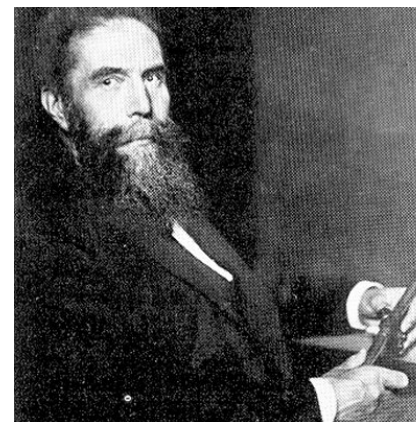


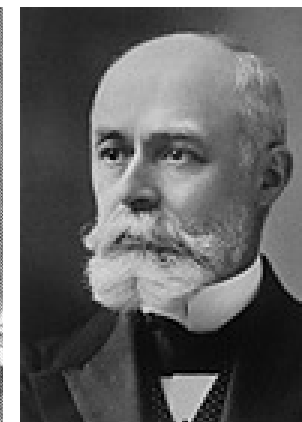


Az ionizáló sugárzások fizikai alapjai

Dr. Voszka István
Semmelweis Egyetem Biofizikai és
Sugárbiológiai Intézet



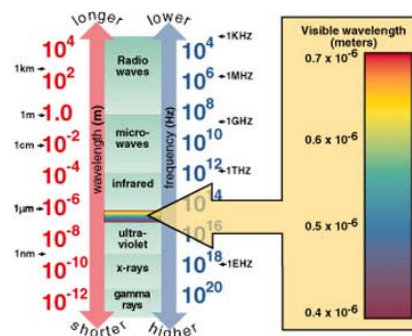
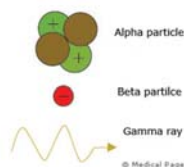
Wilhelm Conrad Röntgen
1845-1923



Antoine Henri Becquerel
1852-1908

Ionizáló sugárzások

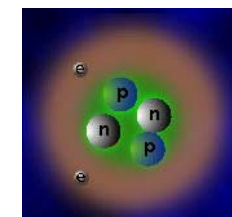
- a) **körpuszkuuláris:** nyugalmi tömeggel rendelkező részecskék alkotják
Pl: α , β , proton, neutron
- b) **elektromágneses:** nyugalmi tömeggel nem rendelkezik, fotonok alkotják
 γ , röntgen



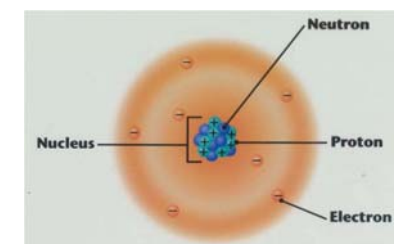
$$E = hf = hc/\lambda$$

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: α , β , γ
Elektronburok: $d \approx 10^{-10}$ m
elektronok száma = protonok száma
elhelyezkedés meghatározott sugarú és energiájú pályákon (kvantáltan)



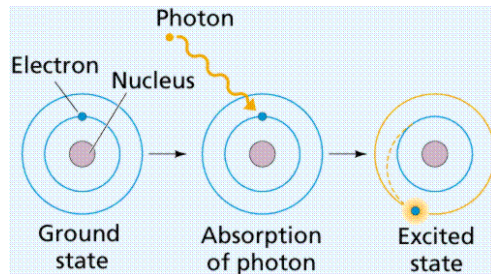
56
26 Fe



Gerjesztés: $\Delta E = h\nu = hc / \lambda$

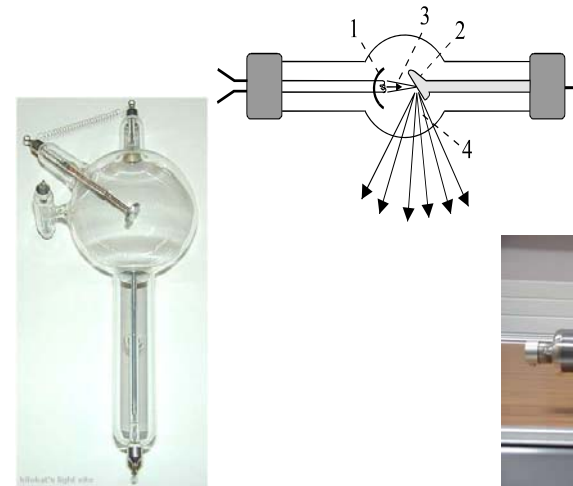
Ionizáció: $h\nu \geq \Delta E$

Elektronburokból származó sugárzás:
röntgen



2. Röntgensugárzás keletkezése

Előállítás leggyakrabban röntgensőben

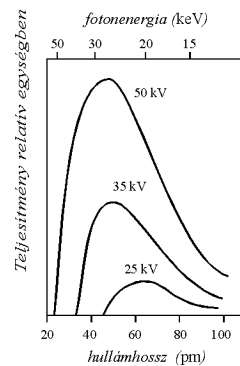


Típusai: **fékezési sugárzás**

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

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

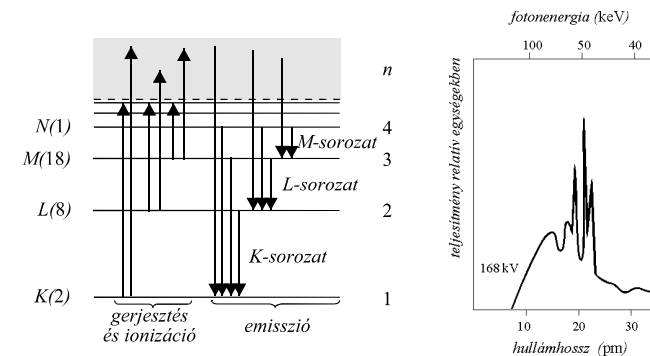
Alkalmazása: röntgen képalkotás

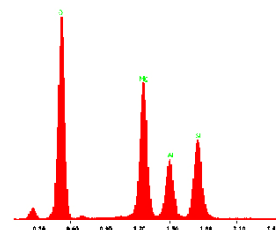


karakterisztikus sugárzás

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

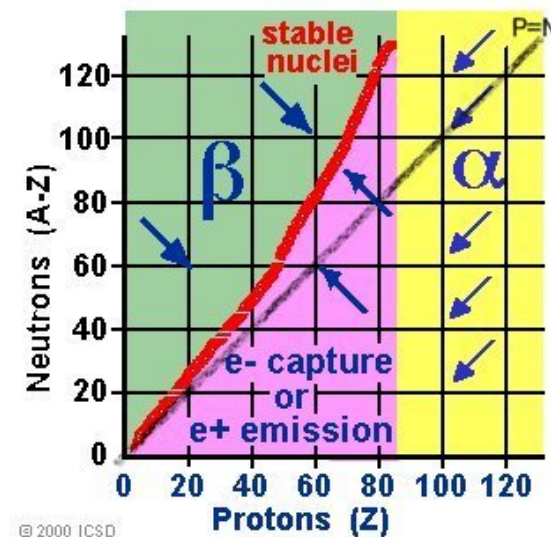
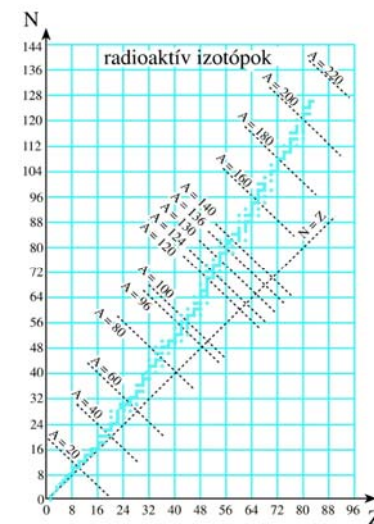
Alkalmazása: csontdenzitometria, anyagazonosítás, molekulaszervezet vizsgálata



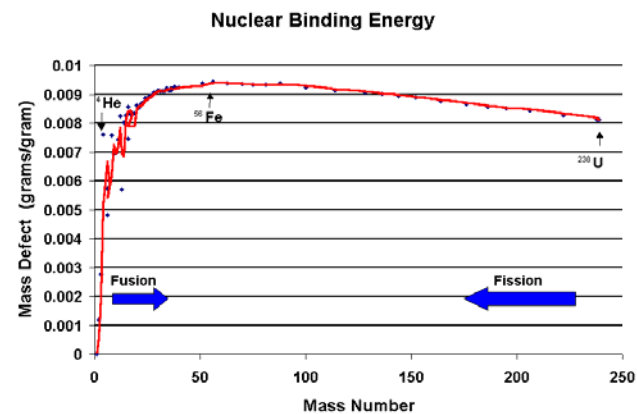


3. Magerők, az atommag stabilitása

A protonok és neutronok között vonzó- és taszítóerők hatnak

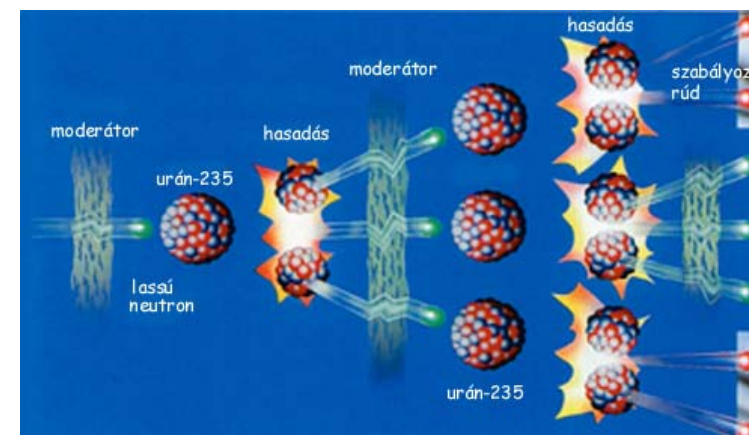


Az egy nukleonra jutó kötési energia közepes méretű magok esetén a legnagyobb (legstabilabb magok)

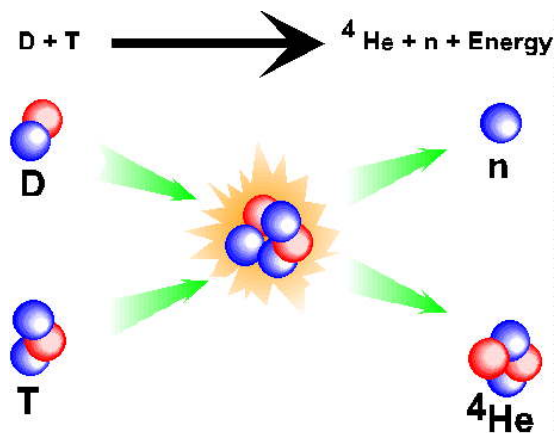


Ezen állapot elérhető:

- 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)]

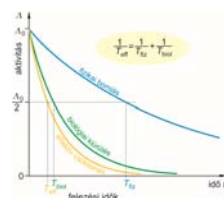
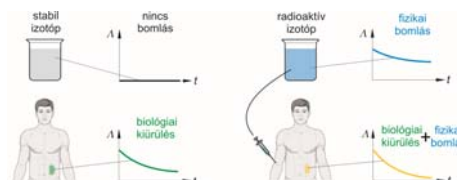
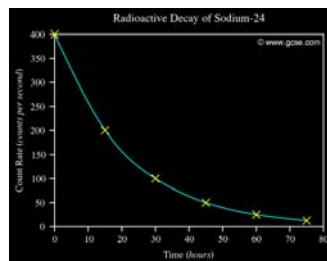
(1 Ci (curie) = $3,7 \times 10^{10}$ Bq)

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

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

Kapcsolat a felezési idők között:

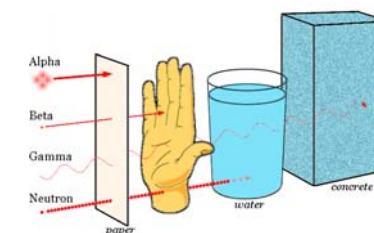
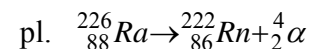
$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{fiz}} + \frac{1}{T_{biol}}$$



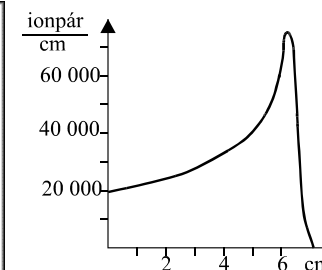
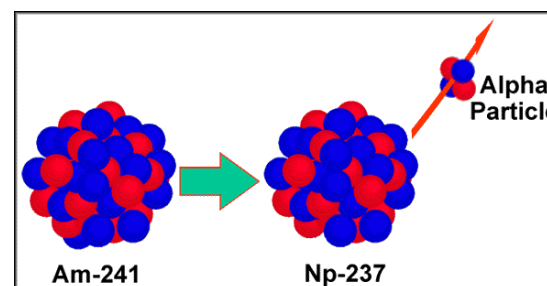
5. Bomlási típusok

Alfa bomlás

Z 2-vel, A 4-gyel csökken

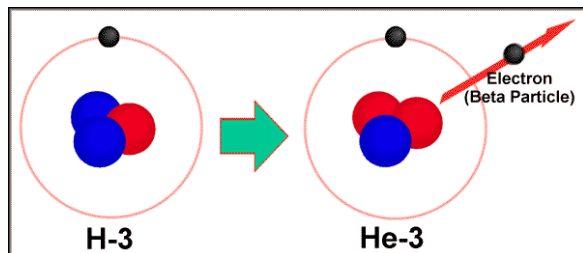
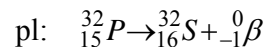


- meghatározott energiájúak (vonalas spektrum)
- hatótávolságuk rövid (vízben, szövetben néhányszor 10 μm)
Alkalmazás: csak terápia

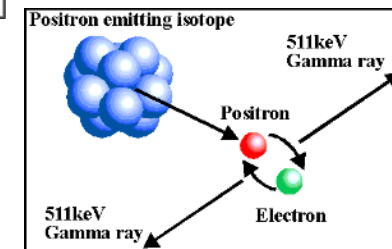
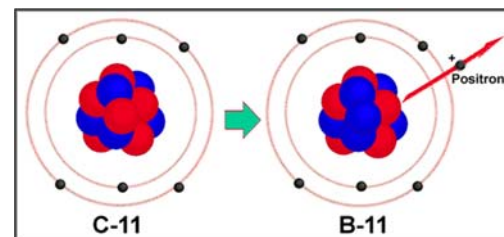
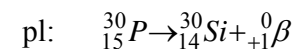


Béta bomlás

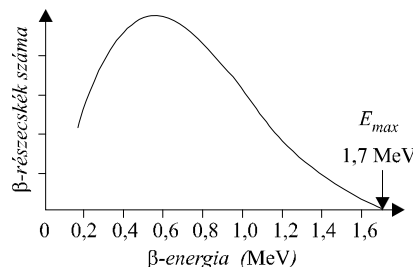
- negatív β -bomlás: Z 1-gyel nő



- pozitív β -bomlás: Z 1-gyel csökken



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



Alkalmazás: β^- : terápia és in vitro
 β^+ : PET

Gamma sugárzás

Az α - vagy β -bomlást követően a mag energiafölöslegétől elektromágneses sugárzás formájában szabadul meg.

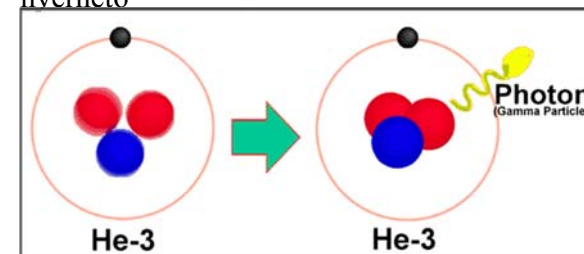
- prompt γ -sugárzás:

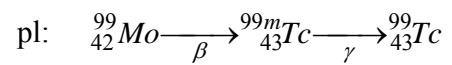
10^{-13} - 10^{-18} s-on belül követi a részecskesugárzást

- izomer magátalakulás:

hosszabb, mérhető felezési idővel követi a részecskesugárzást

Előny: a kettő szeparálható, tisztán γ -sugárzó izotóp nyerhető





Alkalmazás: in vivo diagnosztika (igen jól használható)

