

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny Elődöntő 2013.

Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben lehet megoldani. A megoldáshoz bármilyen segédeszköz használható. Rendelkezésre álló idő: 180 perc

1. feladat (5 pont)		
Határozzuk meg melyik állítás igaz az alábbiak közül, és melyik hamis!		
Állítás	igaz	hamis
1. Henri Becquerel édesapja Edmond Becquerel is a lumineszcencia ismert specialistája volt		
2. A Becquerel által észlelt sugárzás intenzitása jelentősen változott, amikor a sót megolvasztotta vagy átkristályosította		
3. A radioaktivitás elnevezés Rutherford nevéhez fűződik		
4. Alfa-bomlásnál a kilépő alfa részecskék sebessége 1000-2000 km/s		
5. Nem létezik olyan sugárzó anyag, amelyik pozitront bocsát ki		
6. A béta sugárzásnál az elektron mellett antineutrínó is kilép		
7. A Cserenkov- sugárzást okozó béta sugarakat már 1 mm vastag Al-lemez is elnyeli		
8. A mesterséges radioaktivitás felfedezése Marie Curie nevéhez fűződik		
9. Van olyan – a technéciumnál kisebb rendszámú – kémiai elem is, amelynek szintén nincs stabil izotópja		
10. Becquerel soha nem ismerte el, hogy az urán alfa-sugárzást bocsát ki		

2. feladat (5 pont)

Az egydimenziós potenciáldobozba zárt elektron (például hosszú láncmolekula π elektron-rendszere) energiaszintjei a növekvő energiák felé ritkulnak. A hidrogén atomba zárt elektron energiaszintjei viszont egyre sűrűbben követik egymást. Mi a különbség oka?

3. feladat (5 pont)

Egy laboratóriumban 10 liter 20 °C-os vízbe belejtettek egy kis darab ^{218}Po izotópot, amely alfa-sugárzó (a kismértékű béta sugárzástól eltekinthetünk). Megfigyelték, hogy negyed óra múlva a víz háromnegyed része elforrt. Mennyi volt a polónium tömege? A veszteségektől tekintsünk el.

Adatok: Felezési idő: 3 perc, egy alfa részecske energiája = 6 MeV

4. feladat (5 pont)

Tudjuk, hogy H_2 molekula, és H_2^+ létezik. Vajon léteznek-e a következő molekulák, ill. molekula-ionok? Adjunk indoklást is a válaszokra!

- a) He_2
- b) He_2^+
- c) H_2^-

5. feladat (5 pont)

Másodpercenként kb. 10^{11} db, Napból származó neutrínó halad át testünk minden négyzetcentiméterén.

- a) Vajon hány, a Paksi Atomerőműtől származó antineutrínó halad át testünk egy négyzetcentiméterén másodpercenként az erőműtől egy kilométer távolságban, amikor mind a négy blokk üzemel?
- b) Miért neutrínók jönnek a Napból, és antineutrínók az atomerőműből?

Adatok: egy blokk hőteljesítménye: 1470 MW, egy hasadás során átlagosan 200 MeV energia szabadul fel, és egy hasadást átlagosan 6 béta-bomlás követ.

6. feladat**(5 pont)**

- a) Számítsuk ki a trícium (^3H) és a hélium-3 (^3He) izotóp kötési energiáját!
b) Adjunk magyarázatot arra, hogy miért a trícium bomlik el a ^3He izotópra béta-bomlással, és nem fordítva?

Adatok: ^1H atom tömege: 1,007825 u, neutron tömege: 1,008665 u, ^3H atom tömege: 3,016049 u, ^3He atom tömege: 3,016029 u, elektron tömege: 0,0005447 u (1 u = atomi tömegegység, 1 u = 931,6259 MeV/c²)

7. feladat**(5 pont)**

2011 szeptemberében három napkitörésre került sor és a kutatók előre ki tudták számítani – és közvetlenül követni is tudták – ezeknek a különböző bolygókra való eljutását. A Föld felé irányuló kidobódásokat először a NASA Stereo űrszonda-párosa észlelte. A NOAA megfigyelő műholdjai intenzív sarki fényjelenségeket regisztráltak. Két héttel később a várakozásoknak megfelelően a lökeshullámok sarki fényt váltottak ki a Jupiteren, amit a Stereo rádiófelvételen megörökített. 9 hétre rá, novemberben, ezek a részecskeáramok végre elérték az Uránuszt.

- a) Milyen sebességgel haladnak ezek a protonok?
b) Mekkora az energiájuk?
c) Mekkora hőmérsékleten ekkora a részecskék hőmozgásból származó átlagos energiája?

Adatok: Nap-Föld távolság $150 \cdot 10^6$ km, Nap-Jupiter távolság: $778,5 \cdot 10^6$ km, Nap-Uránusz távolság: $2877 \cdot 10^6$ km. Proton tömege: $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

8. feladat**(5 pont)**

A hőmérsékleti sugárzás jelenségét felhasználva becsüljük meg, mennyi lenne a Föld felszíni hőmérséklete légkör és belső hőtermelés hiányában! A Napot és a Földet tekintsük abszolút fekete testnek!

Adatok: A Nap felszíni hőmérséklete 5505 °C, átlagos sugara $R_N = 6,96 \cdot 10^8$ m, a Föld Naptól mért átlagos távolsága $D = 150 \cdot 10^6$ km.

9. feladat**(5 pont)**

Egy neutrínó detektorban több felvillanást észlelnek egy kb. 10 fényév távolságban bekövetkezett szupernóva robbanás első jeleként. Utána 44 órával egy részecske érkezik, ugyanebből az irányból, 30 GeV mozgási energiával. Mekkora az érkező ismeretlen részecske nyugalmi tömege? Milyen részecske lehet ez? (A vákuumbeli fénysebesség táblázatban található pontos értékével számoljunk!)

10. feladat**(5 pont)**

Egy gázdifúziós üzemben uránt dúsítanak. A $\rho = 1,695 \cdot 10^{-3}$ g/cm³ sűrűségű UF₆ gázt egy $V = 10$ cm³ térfogatú α -detektorba vezetik, és megméri az aktivitását, ami $A = 181,3$ Bq-nek adódik. Mekkora a dúsítás értéke?

Adatok: (Az ^{235}U felezési ideje $7,038 \cdot 10^8$ év, az ^{238}U felezési ideje pedig $4,468 \cdot 10^9$ év)

vége