

## 27. Magfizika

1.

Rendszám, tömegszám, izotópok. Írja le ezen fogalmak fizikai jelentését!

2.

Hányszor nagyobb két proton között az elektromos taszítás, mint a gravitációs vonzás?

Határozza meg ezt az arányt két elektronra, illetve egy elektronra és egy protonra?

(A proton tömege  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg, az elektroné  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, mindkét részecske töltésének nagysága  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, a Coulomb-törvényben szereplő arányossági tényező  $9 \cdot 10^9$  N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>, a gravitációs állandó  $6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.)

3.

Hofstadter elektronokkal végzett szórás kísérletében azt tapasztalta, hogy a nagyobb

atommagok sugara (R) a tömegszám (A) köbgyökével arányos:  $R = R_0 \sqrt[3]{A}$ , ahol  $R_0 =$

$1,42 \cdot 10^{-15}$  m. Határozzuk meg ilyen magok esetén a mag sűrűségét! (Feltételezhetjük, hogy a protonok és neutronok tömege egyenlő,  $M_p = M_n = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg.)

### Tömeghiány jelensége, kötési energia

4.

Határozza meg az egy nukleonra jutó átlagos kötési energiát a  ${}^2_1\text{H}$  atommag esetén! (A proton tömege  $1,6726 \cdot 10^{-27}$  kg, a neutron tömege  $1,6749 \cdot 10^{-27}$  kg, a deutron mag tömege  $3,3431 \cdot 10^{-27}$  kg, a fény sebessége  $3 \cdot 10^8$  m/s.)

5.

Határozza meg az egy nukleonra jutó átlagos kötési energiát a  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$  és a  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$  atommagok esetén! (A kalcium móltömege 40,080 g/mol, a vasé 55,847 g/mol, az Avogadro-szám  $6,022 \cdot 10^{23}$ . A proton tömege  $1,6726 \cdot 10^{-27}$  kg, a neutron tömege  $1,6749 \cdot 10^{-27}$  kg.)

6.

A szabad neutron instabil részecske, spontán bomlása során proton és elektron keletkezik (továbbá antineutrínó.) Mennyi a keletkező részecskék által elszállított mozgási energia?

A neutron nyugalmi tömege  $1,6749 \cdot 10^{-27}$  kg, a protoné  $1,6726 \cdot 10^{-27}$  kg, az elektroné  $9,1061 \cdot 10^{-31}$  kg.)

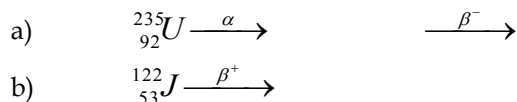
### Radioaktív bomlások

7.

Az  $\alpha$ -bomlást sok esetben  $\beta$ -bomlás követi. Miért?

8.

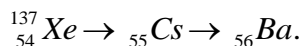
Egészítsd ki az alábbi bomlási egyenleteket a keletkező magok rendszámával, tömegszámával és vegyjelével!



${}_{89}\text{Ac}$	${}_{90}\text{Th}$	${}_{91}\text{Pa}$	${}_{92}\text{U}$	${}_{93}\text{Np}$	${}_{94}\text{Pu}$
${}_{51}\text{Sb}$	${}_{52}\text{Te}$	${}_{53}\text{I}$	${}_{54}\text{Xe}$	${}_{55}\text{Cs}$	${}_{56}\text{Ba}$

9.

A  ${}^{235}_{92}\text{U}$  mag neutron hatására például  ${}^{95}_{38}\text{Sr}$ -izotópra és  ${}^{137}_{54}\text{Xe}$ -izotópra hasad. Állapítsa meg, hogy hány neutron lép ki a fenti magreakció során! A keletkező izotópok tovább bomlanak. A xenon bomlásláncában a nyílak fölé írt betűkkel jelölje a bomlás módját, és írja be a hiányzó tömegszámokat:



10.

A  ${}^{14}\text{C}$   $T = 5736$  év felezési idővel  $\beta^-$  bomló. Egy anyag most  $0,001$  mól  ${}^{14}\text{C}$  izotópot tartalmaz.

- Mennyi most az anyag aktivitása?
- Mennyi lesz az aktivitása  $10\,000$  év múlva?
- Mennyi idő alatt csökken az aktivitás a kezdeti érték  $10$ -ed részére?  
(Az Avogadro-szám  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol.}$ )

11.

Egy lombikban lévő vízbe jódt-131 radioizotóp ( ${}^{131}\text{I}$ ) szennyezés került. Négy nap elteltével a lombik tartalmának aktivitása  $1,85 \cdot 10^2 \text{ Bq}$  volt. Hány gramm  ${}^{131}\text{I}$ -izotóp került a vízbe, ha  $1$  gramm  ${}^{131}\text{I}$ -izotóp aktivitása  $4,6 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$ , és a felezési idő  $8$  nap? ( **$5,6 \cdot 10^{-14} \text{ g}$** )

12.

A  ${}^{174}_{72}\text{Hf}$  (hafnium)  $2 \cdot 10^{15}$  éves felezési idővel  $\alpha$ -bomló.

- Mekkora lesz a keletkezett mag rendszáma (neve) és tömegszáma?
- Mekkora az aktivitása  $1 \text{ kg } {}^{174}_{72}\text{Hf}$ -t tartalmazó anyagnak?

13.

Mekkora  $1 \text{ mol } {}^{40}\text{K}$  aktivitása? Mennyi idő alatt csökken a  $8$ -ad részére, ha a felezési idő  $1,28 \cdot 10^9$  év?

14.

Mennyi idő alatt csökken ezredrészére  $0,1 \text{ g}$  tiszta  ${}^{212}\text{Po}$ -izotóp aktivitása, ha felezési ideje  $3 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ ?

15.

Egy tartály  $4 \text{ mg}$  rádiumot tartalmaz. A rádium tömegszáma  $226$ , rendszáma  $88$ .

- Hány rádiumatom van a tartályban?
- A rádium  $\alpha$ -bomló, felezési ideje  $1680$  év. Hány mg rádium lesz a tartályban  $3360$  év múlva?
- Hány rádiumatom bomlik el  $1 \text{ s}$  alatt?
- Milyen rendszámú és tömegszámú atommag keletkezik a rádium bomlásakor?

16.

A polónium  $218$ -as tömegszámú izotópja  $\alpha$ -aktivitású. A radioaktív bomlás felezési ideje  $3$  perc, és minden egyes, a bomlás során keletkező  $\alpha$ -rész  $9 \cdot 10^{-13} \text{ J}$  mozgási energiával hagyja el az atommagot.

- Hány atommag bomlik el  $10^{-6} \text{ kg}$  polónium-izotópból az első  $9$  perc alatt? ( **$2,4 \cdot 10^{18}$** )
- Mennyi  $20^\circ\text{C}$ -os vizet lehetne a légköri nyomáson elforralni azzal az energiával, ami eközben felszabadul? ( **$0,84 \text{ kg}$** )

Az Avogadro-szám:  $6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ ; a víz fajhője:  $4,18 \text{ kJ/kgK}$ , forráshője:  $2256 \text{ kJ/kg}$ .

17.

Radioaktív technéciummal végzendő orvosi vizsgálatához  $80 \cdot 10^6 \text{ Bq}$  aktivitású izotópot adnak be egy betegnek. A felhasznált izotóp felezési ideje  $6$  óra.

- Mekkora aktivitású preparátumot kell előkészíteni reggel  $8$  órára, ha az izotópot egy óra múlva,  $9$  órakor adják be a betegnek? ( **$90 \text{ MBq}$** )

A felhasznált izotóp tisztán gammasugárzó, bomlásakor atommagonként egyetlen

$2,24 \cdot 10^{-14}$  J energiájú foton keletkezik.

b) Mekkora az előkészített preparátumból egy másodperc alatt kilépő fotonok összenergiája a beadás időpontjában? ( $1,8 \cdot 10^{-6}$  J)

18.

Egy üzemben a hegesztési varratok átvilágítására  $^{60}\text{Co}$ -izotóp  $\gamma$ -sugárzását használják. A  $^{60}\text{Co}$  bomlásakor atommagként két  $\gamma$ -foton keletkezik. Az egyik foton energiája 1,17 MeV, a másiké 1,33 MeV. A radioaktív preparátum a beszerzéskor  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq aktivitású volt, egy év alatt aktivitása 12,2%-kal csökkent.

a) Mennyi a felezési idő, és mennyi idő alatt csökken az aktivitás a beszerzési érték harmadrésére? (5,33 év; 8,45 év)

b) Mekkora volt a preparátumból egy másodperc alatt kilépő  $\gamma$ -fotonok összenergiája a beszerzéskor? ( $9,25 \cdot 10^{10}$  MeV = 14,8 mJ)

19.

Egy urántömb 30%  $^{235}\text{U}$ -izotópot és 70%  $^{238}\text{U}$ -izotópot tartalmaz. Hány %-a lesz a tömbben lévő  $^{235}\text{U}$  magok száma a  $^{238}\text{U}$  magok számának  $5 \cdot 10^9$  év múlva?

(A  $^{235}\text{U}$  felezési ideje  $7,1 \cdot 10^8$  év, a  $^{238}\text{U}$  felezési ideje  $4,51 \cdot 10^9$  év.)

20.

Egy urántömb 30%  $^{235}\text{U}$ -izotópot és 70%  $^{238}\text{U}$ -izotópot tartalmaz. Mennyi idő múlva lesz a  $^{235}\text{U}$  mennyisége 0,1%-a a  $^{238}\text{U}$  mennyiségének?

(A  $^{235}\text{U}$  felezési ideje  $7,1 \cdot 10^8$  év, a  $^{238}\text{U}$  felezési ideje  $4,51 \cdot 10^9$  év.)

## Egyéb

21.

Becsülje meg a termikus neutron átlagos sebességét!

22.

A neutronfizikában gyakran megoldandó feladat, hogy a hasadásban keletkező gyors neutronokat le kell lassítani. Ezt általában úgy oldják meg, hogy a gyors neutronokat valamilyen közegbe (lassító közeg) engedik. A neutronok rugalmasan ütköznek a közeget alkotó anyag atommagjaival és az ütközésekben energiát veszítve lelassulnak. Milyen anyagot alkalmaznál lassító közegként, ha az a cél, hogy a neutronok minél kevesebb ütközésben lelassuljanak?

A) Vízet.      B) Ólmot      C) Vasat.

23.

Mivel magyarázza azt a jelenséget, hogy ha egy atommag három részre hasad, akkor több neutron szabadul ki, mintha a mag csak két részre hasad?

24.

Jelöld, hogy az alábbi állítások igazak, vagy hamisak!

- Az azonos számú protont tartalmazó atommagok egymás izotópjai.
- A tömegszám a magban lévő neutronok számát adja meg.
- A vegyjelet a rendszám határozza meg.
- A nukleáris kölcsönhatás hosszú hatótávolságú.
- Két egymáshoz nagyon közel lévő neutron vonzza egymást.
- Egy mag tömege egy picivel mindig nagyobb, mint az őt alkotó szabad nukleonok tömegeinek összege.
- Ha egy magban a neutronok száma több mint az optimális neutronsám, akkor a mag valószínűleg  $\beta^-$  bomló.
- $\beta^+$  bomlásnál a magból egy elektron lép ki.
- $\beta^-$  bomlásnál a rendszám változatlan, a tömegszám eggyel növekszik.
- Az  $\alpha$  bomlásnál a tömegszám 4-gyel, a rendszám 2-vel csökken.
- A nehéz magok (pld  $^{235}\text{U}$ ) lassú neutronokkal ütközve kisebb részekre hasadnak, és

közben 2-3 gyors neutron szabadul fel. A hasadásban felszabaduló neutronok egy része újabb hasadást okozhat, így egy önfenntartó magfizikai láncreakció jöhet létre.

- Egy magfizikai láncreakció esetén az egymást követő fázisokban akkor növekszik a hasadások száma, ha a sokszorozási tényező kisebb, mint egy.
- Ha egy atomreaktorba kadmium rudakat engedünk le, akkor a sokszorozási tényező növekszik.
- Egy atomreaktorban a moderátor közeg elsődleges feladata a hasadásban keletkező neutronok lelassítása.
- A paksi atomerőműben a moderátor közeg grafit.
- Egy működő paksi atomreaktorban a hasadásokban felszabaduló energia vizet melegít.
- A paksi atomerőműben a primer körben keletkező gőz turbinát hajt.
- Két könnyű mag fúziója alacsony hőmérsékleten azért nem megy végbe, mert a magok kis mozgási energiájuk miatt nem tudnak a nukleáris kölcsönhatás hatótávolságán belülre kerülni a magok Coulomb-taszítása ellenében.
- A hidrogénbomba működése a maghasadáson alapszik.

25.

Egy nyugvó atommag két részre bomlik, és a részek szétrepülnek. Az egyik rész tömege fele a másikénak.

a) Melyik résznek nagyobb a mozgási energiája?

- A) a kisebb tömegűnek      B) a nagyobb tömegűnek      C) egyenlők

b) Hogyan aránylik a két rész mozgási energiája egymáshoz?

- A) 1:1      B) 1:2      C) 1:  $\sqrt{2}$

26.

A  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  atommag  $\alpha$ -bomló.

- a) Határozza meg a keletkező maradék mag tömegszámát és rendszámát!  
b) A bomlásban felszabaduló  $0,653 \cdot 10^{-12}$  J energia megoszlik a kilépő  $\alpha$ -részecske, és a visszalökődő maradék mag mozgási energiája között. Mekkora sebességgel lökődik vissza a maradék mag?

(Az  $\alpha$ -részecske tömege  $6,64 \cdot 10^{-27}$  kg, a maradék mag tömege  $378,58 \cdot 10^{-27}$  kg, a  ${}^{232}\text{Th}$  mag a bomlás előtt nyugalomban volt)

27.

Igen nagy távolságból  $\alpha$ -részecske közeledik egy eredetileg nyugvó, szabad lítium atommag felé a két részecskét összekötő egyenes mentén. A részecskéket pontszerűnek tekintjük.

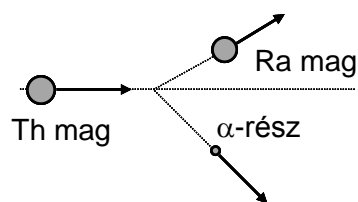
Mekkora az  $\alpha$ -részecske kezdeti mozgási energiája, ha a lítium atommagot  $10^{-14}$  m távolságra közelíti meg? ( **$2,18 \cdot 10^{-13}$  J**)

$m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27}$  kg,  $q_\alpha = 3,3 \cdot 10^{-19}$  C,  $m_{\text{Li}} = 1,15 \cdot 10^{-26}$  kg,  $q_{\text{Li}} = 4,8 \cdot 10^{-19}$  C,  $k = 1/(4\pi \cdot \epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>.

28.

A tórium egyik izotópjának atommagjából az  $\alpha$ -bomlásnak nevezett folyamatban egy  $\alpha$ -részecske lökődik ki, a maradék mag pedig egy rádium atommag lesz. A bomlás során  $\Delta E = 6,5 \cdot 10^{-13}$  J magenergia szabadul fel, ami a szétlökődő  $\alpha$ -részecske és rádium mag mozgási energiája formájában jelenik meg. (Az  $\alpha$ -részecske tömege  $m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27}$  kg, a rádium mag tömege 57-szerese az  $\alpha$ -részecske tömegének. A vizsgált jelenséget a magok körüli elektronok semmilyen módon nem befolyásolják.)

a) Mekkora lesz a szétlökődő részecskék sebessége abban a vonatkoztatási rendszerben,



amelyben a tórium mag nyugalomban volt?

b) Vizsgáljuk a bomlást olyan vonatkoztatási rendszerből, amelyben a tórium mag a bomlás előtt  $v_0 = 4,86 \cdot 10^5$  m/s sebességgel halad. Legfeljebb mekkora szöget zárhat be a bomlásban keletkező rádium mag sebessége a tórium haladási irányával?

### Katódsugárcső

1980 orvosi 5g

Egy katódsugárcsőben az elektronokat  $U=104$  V állandó feszültséggel gyorsítjuk. A katódsugár áramerőssége  $I=2 \cdot 10^{-4}$  A. Az elektron tömege  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, töltése  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

a) Hány elektron jut a cső világító ernyőjére másodpercenként? ( $1,25 \cdot 10^{15}$  db)

b) Mekkora erőt fejtenek ki az ernyőre csapódó elektronok? ( $6,75 \cdot 10^{-8}$  N)

1989 TTKpót 5

Egy TV-képernyőn másodpercenként 25 kép jelenik meg. A képek 625 sorból, és soronként 830 képelemből állnak.

a) Mekkora a katódsugár átlagos áramerőssége, ha a képernyőre becsapódó elektronok száma képelemenként átlagosan  $5 \cdot 10^8$ ? (1,04 mA)

b) Mekkora sebességűek az elektronok, ha a gyorsító feszültség 16 kV? ( $7,5 \cdot 10^7$  m/s)

c) Mekkora a katódsugár gyorsításához szükséges átlagos teljesítmény? (16,6 W)

Az elektron tömege  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, az elektron töltése  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  C.