

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny

1998. március 17. 14⁰⁰ - 17⁰⁰

I. forduló

“Érdemes célokat tűzz magad elé, de ne firtasd, elérhetők-e;

modellnek és példának tekintsd őket, ne határidős feladatnak.”

(1939. aug. 4. Szilárd Leó tízparancsolatából)

Kérdések

1. Az alábbiakban felsorolt, az emberiség által használt földi energiaforrások közül melyek kapcsolatosak nukleáris folyamatokkal? (Húzzuk alá a megfelelő - igen vagy nem - választ és nevezzük meg az esetleges nukleáris folyamatot!)

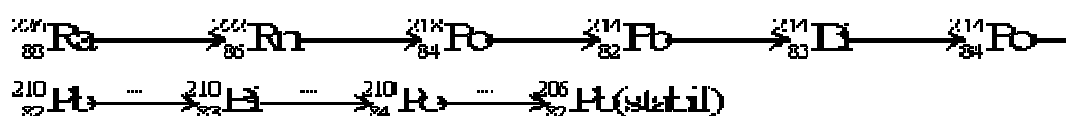
(A táblázatot másoljuk le a megoldási lapra!)

Energiaforrás	Kapcsolat nukleáris folyamattal	Nukleáris folyamat megnevezése
ásványi szén	<i>igen - nem</i>	
kőolaj	<i>igen - nem</i>	
napenergia	<i>igen - nem</i>	
atomenergia (erőművekben)	<i>igen - nem</i>	
geotermikus energia	<i>igen - nem</i>	

(5 pont)

2. Az alábbi bomlási sor részletesen tanulmányozhatjuk a radioaktív radongáz keletkezését és elbomlását.

a) Tüntessük fel a nyilak fölötti pontozott helyeken, hogy az egyes magátalakulások milyen radioaktív sugárzással járnak!



b) A radonos lakásokban - megfelelő műszerekkel - milyen fajtájú sugárzásokat mérhetünk? Vajon a szoba pormentes levegőjében az a -sugárzó izotópok vagy a b -sugárzó izotópok

aktivitás-koncentrációja ($\frac{Bq}{m^3}$) a nagyobb és miért?

c) Mikor és miért nagyobb egy radonos helyiségben az ott élők egészségi kockázata: ha poros vagy tiszta a helyiség levegője?

(Vegyük figyelembe, hogy a radon nemesgáz és nehezen kötődik más anyagokhoz. A leányelemei viszont fémek, amelyek szívesen tapadnak más anyagokhoz, így a levegőben lévő porszemekhez, vagy a helyiség falához.)

(8 pont)

3. Két radioaktív anyag - **A** és **B** - aktivitása, felezési ideje és az anyagokból távozó részecskék energiája azonos. Az **A** anyag a - , a **B** anyag pedig b - sugárzó.

a) Tőlünk azonos távolságokban lévő A és B anyagok közül melyik veszélyesebb és miért?

b) Ha az A és B sugárzó anyag a szervezetünkbe kerül - és ott is marad -, akkor melyik anyag és miért okozhat nagyobb egészségi károsodást ?

(6 pont)

4. Szilárd Leó - 1939-ben értesülve a maghasadás német tudósok által történő felfedezéséről - megvalósíthatónak vélte a nukleáris láncreakciót.

a) Vajon miért gondolta Szilárd Leó, hogy a maghasadással a nukleáris láncreakció létrehozható?

b) Általában milyen tulajdonságokkal kell rendelkeznie a hasadó atommagoknak, hogy láncreakció jöhessen létre?

c) Mikor és hol hozták létre az első láncreakciót? Az eseménynél magyar származású tudósok közül kik működtek közre?

(10 pont)

5. Ma a Földön természetes úton nem indulhat meg spontán nukleáris láncreakció. A kutatók Közép-Afrikában (Gabon Köztársaságban, Oklóban) gazdag uránlelőhelyek környékén 2 milliárd évvel ezelőtti 2 ősreaktor nyomaira bukkantak.

a) Mik lehettek azok a nyomok, amelyekből valamikori szabályozott nukleáris láncreakcióra lehetett következtetni?

b) Vajon milyen feltételek álltak fent 2 milliárd évvel ezelőtt, amelyek lehetővé tették a feltételezett spontán szabályozott nukleáris láncreakciót? Hogyan valósulhatott meg a nukleáris láncreakció?

(8 pont)

6. Földünkön előforduló hélium két stabil izotópja a ritka ^3He - és a gyakoribb ^4He -izotóp. A levegőben a ^3He koncentrációja jóval nagyobb, mint a földgázban.

a) Vajon hogyan alakulhatott ki ilyen eltérés?

(Gondoljunk arra, hogy a földgáz a Föld belsejéből ered, ahol nagy a radioaktivitás!)

b) Ha földgázt tartósan a felszínen tároljuk, akkor milyen változást várunk a földgáz ^3He koncentrációjában?

(8 pont)

Feladatok

7. Rutherford és munkatársai a század elején az atom belső szerkezetének megismerése céljából vékony aranyfóliára merőlegesen alfa-sugarakat bocsátottak. A kísérlet során a mérések azt mutatták, hogy az alfa-részek nagy hányada alig eltérülve haladt át az aranylemezen, de ritkán egyes alfa-részek szinte merőlegesen 2 visszapattantak (azaz közel 180° - os eltérést szenvednek) a lemeztől.

a) A mérések szerint minden 100 ezer alfa-részből átlagosan 4 pattan vissza a lemeztől. Ismerve, hogy a lemez kb. 10 ezer atomi rétegből áll, becsüljük meg, hogy az alfa-részek visszaszóródását okozó aranyatommagok átmérője hányad része az atomok átmérőjének?

b) Az átmérők becsült arányából következtessünk az aranyatommagok sűrűségére, ha tudjuk, hogy az arany sűrűsége $19\,300\text{ kg/m}^3$!

c) Hogyan változna meg az a -részek visszaszóródási aránya, ha 1000-szer vastagabb aranylemez használnánk a kísérletekhez? Mivel magyarázható a változás? Az így kapott kísérleti eredményekből magméterre nagyobb, vagy kisebb becsült értéket kapnánk, mint az eredeti vékony lemez esetében?

(15 pont)

8. A paksi atomerőműben 4 reaktor működik. Reaktoronként a hőteljesítmény 1375 MW , villamos teljesítmény pedig 460 MW .

a) Becsüljük meg 1 reaktor üzemanyagtöltetét, ha tudjuk, hogy az üzemanyag kb. 3 % -ban tartalmaz jól hasadó U-235 izotópot, és az izotóp koncentrációja (az egész töltetre nézve) évente átlagosan 1,14 %-kal csökken! Tegyük fel, hogy a felszabaduló energia nagyrészt az U-235 magok hasadásából ered, ahol egy - egy hasadás alkalmával 32 pJ energia szabadul fel. (Egy évben átlagosan 330 napot üzemel egy-egy reaktor)

b) Becsüljük meg, hány fokkal melegedhet fel az erőmű hűtésére szolgáló Duna-csatorna, ha vízhozama másodpercenként 100 köbméter ?

c) Mekkora lenne a paksi erőművel azonos hőteljesítményű hőerőmű évi üzemanyag szükséglete, ha az $24,5\text{ MJ/kg}$ fűtőértékű szénét használna?

d) Becsüljük meg a szénérőmű által évenként kibocsátott CO_2 gáz térfogatát normál állapotban! Milyen vastagon borítaná be ez a szén-dioxid gáz Magyarország területét, amely $93\,033\text{ km}^2$?

(15 pont)

9. Pajzsmirigy vizsgálathoz $8 \cdot 10^{-11}$ gramm radioaktív $^{131}_{53}\text{I}$ izotópot tartalmazó készítményt használnak, amelynek 50 %-a a pajzsmirigybe épül be, és ott is marad. A többi 24 óra alatt kiürül a szervezetből. Az izotóp felezési ideje 8 nap (ez azt jelenti, hogy minden 1 millió jódatommag közül másodpercenként átlagosan 1 bomlik el).

a) Mekkora a készítmény felhasználás előtti aktivitása?

b) Mennyi lesz a pajzsmirigyben a jódt aktivitása 4 nap elteltével?

c) Mennyi idő múlva lesz a pajzsmirigyben az aktivitás értéke biztosan kisebb a pajzsmirigyben felhalmozódó jódt kezdeti aktivitásának 1 %-ánál?

d) Becsüljük meg, hogy maximálisan hány mSv egésztest sugárterhelést (dózisegyenértéket) kaphat az a 60 kg tömegű vizsgált személy a pajzsmirigybe beépült radioaktív jódt sugárzásától, ha elhanyagoljuk a $^{131}_{53}\text{I}$ gamma-sugárzását, és minden bomláshoz egy béta-részecskét rendelünk, melynek átlagos energiája $0,1\text{ pJ}$! (A béta-sugárzás a minőségi tényezője 1.)

(15 pont)

A VERSENYBIZOTTSÁG SZILÁRD LEÓ SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJA
ALKALMÁBÓL EREDMÉNYES VERSENYZÉST KIVÁN MINDEN VERSENYZŐNEK!