

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny feladatai

Döntő, 2002. április 26, Paks.

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

-

1. feladat.

A radon belégzése egyes helyeken a tapasztalat szerint főleg tüdőrákot, más helyeken főleg emlő- és hastáji rákot okoz. Mi lehet a különbség oka? **(5 pont)**

-

2. feladat

A szén-, olaj- és gázerőművek által termelt CO₂ elnyeli a meleg talaj hőszugárzását, üvegházszerű fölmelegedést okoz.

a.) Miért pusztul el éhen mégis több legelő vadállat telente Mongóliában és Szibériában a vastagabb és tovább tartó hótakaró miatt?

b.) Miért van szárazság és éhínség Afrikában, miért vannak árvizek Magyarországon, tornádók Amerikában az utóbbi években? **(5 pont)**

-

3. feladat.

Gondolkozzon el az alábbi kérdéseken, majd írja le elképzeléseit!

1. a.) Mit gondol, az atommagban miért nem érvényes a kémiában tanult Hund szabály?
2. b.) Mit gondol, milyen atommagok lennének stabilisak, ha nem lenne érvényes a nukleonokra a Pauli elv? **(5 pont)**

-

4. feladat

Egy, az idén megjelent tudományos közlemény szerint a Föld felszínén több elhagyatott vidéken ⁶⁰Fe izotópot találtak felszíni rétegekben. (Felezési idő 300 000 év.) A tudósok még vitatkoznak azon, hogy ennek mi lehet az eredete. Ön mire gondol? Milyen érvekkel tudja sejtését alátámasztani? **(5 pont)**

-

5. feladat

A ^2H izotóp kötési energiája 0,356 pJ. A ^4He atommag kötési energiája ennek majdnem 13-szorosa: 4,533 pJ. Wigner Jenő ebből arra következtetett, hogy a magerő nagyon rövid hatótávolságú. Miért? (5 pont)

-

6. feladat

A 269 év felezési idejű radioaktív ^{39}Ar izotóp a kozmikus sugárzás hatására keletkezik a légkörben, s az esővel belemosódik a tengerekbe. Ezt az izotópot oceanográfusok arra használják, hogy a világtengerek hatalmas, a Föld klímáját is döntően befolyásoló mélytengeri áramlatait tanulmányozzák.

a.) Hogyan keletkezhet az ^{39}Ar izotóp?

b.) Milyen típusú radioaktivitása lehet?

c.) Vajon hogyan segíthet a mélytengeri áramlatok kutatásában? (5 pont)

7. feladat

A pozitív és negatív béta bomlások során keletkező neutrínóknak (antineutrínóknak) az energiája folytonos eloszlású. Az elektron-befogás esetében azonban mindig jól meghatározott energiájú neutrínók keletkeznek. Mi lehet ennek az oka? (5 pont)

-

8. feladat

Egy zárt kartondoboz műanyaghab-, levegő- és sárgaréz szegecsek rétegeit tartalmazza. A függőleges elhelyezkedésű dobozra béta részecskék párhuzamos nyalábja érkezik a rétegekre merőleges irányból (vízszintesen). A doboz túloldalára helyezett Geiger-Müller detektor méri a dobozon áthaladó részecskék számát. A doboz fokozatosan emelkedik. A beütésszámot a doboz aljától számított különböző magasságokban mérve a következőket kapták:

Beütésszám/perc	magasság (mm)
1020	50
1054	45
1018	40
3026	35
3008	30
42	25
23	20
35	15
1086	10
1040	5

a.) Alkalmas grafikon megszerkesztésével határozza meg a műanyaghab, a rézszegecs réteg és a levegőréteg pontos helyét!

b.) Hogyan lehetne ezt az eljárást ipari célokra felhasználni? **(5 pont)**

-

9. feladat

Az első nagy atomreaktorok hőteljesítményében Wigner Jenő és tanítványa, Alvin Weinberg érdekes ugrást tapasztaltak, amikor egy hosszú ideje működő reaktort kikapcsoltak, majd nem sokkal később újraindítottak. A következő folyamatot fogták gyanúba: maghasadáskor ^{135}I izotóp is keletkezik, mely béta-bomlással tovább bomlik. A három tagból álló bomlási sor elemeinek néhány adatát a következő táblázat tartalmazza:

Izotóp	Felezési idő	neutron-befogás valószínűségeinek arányai
^{135}I	6,7 óra	<1
^{135}Xe	9,2 óra	2 640 000
^{135}Cs	3 millió év	8,7

a.) Mi lehet a neutronbefogási valószínűségeken található nagy különbség oka?

b.) Hogyan magyarázható ezek alapján a reaktor teljesítményében Wignerék által megfigyelt ugrás ?

c.) Hogyan oldják meg Pakson, hogy a nemkívánatos ingadozások ki-be kapcsoláskor ne lépjenek fel? **(5 pont)**

10. feladat

Egy feltaláló a következő javaslattal állt elő:

Egy nehézvízzel moderált atomreaktor hűtővizébe tegyünk 6Li -ot valamilyen vízben oldódó vegyület formájában (például lítium-hidroxid). A termikus neutronok hatására végbemegy a következő atommag-reakció: $6\text{Li} + n \rightarrow 3\text{H} + 4\text{He}$. A reakcióban összesen $0,85\text{ pJ}$ energia szabadul fel. A feltaláló szerint a 3H elegendő energiát fog nyerni ahhoz, hogy a nehézvízben lévő deutérium atommagokkal fúziós reakciót tudjon létrehozni: $3\text{H} + 2\text{H} \rightarrow 4\text{He} + n$. Ez a reakció is energiatermelő, a felszabaduló energia $2,82\text{ pJ}$. A feltaláló szerint ilyen "kombinált" módon a fúziós energia felszabadítása makroszkopikus méretekben is megvalósítható anélkül, hogy sokmillió fokos hőmérsékletet kellene előállítani. Ő azzal érvel, hogy a neutrongenerátorokban a $3\text{H} + 2\text{H}$ fúziós reakció megvalósításához elegendő már $0,032\text{ pJ}$ energiára felgyorsítani a deutronokat, és belelőni őket tríciumot tartalmazó céltárgyba.

a) Mekkora mozgási energiával keletkezik a $6\text{Li} + n$ reakcióban a 3H ?

b) Mi a véleménye a javasolt megoldásról? Működni fog? Nem fog működni? Indokolja meg a választ!
(5 pont)