

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny – Elődöntő 2025.

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: Papp Gergely, Radnóti Katalin & Tarján Péter || 5 pont)

Röviden indokoljuk meg, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak!

- Szilárd és Wigner támogatták az első atombomba bevetését, hiszen mindketten dolgoztak a bomba fejlesztéséhez kapcsolódó kutatásokon.
- A Nap energiatermelését atommagfúzió adja, míg a Paksi Atomerőműben az atommaghasadást hasznosítják.
- A Nobel-díjas Krausz Ferenc és kollégái lézerekkel „attoszekundumos” impulzusokat állítottak elő. Állítás: előállítható olyan attoszekundumos impulzus, aminek szélessége („hossza”) 1 attoszekundum, és központi hullámhossza a látható fény tartományba esik.
- Egy radioaktív mintában kétféle atom van, a T felezési idővel bomló anyaelem, és annak stabil leányeleme. Kezdetben ezek mennyiségének aránya $N_{\text{anya}}/N_{\text{leány}} = 5/1$. Ahhoz, hogy ez az arány éppen megforduljon, $N'_{\text{anya}}/N'_{\text{leány}} = 1/5$, pontosan két felezési idő kell elteljen.
- A Föld mélyéről felszínre hozott földgázban található hélium izotópjainak ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ arányszáma jelentősen kisebb, mint a világűrt jellemző ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ arányszám.

2. Feladat:

(kitűzte: Radnóti Katalin || 5 pont)

A banán magas káliumtartalma miatt az interneten olykor előkerül a „banándózis” kifejezés.

- Mekkora lehet egy banán ${}^{40}\text{K}$ izotópból származó aktivitása?
- Keletkeznek-e neutrínók vagy antineutrínók egy banánban, és ha igen, mely folyamatok révén?
- Az előző kérdésre igen válasz esetén adjuk meg, hogy hány ilyen részecske keletkezhet másodpercenként!

Adatok: egy banán káliumtartalma kb. 429 mg. A ${}^{40}\text{K}$ felezési ideje $T = 1,25 \cdot 10^9$ év $\approx 3,94 \cdot 10^{16}$ s. A ${}^{40}\text{K}$ izotóp a természetes kálium 0,012%-a. A természetes kálium móltömege $M \approx 39$ g/mol. A ${}^{40}\text{K}$ bomlása során $\approx 89\%$ -ban ${}^{40}\text{Ca}$, míg $\approx 11\%$ -ban ${}^{40}\text{Ar}$ izotópok keletkeznek.

3. Feladat:

(kitűzte: Gulyás Attila || 5 pont)

A cukor az emberi testben ún. lassú égéssel alakul át vízzé és szén-dioxiddá. Tegyük fel, hogy ez az átalakulás tökéletes égés. Az ionizáló sugárzás melegít is, a dózis pontos mérőeszközeként kalorimétert is használnak.

- Ionizáló sugárzás által keltett mekkora dózis (Gy) okoz elméletileg akkora hőmérsékletnövekedést, mint 1 kockacukor tökéletes eloszlása és elégeése a testben?
- Számítsuk ki ezt az elméleti hőmérsékletnövekedést!
- Hány gramm cukornyi energia koncentrálódik 1 g tömegű (≈ 1 cm³ térfogatú) testszövetben elméletileg, ha az 75 Gy dózist kapott? (Ez egy tipikus daganatkezelés.)
- Számítsuk ki a c) kérdésben szereplő testszövetben létrejövő hőmérsékletnövekedést is!

Adatok: a cukor égéshője (energiakonzentrációja) $H_f = E/m = 16,17$ kJ/g, egy kockacukor tömege $m_k = 3,5$ g. Vegyük az emberi test átlagos fajhőjét $c = 3,5$ kJ/(kg · K)-nek, átlagos tömegét pedig 75 kg-nak.

4. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)

Határozzuk meg a következő részecskék (mozgási) energiáját, és rakjuk növekvő sorrendbe őket:

- az elektron Compton-hullámhosszával megegyező hullámhosszú foton;
- az elektron Compton-hullámhosszával megegyező de Broglie-hullámhosszú müion;
- egy αc sebességű elektron, ahol $\alpha = e^2/(4\pi\epsilon_0\hbar c) \approx 1/137$ a finomszerkezeti állandó!

Adatok: $m_\mu = 1,88 \cdot 10^{-28}$ kg, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s; $m_e c^2 \approx 511$ keV, $m_\mu/m_e \approx 207$.

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

A ^{42}Ca izotóp moláris tömege $41,9586 \text{ g/mol}$, a ^{43}Ca -é $42,9588 \text{ g/mol}$. Mindkét izotóp stabil.

A megadott moláris tömegek semleges atomokra vonatkoznak (atomtömegek).

a) Határozzuk meg a két mag egy nukleonra jutó kötési energiáját (fajlagos kötési energia)!

b) Melyik mag esetében nagyobb a fajlagos kötési energia, és miért? Adjunk kvalitatív magyarázatot!

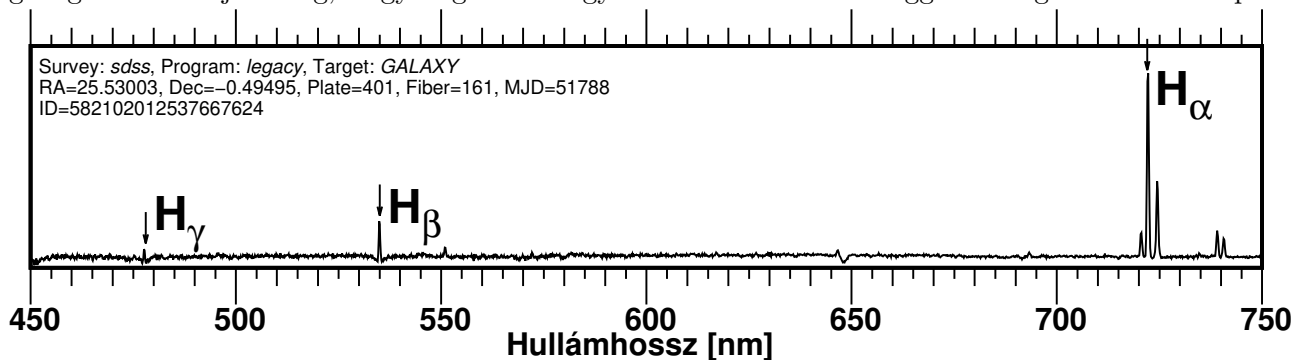
Adatok: $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

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

Becsüljük meg a technécium biológiai felezési idejét, ha egy vizsgált személy egy pajzsmirigy szcintigráfia során 110 MBq aktivitású $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ot tartalmazó oldatot kapott, és a bejuttatást követően 6 órával a testében lévő $^{99\text{m}}\text{Tc}$ aktivitása 13 MBq volt. Adatok: A $^{99\text{m}}\text{Tc}$ fizikai felezési ideje $\approx 6 \text{ h}$.

7. Feladat:**(kitűzte: Papp Gergely || 5 pont)**

Az ábra egy távoli galaxisból jövő fény hullámhossz szerinti felbontását (színképét, más néven spektrumát) mutatja. Az ábrán segítségképpen bejelöltük a hidrogén három színképvonalát. Ezek a vonalak az ún. Balmer-sorozathoz tartoznak. Labor körülmények között ezek hullámhosszai rendre $H_\alpha = 656,28 \text{ nm}$ (vörös), $H_\beta = 486,13 \text{ nm}$ (kékeszöld), $H_\gamma = 434,05 \text{ nm}$ (ibolya). Az ábra segítségével becsüljük meg, hogy a galaxis hogyan és mekkora sebességgel mozog a Földhöz képest!

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

Egy fotocella katódját 400 nm hullámhosszúságú fényvel világítjuk meg. Ekkor a fotoáram zárófeszültsége $0,5 \text{ V}$ lesz.

a) Milyen fémből készülhetett a cella fotókatódja? (Használjunk függvénytáblázatot!)

b) Milyen feltételnek kell eleget tegeren a megvilágító fény hullámhossza, hogy fotoáram létrejöhesse?

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

Egy vörös törpecsillag felszíni hőmérséklete 2500 K , tömege a Nap tömegének 8% -a.

a) Milyen távolságban kell keringenie egy exobolygónak ekörül, hogy ugyanakkora legyen a napállandónak nevezett mennyiség, mint a Földön?

b) Hogyan aránylik ez a Nap-Föld távolsághoz?

c) Mekkora lenne egy ekkora távolságban keringő exobolygó keringési ideje?

Adatok: A csillag sugara $8,3 \cdot 10^7 \text{ m}$, a Stefan-Boltzmann állandó $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$, A Nap-Föld átlagos távolsága (1 Csillagászati Egység, 1 CsE) $\approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, a Nap tömege $m_N = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, a földi napállandó $S_F = 1361 \text{ W}/\text{m}^2$, a gravitációs állandó $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$. Az egyszerűség kedvéért számítsunk kör alakú pályával.

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

Egy gyorsítóban egy, a fénysebesség felével haladó elektron mozgási energiáját négyszeresére növeljük. Mekkora értéket kapunk az elektron sebességére fénysebesség egységeiben a gyorsítás végén akkor,

a) ha klasszikusan számítunk,

b) ha relativisztikusan számítunk?