

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny Elődöntő 2017.

Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben lehet megoldani. A megoldáshoz bármilyen offline segédeszköz használható, kivéve telekommunikációs eszközök. A feladatok nem nehézségi sorrendben vannak. Rendelkezésre álló idő: **180 perc**.

1. feladat

5 pont

A ^{226}Ra rádium izotóp felezési ideje 1600 év. Milyen hosszú idő alatt bomlik el egy rádium minta 10%-a?

2. feladat

5 pont

A kanadai CANDU típusú reaktor üzemanyaga természetes urán, a moderátora pedig tiszta nehézvíz. A Paksi Atomerőműben dúsított urán üzemanyag van, a moderátor pedig könnyűvíz, amelyben – szabályozási célokból – bórsavat oldanak. Mindkét típusú atomerőműben keletkezik trícium üzem közben, amellyel a környezet sugárterhelése során számolni kell. Vajon melyik folyamat a legfontosabb a trícium keletkezése szempontjából az egyik, ill. a másik atomerőműben?

3. feladat

5 pont

Válaszoljunk röviden az alábbi radioaktív izotópok nyomjelzőként való alkalmazásával kapcsolatos kérdésekre!

- Kit neveznek a radioaktív nyomjelzés atyjának?
- A természetben található nehéz radioaktív elemek – mivel nincs biológiai szerepük – nem alkalmasak nyomjelzésre. Milyen megoldást talált a később Nobel-díjban részesült tudós?
- Az ATP és ADP molekuláknak fontos biológiai szerepe van. A nyomjelzés atyja ^{32}S -t használt a bennük lévő foszfor radioaktív nyomjelzőjének előállítására. Vajon milyen atommag-reakcióval állította elő?
- Vajon miért a gamma-sugárzó izotópok a leggyakrabban használt nyomjelzők?
- Milyen fontos elvárások vannak a nyomjelzőkkel kapcsolatban?

4. feladat

5 pont

Egészítse ki az alábbi bomlási folyamatokat a megmaradási törvények figyelembe vételével! Leánymagoknál adjuk meg azok tömeg- és rendszámait is!

- $^{12}_5\text{B} \rightarrow \dots + e^- + \bar{\nu}$
- $^{19}_{10}\text{Ne} \rightarrow \dots + e^+ + \nu$
- $^{218}_{84}\text{Po} \rightarrow \dots + \alpha$
- $^{22}_{11}\text{Na} \rightarrow \dots + e^+ + \nu$
- $^7_4\text{Be} + \dots \rightarrow ^7_3\text{Li} + \nu$

5. feladat

5 pont

A béta-bomló izotópok közül egyesek felezési ideje megváltozik, ha az izotóp hosszú időn keresztül magas (több ezer K) hőmérsékleten van, míg mások felezési ideje hőmérséklettől függetlenül állandónak bizonyul. Magas hőmérséklettel változó felezési idejű izotópok pl.: ^7_4Be , $^{54}_{25}\text{Mn}$, $^{55}_{26}\text{Fe}$, $^{57}_{27}\text{Co}$, amelyek bomlásánál egy neutrínó távozik a magokból. Állandó felezési idejű izotópokra példa: $^{24}_{11}\text{Na}$, $^{59}_{26}\text{Fe}$, $^{45}_{20}\text{Ca}$, ezek bomlásánál az atommagokból egy antineutrínó és egy könnyű töltött részecske repül ki.

- Miben különbözhethet a két csoport béta-bomlása?
- Hogyan változik meg a felezési idő magas hőmérsékleten?
- A felsorolt, hőmérsékletre érzékeny izotópok közül vajon melyiknek a felezési ideje a legérzékenyebb a hőmérsékletre és miért?

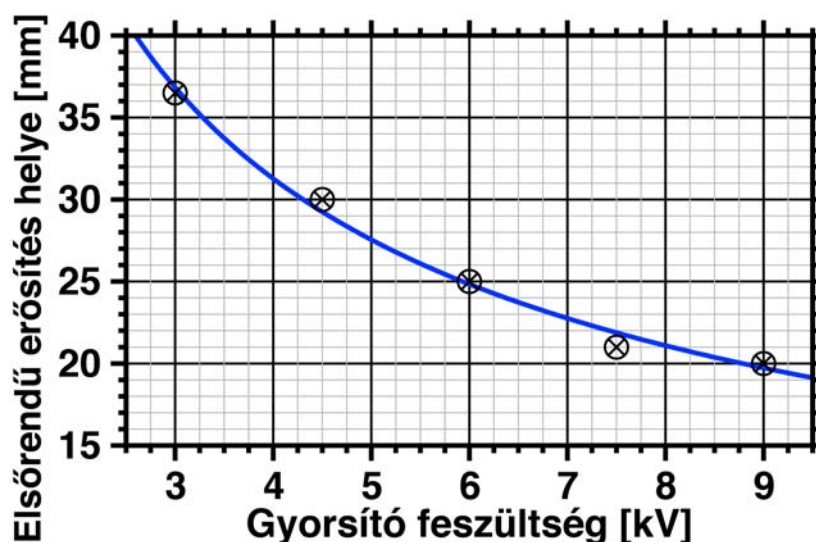
6. feladat

5 pont

Grafithártyára felgyorsított elektronokat bocsátunk. A keletkezett interferenciaképet a hártától 11 cm távolságra lévő ernyőn fogjuk fel. A mérés során az elektronokat gyorsító feszültséget növelve az elektronhullám első erősítési helyét jelző gyűrű átmérője a túloldalon látható függvény szerint változott. A pontok jelölik a mért értékeket, a folytonos görbe függvényillesztés eredménye. Becsüljük meg a mérési adatok segítségével a Planck-állandót!

Adatok: a grafit rácsállandója $1,4 \cdot 10^{-10}$ m.

A feladatok a túloldalon folytatódnak!



7. feladat

5 pont

Az alapállapotú atommagokban a nukleonok kötött állapotban vannak. Azaz, csak külön energia befektetésével lehet akár csak egyetlen proton vagy neutron kiszabadítani belőlük. Ez érvényes az alfa-bomló atommagokra is. Hogyan lehetséges, hogy amíg egyetlen nukleon kiszabadításához külső energiára van szükség, addig az alfa-bomló atommagokból négy nukleon egyszerre ki tud lépni, energia felszabadulása mellett?

8. feladat

5 pont

Anna és Bálint beszélgetnek.

Bálint: Képzeld, a múltkor azt olvastam, hogy a Paksi Atomerőműben kicsit jobban dúsított üzemanyag-kazettákat is használnak, mint korábban. Viszont ezzel túl sok ^{235}U -öt vinnének be a reaktorba, ami a reaktor szabályozhatóságát veszélyeztetné a kampány kezdetekor, ezért ezekhez a kazettákhoz erősen neutronelnyelő gadolíniumot is kevernek, hogy lekösse a többlet ^{235}U hatását. Szerintem teljesen értelmetlen jobban dúsított uránt használni, ha úgyis lekötjük a hatását! Tiszta pénzkidobás!

Anna: Óh, azokra a kazettákra gondolsz, amelyekben úgynevezett „kiegő mérgek” vannak? A gadolínium is ilyen kiegészítő mérreg. Azok egyáltalán nem értelmetlenek, mivel...

Vajon hogyan érvelt Anna?

9. feladat

5 pont

A világűrben egy napsugárzásnak kitett, kis fekete gömb állandósult hőmérséklete 7°C .

- Ha a gömböt egy fekete kockára cserélnénk, mennyi lenne annak a hőmérséklete, ha a napsugárzás egyik lapjára merőlegesen esne?
- Hány $^\circ\text{C}$ lenne a kocka hőmérséklete, ha a kockát az előző helyzetéhez képest a napsugárzásra merőleges tengely körül 45° -al elforgatnánk?

Tegyük fel, hogy a testek jó hővezető, azonos anyagból készültek, abszolút fekete testnek tekinthetők, és olyan kis méretűek, hogy a test napsütötte és árnyékos oldala közötti hőmérsékletkülönbség elhanyagolható.

10. feladat

5 pont

A proton-proton ciklus a 0,08 és 1,5 naptömegű fősorozati csillagokban lejátszódó fő energiatermelő folyamat. Ennek során hidrogén atommagokból hélium atommagok keletkeznek, amit energia felszabadulása kísér gamma-fotonok és a nukleonok mozgási energiája formájában. Hosszú reakciólánc során végeredményben 4 protonból keletkezik egy 4-es tömegszámú hélium atommag közelítőleg $\varepsilon = 5$ pJ energia felszabadulása közben.

- Becsüljük meg, hogy másodpercenként mennyi hidrogén alakul át héliummá a Nap belsejében? A Nap - Föld távolság átlagosan 150 millió km-nek vehető.
- Hány év alatt „ég el” földtömegnyi hidrogén a Napban?

Adatok: A Föld felületére merőlegesen beeső napsugárzás intenzitása átlagosan 1360 W/m^2 , a Föld tömege $5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.