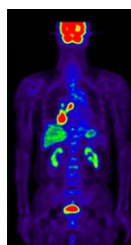


Magfizika folyt.: bomlástörvény, sugárzások elnyelődése



Smeller László



A radioaktív izotópokat jellemző mennyiségek

Aktivitás (a sugárforrást jellemzi)

Felezési idő (a bomlás sebességét jellemzi)

Részecskeenergia (a sugárzást jellemzi)

Aktivitás (Λ)

$$\Lambda = \left| \frac{dN}{dt} \right| \quad \left(= \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| \right)$$

N = a bomlásra képes
atomok száma
 t = idő

Az egységnyi idő alatt elbomlott atomok száma

mértékegysége: becquerel Bq
1 Bq = 1 bomlás/sec

A gyakorlatban: kBq, MBq, GBq, TBq

mérhetetlenül
alacsony

természetes
radioaktivitás
szintje

in vivo
diagn.

óvatosan
dolgozzunk
vele!

terápiában
alkalmazott
aktivitás

Bomlástörvény

N a bomlásra képes (=elbomlatlan) atomok száma

λ : bomlási állandó, bomlási valószínűség [1/s]
 $1/\lambda = \tau$ idő! átlagos élettartam

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

differenciálegyenlet

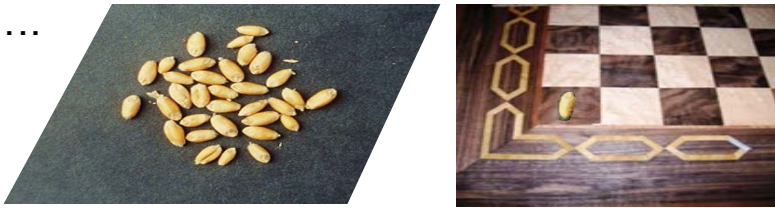
megoldása:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{exponenciális lecsengés!}$$

N_0 az elbomlatlan atomok száma kezdetben ($t=0$)

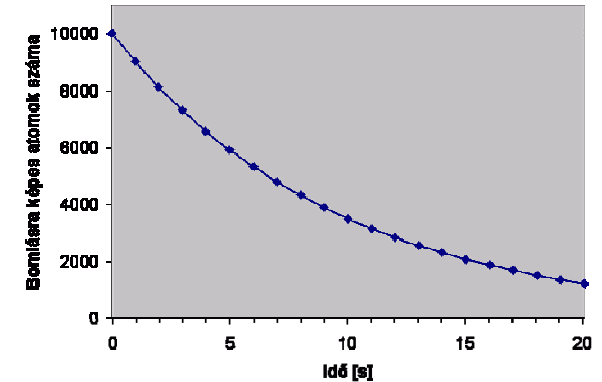
Példa

- Példa: $N_0=10000$ $\lambda=0,1 \text{ } 1/\text{s}$
- 1 sec múlva: 9000 (10000x0,1=1000 elbomlott)
- 2 sec múlva: 8100 (9000x0,1=900 elbomlott)
- 3 sec múlva: 7290 (8100x0,1=810 elbomlott)
- 4 sec múlva: 6561 (7290x0,1=729 elbomlott)
-



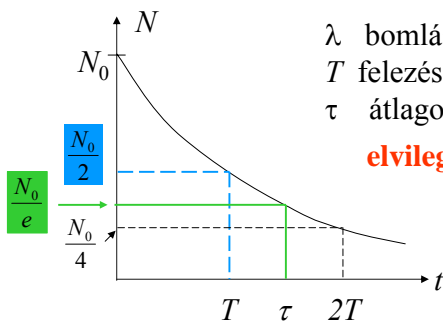
Példa

- Példa: $N_0=10000$ $\lambda=0,1 \text{ } 1/\text{s}$
- 1 sec 9000
- 2 sec 8100
- 3 sec 7290
- 4 sec 6561
-



Felezési idő, bomlástörvény

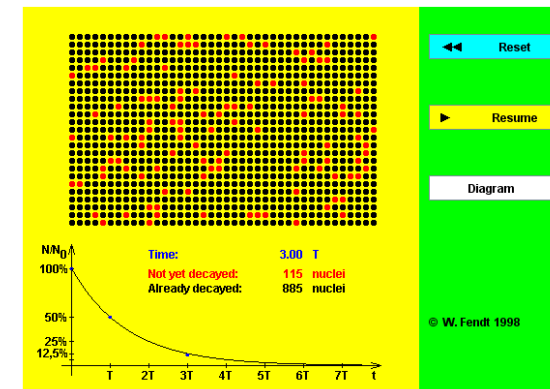
$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$



λ bomlásállandó (bomlási valószínűség)
 T felezési idő
 τ átlagos élettartam

elvileg soha nem bomlik el az összes !

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$$

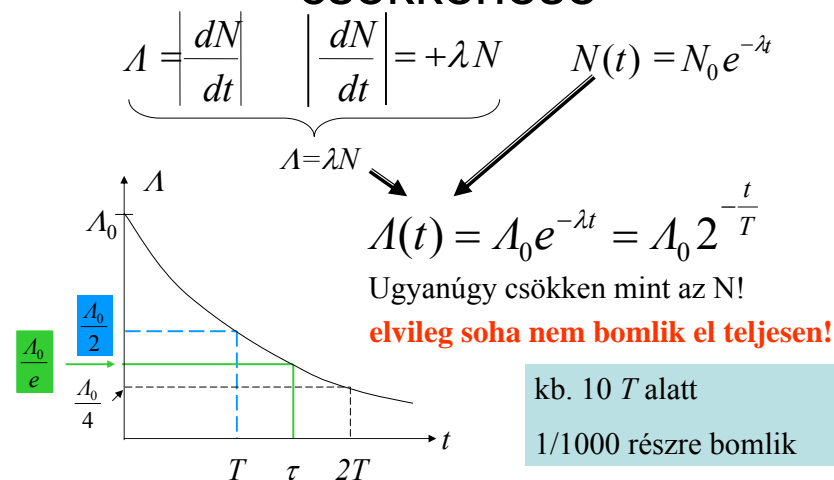


<http://www.walter-fendt.de/ph14e/lawdecay.htm>

A felezési idő az izotóp típusától függ

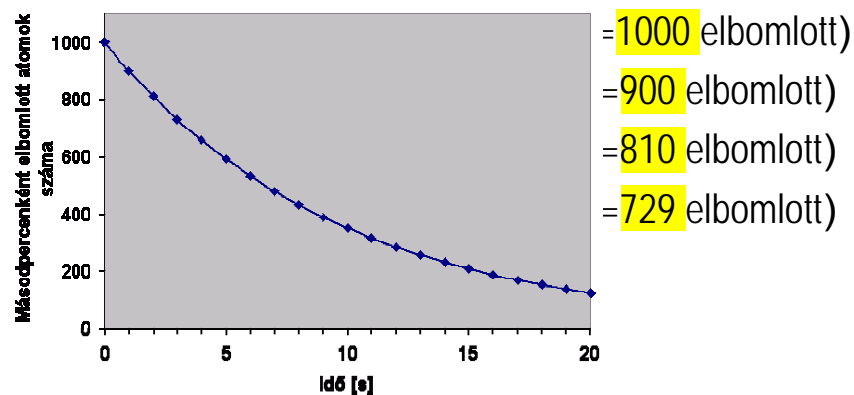
^{232}Th	$1,4 \cdot 10^{10}$ év	^{60}Co	5,3 év
^{238}U	$4,5 \cdot 10^9$ év	^{59}Fe	1,5 hó
^{40}K	$1,3 \cdot 10^9$ év	^{56}Cr	1 hó (28 nap)
^{14}C	5736 év	^{131}I	8 nap
^{137}Cs	30 év	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 óra
^3H	12,3 év	^{18}F	110 perc
		^{11}C	20 perc
		^{15}O	2 perc
		^{222}Th	2,8 ms

Az aktivitás időbeli csökkenése



Példa

- Példa: $N_0=10000$ $\lambda=0,1 \text{ } 1/\text{s}$



Részecskeenergia

A radioaktív sugárzás tipikus részecskeenergiája
(a magátalakuláskor felszabaduló energia)

a **MeV** nagyságrendben van.

$$\text{eV} = \text{elemi töltés} \times 1 \text{ Volt} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,16 \text{ aJ}$$

Tipikus energia-nagyságrendek a mikrovilágban

Külső elektronok
gerjesztése,
kilökése

eV (aJ)

fény



belső elektronpályák
közti átmenet

keV (fJ)

röntgensugár



atommag-
átalakulás

MeV (pJ)

radioaktív
sugárzás
pl. γ



Sugárzások elnyelődése

α
 β^+
 β^-

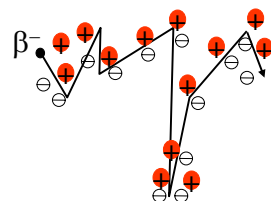
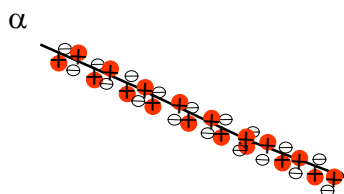
} elektromos töltéssel rendelkező részecskék

γ

} töltetlen részecske (elektromágneses sugárzás)

Töltött részecskék elnyelődése

Útjuk során ionizálnak, energiájukból folyamatosan leadnak.
Az energia egy véges úthosszon elfogy. **Hatótávolság**



Hatótávolság

α -részecske

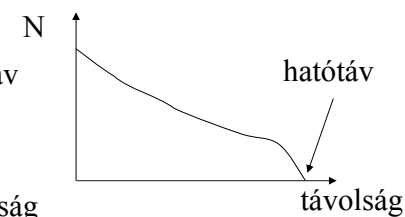
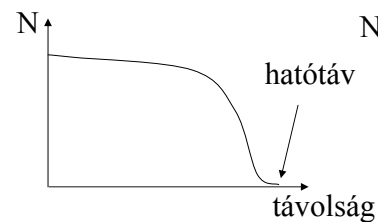
β^- -részecske

levegőben **néhány cm**

levegőben **m** nagyságrendű

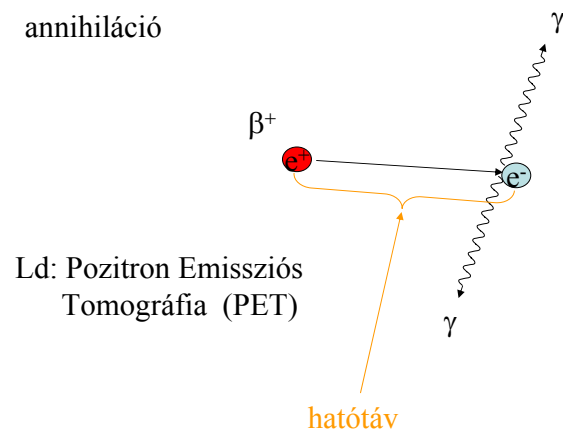
szövetben **0,01-0,1 mm**

szövetben **cm**

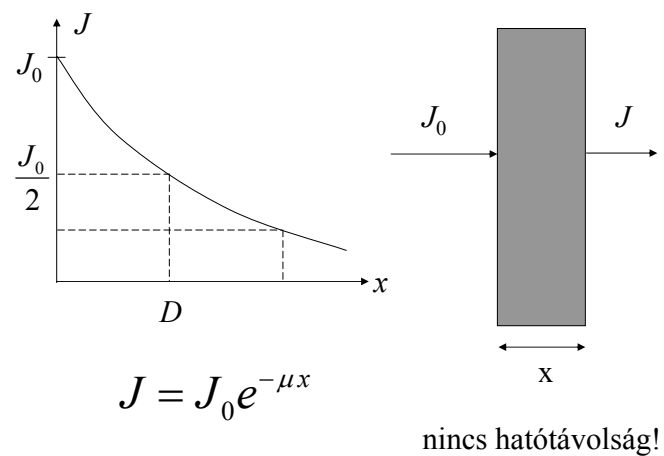


β^+ -sugárzás

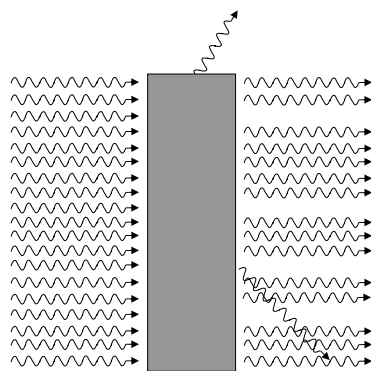
annihiláció



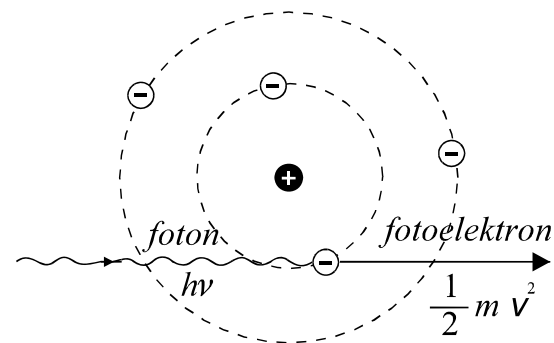
γ - (és röntgen)sugárzás gyengülése



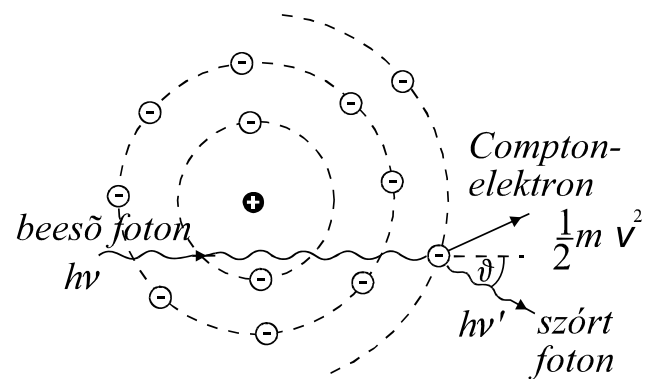
A γ -sugárzás elnyelődése



Fotoeffektus



Compton effektus



Párképződés

