

# Országos Szilárd Leó fizikaverseny II. forduló

2013. április 20. I. kategória

Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben, feladatonként külön lapon kell megoldani. A megoldáshoz bármilyen segédeszköz használható. Rendelkezésre álló idő: **180 perc**

## 1. Feladat

(Kitűzte: Radnóti Katalin)

*Mekkora lenne az alapállapotú H atom mérete, ha a mag és az elektron nem elektromosan, hanem csak gravitációsan vonzanák egymást? Mekkora lenne az alap és a gerjesztett állapotok energiája?*

## 2. Feladat

(Kitűzte: Kis Dániel)

- a) *Hasonlítsuk össze egy 1 km sugarú neutroncsillag tömegét a Föld tömegével!*  
b) *Mekkora lenne a nehézségi gyorsulás értéke a neutroncsillag felszínén?*

## 3. Feladat

(Kitűzte: Kis Dániel)

*Az elektromosságtanból ismert, hogy mágneses momentumot hurokáramok hozhatnak létre. A neutron semleges részecske, tehát áramot nem hozhat létre, mégis van mágneses momentuma. Hogyan lehetséges ez?*

## 4. Feladat

(Kitűzte: Szűcs József)

A svájci ETH egyetem kutatói új módszerrel mérték meg nagy pontossággal a proton méretét. Korábban nagy energiájú elektronok bombázásával – Rutherford kísérletéhez hasonló módon – mérték meg a proton kiterjedését, másrészt pedig gerjesztett hidrogénatomok által kibocsátott ultraibolya sugárzás hullámhosszának mérésével következtettek a protonok méretére. Mindkét módszerrel 0,88 fm protonszórást mértek.

A mostani mérésnél viszont a H-atomban az elektronokat a náluk kb. 200-szor nehezebb negatív elektromos töltésű müonokkal helyettesítették. A proton – müon rendszerek gerjesztését követő röntgensugárzás hullámhosszából következtettek a protonok méretére, amelyre a korábbi eredményektől eltérően kb. 4 %-kal kisebb, 0,84 fm protonszórást kaptak. A mérést többször is más-más időpontban elvégezve, a hibahatáron belül ugyanerre az eredményre jutottak. Ez esetleg új elemi részecskék létének feltételezését is eredményezheti.

- a) *Vajon hogyan értelmezhető, hogy a H-atom (illetve a müon–proton atom) gerjesztésekor kibocsátott fény hullámhossza kapcsolatban van az (atommodellekben általában pontszerűnek tekintett) atommagok (H-atomnál a proton) méretével?*  
b) *Miért lehet proton–müon rendszer gerjesztésével pontosabban meghatározni a proton méretét, mint a közös H-atom gerjesztéssel?*

## 5. Feladat

(Kitűzte: Szűcs József)

Ha a hidrogéngázt fokozatosan melegítjük, akkor a részecskék ütközésének következtében először hidrogénmolekulák atomokra bomlanak, majd a forró atomos gáz „világítani” kezd.

- a) *Két, átlagos mozgási energiával rendelkező  $H_2$ -molekula azonos sebességgel ütközik frontálisan, és ennek következtében mindkettő atomokra esik szét. Mekkora lehet ekkor a gáz hőmérséklete?*  
b) *Két átlagos mozgási energiájú, azonos sebességű alapállapotú H-atom ugyancsak frontálisan ütközik, ezt követően egy látható foton keletkezik a Balmer-sorozat első vonalának megfelelő hullámhosszal. Ekkor mekkora a hidrogéngáz hőmérséklete?*  
c) *Vessük össze az a) és b) kérdéseknél kapott eredményeket azzal a gyakorlati tapasztalattal, hogy a gázmolekulák egy része már 1-2 ezer kelvin hőmérsékleten is atomokra esik szét, és a Nap 5800 K hőmérsékletű felszínének spektrumában megtalálhatók a hidrogéngáz színekpvonalai! Mondjunk róla véleményt!*

**Adatok:** A  $H_2$  molekula kötési energiája 4,52 eV. A H-atom energiája alapállapotban:  $-13,6$  eV.

## 6. Feladat

(Kitűzte: Vastagh György)

Termikus reaktorokban nagyon kis energiájú neutronok befogódása az  $^{235}\text{U}$  atommagba már maghasadást tud létrehozni a létrejött  $^{236}\text{U}$  atommagban.

*Mekkora energiájú gamma-fotonokkal lehetne az  $^{236}\text{U}$  atommagot elhasítani?*

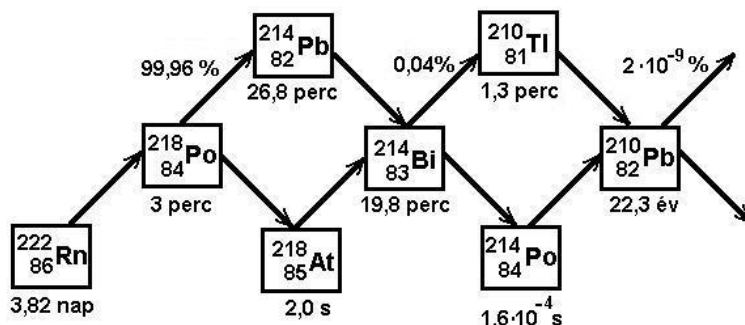
**Adatok:** A neutron tömege: 1,008665 u, az  $^{235}\text{U}$  tömege: 235,043923 u, az  $^{236}\text{U}$  tömege: 236,045562 u,  $1\text{ u} = 931,494\text{ MeV}/c^2$ .

**A feladatok a túloldalon folytatódnak!**

### 7. Feladat

(Kitűzte: Sükösd Csaba)

A radon bomlássémája a következő ábrán látszik. Porszívóval levegőt szívunk át gézrétegeken másfél órán keresztül egy hosszú időn át nem szellőztetett pincehelyiségben. Tíz perccel a szívás befejezése után a gézt bétasugárzást érzékelni képes Geiger-Müller számlálócső elé helyezzük, és 1 óra hosszat mérünk. A kezdeti beütésszám kb. 35-40 perc alatt csökken a felére.



a) Az ábrán szereplő bomlási sor mely tagjaitól származhat a mért beütésszámok döntő többsége?

b) Adjunk kvalitatív (nem-számításos) magyarázatot a 35-40 perces „effektív” felezési időre!

### 8. Feladat

(Kitűzte: Radnóti Katalin és Szűcs József)

- Becsüljük meg, hogy hányszor többet kell rugalmasan ütköznie a neutronoknak fékeződéskor a nehézvízes moderátorban a deutérium atomokkal, mint a könnyűvízesben a hidrogénatomokkal ahhoz, hogy kezdeti mozgási energiájuk 1% alá csökkenjen? Az egyszerűség kedvéért számoljunk csak egyenes ütközésekkel!
- Hogyan és miért kell megváltoztatni a reaktor aktív zónájában az üzemanyag rudak egymáshoz mért távolságát, ha a könnyűvíz moderátort nehézvízre cseréljük ki?
- Azonos számú üzemanyag-rudat tartalmazó reaktorok esetén könnyűvízes vagy nehézvízes moderátorból van szükség nagyobb mennyiségre?
- Milyen elhanyagolásokat végeztünk a feladat megoldása során?

### 9. Feladat

(Kitűzte: Sükösd Csaba)

Egy téglalap oldalai  $L$  és  $4L$ . A téglalap képes az alakját változtatni úgy, hogy mindig téglalap marad, és a felülete is állandó marad. Erre a téglalapra három elektront helyezünk, majd engedjük, hogy az elektronok – az egyensúlyi állapot elérése érdekében – deformálják a téglalapot.

Mekkora lesz a téglalap oldalainak az aránya egyensúlyi állapotban?

### 10. Feladat

(Kitűzte: Kis Dániel)

Legalább mekkora energiájú  $\gamma$ -fotonnak kell egy vízmolekulában lévő elektronon Compton-szórást szenvednie, hogy az így kirepülő elektron Cserenkov-sugárzást bocsásson ki?

Adatok: A víz törésmutatója  $n = 1,33$ . Az elektron kötési energiáját hanyagoljuk el.