

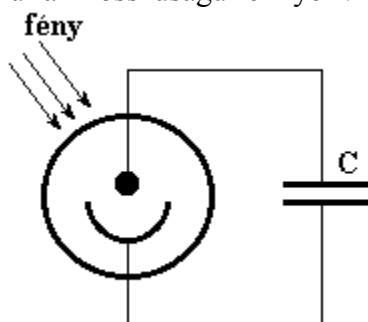
Országos Szilárd Leó Fizikaverseny
2004.
Elődöntő Feladatok

(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: Atomos hidrogéngázt elektronokkal gerjesztünk egy kisülési csőben úgy, hogy a gáz világít. Elegendő-e a gerjesztéshez olyan sebességű elektronokat a gyorsítótérben előállítani, amelyeknek energiája megegyezik a látható fény fotonjainak energiájával? (Válaszát indokolja!)

2. feladat: Magyarázzuk meg, miért nincs 158-as rendszámú atommag!

3. feladat: Egy fotocella áramkörébe kondenzátort helyezünk. A bárium-katódot 540 nm hullámhosszúságú fénnel világítjuk meg.



a) Mekkora feszültségre töltődik fel a kondenzátor?

b) Hány elektron tölti fel az 5 nF-os kondenzátort?

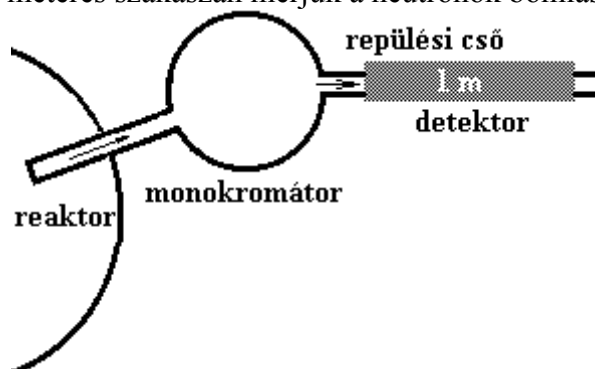
Adatok: (a bárium-katód kilépési munkája: $2,72 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

4. feladat: A 35 000 km/s sebességű elektron olyan homogén mágneses mezőbe jut, amelynek mágneses indukciója merőleges a sebességre és nagysága 17,5 mT.

a) Milyen sugarú körpályára kerül az elektron?

b) Mekkora frekvenciájú szinkrotron sugárzást bocsát ki a körpályán mozgó részecske?

5. feladat: A neutron bomlásának mérése céljából atomreaktorból származó neutronokat először egy "monokromátorra" ejtünk, amely - hasonlóan a fény- és a röntgensugarak diffrakciójához - csak jól meghatározott de-Broglie hullámhosszúságú neutronokat enged tovább. Ezt a neutronnyalábot ezután egy hosszú "repülési csőben" vezetjük végig, és a cső 1 méteres szakaszán mérjük a neutronok bomlástermékeit (ld. ábra).



Legalább hány neutronnak kell végigfutni másodpercenként a repülési csövön, ha azt akarjuk, hogy a detektorunk óránként legalább 36 eseményt számláljon?

Adatok: a szabad neutron felezési ideje: $T_{1/2}=12,8$ perc, tömege: $m_n=1,675 \cdot 10^{-27}$ kg, a monokromátorból kijövő neutronnyaláb hullámhossza: $\lambda=0,396$ nm, a bomlás detektálásának teljes hatásfoka 1%

6. feladat: A Szaturnusz felé utazó Cassini űrhajón a ^{238}Pu izotóp -bomlásakor keletkező hőt használják fel elektromos energia előállítására. Az űrhajó berendezéseinek működéséhez 630 W elektromos teljesítmény szükséges a Szaturnusz körüli pályán. a) Legalább mekkora tömegű ^{238}Pu -t használtak fel az áramforrás építéséhez? b) A ^{238}Pu -t mely tulajdonságai alapján választhatták ki?

Adatok: (A ^{238}Pu felezési ideje 88 év. A ^{238}Pu tisztán -bomló. Bomlásakor 5,12.10-13 J energia szabadul fel, amelynek 90%-a alakul hővé. A hőt pedig 7% hatásfokkal lehet elektromos energiává alakítani).

7. feladat: Mekkora frekvenciájú a hidrogén vonalas színeke Balmer-sorozatának az a spektrumvonala, amelynek hullámhossza 1,19-szorosa a sorozathoz tartozó legkisebb hullámhossznak? Hányadik vonala ez a spektrumnak?

8. feladat: A természetben található uránban csupán minden 140-dik atom magja a könnyen hasadó ^{235}U izotóp (a többi a nehezen hasadó ^{238}U magot tartalmazza). Ezért az atomreaktorok urán üzemanyagában többszörösére (5-6 szorosára) növelik a ^{235}U izotópok arányát, azaz dúsítják az uránt. a) Hányszorosára nő meg a dúsított urán aktivitáskoncentrációja (tömegegységenkénti aktivitása)

a természetes uránhoz képest, ha a dúsítás mértéke 6-szoros (vagyis az ^{235}U magok aránya az eredetinek hatszorosára nő)?

b) Hány százalékkal csökken a dúsító üzemekben visszamaradó "szegényített urán" aktivitáskoncentrációja, ha a benne visszamaradó ^{235}U izotópok százalékos aránya 0,7%-ról 0,1%-ra, (azaz az eredeti arány $1/7$ -re) csökken?

Adatok: Az ^{238}U felezési ideje 4,5 milliárd év, az ^{235}U pedig 710 millió év

9. feladat: Egy közet vizsgálata során az ^{238}U bomlási sorából az alábbi izotópok aktivitását sikerült meghatározni.

Értelmezze az eredményt!

Izotóp	Aktivitás (Bq)	Izotóp	Aktivitás (Bq)	Izotóp	Aktivitás (Bq)
^{238}U	151,2	^{226}Ra	151,8	^{210}Tl	27,3
^{234}Th	153,6	^{218}Po	23,8	^{210}Pb	20,8
^{234}Pa	148,1	^{214}Pb	24,6	^{210}Bi	23,5
^{234}U	150,7	^{214}Bi	25,2	^{210}Po	22,8
^{230}Th	152,3	^{214}Po	21,1		

10. feladat: George Gamow: "*Tompkins úr kalandjai a fizikával*" című könyvében olyan biliárdgolyókkal játsszák a kvantumbiliárd nevű játékot, amelyek a kvantumöserdőből

származó elefántok agyarából készülnek. Így látszik a golyók elmosódottsága, mozgás közben szétterjednek a golyók, valamint a biliárdnál használt fa háromszögbe helyezett, magára hagyott golyó kitölti a háromszöget. Becsüld meg, legalább mekkora ebben a világban a Planck-állandó!

Adatok: A golyó kb. 5 cm átmérőjű gömb, tömege 0,15 kg. Ha $v = 10 \text{ m/s}$ ($\pm 10 \%$) sebességgel halad, akkor 2 mm-es elmosódottságot láthatunk a golyó határain.