

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny feladatai

Elődöntő, 2003. március 4.

1. Feladat: Miként merült fel Szilárd Leóban a láncreakció ötlete? Milyen elemmel kívánta először megvalósítani?

2. Feladat: A radioaktív izotópokat sokféleképpen használják. Segítségükkel hogyan lehetne megoldani a következő feladatokat:

a.) A műanyag fólia vastagságát a gyártás során folyamatosan kell ellenőrizni.

b.) Egy mezőgazdász tudni akarja, hogy paradicsombokraiba miként szívódik fel a frissen kihintett foszfortrágya.

c.) Egy kutatóorvos csökkenteni akarja a bizonyos területeket megfertőző légyraj nagyságát. (Célzás: a hímnemű legyekre rossz sors vár)

d.) Egy agysebész a daganat helyét kívánja megállapítani.

3. Feladat: Uránbányászoknál tapasztalták a tüdőrák gyakoribbá válását, ha nem megfelelő a bánya szellőztetése. Hogyan okozhat a radon tüdőrákot, hiszen nemesgáz és rövid a felezési ideje, tehát belelegezünk, majd kilélegezzük, mint a nitrogént?

4. Feladat: Egy, a szájhagyomány szerint legalább 100 éve elsüllyedt hajót átkutatva a bűvár az egyik kabinban bontatlan whiskys üveget talált, amelyről azonban leázott a címke. Amikor egy laboratóriumban megmérték ennek a whiskynek a tríciumtól származó aktivitás-koncentrációját, azt találták, hogy az mindössze 3%-a az üzletben frissen vásárolt és 7 éves címkével ellátott whisky aktivitás-koncentrációjának. Igazolható-e ezzel, hogy 100 éve süllyedt el a hajó? A trícium felezési ideje 12,3 év.

5. Feladat: Tegyük fel, hogy egy stabilis alumínium atommagot elemi részeiből (protonokból és neutronokból) építünk fel. Mennyi energia szabadul fel? Mekkora lesz a nukleononkénti kötési energia? Az ^{27}Al atom tömege: $m_a = 26,9815 \text{ u}$.

6. Feladat: Az ^{235}U és az ^{238}U izotópok diffúziós szétválasztásánál, amely a részecskék relatív sebességkülönbségén alapuló eljárás, gáz halmazállapotú UF_6 (uránhexafluorid) vegyületet használnak.

a.) Az ^{235}U -t vagy az ^{238}U -t tartalmazó molekulának nagyobb-e a sebessége?

b.) Mekkora a sebességek aránya?

7. Feladat: Megmérték egy múmiából vett minta ^{14}C -től származó aktivitását. Ebből meg lehetett állapítani, hogy a mintában a $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ arány csak 69,2 százaléka annak, mint amit a mai növényekben mérnek. (A ^{14}C felezési ideje: 5730 év).

a) Becsülje meg a múmia korát!

b) Milyen tényezőkre kell figyelni, amikor a minta mért aktivitásából a $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ arányra akarunk következtetni?

8. Feladat: A Paksi Atomerőmű éves trícium kibocsátása 15 TBq/év, amely a hűtővízzel távozik.

a.) Mekkora tömegű trícium kerül ki a környezetbe 1 év alatt az erőműből? (A trícium felezési ideje 12,26 év.)

b.) Átlagosan hány százalékkal növeli ez meg a Duna vizének természetes, (1 Bq/liter) trícium aktivitáskoncentrációját? (Tegyük fel, hogy az összes kibocsátott trícium a Dunába kerül, és a kibocsátás évközben egyenletes. A Duna átlagos vízhozama 2000 m³/s.)

9. Feladat: A természetben található stabil atommagokat négy csoportba oszthatjuk aszerint, hogy páros-e a protonjaik, illetve neutronjaik száma.

<i>Z (protonszám)</i>	<i>N (neutronszám)</i>	<i>Magok száma</i>
Páros	Páros	141
Páratlan	Páros	45
Páros	Páratlan	51
Páratlan	Páratlan	5

Tegyük fel, hogy a Föld keletkezésekor a különböző urán atommagok is ezen arányoknak megfelelően keletkeztek. Jelenleg a természetes uránban az ^{235}U aránya 0,71%. Az ^{235}U felezési ideje $T_1 = 7,13 \cdot 10^8$ év, a ^{238}U felezési ideje $T_2 = 4,51 \cdot 10^9$ év. Becsülje meg a Föld életkorát ezen ismeretek felhasználásával!

10. Feladat: Ismeretes, hogy nyugalmi tömeggel rendelkező részecske nem érheti el a vákuumbeli fénysebességet. Semmi sem tiltja azonban, hogy egy részecske gyorsabban haladjon egy közegben, mint a fény az adott közegben. Ha ez elektromos töltésű részecskével következik be, érdekes jelenség történik: a félynél gyorsabban haladó részecske fényt bocsát ki. Ez a Cserenkov sugárzás. Atomreaktorok hűtővize szép kék színnel világít az aktív zóna közelében a Cserenkov sugárzás következtében. Ez egy „térfogati” jellegű sugárzás, nem a fűtőelemek felszíne világít!

a) Milyen részecskéktől származhat ez a sugárzás?

b) Legalább mekkora energiájúnak kell lenni ezeknek a részecskéknek ahhoz, hogy a vízben Cserenkov sugárzást hozzanak létre?

c) Vajon honnan vannak ilyen energiájú részecskék a reaktorok hűtővizében az aktív zóna közelében?