

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny feladatai

Döntő, 2003. 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 neve, osztálya és iskolája. A feladatok nehézségi sorrendben vannak.

-

1. feladat

A Paksi Atomerőmű működése óta 2002. dec. 31-ig 240231 GWh energiát termelt. Mennyi oxigént fogyasztottak volna a szénérőművek, ha ezt az energiát szénérőművekkel állítottuk volna elő? (Az energiaátalakítás átlagos hatásfokát vegyük 30%-nak) **(5 pont)**

2. feladat

Egy beteg 3,33 MBq aktivitású ^{131}I injekciót kapott. A ^{131}I felezési ideje 8,1 nap.

1. a) 30 nap elteltével mekkora aktivitású izotóp marad a beteg testében, ha az anyagsere folyamatok 128 nap alatt ürítik ki a jódot felét a szervezetből?
2. b) Vajon miért adták be a betegnek ezt a különleges izotópot? **(5 pont)**

3. feladat.

Egy 1 MeV kezdeti energiával keletkezett hasadási neutron grafit-moderátorban bolyong, és sorozatosan ütközik szén atommagokkal. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a szén atommagok nem mozognak (0 K közelére hűtött grafit), valamint, hogy minden ütközés egyenes ütközés.

1. a) Mozgási energiájának hányad részét veszíti el a neutron az első ütközésben?
2. b) Legalább hányszor kell ütköznie, hogy mozgási energiája 0,025 eV („szobahőmérséklet”) alá csökkenjen? **(5 pont)**

4. feladat

Egy Geiger-Müller számláló holtideje az az idő, amely eltelik egy részecske érzékelése után addig, amíg a cső újra képes lesz a detektálásra. Egy adott csőnél ez a holtidő s. Egy mérés során ez a cső átlagosan $3 \cdot 10^4$ beütést számolt percenként. Becsüljük meg, hogy mekkora a tényleges beütésszám! **(5 pont)**

5. feladat.

A CANDU reaktorokban a moderáló közeg nagy tisztaságú (pl. 99,9%) nehézvíz. Ilyen nagy dúsítást csak több lépésben lehet előállítani. A Turnu Severinben (Románia) működő nehézvízüzemben a dúsítás első lépése azon a tapasztalati tényen alapul, hogy a kénhidrogén (H_2S) gáz és a folyékony halmazállapotú H_2O közötti folyadék-gáz határfelületen izotópcsere játszódik le. Az izotópcsere iránya függ a hőmérséklettől: 30 °C körüli hőmérsékleten a könnyű hidrogén megy a gázba a nehézhidrogén helyére, 130 °C körüli hőmérsékleten pedig a csere fordított irányú.

1. a) Tervezzünk ezek alapján olyan körfolyamatot, amelynek segítségével a nehézhidrogén aránya feldúsítható
2. b) Milyen egyéb módszerek vannak a nehézhidrogén dúsítására? **(5 pont)**

6. feladat

A légkör felső rétegében a kozmikus neutronok nitrogén atommagokkal történő ütközésekor keletkeznek a radioaktív ^{14}C (radiokarbon) atommagok az alábbi magreakcióval

Tekintsünk egy 1 cm^2 alapterületű hasábot, amely fölnyúlik a Föld felszínétől egészen a légkör felső határáig. Ebben a hasábban átlagosan 2 új radiokarbon atommag keletkezik másodpercenként a fenti reakció eredményeképpen. A keletkezett radioaktív szénizotóp széndioxiddá oxidálódik, és részt vesz a légkör és a földi élővilág közötti körforgásban. Hosszú idő alatt egyensúly áll be a légkörben lévő radiokarbon atommagok bomlása és a fenti reakcióval történő keletkezése között. Ennek eredményeképpen a radiokarbon atommagok aránya a stabil szén-atommagokhoz időben állandónak tekinthető. Ennek értéke $1,2 \cdot 10^{-12}$.

1. a) Becsüljük meg, hogy mekkora tömegű radioaktív ^{14}C izotóp van a hidro- bio- és atmoszférában együttesen?
2. b) Az emberi tevékenység (pl. ipari, közlekedési széndioxid kibocsátás) hogyan változtatja meg az előbb említett $1,2 \cdot 10^{-12}$ arányt?
3. c) A b) pontban említett változás okozhat-e hibát a ^{14}C -en alapuló régészeti kormeghatározásokban? Indokoljuk meg a választ. Igen válasz esetén azt is mondjuk meg, hogy fiatalabbnak vagy idősebbnek látszanak-e a régészeti leletek a valódi koruknál? **(5 pont)**

7. feladat

Milyen lenne a világ, ha a magerő éppúgy hosszú hatótávolságú lenne, mint a Coulomb-erő és a gravitáció? (kitűzte: Marx György †) **(5 pont)**

8. feladat

A ^{235}U hasadásából származó neutronok átlagos élettartama egy reaktorban nagyon rövid, mindössze néhányszor tíz mikroszekundum ($\sim 10 \dots 100 \cdot 10^{-6} \text{ s}$). Tehát a neutrongenerációk nagyon gyorsan követik egymást, a láncreakció nagyon gyors lefolyású. Az atomreaktorokban a szabályozó rudak elektromechanikus eszközök, amelyek mozgatása másodperces időskálán mérhető. Hogyan lehetséges mégis, hogy ilyen lassú eszközökkel biztonságosan szabályozni lehet a láncreakciót? **(5 pont)**

9. feladat

Elektronok igen nagy energiára történő felgyorsításához lineáris gyorsítóban kevesebb energia szükséges, mint ciklikus berendezésekkel. Vajon miért? Hasonlítsuk össze ilyen szempontból az ugyanolyan energiára felgyorsított protonokat és elektronokat! **(5 pont)**

10. feladat

Képzeljünk el egy kétdimenziós világot! Melyek lennének ebben a világban a mágikus atommagok? **(5 pont)**