

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny – Döntő 2025.

1. (Senior) kategória és 2. (Junior) kategória

A megoldásokat feladatonként külön lapra írjuk! 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 nem. Rendelkezésre álló idő: 180 perc.

1. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter | Mindenkinek || 5 pont)

Amikor egy neutron ${}^9_4\text{Be}$ atommagokkal egymás után rugalmasan ütközik, átlagosan mozgási energiájának 18,7%-át veszíti el ütközésenként. Átlagosan hány ütközés szükséges egy berillium moderátoros reaktorban egy tipikus hasadási neutron (1,6 MeV) termikus energiára (0,025 eV) történő lassulásához?

2. Feladat:

(kitűzte: Papp Gergely | Mindenkinek || 5 pont)

A „Csernobil” c. sorozatban a baleset után a sérült reaktor felett a levegőt kékes színben derengőnek tüntették fel a filmsorozat készítői.

- Okozhatja-e ezt a kékes színt Cserenkov-sugárzás? Számítsuk ki, hány eV energiájú elektron, illetve proton válthat ki Cserenkov-sugárzást a levegőben ($n \approx 1,0003$)!
- Milyen más fizikai folyamat okozhatja a levegő „színes derengését”?

Adatok: az elektron nyugalmi tömege $m_e \approx 511 \text{ keV}/c^2$, a proton nyugalmi tömege $m_p \approx 938 \text{ MeV}/c^2$.

3. Feladat:

(kitűzte: Ujvári Sándor | Mindenkinek || 5 pont)

A ${}^{238}\text{Pu}$ alfa-sugárzó, felezési ideje 88 év. A radioizotópos termoelektromos generátorok (RTG) hőforrásaként használják, amelyek bizonyos űreszközök működtetésére szolgálnak. Egy jövőbeli, nagy sebességű űrszonda PuO_2 -t tartalmazó RTG-t vitt magával egy 20 évig tartó küldetésre. Miután visszatért a Földre, meg akarták tudni, hogy mekkora sebességgel haladt, és arra gondoltak, hogy megméri a PuO_2 aktivitását, és összevetik a Földön maradt, ugyanolyan tartalék generátoréval. Eredményül azt kapták, hogy a két aktivitás aránya $A_{\text{szonda}}/A_{\text{Föld}} = 1,023$. Mekkora volt a szonda sebessége? (Tegyük fel, hogy a szonda végig ugyanazzal a sebességgel haladt, a gyorsítás-lassítás pillanatszerű volt.)

4. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter | Mindenkinek || 5 pont)

Egy 120 V feszültséggel és 0,5 A áramerősséggel működő izzólámpa izzószála (kiegyenesítve) 58 cm hosszú és 0,046 mm átmérőjű. Mekkora lehet az izzószál hőmérséklete, ha a szürkesugárzó wolfram szál abszorpciós tényezője és emisszivitása egyaránt 0,35? (Az izzószál hősugárzás-elnyelését, és a hővezetést hanyagoljuk el.)

5. Feladat:

(kitűzte: Szűcs József | Mindenkinek || 5 pont)

Egy szabad elektron mozgási energiája 10 keV. Egy vele szemben jövő foton ütközik az elektronnal; az elektron az ütközés után megáll.

- Mekkora a foton hullámhossza az ütközés előtt és után?
- Energiájuk/hullámhosszuk alapján milyen tartományba esik a beeső és a szórt foton?

(Mivel az elektron mozgási energiája jóval kisebb a nyugalmi energiájánál, nem szükséges relativisztikusan számítani.)

6. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter | Mindenkinek || 5 pont)

A beeső röntgenfotonok irányában kiütött Compton-elektronokra vonatkozó zárófeszültség 50 kV.

- Hány százalékkal tér el az elektron relativisztikusan számított lendülete a klasszikusan számítottól?
- Mekkora a beeső röntgensugarak energiája és hullámhossza?

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

Egy cézium-katódos fotocellát $\lambda = 535$ nm hullámhosszúságú látható fénnel világítunk meg.

- Mekkora a katódból kilépő elektronok maximális energiája?
- Léteznek a kilépő elektronok között olyanok is, melyeknek de Broglie hullámhossza éppen megegyezik a megvilágító fény hullámhosszával (535 nm). Ezek az elektronok az ellentér mekkora U feszültségénél fékeződnek le?
- Röviden indokoljuk meg, miért léteznek a kilépő elektronok között ilyenek is!

Adatok: Planck állandó: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js, fénysebesség $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s, a cézium határhullámhossza $\lambda_h = 635$ nm, az elektron nyugalmi tömege $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

8. Feladat:**(kitűzte: Radnóti Katalin | 2. (Junior) kategória || 5 pont)**

Mutassuk meg az egydimenziós húrmodell felhasználásával, hogy a fémekben a legrövidebb hullámhosszúságú elektronok hullámhossza a d rácsállandó nagyságrendjébe esik! (Az L hosszúságú húron legyen N darab fématom (ion) egymástól d távolságra, és N darab szabad elektron, melyek állóhullámmokként helyezkednek el az L hosszön.)

9. Feladat:**(kitűzte: Ujvári Sándor | 2. (Junior) kategória || 5 pont)**

A levegő harmadik leggyakoribb összetevője az argon.

- Mekkora a szobahőmérsékletű (23°C) levegőben egy ^{40}Ar atom átlagos mozgási energiája?
- Mekkora az átlagos energiájú argon atom de Broglie-hullámhossza?

10. Feladat:**(kitűzte: Radnóti Katalin | 2. (Junior) kategória || 5 pont)**

Földünk közel 4,5 milliárd éves. Becsüljük meg, hogy a Föld kialakulásakor milyen arányban lehettek jelen a természetes uránban a 235-ös és a 238-as tömegszámú izotópok atomjai!

Adatok: napjainkban a két izotóp gyakoriságaránya $N_{238} : N_{235} \approx 140 : 1$. A két izotóp felezési ideje: $T_{235} = 7,04 \cdot 10^8$ év, $T_{238} = 4,47 \cdot 10^9$ év.

11. Feladat:**(kitűzte: Szűcs József | 1. (Senior) kategória || 5 pont)**

Egy adott pillanatban az A alapállapotú hidrogénatom ütközik egy másik, éppen álló, alapállapotú B atommal. (Tegyük fel, hogy az ütközés centrális és egyenes.)

- Legfeljebb mekkora $E_m < E_0$ mozgási energiája lehet a mozgó A atomnak, hogy az ütközés biztosan rugalmas legyen?
- A rugalmatlan ütközés esetén, amikor az A atom energiája éppen $E_m = E_0$, a gerjesztett atom milyen hullámhosszúságú fotont bocsát ki a későbbi legerjesztődéskor? (Tegyük fel, hogy az ütközéskor csak az egyik alapállapotú atom fog gerjesztődni.)
- A H-atom melyik színképsorozatához tartozik a kibocsátott fénykvantum színképvonala, és látható-e ez a vonal?

Adatok: az alapállapotú H atom energiája $E_H = -13,6$ eV.

12. Feladat:**(kitűzte: Sükösd Csaba | 1. (Senior) kategória || 5 pont)**

1987. február 24-én felfedeztek egy szupernóvát, amit SN 1987A-nak neveztek el. A szupernóva 168 000 fényév távolságra van a Földtől. Egy nappal korábbi felvételeket elemezve, észrevették, hogy már február 23-án is elkezdett felfényleni. Különösen érdekes, hogy ez volt az első eset, hogy nemcsak optikai úton sikerült a szupernóvát érzékelni, hanem három földi neutrínó detektorral is egyszerre észlelték a szupernova-robbanás által keltett neutrínó-fluxust 1987. február 23-án. Gondolatkísérletként tegyük fel a következőket: a 10 MeV energiájú neutrínók 7 másodperccel később értek a Földre, mint a velük azonos időpillanatban indult fotonok. Milyen becslést lehet adni ebből a neutrínók tömegére? (Ha $x \ll 1$, használhatjuk a következő közelítést: $1/(1+x) \approx 1-x$.)

13. Feladat:**(kitűzte: Halász Máté | 1. (Senior) kategória || 5 pont)**

Egy erőmentes, kocka alakú dobozban elektront, illetve elektronokat helyezünk el. Alapállapotban mekkora nyomást fejt ki az L élhosszúságú kocka lapjaira a dobozban „nyüzsgő”

- egy elektron, illetve
- három elektron? Ez utóbbi esetben a kocka minden oldalára azonos nyomás hat?

Vége

2/2