

**Megoldás.** Olyan radioaktív izotópok, melyek felezési ideje sokkal (nagyságrendekkel) kisebb, mint a Föld életkora, többféle módon létrejöhetnek.

Vannak olyan radioaktív izotópok, melyek felezési ideje összemérhető a Föld életkorával (és megtalálhatók a Földön); ilyen pl. az  $^{238}\text{U}$  és a  $^{232}\text{Th}$ . Ezen elemek radioaktív bomlási sorában több, az „anyaelemnél” sokkal kisebb felezési idejű „leányelem” található (például a  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$ ). A 238-as urán, illetve a 232-es tórium hosszú élettartama miatt a folyamatosan keletkező leányelemek – jöllehet gyorsan elbomlanak – még ma is jelen lehetnek a Földön.

A másik ok, ami miatt gyorsan bomló elemek nem tűnnek el a Földről, a kozmikus sugárzás. Ebből adódóan két radioaktív elemet kell megemlítenünk: a tríciumot és a radiokarbont. A trícium ( $^3\text{H}$ ) felezési ideje csupán 12 év, ennek ellenére előfordul a földi vizekben, illetve a légkörben. A  $^{14}\text{C}$  izotóp (felezési ideje 5700 év) a kozmikus sugárzás nagyenergiájú atommagjai és a légkör felső részében található atomok ütközésekor felszabaduló neutronok hatására jön létre. A szabad neutronok a levegő nitrogénjét  $n + ^{14}\text{N} \rightarrow ^{14}\text{C} + p$  folyamatban radiokarbonná alakítják; ennek az izotópnak fontos szerepe van a régészeti kormeghatározásban.

*Megjegyzések.* 1. A trícium földi jelenlétének másik lehetséges oka az, hogy a Napban  $^3\text{He} + ^2\text{H} \rightarrow ^3\text{H} + p + p$  reakcióban  $^3\text{H}$  is keletkezik, és ennek egy részét a napszél a földi légkörbe sodorja.

2. A földtörténet korai időszakában (amikor még az uránizotópok aránya a mostanitól eltérő volt) beindulhattak „természetes atomreaktorok”. Ilyen reaktor működött 1,8 milliárd éve a mai Gabon területén található Oklóban, és a reaktor hasadási termékei az adott területen még ma is fellelhetőek.