

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny Elődöntő 2011.

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

1 liter vízben elkevertek 1 gramm jódot, amelyet 11100 Bq aktivitású, 8,04 napos felezési idejű, ^{131}I jód izotóppal nyomjelezték. Négy nap elteltével a szilárd jódot nem tartalmazó oldatból 1 dl mintát vettek, és ennek aktivitását 185 Bq-nek találták.

a) A jód hány százaléka oldódott fel a vízben?

b) Mennyi a jód oldékonysága mg/liter egységben?

2. feladat

Egy kritikus állapotban lévő atomreaktorba állandó intenzitású külső neutronforrást helyezünk. Hogyan változik időben a neutronok száma? Indokoljuk meg a választ!

3. feladat

a) A paksi 500 MW villamos teljesítményű, 34%-os hatásfokú blokkok kazettái 3,82%-os átlagos ^{235}U dúsítású üzemanyagot tartalmaznak. Mekkora tömegű üzemanyag tartalmaz annyi ^{235}U -t, amennyit egy blokk egy óra alatt elhasznál?

b.) Mennyi 10 MJ/kg fűtőértékű barna szén használ fel óránként egy 30%-os hatásfokú szénérőmű 500 MW villamos teljesítmény eléréséhez?

4. feladat

A Népszabadság 2010. április 27-i számában egy érdekes híradás jelent meg Koronczay Dávid írásában, amelyből részleteket közlünk:

Időszámításunk előtt 50 körül indult utolsó útjára a hispániai Carthago Nova városából Itáliába az a kereskedelmi gálya, amely rakományként különféle típusú amforák mellett közel hetventonnányi ólmot szállított.

A történetünkben szereplő hajó azonban sohasem érte el úti célját: a szardíniai partoktól mindössze egy kilométerre, a mai Oristano mellett elsüllyedt. A roncs számára eseménytelenül telt el az elkövetkezendő kétezer év. Ezután azonban felgyorsultak az események. A leletekről szóló híradás megjelent az újságokban, és azt egy nukleáris fizikával foglalkozó milánói kutató, Ettore Fiorini is olvasta. Azonnal felcsillant a szeme, amikor megtudta, mi volt az ókori hajó rakománya. Gyorsan elutazott Cagliariba, a sziget fővárosába, és felajánlotta az INFN, az olasz nukleáris fizikai kutatóintézet segítségét az archeológiai főfelügyeletnek. A pénzügyi támogatásért cserébe azt kérte, hogy hadd kapják meg a fizikusok az ólomtéglák egy részét, miután a régészek alaposan kielemezték azokat. A megegyezést nyélbe ütötték, és a kétezer téglából meg is kaptak százhusz darabot. Mindez több mint húsz évvel ezelőtt történt. Most, áprilisban azonban további százötven ólomtéglát érkezik Cagliari múzeumából az Appenninek alatt megbúvó, föld alatti Gran Sasso Nemzeti Laboratóriumba, ahol új feladatot kapnak.

Az ólomöntvényekbe előállításuk során elkerülhetetlenül belekerülnek természetes eredetű radioaktív ólomizotópok is.

a) Milyen célra használják a nukleáris és a részecskefizikusok az ólmot?

b) Milyen természetes eredetű radioaktív ólomizotópról lehet szó az utolsó mondatban?

c) Melyik magyar Nobel díjas tudós foglalkozott ezzel az izotóppal?

d) Melyik bomlási sor tagja?

e) Miért jobb az ókori ólom a mainál?

5. feladat

Az 1910-es évek elején a kutatók azt a furcsaságot vették észre a bomlástermékeiktől megtisztított természetes urán bomlásának vizsgálatakor, hogy az átalakulások során α -részecske kibocsátása közben kétféle felezési idejű anyag (ahogy akkor nevezték UX és UY) keletkezik. Róna Erzsébet meg is jegyezte 1914-ben megjelent cikkének a végén: „Ezen sorozaton szokatlannak tűnik fel, hogy az urán mindkét elágazása α -átalakulás eredménye. Eddig ilyen esetet nem ismertünk és azt hittük, hogy elágazások csak úgy jöhetnek létre, hogy az atomok egy része α -részt, a másika β -részt lövell ki.”

a) Mi lehet a probléma megoldása?

b) Milyen termékek keletkeznek?

A feladatok a túloldalon folytatódnak!

6. feladat

Legalább mekkora sebességgel kell haladnia vízben egy elektronnak, hogy Cserenkov sugárzás keletkezzen? Alkalmazható-e a klasszikus közelítés? Mekkora feszültséggel lehet az elektront ekkora sebességre felgyorsítani?

7. feladat

Nátrium fémből készült, 1 mm^2 keresztmetszetű vezetéken (petróleum alatt) 16 mA áramot hajtunk át.

- Mekkora sebességgel haladnak az áramvezetést biztosító elektronok?
- Hogyan értelmezhető az, hogy az elektromos jel a fémhuzalokban fénysebességhez közeli sebességgel halad?

Adatok: a nátrium moláris tömege 23 g/mol , sűrűsége 970 kg/m^3 .

8. feladat

Milyen lenne a világ, ha

- ...a Planck állandó kisebb lenne?
- ...ha nulla lenne?
- ...ha jóval nagyobb (mondjuk 1 Js) lenne az értéke?

9. feladat

100 évvel ezelőtt 1911-ben publikálta Ernest Rutherford munkatársaival (Marsden és Geiger) az atommag felfedezéséhez vezető híres szórási kísérletét. Rutherfordék vékony arany füstlemez bombáztak alfa-részekkel. Azt találták, hogy a $0,5 \text{ mikron}$ vastagságú lemezre bocsátott alfa-részek túlnyomó többsége szinte akadálytalanul haladt át a vékony anyagrétegen, de kb. minden $100\,000$ -dik alfa-rész úgy mond „visszapattant” a lemezről. Ezt a jelenséget nevezte Rutherford tudományos tevékenysége legmeglepőbb eseményének.

- A megfigyelt visszapattanási arányból becsüljük meg a szórócentrumok méretét!
- Miért használtak vékony aranylemez?
- A becslésnél milyen pontatlanságot követtünk el?

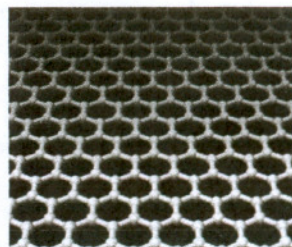
Útmutatás: az aranyatomok méretének becslésénél használjuk fel az arany relatív atomtömegét: $A = 197$ és sűrűségét $19,3 \text{ g/cm}^3$!

10. feladat

2010- ben két orosz származású fiatal tudós (Andre Geim (sz.:1958) és Konstantin_Novoselov (sz.: 1974)) nyerte el a fizikai Nobel-díjat a grafének felfedezéséért.

A grafén kétdimenziós – egy atomi rétegű – grafit kristályrács, ahol a szénatomok szabályos hatszögek csúcaiban helyezkednek el.

„A szén grafén nevű formája egészen új kutatási irány az anyagtudományban, az elmúlt pár évben lett felkapott anyag a nanotechnológiában. Az biztos, hogy a grafénmegoldások területe a következő évtizedekben nagyot fog robbanni, akár már tíz éven belül megjelenhetnek az első termékek, amikben grafén van.”



(A Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet kutatócsoport-vezetőjének, Biró László Péternek nyilatkozata).

- Becsüljük meg, hogy egy 1 cm élhosszúságú grafitkockából maximálisan mekkora területű grafénlemez készíthető?
- Hányszor kisebb a grafénlemez fajlagos tömege egy A4-es másolópapír 80 g/m^2 fajlagos tömegénél?

Adatok: A grafit sűrűsége $2,26 \text{ g/cm}^3$. A hatszög-rács állandója: $0,14 \text{ nm}$. A szén moláris tömege: 12 g/mol , az Avogadro-állandó: $6 \cdot 10^{23}$.