



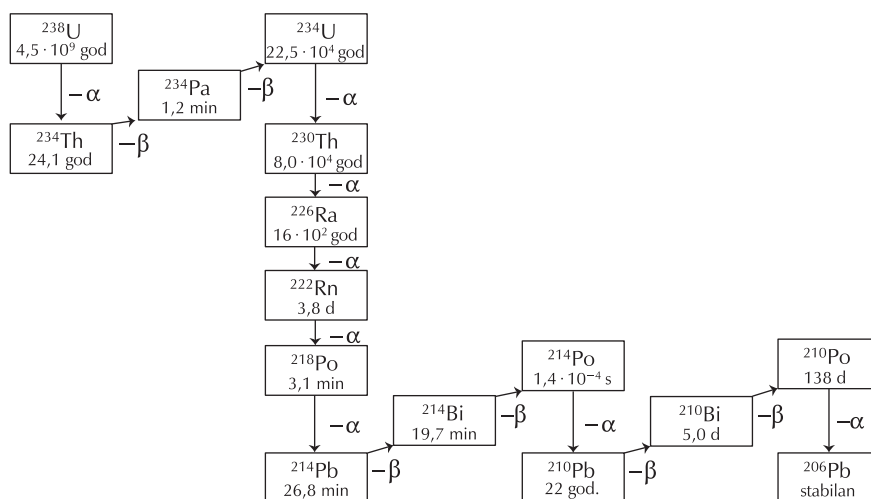
M. Kovačić*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku
kemijsku tehnologiju procesa, Savska cesta 16
10 000 Zagreb

Moguće posljedice nestašice helija – jesu li baloni krivi?

Vrlo je izvjesno kako su prve asocijacije na riječ “helij” mnogima, ako ne i većini, veseli baloni i srodne leteće dekoracije ili pak komičan učinak helija na glas nakon udisanja. S obzirom na tu pretpostavku, zar nestašica helija na tržištu predstavlja zabrinjavajući problem? Rođendanske i ine zabave vjerojatno više ne bi bile onakve kakvima ih poznajemo, no helij ima itekako važnije i ozbiljnije primjene. Tržište pamti nekoliko epizoda pomanjkanja helija u novije vrijeme, prvu značajnu 2006., 2012. te najnoviju 2019.^{1,2} Kako su cijene helija porasle, tako se recipročno smanjio broj veselih balona. Međutim, helij je nužan u znatno ozbiljnijim i netrivialnim svrhama. Primjerice, veće količine helija upotrebljavaju se za punjenje meteoroloških balona, koji prikupljaju podatke o tlaku, temperaturi i vlažnosti po vertikalnom presjeku atmosfere. Primjenjuje se kao zaštitni plin u zavarivanju obojenih metala te općenito za stvaranje inertnih atmosfera u brojnim tehnološkim procesima. Bez helija kao komponente plinske smjese ni dubinsko ronjenje ne bi bilo moguće. Nadalje, helij važnu primjenu ima kao plin nosilac u plinskoj kromatografiji. Za mnoge od tih primjena, doduše, mogu se pronaći prihvatljive alternative. Prethodno spomenuti meteorološki baloni mogu se puniti vodikom ili amonijakom, u plinskoj kromatografiji helij se može zamijeniti vodikom, u zavarivanju može se upotrebljavati argon. Međutim, za hlađenje postojećih supravodljivih magneta u magnetskoj rezonanciji helij je praktički nezamjenjiv. Koliko je primjena helija u tu svrhu značajna, ide u prilog podatak kako se gotovo 30 % helija na svjetskom tržištu upotrebljava upravo za magnetsku rezonanciju.³ Pomanjkanje helija u operativnom uređaju za magnetsku rezonanciju, odnosno nedovoljno hlađenje supravodljivih magneta, može rezultirati katastrofalnim posljedicama po uređaj.

Helij je, uz vodik, drugi po zastupljenosti kemijski element u poznatom svemiru. Velika većina helija u svemiru danas izravan je rezultat nukleosinteze koja je nastupila u intervalu od svega par minuta do tridesetak minuta nakon samog Velikog praska. Tada se plazma elementarnih čestica, odnosno primordijalna “juha” elementarnih čestica, dovoljno ohladila čime se omogućila konsolidacija bariona, odnosno protona, elektrona i neutrona, u primordijalne atome. Prvobitna nukleosinteza rezultirala je relativnim masenim udjelom izotopa helija-4 (⁴He) u svemiru od



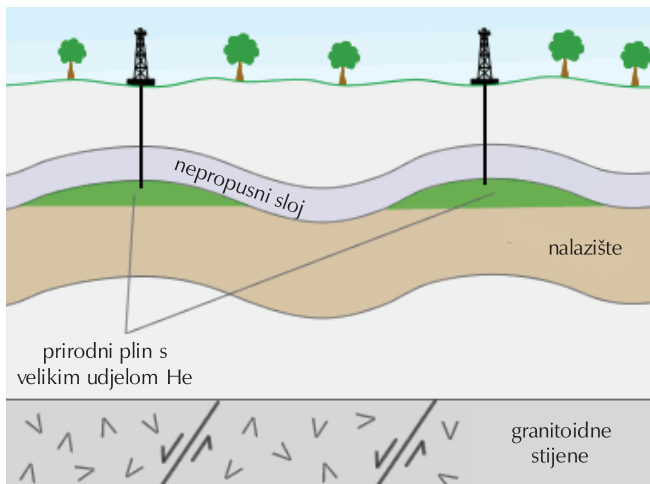
Slika 1 – Shematski prikaz radioaktivnog raspada ²³⁸U u prirodi, uz emisiju helijevih jezgri (α) te elektrona (β). Vidljivo je kako potpunim raspadom 1 mola ²³⁸U do stabilnog ²⁰⁶Pb nastaje ukupno 8 mola helija. Preuzeto iz ref.⁷

oko 24 % te udjelom vodika (¹H) od gotovo 76 % i ostalih lakih elemenata i njihovih izotopa poput deuterija (²H), ³He te Li u tragovima.⁴ Maseni udio helija u svemiru ostao je nepromijenjen do danas, zahvaljujući velikoj inertnosti helija kako u kemijskom tako i nuklearnom aspektu. Slična raspodjela relativnih masa preslikala se i na sastave Sunca te plinovitih divova Jupitera i Saturna. Međutim, maseni udio helija u Zemljinoj atmosferi iznosi svega 0,000724 %.⁵ Kamo je sav helij sa Zemlje nestao? Naime, zbog svoje male gustoće helij lako difundira iz Zemljine atmosfere u svemir putem Zemljinih polova, gdje ga Sunčev vjetar raspiruje. Time svake sekunde oko 50 grama helija nepovratno odlazi u svemir.⁶ Tijekom razdoblja od gotovo 4,5 milijarde godina, postaje jasno kamo i kako je helij nestao. Međutim, kako objasniti postojanje izvjesnog udjela helija u Zemljinoj atmosferi, s obzirom na to da je sav primordijalni helij mogao difundirati u potpunosti u svemir tijekom eona? Helij koji danas upotrebljavamo ne potječe iz atmosfere, već iz Zemljine utrobe, gdje nastaje kao nusproizvod visokoenergetskog, radioaktivnog alfa raspada uranija, torija te drugih radionuklida u granitoidnim stijenama. Alfa raspadom radionuklida oslobađa se jezgra ⁴He (α čestica), sastavljena od dva protona i dva neutrona, velike kinetičke energije prema jedn. (1):



Emitirana α čestica potom se usporava interakcijom s tvari te u konačnici, nakon što izgubi dovoljno kinetičke energije, apsorbira dva elektrona, čime nastaje neutralan helij. S obzirom na mehanizam nastanka, helij je neobnovljiv resurs. Shematski prikaz radioaktivnog raspada ²³⁸U do stabilnog ²⁰⁶Pb prikazan je slikom 1.

* Doc. dr. sc. Marin Kovačić
e-pošta: mkovacic@kit.hr

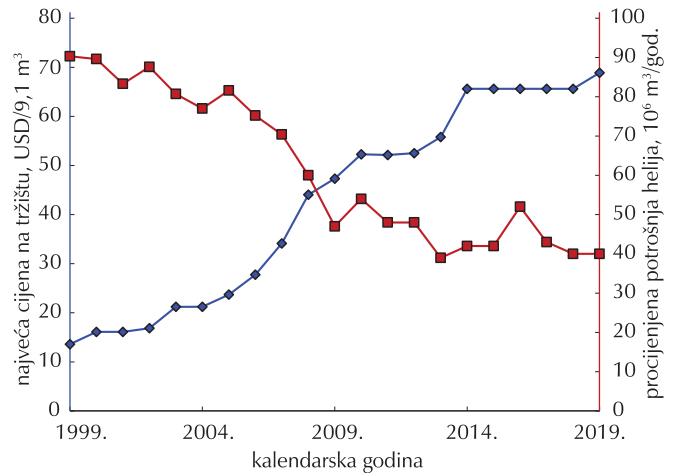


Slika 2 – Pojednostavljeni prikaz presjeka nalazišta prirodnog plina u kojem se akumulira helij. Preuzeto iz ref.⁸

Tako oslobođen helij može se nakupiti u znatnim količinama u podzemnim nalazištima zemnog plina. Volumni udio helija od svega 0,1 % do 0,3 % u prirodnom plinu smatra se granicom za ekonomski opravdanu separaciju helija iz prikupljene smjese plinova. Međutim, broj nalazišta u kojima se helij koncentrira u znatnim volumnim udjelima razmjerno je malen. Naime, potrebno je zadovoljiti nekoliko preduvjeta, slika 2, kako bi došlo do koncentriranja helija u podzemnim nalazištima, a to su: (1) postojanje granitoidnih podzemnih stijena relativno bogatih uranijem i torijem, 2) postojanje lomova i rasjeda u stijenama pomoću kojih helij može izaći, 3) postojanje nepropusnog sloja halita (NaCl) ili anhidrita (CaSO_4) koje prekrivaju porozne sedimentarne stijene iznad nalazišta.⁷

Najveći svjetski proizvođač helija su Sjedinjene Američke Države te ujedno raspolazu i najvećim poznatim rezervama. Drugi najveći proizvođač je Katar, dok Rusija i Alžir imaju znatne rezerve. Malen broj komercijalno značajnih nalazišta te njihova nejednolika geografska distribucija rezultira izrazito nestabilnim tržištem. Cijene helija osjetljive su i na redovite prekinde rada proizvodnih pogona radi održavanja. O turbulentnosti tržišta najbolje govori podatak kako je cijena helija na svjetskom tržištu u razdoblju od 2010. do 2014. porasla gotovo trostruko.⁹ Godine 2017. Saudijska Arabija je zajedno s Ujedinjenim Arapskim Emiratima i Bahreinom izazvala drastične turbulencije na tržištu helija embargom Katara, drugog najvećeg proizvođača helija. Embargo je prisilio Katar na smanjenje proizvodnih kapaciteta te znatno skuplji transport putem Omana, što se nepovoljno odrazilo na cijene.^{10,11} Zahvaljujući novim proizvodnim kapacitetima u Kataru, Alžiru i Rusiji, očekuje se da će do sredine 2021. ponuda helija na tržištu premašiti potražnju.

Izazovi su izvrsna motivacija za inovacije, što je čovjek nebrojeno puta dokazao kroz povijest. Primjerice, tvrtka General Electric razvila je magnete koji zahtijevaju svega 1 % helija u odnosu na prijašnje tehnologije, odnosno svega dvadesetak litara ukapljenog helija. Na tržištu su se pojavila rješenja za recikliranje helija, odnosno sustavi koji ispareni helij prikupljaju te ponovno ukapljaju, čime se smanjuje gubitak helija u atmosferu. Recikliranjem helija ostvaruje se ušteda od gotovo 90 %, pri čemu se investicija u razmjerno skupe sustave brzo povrti.^{12,13} Međutim, s obzirom na



Slika 3 – Kretanje cijena i procijenjena potrošnja helija na tržištu SAD-a prema podacima USGS-a. 9,1 m³ helija odgovara punjenju boce volumena 50 l pod tlakom od 200 bar. Preuzeto iz ref.¹⁴

geopolitičke nesigurnosti, ne može se jamčiti stabilna cijena helija na tržištu, a time ujedno i cijena pregleda magnetskom rezonancijom te rođendanskih balona.

Literatura

- URL: <https://phys.org/news/2012-09-helium-shortage-prices.html> (18. 12. 2020.).
- URL: <https://www.bbc.com/news/business-49715838> (18. 12. 2020.).
- URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-helium.pdf> (12. 12. 2020.).
- G. Steigman, Primordial Nucleosynthesis: Successes and challenges, *Int. J. Mod. Phys. E* **15** (2006) 1–35, doi: <https://doi.org/10.1142/S0218301306004028>.
- D. C. Catling, K. J. Zahnle, The planetary air leak, *Sci. Am.* **300** (2009) 36–43, doi: <https://10.1038/scientificamerican0509-36>.
- URL: https://www.cs.mcgill.ca/~rwest/wikispeedia/wpcd/wp/e/Earth%2527s_atmosphere.htm (21. 12. 2020.).
- J. D. Ayotte, S. M. Flanagan, W. S. Morrow, Occurrence of Uranium and ²²²Radon in Glacial and Bedrock Aquifers in the Northern United States, 1993–2003, Scientific Investigations Report 2007-5037, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Reston, SAD, 2007.
- URL: <https://geology.com/articles/helium/> (21. 12. 2020.).
- D. Kramer. Erratic helium prices create research havoc, *Phys. Today* **70** (2017) 26, doi: <https://doi.org/10.1063/PT.3.3424>.
- URL: <https://www.reuters.com/article/us-gulf-qatar-helium-idUSKBN19426X> (21. 12. 2020.).
- URL: <https://www.peakscientific.com/discover/news/qatar-helium-update/> (21. 12. 2020.).
- URL: <https://www.ge.com/news/press-releases/setting-helium-free-revolutionary-mri-tech-ge-healthcare> (22. 12. 2020.).
- URL: <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.6.2.20200605a> (22. 12. 2020.).
- URL: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/helium-statistics-and-information> (22. 12. 2020.).