

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny feladatai I. forduló

2000. március 6.

A feladatok megoldásához 180 perc áll rendelkezésre. Minden segédeszköz használható. Minden feladatot külön lapra írjon, s minden lapon legyen rajta a megoldó neve és iskolája.

1. feladat

Milyen folyamatok mehetnek végbe a ^3He , ^4He atommagoknak termikus neutronokkal történő reakciója során? Indokold is meg a választ! (5 pont)

Adatok: ld. táblázat

2. feladat

A környezet- és egészségvédelmi előírások szabályozzák, hogy mikor lehet radioaktív hulladékot a csatornarendszerbe kiönteni. Például ^{32}P izotópból csak olyan önthető ki, amelynek aktivitáskoncentrációja legfeljebb 20 MBq/m^3 . Mennyi ideig kell tárolni a literenként $8 \times 10^7 \text{ Bq}$ aktivitású hulladékot a kiöntés előtt? A ^{32}P felezési ideje 14,3 nap. (5 pont)

3. feladat

Biológiailag az azonos energiájú és intenzitású neutron- vagy a α -sugárzás a veszélyesebb?

Indokold meg a választ! (5 pont)

4. feladat

Az 5 cm^3 normál állapotú levegőt tartalmazó töltőtoll-doziméter kapacitása legyen 1 pF , és töltsük fel 1000 V -ra. Mennyi az elnyelt dózis, ha a besugárzás után a feszültsége 900 V -ra csökkent? (5 pont)

Adatok: A levegő átlagos ionizációs energiája $6,88 \text{ aJ}$, sűrűségét vegyük $1,3 \text{ kg/m}^3$ -nek.

5. feladat

A Nagy Egyesítés elmélete szerint a proton sem teljesen stabil, hanem nagyon hosszú felezési idővel p^0 -mezonra és pozitronra bomlik. Egy kísérletben 3300 tonna vizet 1 évig vizsgáltak, de nem tapasztaltak egyetlen protonbomlásra utaló eseményt sem. Milyen felső határt ad ez a kísérlet a vízmolekulában lévő proton felezési idejére? (5 pont)

6. feladat

Az 1986-os csernobili atomerőműbaleset következtében hazánkat is érő radioaktív légköri szennyeződés során az országban a levegő aktivitás-koncentrációja átlagosan 1 Bq/m^3 -el nőtt, legnagyobb részét a 8 nap felezési idejű ^{131}I izotóp következtében.

- a) Összesen hány gramm jód érkeztetett hazánk légterébe ?
- b) Összesen hány gramm radioaktív jód szabadulhatott ki a csernobili sérült reaktorblokkból, ha a kiszabadult összaktivitás 10^{18} Bq volt ? Tegyük fel, hogy ennek kb. 90%-a a jódtól származott. (5 pont)

Adatok: a szennyezett légkör magasságát vegyük 5 km-nek, hazánk területét pedig 10^5 km²-nek

7. feladat

Háromszorosan ionizált UF₆ molekulákat gyorsítunk 5 kV feszültséggel, majd egy piciny nyíláson 1 T indukciójú mágneses mezőbe vezetjük őket. Az indukció vektora merőleges a sebességre.

- a) Milyen pályán mozognak az ionok ? Adjuk meg a 238-as ill. a 235-ös uránizotópot tartalmazó ionpályák jellemző paramétereit.
- b) Ezen a módon szét lehet választani a 235-ös és a 238-as izotópokat egymástól. A II. világháború alatt az USA-ban rendelkezésre álló ionforrások 1 mA-es ionáramot tudtak előállítani. Mennyi ideig tartott volna 1 kg teljesen tiszta 235-ös urán előállítása ezzel a módszerrel? (5 pont)

8. feladat

Tudjuk, hogy rendszámnövelő ill. rendszámcsökkentő béta-bomlások az atommagok energiavölgyének két különböző oldalán lévő atommagoknál jönnek létre. Ezért azt várnánk, hogy nincs olyan atommag, amely egyszerre lenne negatív béta-bomló (rendszámnövelő) és elektronbefogó (rendszámcsökkentő). A ⁴⁰K izotóp azonban 88%-os valószínűséggel negatív béta-bomló, 12%-os valószínűséggel pedig elektronbefogással bomlik. (Nemcsak a ⁴⁰K ilyen, vannak még más ilyen atommagok is). Hogyan lehetséges ez? (5 pont)

9. feladat

Egy lézer 20 J energiájú fényimpulzust bocsát ki 0,5 m s időtartamig 580 nm hullámhosszon. Ezt a fényt céziumlapra ejtjük 12 m m átmérőjű körre fókuszálva. A fény 90%-a elnyelődik, 10%-a visszaverődik.

- a) Hány foton éri a fémlapot ebben az impulzusban ?
- b) Mekkora nyomást kelt a fénysugár ?
- c) Mekkora maximális sebességgel hagyják el a céziumlapot a fény által kiváltott elektronok ?
- Adatok:** Az elektronok kilépési munkája a cézium fémből 0,3 eV. (5 pont)

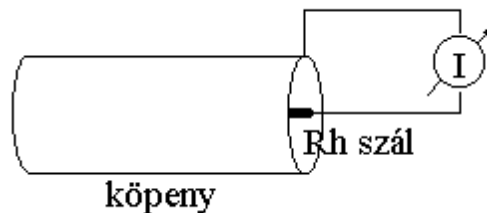
10. feladat

Atomerőművekben a neutronfluxus mérésének egyik módja az úgynevezett elektronemissziós (SPND) detektorokkal történő mérés. Egy ilyen detektor 3 mm átmérőjű rozsdamentes acél hengerbe helyezett, 20 cm hosszú, 1 mm átmérőjű, ¹⁰³Rh-ból készült szálból áll. A szál és a

henger egymástól elektromosan el van szigetelve (ld. ábra). A neutronsugárzás hatására a szálban béta-bomló ^{104}Rh keletkezik, amelyből kilépő nagy energiájú béta-részecskék áthatolnak a szál és a köpeny közötti szigetelésen, és elnyelődnek a köpenyben. Ezáltal a szál és köpeny közé kapcsolt árammérővel áram mérhető. (Vegyük észre, hogy ezeknek a detektoroknak az üzemeltetéséhez nem kell külön áramforrás, ezért ezeket öntápláló detektoroknak is hívják.)

- a) Mekkora a Rh-szál aktivitása, ha az árammérő 0,1 m A áramot jelez ?
- b) Hogyan lehetséges, hogy az árammérő hosszú időn keresztül állandó áramot mér, pedig a radioaktív anyagok aktivitásának a felezési időnek megfelelően csökkenni kellene ?
- c) Az a) feladatnak megfelelő teljesítményen hány év alatt alakul(na) át a Rh-szálban eredetileg meglévő ^{103}Rh atommagok 5%-a ? **(5 pont)**

Adatok: A ^{104}Rh felezési ideje 42,3 s. A ródium fém sűrűsége 12400 kg/m^3



TÁBLÁZAT

Az alábbi táblázat néhány könnyű atommag tömegét tartalmazza.

A nem-stabil atommagoknál feltüntettük a felezési időt és a bomlás módját is.

A tömeg-energia átalakításhoz használjuk: $c^2 = 8,987551787 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$

Atommag	tömeg (10^{-27} kg)	Felezési idő	Bomlás módja
neutron	1,6749543 .	1000 s	b^-
^1H	1,6726485 .	stabil	
^2H	3,342727844	stabil	
^3H	5,005622512	12,33 év	b^-
^3He	5,005589319	stabil	
^4He	6,64296669 .	stabil	
^5He	8,318722076	$2 \times 10^{-21} \text{ s}$	$\text{a} + \text{n}$