

## Részecske- és magfizika vizsgakérdések – SZÁMOLÁSOS FELADATOK

Az alábbi adatokat lehet (de nem biztos hogy kell) használni:

A Coulomb-törvényben:  $ke^2=1,44 \text{ MeVfm}$ .

1 barn=100 fm<sup>2</sup>.

folyékony hidrogén sűrűsége: 70 kg/m<sup>3</sup>

elektron tömege: 511 keV/c<sup>2</sup> (ezt kell tudni fejből is)

proton tömege: 938,2 MeV/c<sup>2</sup> (ennek legalább a kerekített értékét kell tudni fejből is)

neutron tömege: 939,5 MeV/c<sup>2</sup>

$hc/2\pi = 200 \text{ MeVfm}$

a <sup>12</sup>C atommag tömege: 11,187 GeV/c<sup>2</sup>

Műanyag szcintillátor sűrűsége: 1 g/cm<sup>3</sup>

### Kérdések:

1. Tegyük fel, hogy van egy 6 MeV energiájú alfa-részecskéket sugárzó forrásunk. Mekkora a legkisebb távolság, amennyire megközelítheti az alfa-részecske a céltárgynak használt <sup>79</sup>Au atommagot?
2. Egy 10 cm vastag folyékony hidrogén céltárgyba érkező nagy energiájú proton hány százalék valószínűséggel hat kölcsön a céltárgyban? A proton-proton hatáskeresztmetszetet tekintsük 50 mbarn-nak.
3. Egy 5 cm vastag folyékony hidrogén céltárgyba másodpercenként 2000 darab nagy energiájú proton érkezik. Hány ütközés történik másodpercenként? A proton-proton hatáskeresztmetszetet tekintsük 50 mbarn-nak.
4. Neutronokkal bombázunk hidrogént, és látjuk, hogy a meglökött protonok legfeljebb 35000 km/s sebességgel mozognak. Ugyanez meglökött <sup>14</sup>N magok esetén csak 4500 km/s. Hányszor nagyobb a neutron tömege, mint a protoné, ennek alapján?
5. Számítsuk ki a <sup>12</sup>C atommag kötési energiáját!
6. A V-részecske tömegét hogyan számíthatjuk ki a bomlástermékek impulzusát és tömegét ismerve?
7. Elektronokkal bombázunk protonokat. Ha az ütközés rugalmas, milyen összefüggés van az elektron energiavesztése, impulzusvesztése és a proton tömege között? Milyen változót konstruálhatunk ezekből a mennyiségekből, ami a rugalmatlanság jó mérőszáma?
8. A különböző tömegszámú Fe izotópok esetén mi köze van az atommagok sugarának a karakterisztikus röntgensugárzás energiájához? Vezessük le!
9. Egy atommag bomlási állandója 10<sup>-20</sup>/s, és 1 mol atommagunk van. Hány bomlás történik 10 másodperc alatt?
10. Öt atommagunk van, felezési idejük 1 nap. Mekkora a valószínűsége, hogy 1 nap elteltével 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 bomlatlan atommagunk legyen? Mennyi lesz az atommagok számának várható értéke?
11. Számítsuk ki a T felezési idejű atommag átlagos élettartamát! (Élettartamának várható értékét!)
12. Van 4 atommagunk, a felezési idő 1 perc. Hány bomlatlan atommagunk lesz 1 perc múlva?
13. Van 2 atommagunk, a felezési idő 1 év. Hány atommagunk lesz 2 év múlva?
14. Van 2 atommagunk, 1 nap felezési idővel. Betesszük őket a szekrénybe, és 1 nap múlva azt látjuk, hogy még egyik sem bomlott el! Magukra hagyjuk őket még egy napra, majd újra megnézzük őket. Mennyi atommagot találunk?
15. Van 16 atommagunk, felezési idejük 1 perc. Mennyi lesz a bomlatlan atommagok számának várható értéke 4 perc múlva?
16. Egy radioaktív anya és leány esetén írjuk fel a magok számára vonatkozó differenciálegyenleteket!
17. Egy radioaktív anya és leány esetén vezessük le a leányelem mennyiségének időfüggését!
18. Írjuk fel a hosszú bomlási sor izotópjainak mennyiségét leíró differenciálegyenleteket!

19. Egy A tömegszámú atommag alfa-bomlásának Q értéke segítségével írjuk fel (vezessük le), hogy mekkora lesz az alfa-részecske mozgási energiája!
20. Számítsuk ki egy  $50 \text{ GeV}/c^2$  tömegű atommag visszalökődési energiáját egy  $1 \text{ MeV}$  energiájú gamma-bomlásban!
21. Egy  $2 \text{ cm}$  vastag műanyag szcintillátorban mekkora energiát ad le egy  $1 \text{ GeV}$  energiájú müon átlagosan? A Bethe-Bloch formula itt  $2,5 \text{ MeVg}^{-1}\text{cm}^2$  érték ad.
22. Egy  $1 \text{ MeV}$  energiájú proton  $5 \text{ keV}$  energiát ad le egy adott detektoron áthaladva. Mekkora energiát ad le ugyanebben a helyzetben egy  $6 \text{ MeV}$  energiájú  $^{12}\text{C}$  atommag? És ha csak  $1 \text{ MeV}$  az energiája?
23. Egy közeg törésmutatója  $1,5$ . Ha egy részecske sebessége  $150000 \text{ km/s}$ , létrehoz-e Cserenkov-sugárzást? Miért?
24. Számítsuk ki, hogy egy  $511 \text{ keV}$  energiájú foton energiája mennyi lesz, miután Compton-szóródás során  $90$  fokkal megváltozik a haladási iránya! És ha  $180$  fokkal? És ha  $60$  fokkal?
25. Számítsuk ki, hogy egy  $1022 \text{ keV}$  energiájú foton mekkora energiát ad át az elektronnak Compton-effektussal, ha közben  $90$  fokkal megváltozik a foton haladási iránya! És ha  $180$  fokkal? És ha  $60$  fokkal?
26. Írjuk fel, hogy a részecske energiája hogyan függ a sebességétől és a tömegétől nemrelativisztikus, illetve relativisztikus esetben!
27. Ha az inelasztikus proton-proton hatáskeresztmetszet  $50$  millibarn, akkor hány fm sugarú a proton, ha naivan, tömör gömbnek képzeljük el?
28. Ha a proton-proton ütközés hatáskeresztmetszete  $60 \text{ mbarn}$ , és  $10^{29} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  a luminozitás, akkor hány ütközés történik másodpercenként?
29. Az LHC-ben egy adott napon két protoncsomag ütközésekor  $10\%$  volt annak a valószínűsége, hogy legalább egy proton tényleg összeütközött egy másik protonnal. Mekkora annak a valószínűsége, hogy több mint  $1$  proton-proton ütközés történt?