

2007. 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 sugárterápia bevezetése Szilárd Leó nevéhez fűződik. Milyen életrajzi vonatkozása van ennek?

2. feladat Egy α -sugárzás behatolási mélysége 10^5 Pa nyomású levegőben 4 cm. Mekkora lenne a behatolási mélység 10^3 Pa nyomású légritkított térben?

3. feladat Mi történik az alábbi felépítésű reaktorokkal, ha csőtörés miatt megszökik a hűtőközeg?

- a) Ha a moderátor grafit, a hűtőközeg víz?
- b) Ha a moderátor grafit, a hűtőközeg hélium?
- c) Ha a hűtővíz egyben a moderátor is?

4. feladat A véráramlás sebességét radocirkulográfiának nevezett módszerrel mérik. A korábbi vizsgálati eljárás szerint a vérbe ^{24}Na izotópot juttatnak, amelynek felezési ideje 15 óra, és 2,75 MeV energiájú γ fotont bocsát ki. A modernebb eljárás szerint ^{99}Tc izotópot használnak, amelynek felezési ideje 6 óra, és 0,14 MeV energiájú γ fotont bocsát ki. Mekkora a szervezet által elnyelt dózisok aránya a két vizsgálatban, ha mindkét esetben ugyanakkora aktivitású radioaktív készítményt juttatnak a szervezetbe?

A biológiai kiürülést ne vegyük figyelembe, és tegyük fel, hogy a kibocsátott gamma-fotonoknak ugyanakkora hányada nyelődik el a szervezetben mindkét esetben (a fotonok energiájától függetlenül)!

5. feladat Tegyük fel, hogy az igen veszélyes ^{210}Po alfa-sugárzó polónium izotópból 1 μg kerül egy ember szervezetébe, és az 1 nap alatt az emésztőcsatornán végighalad. (Az izotóp felezési ideje 138 nap, az alfa-részek energiája 5,3 MeV)

- a) Mekkora a szervezetbe került izotóp aktivitása?
- b) Mekkora dózist kap a kb. 2 kg össztömegű emésztőcsatorna ez idő alatt?
- c) Mindannyiunk testében van valamennyi – természetes eredetű – ^{210}Po izotóp, szerencsére igen kis mennyiségben. Legfeljebb mekkora tömegű izotóp lehet (állandóan) egy 60 kg-os ember szervezetében, hogy az egy év alatt kapott dózis a természetes háttérsugárzásból eredő 2,8 mSv/év dózisérték alatt maradjon? (Tegyük fel, hogy az izotópnak van egy egyensúlyi koncentrációja, azaz annyi utánpótlása is van, amennyi éppen elbomlik.)

6. feladat Vízszintes helyzetű kondenzátorlemezek között félúton egy egyszerűen ionizált olajcsepp lebeg vákuumban. A lemezek távolsága 5 cm, a közöttük lévő feszültség 5000V. A felső lemez pozitív töltésű. Az olajcsepp egyszer csak elveszíti a töltését.

- a.) Mekkora az olajcsepp tömege?
- b.) Merrefelé, és miért kezd el mozogni, miután elvesztette a töltését?
- c.) Mekkora gyorsulással mozog a csepp?

d.) Mennyi idő alatt éri el a lemezt?

7. feladat Egy ^{137}Cs γ -forrás aktivitása 9250 Bq. A Geiger-Müller számláló másodpercenként átlagosan 197 beütést regisztrál akkor, amikor a forrás és a számláló között 2 mm vastag ólomlemez van. A lemez eltávolításakor az átlagos beütésszám másodpercenként 280-ra nő.

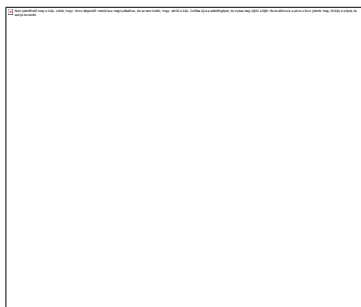
a.) A mérés során a keletkező γ -fotonok hány százalékát tudjuk csak mérni?

b.) Mekkora az ólom abszorpciós együtthatója a γ sugárzásra nézve?

c.) Milyen vastag ólomlemez kellene alkalmazni, ha azt szeretnénk, hogy 50%-al csökkentse a γ sugárzás intenzitását?

Folytatás a túloldalon!

8. feladat Egy fotocellát 400 nm hullámhosszúságú ibolyaszínű fénnel világítunk meg. A katódra jutó fényteljesítmény 5 mW. A katód anyagának kilépési munkája 2 eV, a katód kvantumhatásfoka pedig 1/5, vagyis minden ötödik foton becsapódására jut egy elektronkilépés. A fotocella elektródáira ellenállást kapcsolunk az alábbi rajz szerint.



a) Mekkora egyensúlyi feszültség alakul ki az ellenálláson, ha $R = 100 \Omega$?

b) Mekkora lesz az egyensúlyi feszültség, ha $R = 1 \text{ M}\Omega$?

9. feladat Egy betegnek terápiás célból 1 GBq aktivitású radioaktív készítményt adnak be. Hányszor többet kell a betegnek várnia ahhoz, hogy a testében lévő többletaktivitás 1 kBq-re csökkenjen, ahhoz képest, mintha csak diagnosztikai célú, 1 MBq aktivitású izotópkészítményt kapott volna?

10. feladat A CERN-ben a 27 km kerületű, gyűrű alakú alagútban elhelyezett LEP (Large Electron-Positron Collider – Nagy Elektron-Pozitron Ütköztető) gyorsítógyűrűben elektronokat és pozitronokat gyorsítottak 101 GeV energiára. Most ugyanebben az alagútban egy másik gyorsító, az LHC (Large Hadron Collider – Nagy Hadron Ütköztető) épült. Ebben egymással szemben rohanó két protonnyalábot gyorsítanak majd fel egyenként 7 TeV energiára, és ezeket ütköztetik össze. Hányszor erősebb mágneses teret kell létrehozni a részecskék ugyanakkora sugarú körpályán tartásához, mint a LEP esetében kellett?