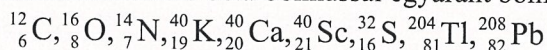


Országos Szilárd Leó Fizikaverseny Elődöntő 2012.

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 Válasszuk ki az alábbi atommagok közül azokat, amelyek rendszámcsökkentő és rendszámnövelő béta-bomlással egyaránt bomolhatnak! Indokoljuk meg a választást.



2. feladat Max von Laue (1879 – 1960) – Nobel-díjas német fizikus – 100 évvel ezelőtt, 1912-ben először alkalmazott kristályokat a röntgensugárzás diffrakciójának kimutatására.

- Vajon miért nem bizonyultak megfelelőnek a hagyományos optikai rácsok?
- Mi volt a tudományos jelentősége az alkalmazott módszernek, amiért a német tudós 1914-ben Nobel-díjban részesült?
- A röntgendiffrakciós módszert milyen célból használják ma is a kutatásban?

3. feladat Egy ${}^{235}_{92}\text{U}$ mag egy neutron befogódása nyomán elhasad. A hasadást követő radioaktív bomlási folyamatok végeredményeként ${}^{89}_{39}\text{Y}$ és ${}^{144}_{60}\text{Nd}$ stabil izotópok keletkeznek!

- Milyen típusú és hány darab bomlás követte a maghasadást?
- A maghasadáskor hány szabad neutron keletkezett?
- Számítsuk ki, hány MeV energia szabadul fel összesen a maghasadás, valamint a hasadványok radioaktív bomlása során!

Adatok: Atomtömegek: $M({}^{235}\text{U}) = 235,04392 \text{ u}$, $M({}^{89}\text{Y}) = 89,0585 \text{ u}$, $M({}^{144}\text{Nd}) = 143,910083 \text{ u}$, $M(n) = 1,00866 \text{ u}$. (Figyelem, ezek nem az atommagok tömegei, hanem az elektronok tömege is benne van ezekben az értékekben!) $u \cdot c^2 = 931,494088 \text{ MeV}$

4. feladat Egy beteg ${}^{131}_{53}\text{I}$ -et tartalmazó injekciót kapott. A testében maradt izotóp aktivitása 30 nap elteltével $2 \cdot 10^5 \text{ Bq}$.

- A jódnak hány százaléka ürült ki 30 nap alatt a szervezetből, ha a biológiai felezési idő 138 nap? (A szervezetbe juttatott ${}^{131}\text{I}$ izotóp az anyagcsere útján ennyi idő alatt csökken a felére.)
- Mennyi volt a beteg testébe juttatott izotóp kezdeti aktivitása, ha a jód radioaktív bomlásának felezési ideje 8 nap?

5. feladat Az emberi szervezet átlagosan 18% (tömegszázalék) szenet, és 0,2% káliumot tartalmaz.

- Mekkora aktivitása van egy 70 kg-os emberben a ${}^{14}\text{C}$ ill. ${}^{40}\text{K}$ izotópoknak?
- Becsüljük meg az éves belső sugárterhelésünk nagyságrendjét, amelyet a testünkben lévő radioaktív szén, ill. kálium atomoktól kaphatunk!

Adatok: A béta-sugárzás sugárzási tényezője $w_r = 1$ (régebben ezt minőségi tényezőnek hívták és Q -val jelölték.) Az előfordulási gyakoriságok, a felezési idők, valamint az egyes izotópok által kibocsátott béta-sugárzás átlagos energiája a következő táblázatban található:

	Gyakoriság	Felezési idő (év)	β -sugárzás átlagos energiája
${}^{14}\text{C}$	10^{-12}	5730	0,15 MeV
${}^{40}\text{K}$	$1,17 \cdot 10^{-4}$	$1,248 \cdot 10^9$	0,8 MeV

A feladatok a túloldalon folytatódnak!

6. feladat 2011. szeptemberében felröppent egy meglepő hír a médiában, miszerint egy, a CERN-ben folyó kísérlet során az ott keletkező nagy energiájú müon-neutrínók 60 ns-al (nanoszekundummal) korábban érkeztek meg a 730 km-re lévő olasz Gran Sasso Laboratóriumban lévő detektálási helyre, mintha fényjelek lettek volna. Azaz, úgy tűnik, mintha ezek a részecskék a fény (vákuumbeli) sebességénél nagyobb sebességgel haladtak volna!

a) Mekkora sebességtúllépést sejtetnek a kísérleti mérések?

b) Ilyen mérvű sebességtúllépésnél mennyivel előbb kellene megérkezniük a Földre egy 1000 fényévre lévő szupernova-robbanásakor keletkező neutrínóknak – mint előhírnököknek –, a robbanással együtt járó nagyon erős fényfelvillanásnál?

7. feladat 2000 decemberében a következő hír jelent meg egy újságban:

„Miközben mindenki a rádiótelefonok állítólagos, rákot okozó hatásáról beszél, Franciaországban egy sokkal valószínűbb veszélyforrással foglalkoznak: radioaktívan sugárzó karórák kerültek kereskedelmi forgalomba. A hírek szerint az órák egyik sorozatának anyagába ^{60}Co került, ami egy radioaktív anyag, 5,271 év felezési idővel. A kobalt 60-as izotópja gamma-sugárzást bocsát ki magából, amely a legnagyobb áthatoló képességű a háromféle radioaktív sugárzási fajtából. Az már bebizonyosodott, hogy a radioaktív anyag még a hongkongi gyártás közben keveredett a karórák anyagába - írja a The Register.”

Tegyük fel, hogy egy karóra anyagába 1 ng (nanogramm = 10^{-9} g) ^{60}Co került szennyező anyagként, és hogy az órát egy $M = 60$ kg tömegű ember viseli.

Adjunk becslést arra, hogy egy év alatt mekkora többletterhelés éri a karóra viselőjét?

Vajon ez valós veszélyforrást jelent?

A megoldás során milyen elhanyagolásokat végeztünk, és ezek hogyan módosítják a veszélyesség megítélését?

Adatok: A ^{60}Co β -bomlása során keletkező ^{60}Ni leányelem két γ -foton kibocsátásával jut alapállapotba. A γ -fotonok energiája 1,33 MeV és 1,17 MeV. Tegyük fel, hogy csak a γ -fotonok jönnek ki az órából, és hogy a kilépett γ -fotonok fele nyelődik csak el a szervezetben (az egész testben).

8. feladat Egy $8 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű α részecske érkezik nagy távolságból egy (nem rögzített) berillium

(^9_4Be) atommag felé, a két részecskét összekötő egyenes mentén.

a) Mennyire közelíti meg az α részecske a berillium magot a mozgása során?

b) Milyen görbét kapunk, ha a részecskék minimális távolságát ábrázoljuk az α részecske kezdeti mozgási energiájának a függvényében?

c) Mi történik, ha az α részecske energiája akkora, hogy eléri a berillium magot?

Adatok: Az α -részecske tömege: $6,68 \cdot 10^{-27}$ kg, a berillium atommag tömege: $15,03 \cdot 10^{-27}$ kg.

9. feladat A Szegedre tervezett ELI (Extreme Light Infrastructure) nevű szuperlézer igen rövid, 20 femtoszekundum ($20 \cdot 10^{-15}$ s) idejű, de extrém nagy, 200 petawatt ($200 \cdot 10^{15}$ W) teljesítményű fényimpulzusokat fog előállítani. (A lézerefény közepes hullámhosszát vegyük 550 nm-nek.)

a) Mekkora energia koncentrálódik egyetlen impulzusban?

b) Hány foton lehet egyetlen impulzusban?

c) Hány hullámhossz „fér bele” egy ilyen rövid impulzusba?

10. feladat A D(d,p)T magreakcióban a reakciót kiváltó deuteron mozgási energiája 1,2 MeV, és a keletkező proton 3,3 MeV mozgási energiával mozog a deuteron mozgásirányára merőlegesen. Mekkora a reakcióban felszabaduló energia (E_r)?

Adatok: Az egyszerűbb számolás érdekében vegyük úgy, hogy a reakcióban résztvevő részecskék (p, D, T) tömegaránya rendre 1:2:3.

vége