

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny – Elődöntő 2023.

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: Borbély Venczel || 5 pont)

Az alább felsorolt fizikusok több fontos felfedezéssel, illetve kísérlettel járultak hozzá a modern fizika fejlődéséhez. Milyen felfedezések köthetők hozzájuk? Személyenként adjunk meg legalább egyet!

- Ernest Rutherford
- Hans Geiger
- Lise Meitner
- Werner Heisenberg
- Szilárd Leó

2. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)

Egy izzólámpa izzószálának hőmérséklete a névleges áramerősségen 2727°C . Egy teljesítményszabállyal lecsökkentjük a rajta átfolyó áramot, így a hőmérséklete 600°C -kal csökken.

- Hányad részére csökkent az izzólámpa felvett teljesítménye?
- Hányad részére csökkent a sugárzási maximum sugárzási intenzitása? (Azaz: az intenzitás-hullámhossz függvény csúcsának magassága. A maximális sugárzási intenzitás az abszolút hőmérséklet ötödik hatványával arányos.)

3. Feladat:

(kitűzte: Szűcs József || 5 pont)

Vegyünk egy $\lambda = 663$ nm hullámhosszú fotont és egy azonos de Broglie-hullámhosszú elektront!

- Adjuk meg a részecskék lendületének értékét és azok arányát!
- Hasonlítsuk össze a foton energiáját az elektron mozgási energiájával! Adjuk meg az arányukat!
- Melyik részecskének nagyobb a teljes (nyugalmi + mozgási) energiája? Adjuk meg az arányt!

4. Feladat:

(kitűzte: Papp Gergely || 5 pont)

A NIF kísérletben 192 darab összehangolt lézerrel világítanak meg egy deutérium-trícium kapszulát. A lézerek 351 nm-es hullámhosszon pár nanoszekundum alatt 2,05 MJ energiát adnak át a kapszulának, ami az intenzív energiaátadás hatására koncentrikusan összenyomódik és felmelegszik (implózió); aminek következtében részben önfenntartó deutérium-trícium fúziós reakció jön létre. Egy 2022-es kísérletben először sikerült a bemenő lézerek energiájánál nagyobb, 3,15 MJ fúziós energiát felszabadítani.

- Melyik magyar származású fizikus nevéhez fűződik az önfenntartó nukleáris reakció implózióval történő beindításának ötlete?
- Hány darab lézer foton volt szükséges egy fúziós reakció kiváltásához a kísérletben, ha az egy D-T reakcióban felszabaduló energia 17,6 MeV?

5. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)

Egy röntgenfoton Compton-szóródása során kilökött atomi elektron $3 \cdot 10^7$ m/s sebességgel indul meg. A foton a szóródáskor 30° -kal változtat irányt. Mekkora volt a foton energiája a szórás előtt?

6. Feladat:

(kitűzte: Mester András & Ujvári Sándor || 5 pont)

A béta-bomló trícium felezési ideje 12,3 év. Egy zárt közegben, jelentős mennyiségű tríciumot tartalmazó levegőben 0,1 g trícium óránként 117 J energiát termel.

- Írjuk fel a bomlás egyenletét!
- A fentiek alapján határozzuk meg az emittált béta-részecskék átlagos energiáját!
- Miért beszélünk átlagos energiáról?

A feladatok a következő oldalon folytatódnak!

1/2

7. Feladat:**(kitűzte: Radnóti Katalin || 5 pont)**

A feladat egy tavacska vizének térfogatát meghatározni. Ehhez 80 GBq aktivitású radioaktív konyhasót szórnak a tó vizébe. A konyhasóban a Na^+ ionok 0,001%-a tartalmaz ${}_{11}^{24}\text{Na}$ atommagot, amely izotóp felezési ideje 15 óra. 60 órával később kivettek a tóból 5 liter vizet, melynek aktivitását 400 Bq-nek mérték. (Tegyük fel, hogy a 60 óra alatt egyenletesen eloszlott a só.)

- Hogyan bomlik a ${}_{11}^{24}\text{Na}$ izotóp? Írjuk fel a bomlás egyenletét!
- Mekkora tömegű konyhasót dobtak a tóba?
- Mekkora a tó vizének térfogata?

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

A ${}_{14}^{27}\text{Si}$ és az ${}_{13}^{27}\text{Al}$ atommagok tömegének a különbsége $6 \text{ MeV}/c^2$. Adjunk becslést ezeknek az atommagoknak a sugarára! Csak ezt az adatot használjuk, ne használjuk az $R = r_0 \sqrt[3]{A}$ ismert összefüggést! A neutron-proton tömegkülönbséget hanyagoljuk el! A magokat tekintsük R sugarú, Q_i töltésű, homogén töltéeloszlású gömbnek, melynek elektrosztatikus energiája:

$$E = \frac{3}{5} \cdot k \cdot \frac{Q_i^2}{R}, \quad \text{ahol } k \approx 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}.$$

(Az olyan magpárokat, amelyekben a magok rendszáma kölcsönösen megegyezik a másik mag neutronszámával, tükörmagoknak nevezzük.)

9. Feladat:**(kitűzte: Mester András || 5 pont)**

Ezzel a feladattal a 2021-ben elhunyt Radnai Gyulára emlékezünk, aki a híres Dér–Radnai–Soós feladatgyűjtemény társszerzőjeként generációk érettségi- és felvételi felkészülését segítette elő.

Egy hidrogénmolekulában a két proton egyensúlyi helyzetének távolsága $7,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Ha a két proton ennél közelebbre vagy távolabbra kerül egymástól, fellép egy visszatérítő erő, amely arányos az elmozdulással. Ha például a protonok $9 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ -re távolodnak el egymástól, mindkét protonra $8,2 \cdot 10^{-9} \text{ N}$ visszatérítő erő hat. Mennyi a hidrogénmolekula rezgésének frekvenciája? A proton tömege $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

10. Feladat:**(kitűzte: Halász Máté || 5 pont)**

A szabad neutronok bomlásainak egy igen kis részében (átlagosan egymillió bomlásból négy esetén) az elektron nem nyer elegendő (13,6 eV) energiát ahhoz, hogy szabad elektronként távozzon, hanem a bomlás termékei egy semleges hidrogénatom és egy antineutrínó lesznek. A neutront állónak tekintve határozzuk meg a visszalökődő, alapállapotú hidrogénatom sebességét!

A számítás során hanyagoljuk el az antineutrínó nyugalmi tömegét. A hidrogénatom nem lesz relativisztikus. Adatok: A neutron tömege $m_n = 1,008665 \text{ u} = 939,5654 \text{ MeV}/c^2$, a hidrogénatom tömege $m_H = 1,007825 \text{ u} = 938,7830 \text{ MeV}/c^2$.