

2008. évi Országos Szilárd Leó Fizikaverseny I. forduló (Elődöntő)

(Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben lehet megoldani. A megoldáshoz bármilyen segédeszköz használható. Rendelkezésre álló idő: **180 perc**)

1. feladat

a) Miért állította le az USA Reaktorbiztonsági Bizottsága a grafit moderátoros vízhűtésű reaktorokat már 1953-ban?

b) Melyik magyar származású tudós volt elnöke ennek a bizottságnak?

2. feladat A következő idézet Marie Curie 1903-ban készült doktori értekezéséből való.

„Indukált radioaktivitás létesíthető úgy is, hogy egyes anyagokat urániummal együtt oldunk fel. A kísérlet báriummal sikerült. Ha Derierne eljárása szerint kénsavat töltünk urániumot és báriumot tartalmazó oldatba, a lecsapott bárium-szulfát aktivitást visz magával, ezalatt az urániumsó aktivitásának egy részét elveszíti. Becquerel azt találta, hogy többször ismételve ezen eljárást, oly urániumot kapunk, mely már alig aktív. Azt lehetne hinni ezek után, hogy ezen eljárással sikerült az urániumtól egy ezen fémtől különböző radioaktív testet elválasztani, amelynek jelenléte okozza az uránium aktivitását. Ez azonban távolról sincs így, minthogy néhány hónap múlva az uránium visszanyeri eredeti aktivitását, a lecsapott bárium-szulfát ellenben elveszti nyert aktivitását. Hasonló jelenség megy végbe a tóriummal”.

Mi lehet a magyarázata a fenti idézetnek?

3. feladat Az α -bomlást gyakran kíséri negatív β -bomlás, de pozitív β -bomlás és elektronbefogás nem. Mi lehet ennek az oka?

4. feladat Egy röntgencső másodpercenként 10-15 darab, átlagosan 150 pm hullámhosszúságú fotont bocsát ki, ha 100 kV feszültségen 50 mA áramot vesz fel. Mekkora hatásfokkal működik a cső? Mire fordítódik a felvett energia jelentős része?

5. feladat Torinóban őriznek egy leplet, amelyről sokan azt gondolják, hogy Krisztus halotti leple volt. A lepel korát 14 C vizsgálattal kívánták meghatározni. A mérés szerint a lepel a XIV század közepéből (kb. 1350-ből) származik. Hogy aránylik egymáshoz a minta 14 C aktivitása és az, ami akkor lenne, ha a lepel valóban 2000 éves lenne?

6. feladat Határozd meg egy ciklotronból kilépő protonok *maximális* mozgási energiáját, ha tudjuk, hogy a ciklotron átmérője d , a gyorsítófeszültség frekvenciája pedig f

7. feladat A technécium ($Z = 43$) egyik izotópja sem stabil, mesterségesen állítják elő. Észak-Amerika 99 Tc ellátásáért felelős kanadai kutatóreaktort (NRU, Chalk River, Ontario) 2007 novemberében biztonsági problémák miatt a tervezettnél hosszabb időre le kellett állítani. A földrész technécium-ellátása ezzel megbénult. Figyelembe véve a heti átlag 300000 db. 99 Tc alapú orvosi vizsgálatot, a kanadai kormány a biztonsági aggályok ellenére egy hónappal később újraindította a reaktort.

A ^{99}Tc izotópnak van egy kb. 6 óra felezési idejű gerjesztett (metastabil) állapota $^{99\text{m}}\text{Tc}$, amelyből γ -sugárzás kibocsátásával bomlik el. Emiatt, és egyéb tulajdonságai miatt is, alkalmas szív- és érrendszeri diagnosztikai vizsgálatokra. (Teller Edénél is alkalmazták 1979-ben, amikor infarktusa volt.) Rövid felezési ideje miatt a helyszínen, a kórházban kell elválasztani egy „szülő” izotóptól, amelyből keletkezik, és amellyel radioaktív egyensúlyban van. Ezt a szülő izotópot állítják elő atomreaktorokban.

- a) Mi lehet a „kezdő” stabil atommag (amit be kell tenni a reaktorba)?
- b) Mi lehet a „szülő” atommag (aminek a bomlásából a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ keletkezik)?
- c) Általában milyen feltételeknek kell eleget tenni egy diagnosztikára használt radioizotóp felezési ideje, ill. az őt szülő izotóp felezési ideje?

8. feladat Hidrogénatom gerjesztett elektronja az $n = 5$ állapotból az $n = 1$ állapotba kerülve kibocsát egy fotont. Legfeljebb mekkora mozgási energiájú fotoelektront képes ez a foton kiváltani fém nátriumból? A nátrium kilépési munkája 2,75 eV.

9. feladat

- a) Becsöld meg, mekkora sugárdózist jelenthet egy 50 kg tömegű ember számára percenként a tőle 1 méterre álló, 20 MBq aktivitású jódizotóppal kezelt beteg, ha feltételezzük, hogy annak testét a 356 keV energiájú fotonok fele hagyja el, és az emberünket érőknek is a fele nyelődik el benne? (Vegyük úgy, hogy az ember a testének 1 m^2 -nyi felszínét fordítja a sugárforrás felé)
- b) Hány vízmolekula felbontásához lenne elegendő ez az energia? (Adatok a függvénytáblázatban.)

10. feladat A Genf melletti CERN-ben épül a világ legnagyobb részecskegyorsító berendezése, az LHC (Nagy Hadron Ütköztető). A föld alatti alagútban lévő gyorsító gyűrűnek 27 km a kerülete, és benne 7 TeV ($= 7 \cdot 10^{12}$ eV) energiájú protonok keringenek majd. Mekkora mágneses indukciót kell létrehozni az eltérítő mágnesekben a protonok körpályán tartásához, ha az 1232 db eltérítő mágnes mindegyike 14,3 m hosszú?