

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny
Döntő 2009.
I. kategória

(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 (kitűzte: Sükösd Csaba és Tallián Miklós)

- a) A sötét színű szilícium lapka az infravörös sugárzásra nézve átlátszó. Mi lehet ennek az anyagszerkezeti magyarázata?
- b) A szilícium-szeletekre egyes esetekben szigetelő-réteget (oxid vagy nitrid) növesztenek, ennek vastagsága a néhány nanométertől a néhány száz nanométerig terjedhet. Mit gondol, látható-e szabad szemmel egy ilyen réteg? Indokolja a választ!

2. feladat (kitűzte: Kaszás Dezső és Szűcs József)

Mekkora energiára lehetne felgyorsítani az egész Földet körülölelő gyorsítóban a protonokat, ha abban mindenütt a Föld saját mágneses indukciója tartaná körpályán a részecskéket? Mekkora lesz a protonok sebessége? Tegyük fel, hogy a „gyorsítógyűrű” éppen a Föld felszínén van!

Adatok: a Föld mágneses indukciójának értékét vegyük $30 \mu\text{T}$ -nak.

3. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

A Wigner Jenő által tervezett első hanfordi atomreaktor (üzemanyag: fém urán, moderátor: grafit, hűtőközeg: víz) üzemviteli naplója szerint a reaktor 1944. szeptember 26-án kedden 23:48 perckor érte el először az üzemi teljesítményt. Valamivel később a teljesítmény fokozatosan csökkenni kezdett, majd a szabályozó rudak teljes kihúzása ellenére a reaktor szerda reggelre leállt. Csütörtökön reggel a reaktor váratlanul ismét elkezdett működni, magától. Vajon mi lehet a furcsa viselkedés oka?

4. feladat (kitűzte: Radnóti Katalin)

Marie Curie doktori értekezésében lehet megtalálni a következő táblázatot:

e/m (elektromágneses egységben)	v (cm/s)	
$1,865 \cdot 10^7$	$0,7 \cdot 10^{10}$	katódsugaraknál
1,31 „	$2,36 \cdot 10^{10}$	rádiumsugaraknál
1,17 „	$2,48 \cdot 10^{10}$	
0,97 „	$2,59 \cdot 10^{10}$	
0,77 „	$2,72 \cdot 10^{10}$	
0,63 „	$2,83 \cdot 10^{10}$	

Mi látható a fenti adatsorból mai tudásunk szerint?

5. feladat (kitűzte: Szűcs József)

1930-ban Bothe és Becker berilliumot sugároztak be alfa-részekkel. A besugárzás hatására nagy áthatolóképeségű semleges sugárzás keletkezett. I. Curie és F. Joliot a sugárzás mibenlétének felderítésére a sugárzás útjába parafinréteget tettek. Azt tapasztalták, hogy a sugárzás a parafinból nagy energiájú protonokat váltott ki. A protonok energiája max 5,7 MeV volt. Arra gondoltak, hogy a semleges sugárzás gamma-kvantumokból áll, azok lökik meg frontális ütközéssel a protonokat. Azonban a számítások szerint a gamma-fotonok energiájára szokatlanul nagy érték adódott. Semmilyen természetes és mesterséges magreakció során ilyen nagy energiájú gamma-sugárzást nem észleltek korábban. Ekkor támadt J. Chadwick skót fizikus ötlete: a semleges sugárzást nem gamma-fotonok, hanem semleges részecskék, neutronok alkotják.

- Legalább mekkora energiájú gamma-fotonok lennének képesek a protonokat úgy meglökní, hogy azok mozgási energiája 5,7 MeV legyen?
- Mekkora energiájúak lehetnek a protonokat meglökö neutronok, ha azok tömege közel azonos a protonok tömegével ($m_n \approx m_p$)?
- Írja fel a kísérletben szereplő magreakció (alfa-sugarak esnek a berilliumra) helyes egyenletét!

6. feladat (kitűzte: Papp Gergely)

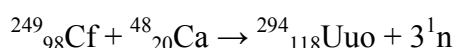
A foton effektív tömegére vonatkozó $m_{eff} = \frac{h \cdot \nu}{c^2}$ összefüggést szeretnénk igazolni a gravitációs vöröseltolódás jelenségének segítségével. Ehhez egy torony tetejére helyezzük detektorunkat, a sugárforrást pedig alatta a földre tesszük. Hány százalékos pontossággal kell mérnünk a detektált fotonok energiáját, ha a sugárforrásunk 1 GBq aktivitású, és a méréshez legalább 1 foton/s beütési gyakoriság szükséges az 1 cm² felületű detektoron? ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

7. feladat. (kitűzte: Vastagh György)

Mekkora annak a vörös óriás csillagnak a hőmérséklete, amely a Földtől $1,2 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$ sebességgel távolodik és a spektrumában a legnagyobb intenzitású sugárzás hullámhossza a Földről nézve 780 nm?
(Tekintsük a csillagot abszolút feketetestnek, amelyre teljesül a Wien-féle eltolódási törvény)

8. Feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

2002-ben Dubnában a Flerov Laboratóriumban (Oroszország) egy orosz-amerikai közös kutatócsoportnak sikerült előállítani a 118 rendszámú szupernehéz elemet, amelyet Ununoctium-nak neveznek. Nem túl nagy mennyiségben, 2002 tavaszán egyetlen atomot, 2005-ben további két atomot. Az előállítás a következő atommag-reakcióval sikerült.



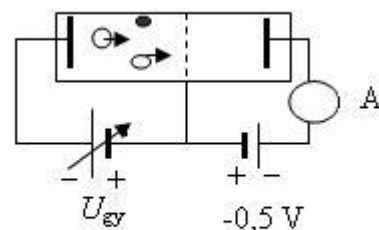
Kémiai szempontból milyen lenne az ununoctium, ha sikerülne nagy mennyiségben előállítani? (Milyen lenne a halmazállapota normál nyomáson és hőmérsékleten, milyen lenne a kémiai reakcióképesége, milyen ismert kémiai elemhez lenne hasonlítható)?

9. Feladat (Kitűzte: Szűcs József)

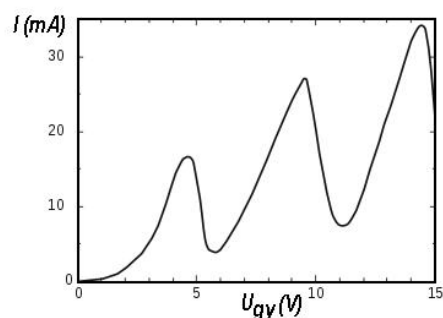
Franck és Hertz 1913-ban – a Bohr-elmélet megszületése után – végezték el a híres elektron-atom ütközéses kísérletüket, amellyel alátámasztották N. Bohr feltevését, miszerint az atomok meghatározott energiaszintekkel rendelkeznek. A kísérlet során légrítkített csőben (u.n. Franck–Hertz csőben) Hg atomokat párologtattak el. A ráccsal ellátott elektroncsőben (ld. ábra) a katódból kilépő elektronokat gyorsították, amelyek ütköztek a térben lévő Hg atomokkal.

Amikor az U_{gy} gyorsítófeszültség elérte a 4,9 V-ot, a körben lévő anódnáram erőssége hirtelen visszaesett. Ez a visszaesés 9,8 V és 14,7 V feszültség értékeknél megismétlődik, de kisebb mértékben (ld. ábra).

Hogyan magyarázhatók a kísérlet során bekövetkező újabb áramerősség visszaesések?



Franck-Hertz cső elvi vázlata



10. feladat: kitűzte: Sükösd Csaba

Az Egyesült Államokban épített NIF (National Ignition Facility) fúziós kísérleti berendezés 192 db hatalmas lézere nemrégén készült el. A lézerek 1 ns hosszúságú impulzusban összesen 1,8 MJ energiát koncentrálnak egy 1 mm sugarú kis gömböcske felszínére, amely 150 mikrogrammnyi 1:1 atomarányú D-T keveréket tartalmaz. A gömböcskében lezajló fúziós reakciók tízszer annyi energiát produkálnak, mint amit a gömböcske fűtésére fordítottak. Adatok: A trícium felezési ideje 12,33 év, egyetlen D-T fúziós reakcióban felszabaduló energia 17,6 MeV.

- Mekkora a gömböcske aktivitása?
- Mekkora a maximális fény-nyomás, amit a lézerek ki tudnak fejteni a gömböcskére?
- Mennyi neutron szabadul fel?