

Országos Szilárd Leó fizikaverseny feladatai

I. kategória döntő, 2006. április 29. Paks

A feladatok megoldásához 180 perc áll rendelkezésre. Minden segédeszköz használható. Minden feladatot külön lapra írjon, s minden lapon legyen rajta a megoldó kódja.
A feladatok NEM nehézségi sorrendben vannak.

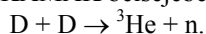
1. feladat (kítűzte: Sükösd Csaba)

A csernobili atomerőmű balesetekor a baleset helyszínétől távol a lakosság legnagyobb sugárterhelését a ^{131}I és a ^{137}Cs izotópok jelentették. Melyik a veszélyesebb? Ugyanakkora aktivitású ^{137}Cs , vagy ^{131}I bekerülése a szervezetbe? **(5 pont)**

Adatok: a ^{137}Cs fizikai felezési ideje 30 év, biológiai felezési ideje 100 nap, a bomlásakor felszabaduló összenergia 1,176 MeV, amelyből 662 keV a leánymag gamma-sugárzása során keletkezik, a többi béta-bomlásakor. A ^{131}I felezési ideje 8 nap, a bomlásakor felszabaduló összenergia 0,971 MeV, amelyből átlagosan 380 keV gamma-sugárzás formájában, a többi béta-bomlásban szabadul fel.

2. feladat (kítűzte: Radnóti Katalin)

Egy TOKAMAK belsejében a következő fúziós folyamatot használják energiaátalakításra:



A TOKAMAK plazmájának magas hőmérsékletén a részecskéknek 10 keV átlagos mozgási energiájuk van. Mennyire közelíthetik meg egymást az ekkora átlagos energiával rendelkező részecskék? Valóban létrejöhet-e a fúzió ezen a hőmérsékleten? **(5 pont)**

3. feladat (kítűzte: Radnóti Katalin)

A radioaktivitás felfedezését követően komoly feladat volt a keletkező részecskék energiájának meghatározása. Az első adatok az α részecskékre vonatkoztak. Az könnyen észrevehető volt, hogy a rádiumvegyületek mindig kissé melegebbek, mint a környezetük. Ha egy ilyen vegyületet kaloriméterbe helyeztek, megállapítható volt, hogy mennyi hőt fejlesztenek óránként. Ezt az értéket elosztva az óránként keletkező α részecskék számával, meg lehet határozni egy részecske energiáját. A következő feladat tehát a bomlások számának a meghatározása. Ez úgynevezett spintariszkóp segítségével történt.

A spintariszkóp egy kis méretű doboz, amelynek az alját belülről cink-szulfiddal (ZnS) vonták be, míg a másik oldalán egy lencse van. A lencse és a cink-szulfid felület közé egy tűt helyeztek, melyre kis mennyiségű radioaktív anyagot vittek fel. A tűről a cink-szulfid felületre került α részecskék a nagyítón keresztül megfigyelhető szintillációt, fényfelvillanást hoznak létre.

A rádium bomlási sora olyan, hogy három olyan bomlási termék, leányelem is felhalmozódik, melyek szintén α részecskéket bocsátanak ki.

Egy konkrét mérés a következőképp történt: Kaloriméterben lemérték, hogy 1 gramm rádium 588 J hőt fejleszt óránként. Ezután lemérték 5 mg rádiumot tartalmazó sót, melyet 5 liter vízben feloldottak. A jól összekevert oldatból ez után 1 mm³ oldatot juttattak a spintariszkóp tűjére, ahonnan a víz elpárolgott, és a rádiumtartalmú anyag ott maradt. A berendezés elrendezése olyan volt, hogy az α részecskéknek csak századrészt lehetett észlelni. A mérés során 100 másodperc alatt 37 felvillanás volt látható. Ezeknek alapján mekkora lehet az α részecske energiája? **(5 pont)**

4. feladat (kítűzte: Sükösd Csaba)

A lakásban lévő fogyasztásmérőben (villanyóra) forgó elektromos mezőt hoznak létre a benne lévő tekercsek, amikor valamilyen fogyasztót rákapcsolunk a hálózatra. Ebben a forgó elektromos mezőben az ott elhelyezett alumínium korong forgásba jön.

Mi történne, ha alumínium korong helyett

- szigetelő korongot
- szupravezető (pontosan 0 ellenállású) anyagból készült korongot építenék be a villanyórába? Többet, vagy kevesebbet mérne?

Indokold meg a válaszokat!

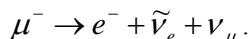
(5 pont)

5. feladat (kítűzte: Radnóti Katalin)

Legalább mekkora annak a láncmolekulának a hossza, amelynek vizes oldatát kémcsőbe helyezve zöld színűnek látjuk áteső fényben? **(5 pont)**

6. feladat (kitűzte: Radnóti Katalin)

A müion az elektronnál 207-szer nagyobb tömegű, de azzal megegyező töltésű elemi részecske, mely a kozmikus sugárzás hatására keletkezik átlagosan 2 GeV energiával, magasan a földi légkörben. Mivel nehezebb az elektronnál, így elbomlik elektronra és neutrínóra a következő folyamat szerint:



Átlagos élettartama mindössze $\tau = 2,15 \cdot 10^{-6}$ s. Érthetetlen volt azonban, hogy ilyen rövid élettartam mellett hogyan képes a müionok jelenetős része áthatolni pl. 10 km vastag léggrétegen, hiszen nem haladhatnak gyorsabban, mint a vákuumbeli fénysebesség? Mi a probléma megoldása? (5 pont)

7. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

Egy Pu-Be neutronforrás másodpercenként 10^4 neutronot bocsát ki tokozás nélkül. A forrást polietilénből készült, vastag falú műanyag tokba helyezzük. (A polietilén szenet és hidrogént tartalmaz.)

- Jöhet-e ki *kevesebb* neutron a tokozott forrásból, mint a tokozás nélküliből? A választ indokolja is meg.
- Jöhet-e ki *több* neutron a tokozott forrásból, mint a tokozás nélküliből? A választ indokolja is meg.
- Jöhet-e ki *ugyanannyi* neutron a tokozott forrásból, mint a tokozás nélküliből? A választ indokolja is meg.

Megjegyzés:

A Pu-Be forrásban a következő Pu izotópok vannak különböző koncentrációban: ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu . Ezek között vannak alfa-bomló, és hasadóképes izotópok is. (5 pont)

8. feladat (kitűzte: Ujvári Sándor)

- Mekkora, és milyen irányú a gyorsulása annak a Cosmos 1 nevű napvitorlásnak, amelynek tömege 100 kg, és a 600 m^2 felületű, tükröző felületű napvitorla a sugárzásra merőlegesen áll? A vitorlást nem a napszél, hanem a Nap által kibocsátott fotonok hajtják.
- Mekkora és milyen irányú lesz a gyorsulás, ha a napvitorlát az előzőhöz képest 45 fokkal elfordítjuk?
- Mi történne, ha a napvitorla nem tükröző lenne, hanem fekete? (5 pont)

Adatok: A Napból jövő fotonok teljesítménye 1353 W/m^2 a Föld távolságában. A Nap tömege $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, a Nap-Föld távolság $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

9. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

A sok ismert *stabil* atommag között mindössze négy olyan van, amelyekben mind a protonok, mind a neutronok száma páratlan. Ezek: ^2_1H , ^6_3Li , $^{10}_5\text{B}$, $^{14}_7\text{N}$.

- Mi az oka annak, hogy a páros proton- és/vagy neutronszámú atommagok általában stabilabbak?
- Mi lehet az oka, hogy csak a legkisebb páratlan számok esetén vannak stabilan létező páratlan-páratlan atommagok? (5 pont)

10. feladat (kitűzte Szűcs József)

Az ábrán látható kísérleti összeállításban egy gömb alakú, fémházas légritkított edény közepébe lítiumból készült katódot helyezünk. A katódot ablakon keresztül ismeretlen hullámhosszúságú, monokromatikus röntgenfényrel sugározzuk be. A besugárzás hatására a katódból kilépő elektronok zárják az összeállítás áramkörtét: a nagy érzékenységű ampermérő áramot jelez.

Az ellentér feszültségét növelve két komponens figyelhető meg. Kb. $U = 100 \text{ V}$ feszültségig az áramerősség folyamatosan csökken. Ezt követően az áramerősség igen kis értéken marad, és csak kb. $U = 5000 \text{ V}$ feszültséggel lehetne teljesen megszüntetni.

- Mekkora lehet a monokromatikus röntgensugárzás hullámhossza?
- Mi lehet az oka a két komponens felléptének? (A feltételezést számítással is támasszuk alá) (5 pont)

Megjegyzés: a lítium kilépési munkáját a számításokban elhanyagolhatjuk

