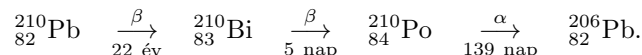


A $^{210}_{82}\text{Pb}$ radioaktív izotóp az $A = 4n + 2$ -es bomlási sorozat (urán-rádium-sorozat) tagja, amely két béta- majd egy alfa-bomlás után stabil (206-os tömegszámú) ólomá alakul át (a feltüntetett időtartamok a felezési időt jelzik):



A feladat szövege szerint állandósult állapot alakul ki, vagyis egységnyi idő alatt ugyanannyi bizmut bomlik el, mint amennyi keletkezik, s ugyanez igaz a polóniumra is. (A bomlási sorozat elején és végén álló ólomizotópok száma természetesen nem maradhat állandó, időben lassan változik.)

Az állandósult állapotban az egyes bomlások aktivitása (egységnyi idő alatt bekövetkező bomlások száma) megegyezik, ha tehát a teljes (kétféle bomlásból származó) β -aktivitás 5,708 MBq, akkor az egyes β -aktivitások (és az α -aktivitás is) 2,854 MBq nagyságúak.

Ha N számú, T felezési idejű radioaktív atomot tekintünk, akkor egységnyi idő alatt $A = N \ln 2/T$ számú bomlik el közülük. Az A aktivitású anyag radioaktív atomjainak száma ezek szerint $N = AT/\ln 2$, tömegük pedig $M = m_{\text{atom}}N$ (m_{atom} az atom tömege). A teljes radioaktív anyag tömege a háromféle bomló anyag össztömege:

$$M_{\text{összes}} = \frac{A}{\ln 2} (m_{\text{Pb}}T_{\text{Pb}} + m_{\text{Bi}}T_{\text{Bi}} + m_{\text{Po}}T_{\text{Po}}) \approx \\ \approx \frac{2,854 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1} \cdot 210 \text{ g}}{6 \cdot 10^{23}} (22 \text{ év} + 5 \text{ nap} + 139 \text{ nap}) \approx 1,02 \cdot 10^{-9} \text{ kg}.$$

Az egyes radioaktív anyagfajták tömege (az egyforma aktivitások és közel egyforma atomtömegek miatt) a felezési idővel arányos, emiatt a feladatban szereplő radioaktív anyag legnagyobb részét a $^{210}_{82}\text{Pb}$ teszi ki.

Az aktivitások időben lassan csökkennek, a csökkenés ütemét a leglassabban bomló, $T_{\text{Pb}} = 22$ év felezési idejű ólom szabja meg:

$$\frac{A(t)}{A(0)} = 2^{-t/T_{\text{Pb}}}.$$

Mivel minden aktivitás ilyen ütemben változik, a β -aktivitás

$$t = T_{\text{Pb}} \frac{\log A(0) - \log A(t)}{\log 2} = 4,2 \text{ év}$$

alatt csökken le 5 MBq-re.

Karádi Richárd (Győr, Révai M. Gimn., III. o.t.) dolgozata alapján