

Országos Szilárd Leó fizikaverseny feladatai

II. 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 nehézfémről 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; égéshője $29,75 \text{ MJ/kg}$.) (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: Ujvári Sándor)

Rutherford a következő kísérlettel határozta meg, hogy milyen részecskékből áll az α sugárzás: egy légritkított üvegballonba rádiumot helyezett, majd az összegyűlt gázt kisülési csőbe sűrítette. A kisülés színképét elemezve megállapította, hogy a keletkezett gáz hélium.

Két nap alatt mennyi (hány mól) hélium gyűlt össze, ha a ballonban elhelyezett rádium tömege két gramm volt? (A rádium leányelemeinek a további bomlásától tekintsünk el.)

(5 pont)

10. feladat (kitűzte Vastagh György)

Egy E_1 kezdeti mozgási energiájú α -részecske centrálisan ütközött egy atommaggal. A mozgási energiája az ütközés után E_2 -re csökkent.

- Határozd meg a két mag tömegeinek arányát!
- Mi lehetett a második mag, ha E_2 az E_1 -nek 25%-a?

(5 pont)