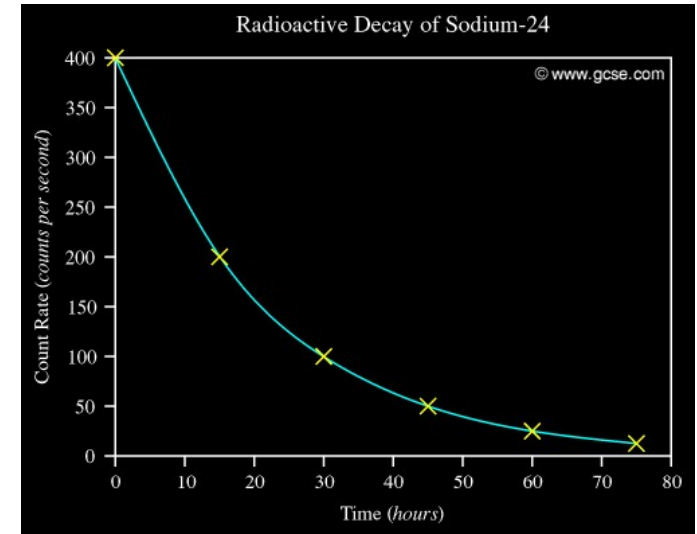


1 proton  
2 neutrons

## 4. Radioaktív bomlás, aktivitás

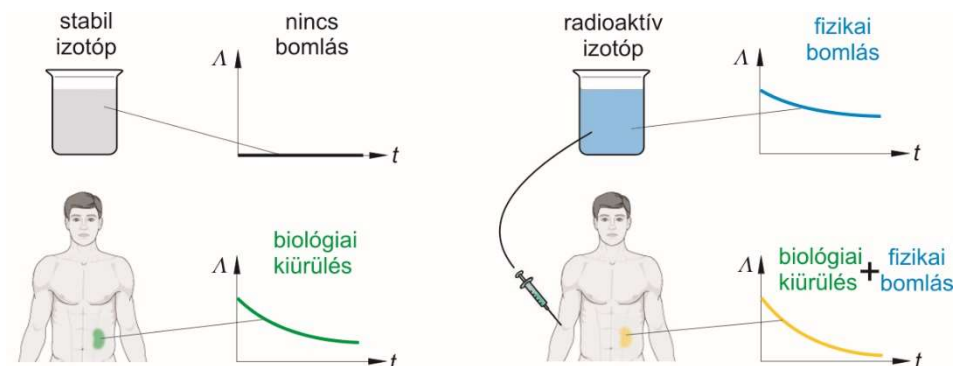
Bomlási sebesség:  $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$   $\frac{dN}{dt} = \Lambda$   
 (aktivitás) [bomlás/s = 1/s = Bq (becquerel)]

$$(1 \text{ Ci (curie)} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq})$$



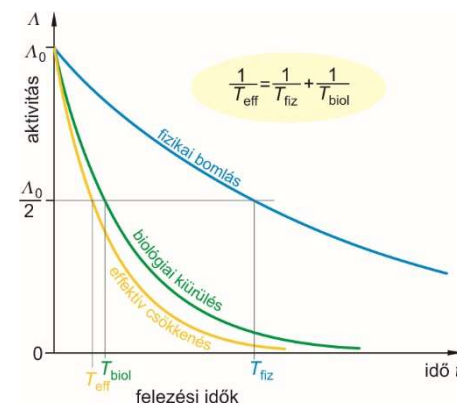
$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \lambda = \frac{0,693}{T}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau} \quad \Lambda = \Lambda_0 e^{-\lambda t}$$

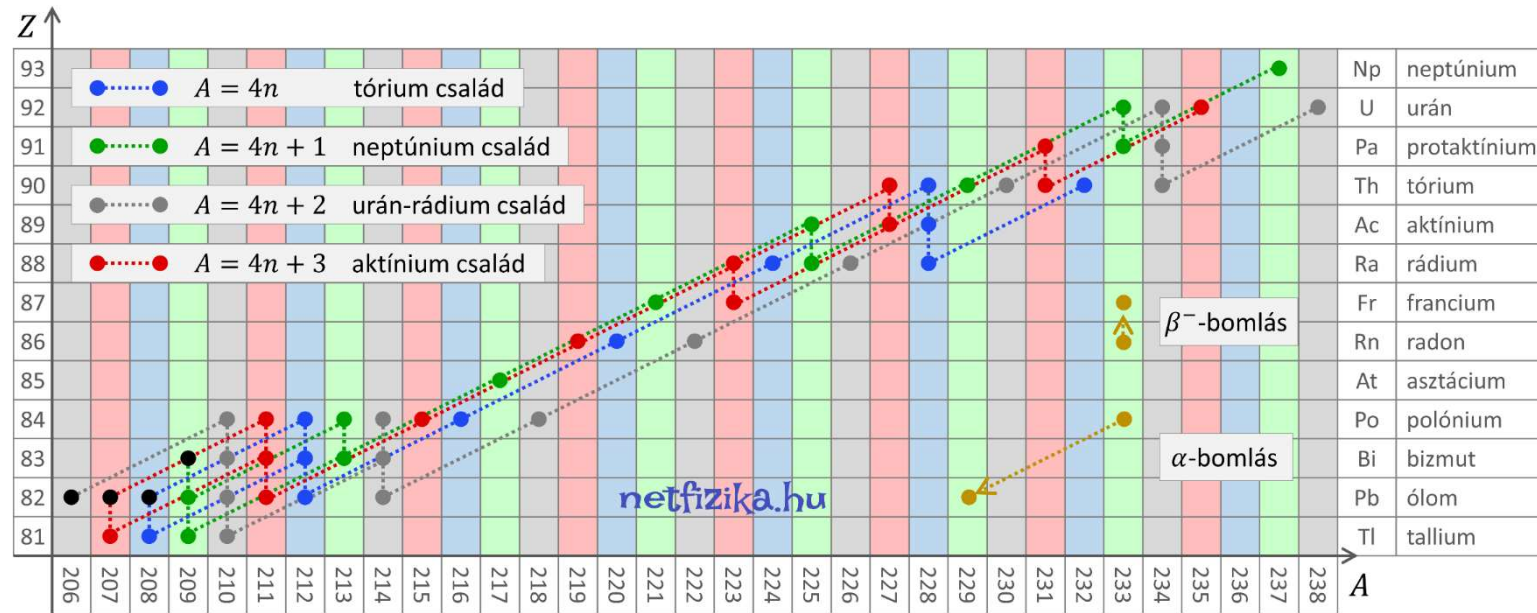


Kapcsolat a felezési idők között:

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{fiz}} + \frac{1}{T_{biol}}$$



## Radioaktív bomlási sorok (családok)

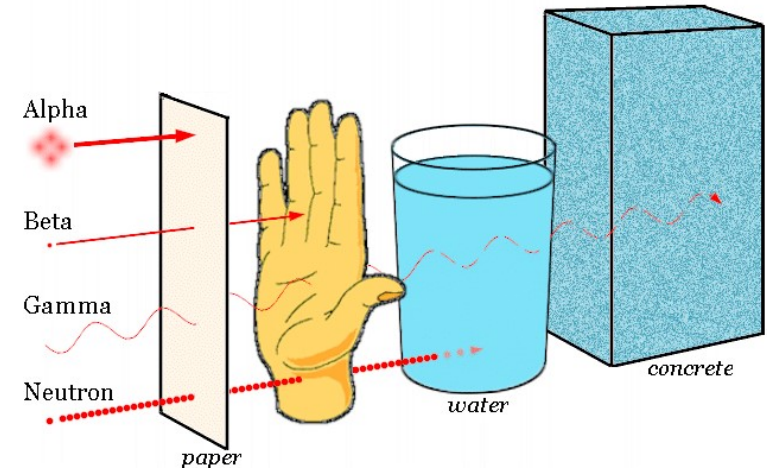
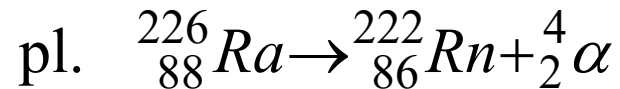


Felezési idők nagyságrendje: neptúnium család: millió év, a többi: milliárd év

## 5. Bomlási típusok

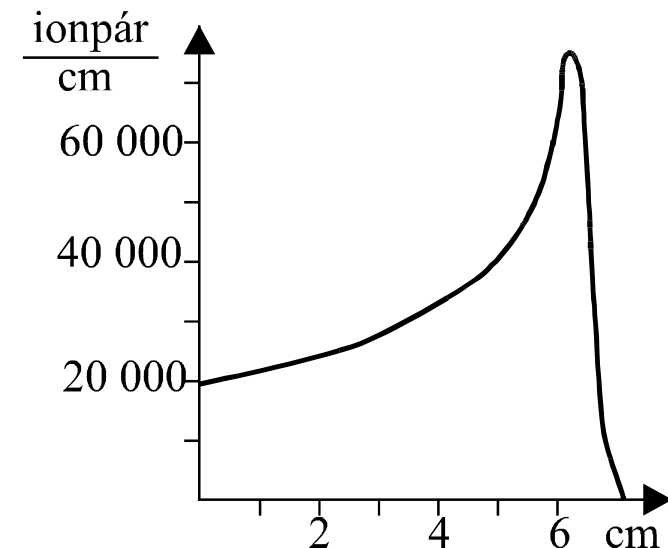
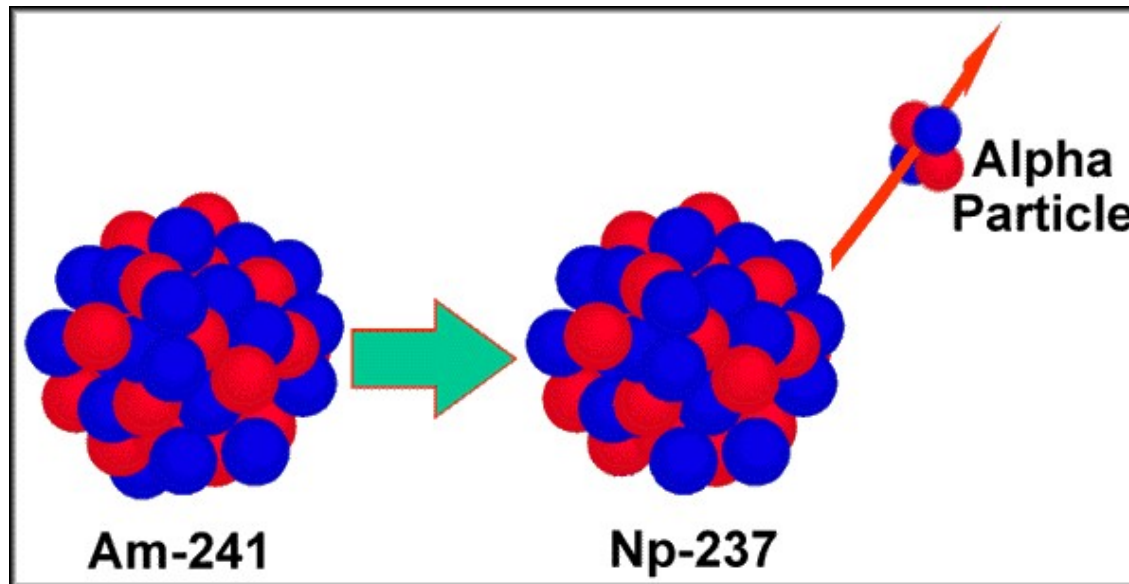
### Alfa bomlás

Z 2-vel, A 4-gyel csökken



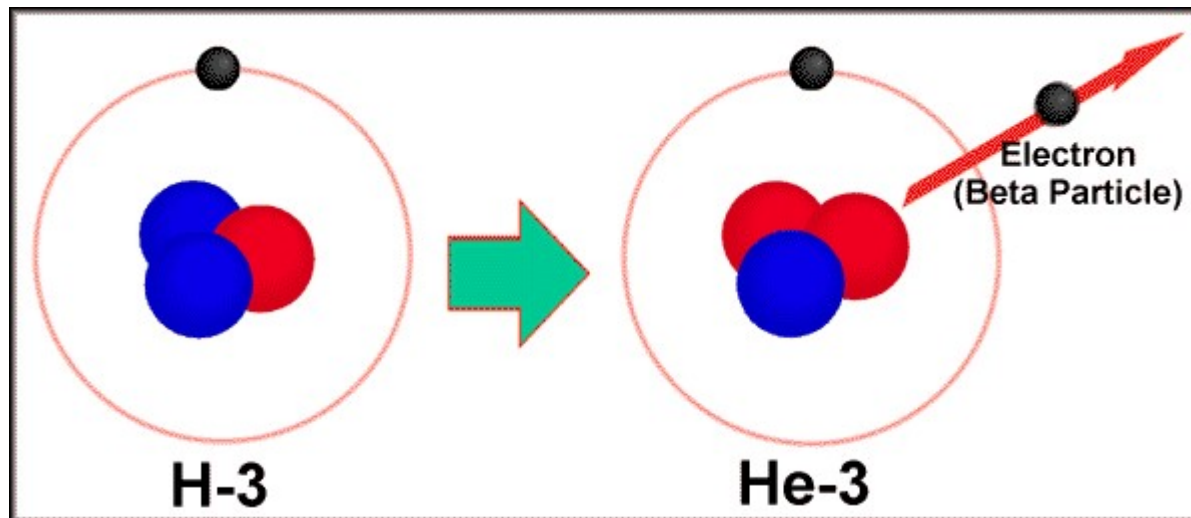
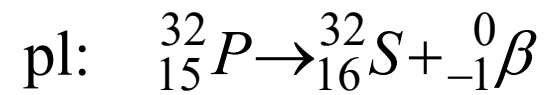
- meghatározott energiájúak (vonalas spektrum)
- hatótávolságuk rövid (vízben, szövetben néhányszor 10  $\mu\text{m}$ )

Alkalmazás: csak terápia

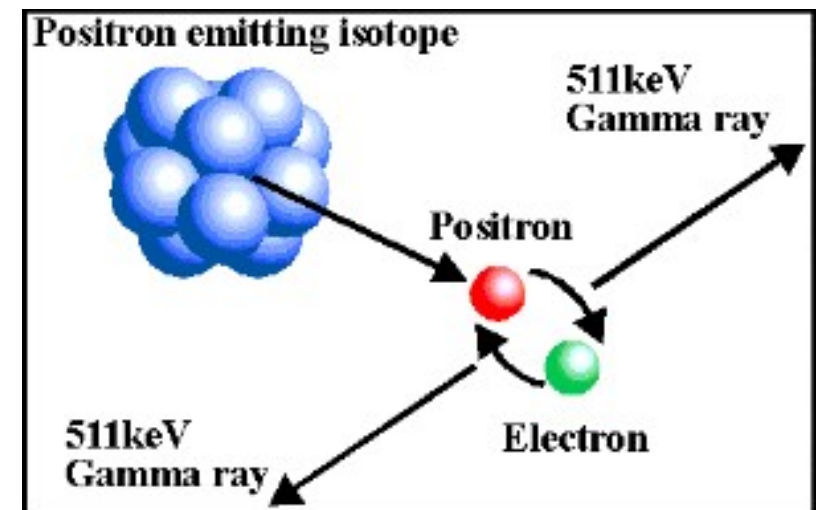
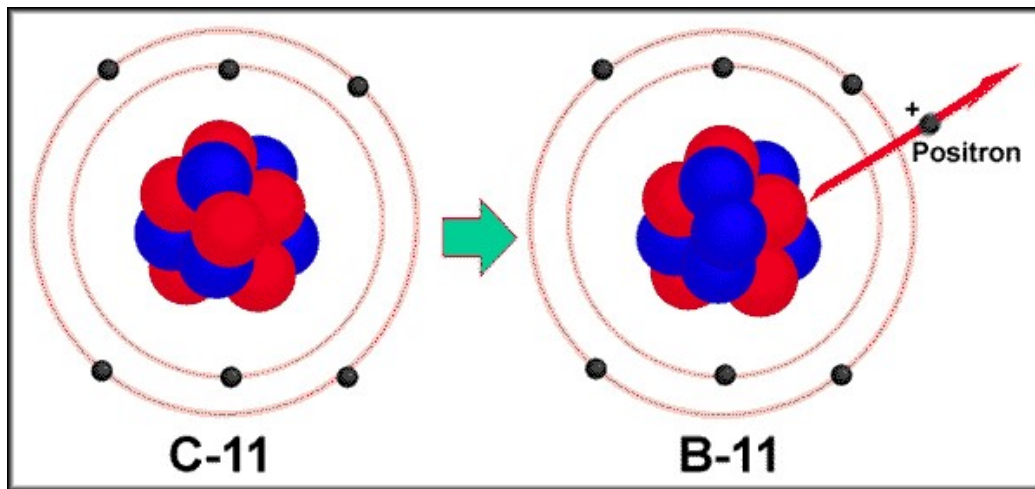
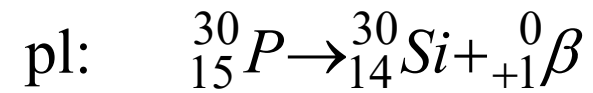


## *Béta bomlás*

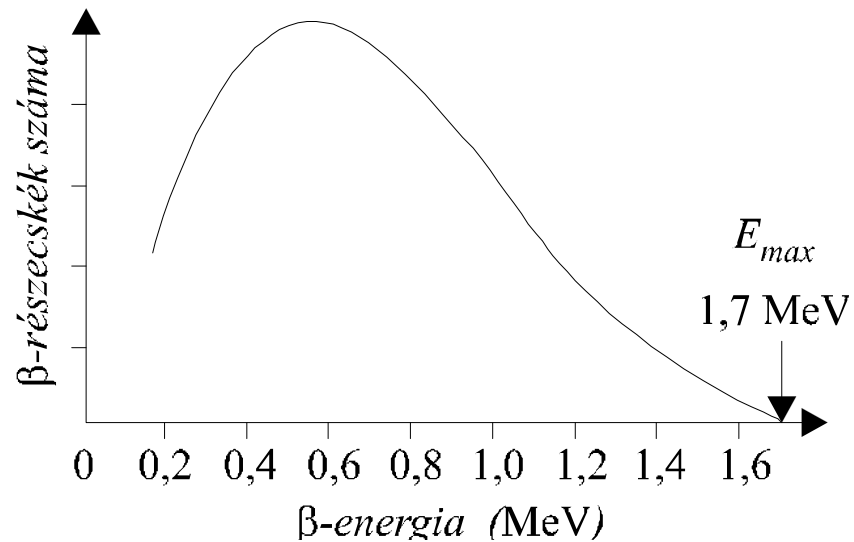
- negatív  $\beta$ -bomlás:  $Z$  1-gyel nő



- pozitív  $\beta$ -bomlás:  $Z$  1-gyel csökken



A mag energiavesztése adott értékű, a spektrum mégis folytonos. Oka: neutrínó.



Alkalmazás:  $\beta^-$ : terápia és in vitro  
 $\beta^+$ : PET

## *Gamma sugárzás*

Az  $\alpha$ - vagy  $\beta$ -bomlást követően a mag energiatöbbletétől elektromágneses sugárzás formájában szabadul meg.

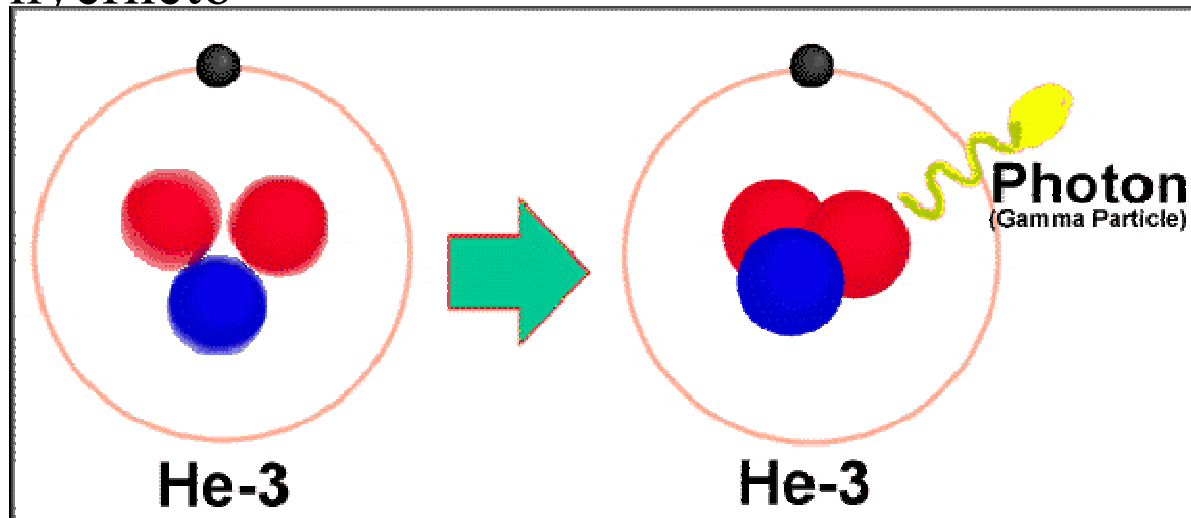
- prompt  $\gamma$ -sugárzás:

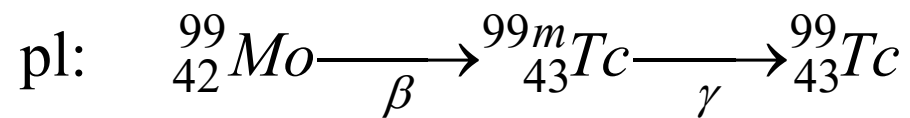
$10^{-13}$ - $10^{-18}$  s-on belül követi a részecskesugárzást

- izomer magátalakulás:

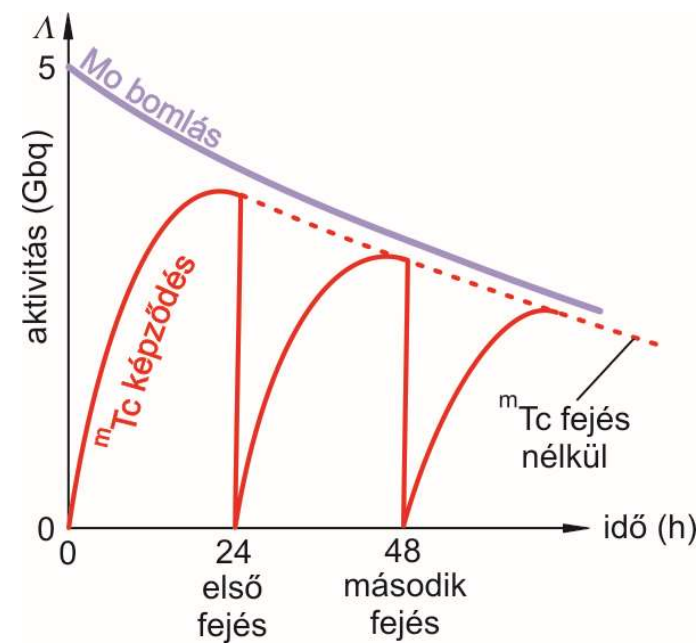
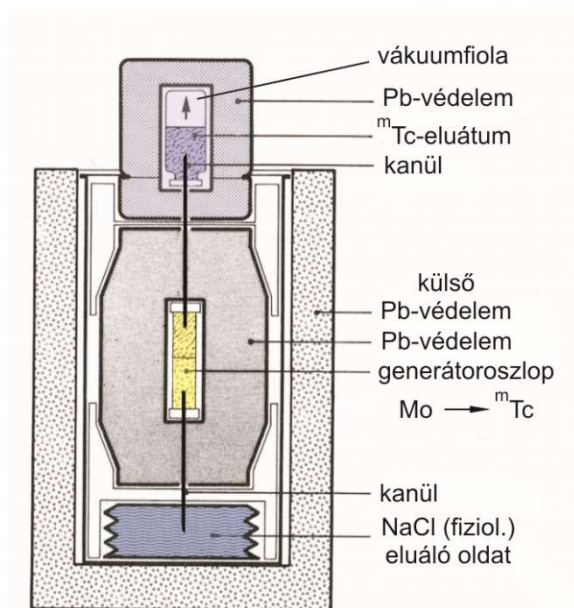
hosszabb, mérhető felezési idővel követi a részecskesugárzást

Előny: a kettő szeparálható, tisztán  $\gamma$ -sugárzó izotóp nyerhető



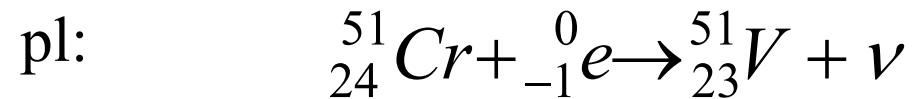


Alkalmazás: in vivo diagnosztika (igen jól használható)



### *Héjelektron befogás (K-befogás)*

A mag a belső elektronhéjról befog egy elektront  $\rightarrow Z - 1$ -gyel csökken



Ezt karakterisztikus rtg. sugárzás követi.

Alkalmazás: in vivo diagnosztika

