A radioaktivitás időbeli leírása

Mag és részecskefizika

7. előadás

2017. március 31.

Áttekintés

- A radioaktivitás statisztikus jellege
- Az egyszerű bomlás
- Ismertebb radioaktív izotópok
- Soros bomlás
- Párhuzamos bomlás
- Indukált bomlás
- A radioaktív egyensúly
- Radioaktív sorok
- Radioaktív családok
- Radioaktivitás kvantummechanikai képben

A radioaktivitás statisztikus jellege

- N darab független atom
- Bomlási állandó
  - 1 atom időegységre jutó bomlási valószínűsége
  - λ (1/s)
  - ez időben állandó, örökifjú a bomlás
- 1 atommag bomlásának valószínűsége adott idő alatt p_1
- 1 atommag túlélése $1-p_1$

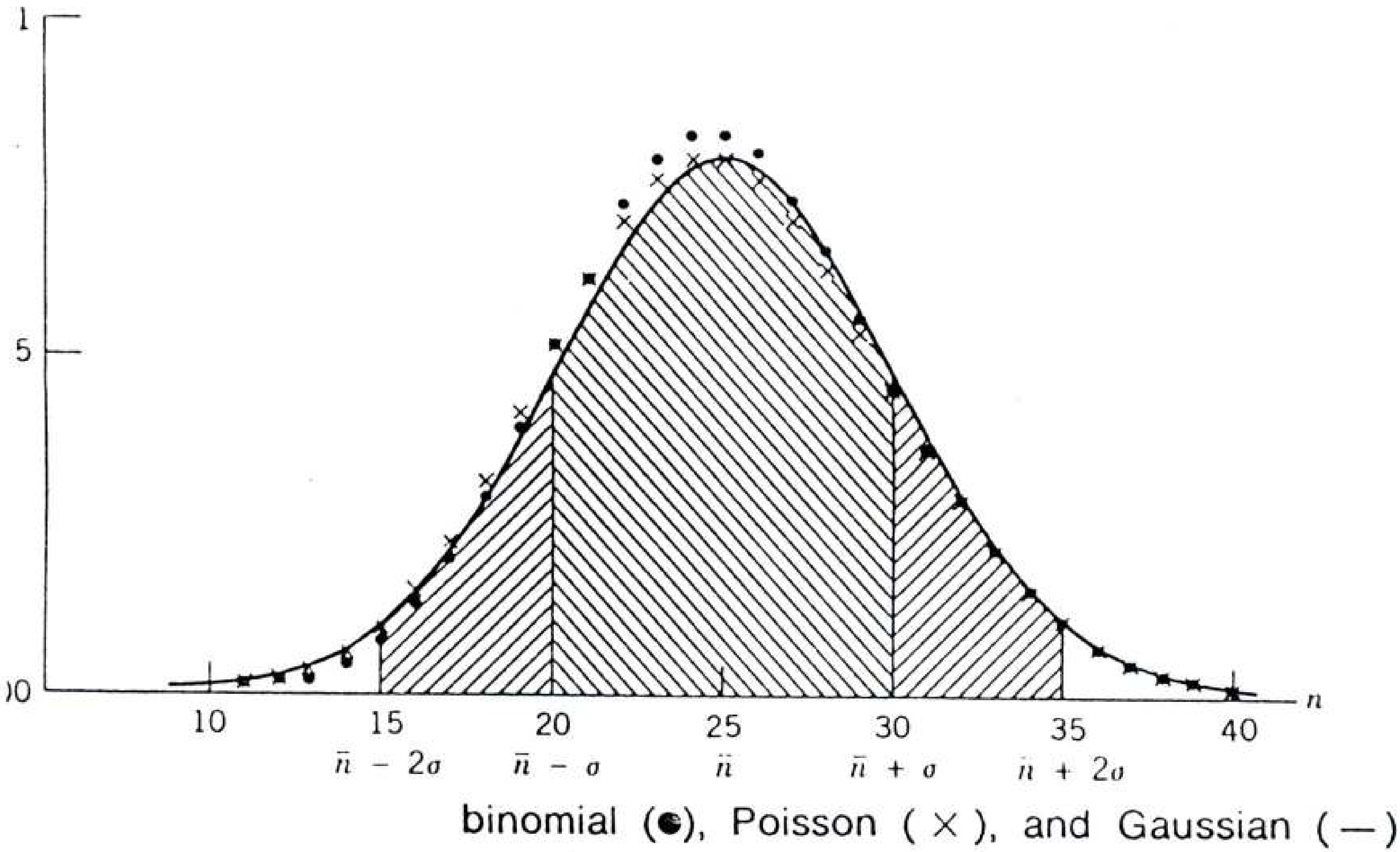
A radioaktivitás statisztikus jellege

- n = az adott idő alatt elbomlott atommagok száma
- $p(n)$ ennek valószínűség-eloszlása
- Valószínűségtér:
  - 1011000101110…1100 N db 0/1 leír 1 esetet
  - jelölés: $b_1 b_2 b_3 b_4 \ldots b_N$ $p(b=1)=p_1$, $p(b=0)=1-p_1$
- n kombinatorikus lehetőségei
- p(n) = binomiális eloszlás

A radioaktivitás statisztikus jellege

- n átlaga
  - Np_1
- n szórása
  - $N p_1(1-p_1)$
- ha $p_1 << 1$ akkor: átlag = szórás
- határeset: Poisson-eloszlás
- határeset: Gauss-eloszlás
- Nem meghatározott a bomlások száma
- Megbízhatósági intervallum

A radioaktivitás statisztikus jellege



A radioaktivitás statisztikus jellege

- 1 atommag túlélési valószínűségének időfüggése
  - M darab azonos időintervallumra osztjuk $t=M\Delta t$
  - Túlélés: $(1-p_1)^M$
  - M nagyon nagy: $e^{-\lambda t}$
- 1 atommag bomlási valószínűsége bármikor t előtt: nem élte túl → $1- e^{-\lambda t}$
- 1 atommag bomlási sűrűsége épp t időpontban
  - Előző 2 deriváltja: $\lambda e^{-\lambda t}$ (ez már normált is)

A radioaktivitás statisztikus jellege

- Hosszú időintervallum
  - $p_1 = e^{-\lambda t}$
- Rövid időintervallum
  - $p_1 = \lambda\Delta t$, n átlaga = $Np_1 = N\lambda\Delta t$
- p(n) binomiális eloszlásban időfüggő p_1

Az egyszerű bomlás

- *n* átlaga = ennyivel csökkent N átlagosan
- $\Delta N = - \lambda N \Delta t$
- Egyszerű bomlás differenciál-egyenlete
- Megoldás:

exponenciális bomlástörvény

Az egyszerű bomlás

- Felezési idő
- Átlagos élettartam
- Aktivitás egyszerű bomlásban
- Aktivitás általában

Ismertebb izotópok

- ^{40}K
- ^{238}U, ^{235}U, ^{232}Th
  - Keletkezés, felezési idő
  - ^{226}Ra, ^{222}Rn
- ^{14}C, ^{3}H
  - Keletkezés, felezési idő
- Mesterséges izotópok: ^{137}Cs, ^{60}Co

Soros bomlás

- Soros bomlás differenciálegyenlete

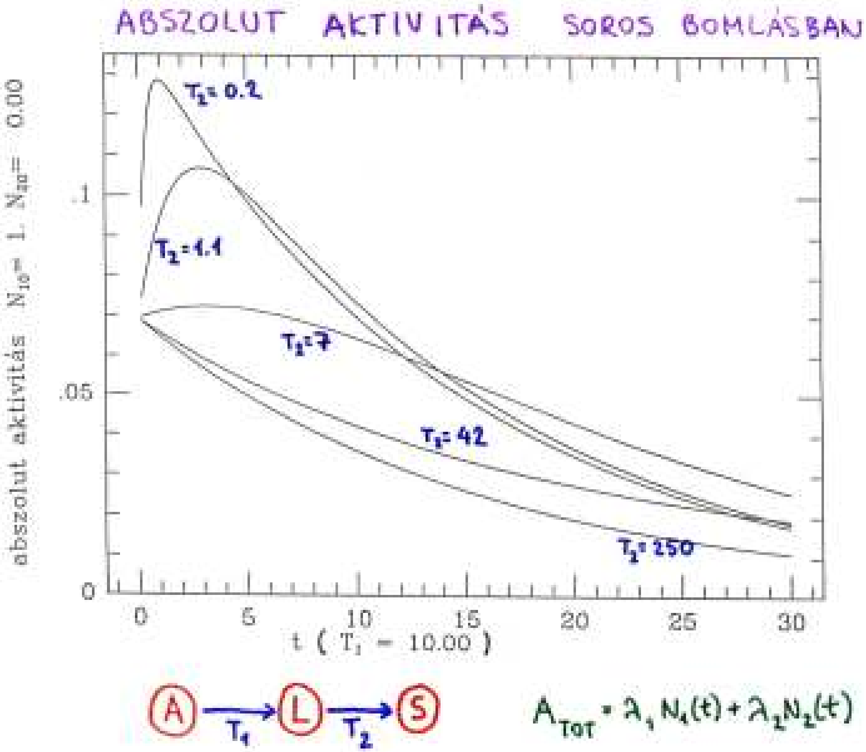
- Megoldás

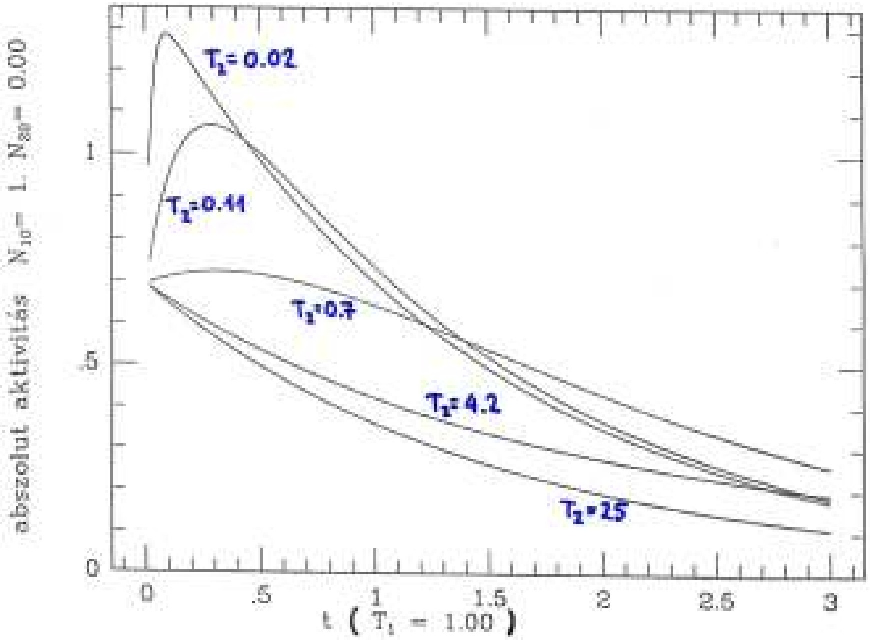
soros bomlás

$A \rightarrow L_1 \rightarrow L_2$ $N_2(t) = N_{20} e^{-\lambda_2 t} + \frac{\lambda_1 N_{10}}{\lambda_2 - \lambda_1}\left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda\ldots}\right)$

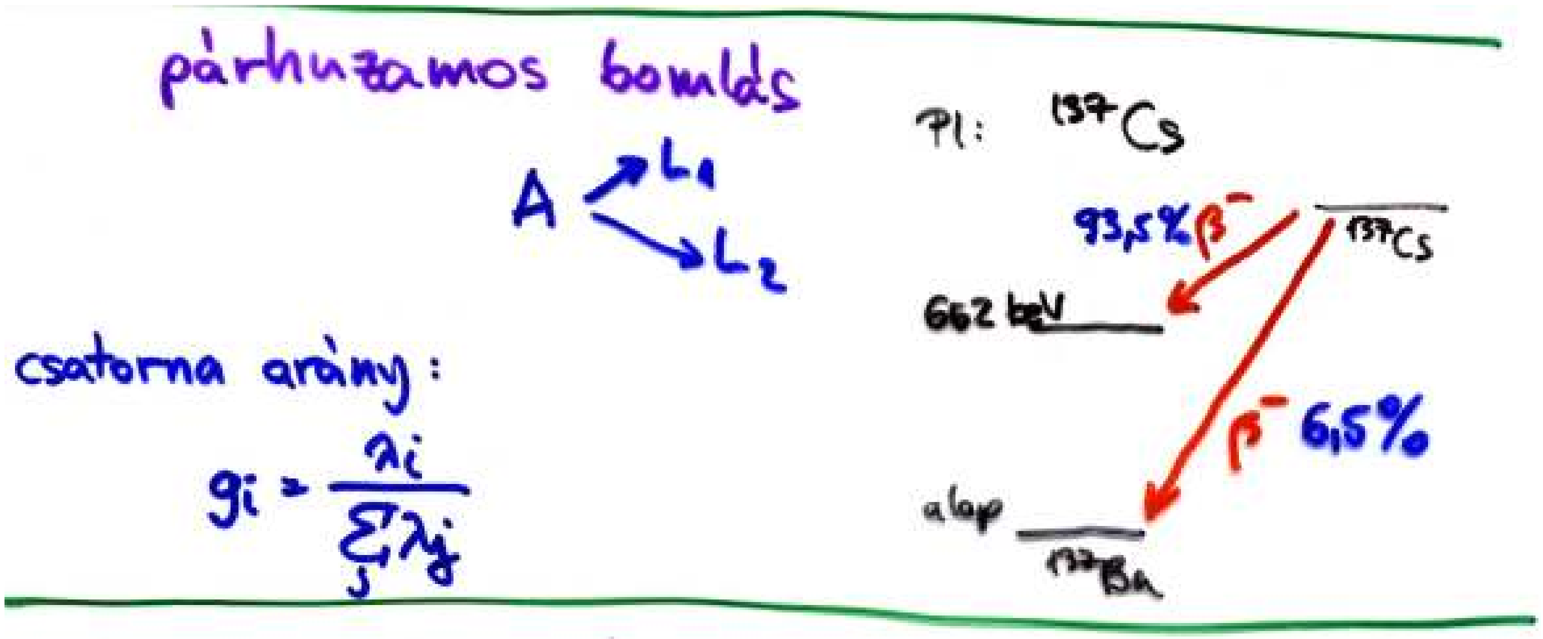
Soros bomlás

Abszolút aktivitás

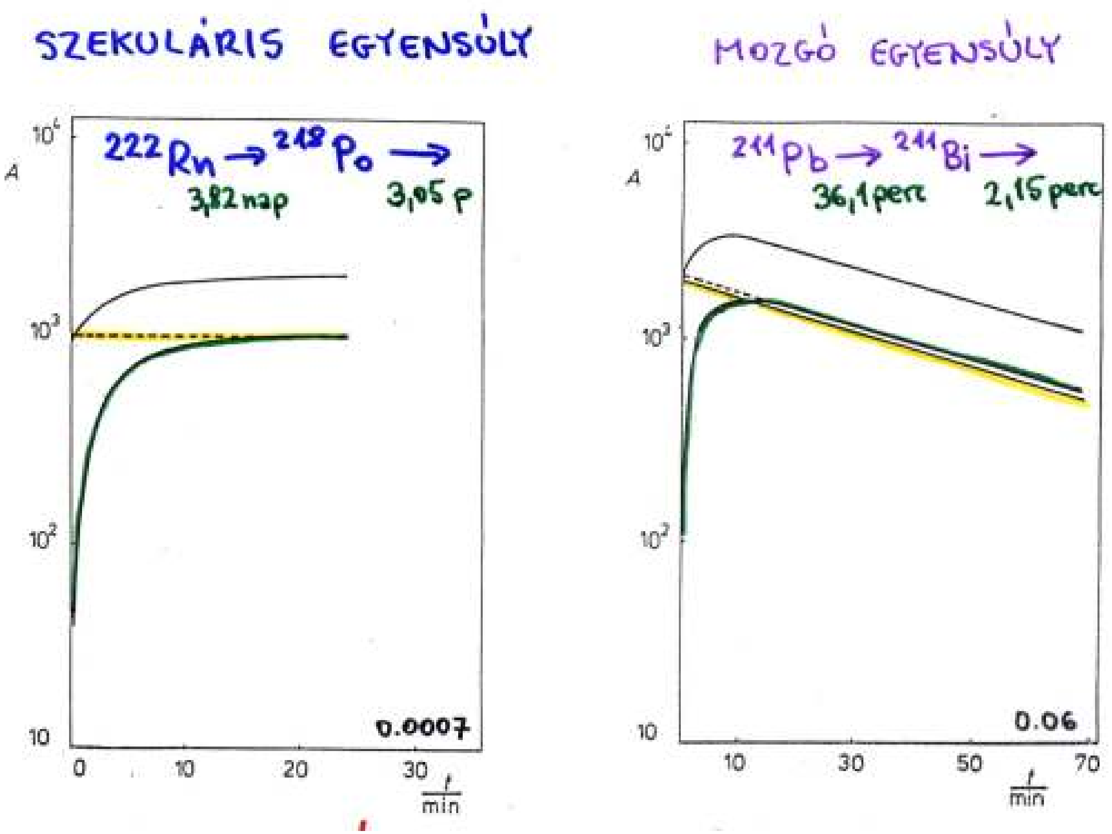




Párhuzamos bomlás



Radioaktív egensúly



Radioaktív egyensúly