

## Országos Szilárd Leó Fizikaverseny Elődöntő 2015.

Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben lehet megoldani. A megoldáshoz bármilyen segédeszköz használható, kivéve telekommunikációs eszközök.

Rendelkezésre álló idő: 180 perc

### 1. feladat

A Duna átlagos vízhozama  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Egy paksi reaktor átlagos hatásfoka 32%.

- Becsüljük meg, hogy maximálisan mennyivel emelkedik meg a Duna átlagos vízhőmérséklete akkor, ha az erőműben mind a négy reaktor-blokk üzemel a 2014-ben szokásos, maximális villamos teljesítménnyel!
- Mennyivel fog nőni a Duna vízének átlagos hőmérséklete, ha a megépülő Paks II. 2 db, egyenként 1000 MW-os blokkja szintén a Dunából veszi a hűtővizet! A blokkok hatásfokát vegyük azonosnak.

### 2. feladat

- Hány Joule hőt tud kibocsátani 1 g alfabomló,  $^{225}\text{Ac}$  izotóp (további bomlás nincs) egy teljes felezési idő alatt? ( $E = 5,9 \text{ MeV}$ ,  $T_f = 10 \text{ nap}$ )
- Mekkora az átlagos teljesítménye ez alatt az idő alatt?
- Mekkora tömegű  $20^\circ\text{C}$ -os vizet lehetne ezzel az energiával a forráspontig felmelegíteni?

### 3. feladat

A rádiócsillagászatban gyakran használják a megfigyelések során a H atomok 109-es főkvantumszámú állapotából a 108-as főkvantumszámú átmenet során kibocsátott sugárzását.

- Mekkora a kibocsátott foton energiája, frekvenciája és hullámhossza?
- Milyen laboratóriumi feltételek mellett várható a H-atom nevezett átmeneteinek megfigyelése a Földön is?

### 4. feladat

Egy 0,1 g tríciumot tartalmazó hidrogéngáz  $117,6 \text{ J}$  energiát ad le óránként.

- Mekkora a bomlás során keletkező béta részecskék átlagos energiája?
- Miért csak az átlagos energiát tudjuk megmondani?

A trícium felezési ideje 12,3 év.

### 5. feladat

Egy téglalakú, belül erőmentes doboz egyik falát elkezdjük befelé tolni. Tegyük sorba a következő eseteket, hogy mikor a legkönnyebb és mikor a legnehezebb ezt megtenni!

- Ha egy proton van a dobozban;
- ha üres a doboz;
- ha egy elektron van a dobozban.

### 6. feladat

A vizek trícium tartalmának mennyiségi jellemzésére a TU (Tritium Unit) egységet használják. Ez  $0,12 \text{ Bq/l}$  aktivitásnak felel meg.

Az 1928-1953 közötti időszakban a csapadék trícium tartalma Észak-Amerikában és Európában, így Magyarországon is közel állandó, 3-7 TU volt. Ez az érték hazánkban 1963-ban elérte a 2000 TU évi átlagot.

- Hol és hogyan keletkezik természetes úton a trícium?
- Mi lehetett az 1963-as szintemelkedés oka?
- Egy folyó vízének a trícium tartalma 50 TU. Becsüljük meg a folyóban lévő  $^3\text{H}/^1\text{H}$  arányt!

A trícium felezési ideje 12,3 év.

### **7. feladat**

Egy 70 MBq aktivitású  $^{60}\text{Co}$  forrással mérést végzünk. A  $^{60}\text{Co}$  minden egyes bomlásából két gamma-foton – egy 1,17 MeV és egy 1,33 MeV energiájú – keletkezik. A sugárzás útjába helyezett, réssel ellátott elnyelő lemez segítségével nyalábot hozunk létre, a rés a fotonok 1%-át engedi át. Az így keletkező nyaláb még mindig túl intenzív, így egy árnyékoló lapot helyezünk az útjába, melynek összetétele  $\text{Zn}_2\text{Fe}_6\text{Zr}_3$ , sűrűsége  $3,7 \text{ g/cm}^3$ , vastagsága 3 cm, felezési rétegvastagsága pedig 3,44 cm az 1,17 MeV-es, illetve 3,67 cm az 1,33 MeV-es fotonok esetében. A detektor a beérkező fotonok 36 %-át képes elnyelni, a többi kölcsönhatás nélkül áthalad.

Mennyi ideig kell gyűjtenünk, hogy a kisebb energiájú események detektált száma elérje az 500 milliót?

---

### **8. feladat**

Egy távoli Galaxisban lévő egyik Nap típusú csillag bolygórendszerében található egy Földhöz hasonló exobolygó. Tegyük fel, hogy a távoli jövőben egy szonda száll le a felszínére és talajmintát vesz, melynek vizsgálatakor kiderül, hogy a mintában található urán izotóparánya 113,7%-a földi mintában található urán izotóparányának ( $d_F$ ). (Izotóparány: az  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  izotópok aránya)

- Milyen idős az exobolygó?
- Milyen feltételek mellett igaz a kor becslése?
- Befolyásolja-e a porózus talajszerkezet ezt a fajta kormeghatározást?

Adatok: Az  $^{235}\text{U}$  felezési ideje 0,704 milliárd év, az  $^{238}\text{U}$  felezési ideje 4,46 milliárd év. A Föld kora 4,5 milliárd év.  $d_F = 0,71\%$ , az urán moláris tömegét vegyük 238 g/mol-nak

---

### **9. feladat**

A csillagászok – exobolygók után kutatva – egy távoli csillag fényét (nevezzük X csillagnak) analizálva megállapítják, hogy a csillag 600 nm-es hullámhosszon sugároz a legintenzívebben, szemben a Napunk sugárzásával, melynek sugárzási maximuma 500 nm-nél van. A csillagászati megfigyelések szerint a csillag átmérője 20 %-kal nagyobb, mint a Napunké.

- Mekkora a csillag felszíni hőmérséklete?
- A csillagtól mekkora távolságban keressék azt a feltételezett exobolygót, amelynek felszínén hasonló hőmérsékleti viszonyok lehetnek, mint a Földön? (Vagyis hol található a csillag körüli lakható öv?) A Nap-Föld távolságot – az un. csillagászati egységet – vehetjük kerekén  $r_{cse} = 150$  millió km-nek.
- Mekkora lehet a keresett exobolygón az 1 évnek megfelelő keringési idő, ha feltételezzük, hogy a csillag tömege a Napéval megegyezik?

---

### **10. feladat**

A Hold anyagának összetétele a feltételezések – és a Hold-közetek tényleges analízise alapján is – nagyon hasonló a Föld anyagának összetételéhez. A Holdon található „kráterek” többsége mégsem vulkanikus eredetű, hanem meteoritok és egyéb kozmikus objektumok becsapódásából keletkezett. A földi lemez-tektonikához hasonló lemezmozgásokat sem sikerült megfigyelni a Holdon. A „legfrissebb” vulkáni kitörés mintegy 33 millió évvel ezelőtt történt a Holdon, míg a Földön szinte folyamatosan működnek vulkánok. Mi lehet ennek az oka?