

Országos Szilárd Leó fizikaverseny feladatai

I. kategória döntő, 2008. április 19. Paks

A feladatok megoldásához 180 perc áll rendelkezésre. Minden segédeszköz használható. Minden feladatot külön lapra írjon, s minden lapon legyen rajta a megoldó kódja.
A feladatok NEM nehézségi sorrendben vannak.

1. feladat (kitűzte: Radnóti Katalin)

Mikor, hol és kivel együtt kezdett el foglalkozni Teller Ede a magfúzióval? Milyen felismerésekre vezetett ez? (5 pont)

2. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

A napállandó értéke 1388 W/m^2 . Ezt az adatot (valamint a Nap működésének ismeretét) felhasználva határozzuk meg, hogy másodpercenként hány, a Napból származó neutrínó szeli át testünk minden négyzetcentiméterét! (5 pont)

3. feladat (kitűzte: Czifrus Szabolcs)

A közeli jövő egyik legnagyobb neutronfizikai kutatócentruma az ESS (Európai Spallációs Forrás) lesz, amely reményeink szerint Magyarországon fog megépülni. A berendezésben egy protonnyalábbal valamilyen nehéz-fémről készült céltárgyat bombáznak, amelyből a protonok neutronokat váltanak ki. A protonok energiája 1 GeV , a protonnyaláb árama 150 mA . A nyaláb impulzusszerűen működik, másodpercenként 16-szor 2 ms időtartamra. Tegyük fel, hogy az ehhez szükséges elektromos energia atomerőműből származik. Évente hány mol uránt kell elhasítani az erőműben az ESS nyalábjához szükséges elektromos energia biztosítására, ha az atomerőmű hatásfokát 33% -nak tekintjük? Hogyan aránylik az ezekben a hasadásokban másodpercenként keletkező neutronok száma az ESS-ben keletkező neutronok számához képest? (Az ESS-ben 1 proton becsapódása átlagosan 30 neutront vált ki.) (5 pont)

4. feladat (kitűzte: Papp Gergely)

Mi történne, ha a paksi reaktorokban a hűtésre és moderálásra szolgáló vizet nehézvízre cserélnénk? (A deutérium tömegét közelíthetjük a hidrogén tömegének kétszeresével.) (5 pont)

5. feladat (kitűzte: Papp Gergely)

Magyarország éves energiaigénye $\sim 3 \cdot 10^{10} \text{ kWh}$ (teljes energiaigény, nemcsak villamosenergia). Tegyük fel, hogy ennyi energiát tisztán szabályozott magfúzióból szeretnénk felszabadítani. A zárt rendszerben lejátszódó folyamatok: ${}^6\text{Li} + n \rightarrow \text{He} + \text{T} + 4,8 \text{ MeV}$, $\text{D} + \text{T} \rightarrow \text{He} + n + 17,62 \text{ MeV}$. Számoljuk ki, hogy hány kg ${}^6\text{Li}$ és hány liter nehézvíz szükséges ehhez! Hány kg héliumgáz keletkezik? (A nehézvíz sűrűsége 1100 kg/m^3) (5 pont)

6. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

Az alábbi táblázat a természetes uránban előforduló uránizotópok néhány adatát tartalmazza:

Izotóp	Százalék	Felezési idő
${}^{238}\text{U}$	99,275	4,51 milliárd év
${}^{235}\text{U}$	0,72	0,71 milliárd év
${}^{234}\text{U}$	0,0055	247 000 év

Adjunk magyarázatot ezeknek az izotópoknak az előfordulási gyakoriságára!

(5 pont)

7. feladat (kitűzte: Kopcsa József)

A paksi atomerőmű egy blokkjának átlagos teljesítménye 480 MW , hatásfoka 34% .

- Mennyivel csökken a fűtőanyag tömege 1 nap alatt?
 - Mekkora tömegű kohókokszt elégetésével lehetne ezt a teljesítményt biztosítani?
 - Mekkora tömegű CO_2 -dal szennyeznénk a légkört naponta a b) esetben számított kohókokszt elégetésével?
- (A kohókoksztot tekintjük tiszta szénnek; éghője $29,75 \text{ MJ/kg}$.) (5 pont)

Folytatás a következő oldalon!

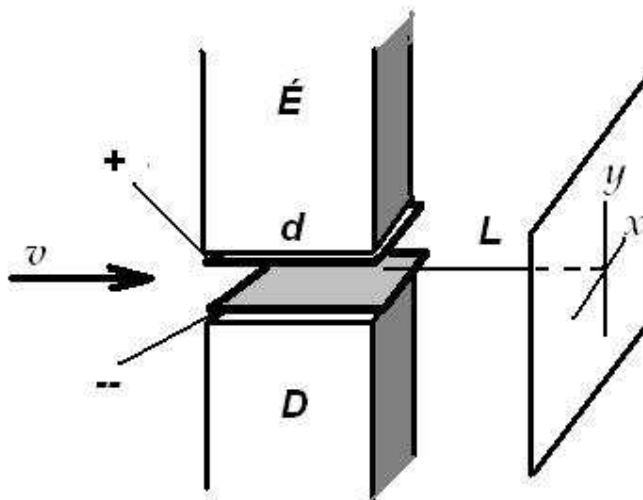
8. feladat (kitűzte: Radnóti Katalin)

Ha a KI (káliumjodid) kristályból eltávolítunk egy jodid iont, akkor az üresen maradt helyet egy – ugyancsak negatív töltésű – elektron foglalhatja el („elektron-színcentrum”). Ezt az elektront úgy tekinthetjük, mintha egy $2d$ oldalélű kocka alakú dobozba lenne bezárva, ahol $d = 0,7 \text{ nm}$, a KI kristály rácsállandója. Milyen hullámhosszúságú fényt képes elnyelni a kristály? (5 pont)

9. feladat (kitűzte: Mester András)

Joseph John Thomson 1912-ben kimutatta a neon két izotópját. Kezdeti módszeréből fejlődött ki a tömegspektroszkópia, az izotópokra és atommagokra vonatkozó ismeretek egyik fő forrása.

A módszer lényege: ionsugarak keskeny nyalábját állítják elő, a nyaláb a részecskék sebességére merőleges, egymással párhuzamos irányú elektromos és mágneses mezőben halad át, nagy vákuumban. A részecskéket az elektromos és mágneses mezők eltérítik, majd ez után egy fotolemezre jutnak. A lemez síkja merőleges a sebességre (lásd ábra). Az azonos pontból induló, de különböző sebességű részecskék becsapódásai egy jellegzetes görbét rajzolnak a fotolemezre.



- Határozd meg a fotolemezen kialakuló $y = f(x)$ görbét, feltételezve, hogy a mágneses mező által létrehozott irányváltozás szöge nem túl nagy! Hogyan lehet ezzel a módszerrel felismerni az izotópokat? A részecskék d hosszan haladnak az elektromos és mágneses mezőben, majd L távolságot tesznek meg az ernyőig ($d \ll L$, és a gravitációs hatástól tekintünk el).
- Milyen egyéb, atomfizikával kapcsolatos dolog fűződik J. J. Thomson nevéhez?

(5 pont)

10. feladat (kitűzte Szűcs József)

Bergengócia „infravörös csillagászai” titokzatos, nagyméretű, hidrogénből álló, sugárzó, gömb alakú objektumot fedeztek fel távol a Bergenverzumban. A gömb átmérője 1 millió km. A felszín 300 K hőmérsékletű feketetest sugárzása jelentősen kiemelkedik a 3 kelvines kozmikus háttérből. A csillagászok megfigyelései szerint a hidrogén-gömb átmérője nem csökken, ezért a sugárzási energia nem származhat gravitációs összehúzóerőből. A titokzatos égi objektum felfedezésének hírére Bergengócia elméleti fizikusai nagy örömmel fogadták, mivel igazolva látják elméletüket, amely szerint Bergenverzumban az atomok tömege úgy marad állandó, hogy az elektronok tömege igen lassan növekszik, a protonok tömege pedig ugyanannyival csökken.

- A hidrogénatom hullámmoddellje segítségével értelmezzük a hidrogén-gömb sugárzását az elméleti fizikusok hipotézise alapján!
- Becsüljük meg, hogy évszázadonként hány százalékos az elektronok tömegnövekedése, ha a csillagászok becslése alapján tudjuk, hogy a gömbben a hidrogénatomok átlagos sűrűsége 1 mol köbméterenként!

(5 pont)