

# Országos Szilárd Leó Fizikaverseny – Elődöntő 2021.

Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben lehet megoldani. A feladatok nem nehézségi sorrendben vannak. A megoldáshoz bármilyen „offline” segédeszköz használható, telekommunikációs eszközök használata tilos. Rendelkezésre álló idő: 180 perc.

## 1. Feladat:

(kitűzte: Radnóti Katalin || 5 pont)

Mekkora a sebessége annak az

- elektronnak
- protonnak

amelyiknek a mozgási energiája éppen megegyezik a nyugalmi energiájával?

## 2. Feladat:

(kitűzte: Radnóti Katalin || 5 pont)

A káliumhiányos, illetve a sóelvonókúrán lévő betegeknek Kálium-R tablettát kell szedniük, mely 524,44 mg káliumot tartalmaz tablettánként. Mekkora többletaktivitást jelent napi 2 tablettá bevétele egy egészséges embernek, akinek a  $^{40}\text{K}$  aktivitása kb. 5 kBq? A kálium atomok 0,0117%-a  $^{40}\text{K}$ , és ennek felezési ideje  $1,27 \cdot 10^9$  év.

## 3. Feladat:

(kitűzte: Halász Máté || 5 pont)

Tegyük fel, hogy egy  $^{235}\text{U}$  atommag egy neutron befogása után két azonos részre hasad.

- Becsüljük meg, hogy mekkora elektrosztatikus energia szabadul fel a hasadás során (számoljunk egyenletes töltéssűrűséggel)!
- Hogyan viszonyul ez a hasadás során felszabaduló teljes energiához?
- Mi az eltérés oka?

Az  $R$  sugarú,  $+Ze$  töltésű egyenletesen töltött gömb elektrosztatikus energiája:

$$E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3}{5} \frac{(Ze)^2}{R}$$

## 4. Feladat:

(kitűzte: Radnóti Katalin || 5 pont)

Mekkora energiával lehet egy vízmolekulát elemeire bontani? Becsüljük meg az alábbi mérés alapján! Vizet elektrolizálunk, az elektrolízis során keletkezett hidrogéngáz térfogata  $10 \text{ cm}^3$ , nyomása  $10^5 \text{ Pa}$  és hőmérséklete  $293 \text{ K}$ . Az elektrolízist  $1,74 \text{ V}$  feszültségen végezzük  $\eta = 90\%$ -os hatásfokkal.

## 5. Feladat:

(kitűzte: Papp Gergely || 5 pont)

Mekkora legyen a bejövő proton mozgási energiája a  $p + {}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + n$  reakció során (a reakció endoterm, reakcióenergia:  $Q = -1,6433 \text{ MeV}$ ), hogy a keletkező neutron a laborrendszerből nézve nyugalomban legyen? A  ${}^7_3\text{Li}$  magot tekintjük állónak. Adatok:  $m_{\text{Be}} = 7,01693 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,00728 \text{ u}$ .

## 6. Feladat:

(kitűzte: Mester András || 5 pont)

Egy kísérlet során egy 4 kg tömegű nyúl testébe 5 pikomol mennyiségű radioaktív izotópot juttattak. A sugárzás összaktivitása a 10. napon 3 kBq, a 60. napon pedig 1,5 kBq volt a kísérleti állat testében. Mekkora az elnyelt dózis (J/kg) a nyúl testében a kísérlet első 15 napja alatt, ha a testszövet bomlásenként 1 MeV energiát nyelt el?

## 7. Feladat:

(kitűzte: Papp Gergely || 5 pont)

A  $^{14}\text{C}$  szénizotópos (radiokarbon) mérés egy elterjedt technika szerves anyagok kormeghatározásában, amennyiben a minta nem túl öreg (max 30-50 ezer éves).

- Hogyan keletkezik a Földön a radioaktív  $^{14}\text{C}$  izotóp?
- Mi a radiokarbon kormeghatározási módszer alapelve?
- Tengeri élőlények radiokarbon meghatározása esetenként hibás - például frissen kifogott kagylók vagy tengeri emlősök esetén is több ezer éves (vagy még öregebb) - eredményt adhat. Mi lehet ennek az oka?

A feladatok a következő oldalon folytatódnak!

1/2

**8. Feladat:****(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)**

A gerjesztett állapotú  ${}^6\text{mLi}$  mag gamma-bomló, a bomlás során felszabaduló energia 3562,88 keV.

A stabil  ${}^6\text{Li}$  atommag tömege  $m = 6,013477$  u.

- Mekkora sebességgel lökődik vissza a kezdetben álló mag a gamma-bomlás során?
- Hogyan aránylik ez a hőmozgás átlagos mozgási energiájából származó sebességhez 1500 °C hőmérsékleten (ahol a Li már gáz halmazállapotú)?

**9. Feladat:****(kitűzte: Sükösd Csaba || 5 pont)**

Egy sőlámpa belsejében 15 W elektromos teljesítményű, 2000 K hőmérsékleten világító izzólámpa van. A sőlámpa kristálya a lámpából ráeső teljesítmény 60%-át elnyeli. A sőlámpa teljesen körülveszi az izzószálat, külső felszíne 1000 cm<sup>2</sup>. A sőlámpa teljes felszínét, valamint az állandó 20 °C hőmérsékletű környezetet tekintjük feketetest sugárzónak. A konvektív és konduktív hőátadást hanyagoljuk el.

- Mekkora teljesítménnyel fűti az izzó a sőlámpát?
- Mekkora teljesítménnyel fűti a környezet a sőlámpát?
- Mitől függ, hogy a sőlámpa mekkora teljesítménnyel fűti a környezetet?
- Milyen hőmérsékletű lesz a sőlámpa felszíne, amikor már beállt a hőmérsékleti egyensúly?

**10. Feladat:****(kitűzte: Szűcs József || 5 pont)**

Erőmentes  $L$  hosszúságú szakaszra 6 elektront zárunk be (a rendszerre érvényes a Pauli-elv). A bezárt elektronok összes mozgási energiája 10 eV. A kvantált elektronrendszer alapállapotban van.

- Mekkora az  $L$  szakasz hossza?
- Milyen maximális hullámhosszúságú fényvel gerjeszthető az elektronrendszer?
- Ha egy  $L$ -nek megfelelő hosszúságú láncmolekulákból álló polimerből (ahol a molekulákban 6-6 szabad elektron található) vékony fóliát készítenénk, akkor napfényvel átvilágítva milyen színűnek látnánk a fóliát?