

## Szerves anyagok és víz a Marson

A Curiosity marsjáró metánforrásra bukkant a felszínközeli atmoszférában, valamint szerves molekulákat talált egy próbafúrás mintájában. A NASA sajtótájékoztatóján a marsi víz eredetéről is szó esett. A Curiosity SAM (Sample Analysis on Mars - marsi mintaelemzés) fedélzeti laboratóriuma az atmoszféra gázösszetételének vizsgálata során néhány alkalommal erős, kb. tízszeres metánkoncentráció-emelkedést mért, ami valamilyen helyi metánforrásra utal. (A SAM ezen mérései 7 ppb körüli metánkoncentrációt mutattak, azaz minden egymilliárd légköri molekula közül 7 volt metánmolekula.) Emellett a Cumberland névre keresztelt sziklából vett minta vizsgálata során először mutatott ki bizonyítottan felszíni eredetű szerves anyagot. Ez utóbbi azért is jelentős eredmény, mert ugyan a korábbi mintákban is találtak szerves anyagokat, azonban ott mindig kiderült, hogy a Földről odavitt szennyeződésről van szó. Ezúttal azonban a kutatók képesek voltak hitelt érdemlően bizonyítani, hogy valóban marsi molekulákkal állnak szemben.

A SAM névre keresztelt fedélzeti labor működésének alapja, hogy a kőzetminta felhevítésével gáz-halmazállapotú anyaghoz jut, és ezt a gázt tudják vizsgálni különféle műszerei. A Mars felszíni kőzeteiben jelen levő perklorátok (pl. nátrium-perklorát,  $\text{NaClO}_4$ ) megnehezítik a munkát, mivel kémiai aktivitásuk révén roncsolják az esetlegesen előforduló összetettebb szerves molekulákat. Ezek a vegyületek felelnek azért is, hogy a kapott tömegspektroszkópos mérési eredményekben a marsi kőzetekben jelen lévő szerves molekulák jobbára valamilyen klórvegyület formájában jelennek meg. A SAM klórbenzolt mutatott ki a Cumberlandsziklából vett minta hevítése során. A szerves molekulák utalhatnak az élet jelenlétére, azonban az ilyen vegyületek egyszerű kémiai folyamatokból is származhatnak.

A metánt földi körülmények között ugyan javarészt baktériumok állítják elő, azonban a Marson keletkezhet felszínre hulló kozmikus porból UV-sugárzás hatására, de létrejöttében szerepet kaphatott a vörös bolygó nedvesebb időszakában egy olivin nevű ásvány is. Az olivin (vas-magnézium-szilikát) magas hőmérsékleten (tehát a mélyben) egy szerpentinizációnak nevezett folyamat során a vízzel reakcióba lépve jelentős mennyiségű hidrogéngázt termel (földi mérések szerint  $1 \text{ m}^3$  olivin akár 500 mol hidrogént), amely aztán reakcióba léphet a marsi légkör fő alkotójával, a szén-dioxiddal, metánt és vizet képezve. De a hidrogén a felszínen vagy a légkörben is keletkezhet a vízből, fotokémiai bomlással (UV-sugárzás hatására). A Curiosity először 2012. október 7-én vett mintát a Mars vörös árnyalatú felszíni rétegből a Rocknest-pontnál, a robotkarján elhelyezett törmelékmarkoló lapát használatával. A következő hetek során még további négy lapátolást végzett, az utolsó alkalommal gyűjtött anyag egy részét pedig sikeresen bejuttatta a SAM-ba. A víz megjelenéséhez alig 300 Celsiusfokra volt szükség. Ez arra utal, hogy a víz nem kristályos szerkezetű „anyagokba zárva”, hanem inkább réteges szerkezetű szilikátásványok rétegei között, hidroxidtartalmú vasásványokban, illetve sóvegyületekhez kapcsolódva lehet jelen a felszíni törmelékben. A felszabadult kén-dioxid elsősorban szulfátvegyületekből származhat, a szén-dioxid forrását pedig nagyrészt vas- és magnéziumtartalmú karbonátok jelenthetik. Az egyidejű oxigéntermelődés viszont kis mennyiségű szerves vegyület jelenlétére is utal a mintában. Laurie Leshin, a New York állambeli Rensselaer Polytechnic Institute nevű felsőoktatási intézmény kutatócsoport-vezetője szerint a felfedezés nem csak tudományos szempontból fontos. „Most már tudjuk, hogy bőséges és könnyen hozzáférhető víznek kell lennie a Marson. Amikor embert küldünk oda, bárhol gyűjthetnek talajt a bolygó felszínéről, csak fel

kell melegíteniük, és máris lesz vizük.” – fogalmazott. A Curiosity mérései szerint ugyanis a leszállóhely közelében vett mintákból 10 kg is elég lehet 2 dl víz előállításához.

(Forrás: <http://www.origo.hu/hirmondo/tudomany/www.bc.edu/20141217-eloszor-talaltak-szerves-molekulakat-a-marsfelszinen-curiosity-urkutatas.html>

<http://www.origo.hu/tudomany/vilagur/20130926-mars-curiosity-boven-van-viz-a-talajban-science.html>)

- a) Igazolta-e közvetlenül a SAM mérése szerves molekulák jelenlétét a Mars felszíni közetrétegében? Válaszát indokolja!
- b) Igazolják-e a Curiosity mérései a mikrobiális élet jelenlétét a Marson? Válaszát indokolja!
- c) Írja fel a metán abiotikus (élő szervezetek közreműködése nélkül történő) keletkezésének reakcióegyenletét a Mars légkörében!
- d) Mondhatjuk-e, hogy az olivin a metán keletkezésében katalizátor szerepet játszik? Válaszát indokolja!
- e) Milyen kémiai elemek vesznek részt az olivin felépítésében?
- f) A Mars légkörében nyomnyi mennyiségben oxigén is jelen van. Ez milyen, a szövegben is említett folyamat során keletkezhetett?
- g) Lehetséges-e a SAM mérései alapján, hogy a Mars felszíni törmelékében a víz jég formájában van jelen? Válaszát indokolja!
- h) Számítsa ki, hogy hozzávetőleg mekkora a marsi felszíni törmelék tömegszázalékos víztartalma a Curiosity leszállóhelye közelében!
- i) A marsi felszíni törmelék egy lehetséges összetevője a jarozit nevű ásvány:  $\text{KFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$ . A Rocknest-pontnál végzett mintaanalízis során azonosított anyagok közül melyek származhattak jarozitból?

(2016. május II.)

**Megoldás:** (9 pont)

- a) Nem, mert a felszíni kőzetekben lévő perklorátok reakcióba lépnek a szerves anyagokkal, így nem feltétlenül azt a molekulát detektáljuk, ami a kőzetben jelen volt. ***1 pont***
- b) Nem, mert a szerves anyagok keletkezhetnek élő szervezetek közreműködése nélkül is. ***1 pont***
- c)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  ***1 pont***
- d) Nem, ...  
mivel az olivin kémiai reakcióba lép a vízzel, így keletkezik a metán képződéséhez szükséges hidrogén,  
vagy  
mivel az olivin maga is tartósan átalakul a folyamat során, ha katalizátor lenne, akkor változatlan formában maradna vissza,  
vagy  
mivel nem biztos, hogy az olivin egyáltalán szerepet játszik a metán keletkezésében. ***1 pont***
- e) Fe, Mg, Si, O (Csak akkor jár a pont, ha mind a négy elem szerepel!) ***1 pont***
- f) A víz fotokémiai bomlásával. ***1 pont***
- g) Nem, mivel a víz csak 300 °C környékén szabadult fel a mintából. ***1 pont***
- h)  $m/m\% = 0,2 \text{ kg} / 10 \text{ kg} \cdot 100 = 2\%$  ***1 pont***
- i) A víz és a kén-dioxid. ***1 pont***