

Boyle, a kétkedő kémikus

Robert Boyle, aki a kémia tudományának kialakulása szempontjából oly korszakalkotó művet, A szkeptikus kémikust írt, azért is fontos számunkra, mert hazánk ásványtanával, bányászati viszonyaival, fémfeldolgozó iparával, gyógy- és ásványvizeivel kapcsolatban érdekes problémákat látott meg. Ezekről a *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* c. folyóirat 1667-ben a 467–469. oldalakon értekezett. Egy ilyen többszörös Boyle-évforduló kapcsán kísérletet teszünk e tanulmány magyar nyelvű ismertetésére.

Az idén, az év utolsó előtti napján lesz háromszáz esztendeje, hogy elhunyt a tizenhetedik századi tudomány egyik meghatározó alakja, az ír kémikus és fizikus, Robert Boyle. Életművének még azok is többnyire csak töredékét ismerik, akik napi munkájuk során egyre-másra alkalmazzák az általa felfedezett törvényeket, az általa kidolgozott módszereket, vagy azok modernizált változatait. Neve azonban minden középiskolás számára ismerősen cseng, mivel azt a gáztörvényt, amelyet tőle függetlenül a francia Mariotte is felfedezett („ha a hőmérséklet állandó, akkor a nyomás és a térfogat szorzata is”), a gázok Boyle–Mariotte-törvénye néven szokás emlegetni.

A már említett tricentenáriumon túl még két – ha nem is ilyen kerek – évfordulóról meg kell emlékeznünk Boyle munkásságával kapcsolatban. 1661-ben jelent meg *The Sceptical Chymist* (A kétkedő kémikus) című nagy jelentőségű fiataalkori műve, amelyet sokan a modern, tudományos kémia megszületését jelző mérföldkönek tekintenek. A mű a Galilei által is kedvelt dialógusformában íródott, egy peripatetikus, egy iatrokémikus és az őt megszemélyesítő „kétkedő kémikus” vitájában fejti ki a szerző a kémiáról, a kémiai testekről vallott mechanisztikus nézeteit. Megjegyezzük, hogy az iatrokémia: a kémiának a skolasztikus, középkori alkímiát követő korszaka, amelyet Paracelsus működésétől szokás számítani.

Boyle, a kétkedő kémikus öt alapkérdésből kiindulva szedi ízekre a peripatetikusok és az iatrokémikusok érveit:

1. A tűz valóban általános analízator-e minden test számára?
2. A kapott izzítási maradékok és más hevítési termékek valóban elemek vagy princípiumok-e?
3. Valójában három vagy négy azoknak a produktumoknak a száma, amelyet elemnek vagy princípiumnak neveznek?



ROBERT BOYLE (1627–1691) és művének, A szkeptikus kémikusnak címlapja



4. Valóban létezik-e az, amit só elemnek (sal), kén elemnek (sulphur), illetve higany elemnek (mercurius) nevezhetünk?

5. Léteznek-e egyáltalán elemek vagy princípiumok?

A félreértéseket elkerülendő hangsúlyozni kell, hogy itt az elem az arisztotelészi–empedoklészi négy elem (a föld, a víz, a tűz, a levegő), a princípium pedig a középkori alkímisták „sal”-ja, „sulphur”-ja és „mercurius”-a, ez utóbbiaknak semmi köze a kén és higany ma ismert kémiai elemekhez.

Boyle, a tudós azonban, nem csak „kétkedő” volt, hanem sokoldalúan tájékozott és rendkívül alapos is. Ha csak mód volt rá, igyekezett minden információt első kézből beszerezni, és azokat többszörösen ellenőrizni. Közvetve ez a tulajdonsága szolgáltatta az inspirációt a jelen írás közzétételéhez, illetve egy harmadik évforduló. Épp 325 évvel ezelőtt látott napvilágot a londoni Királyi Társaság tudományos folyóirata: a *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Boyle mindjárt az első számok egyikében közzétett egy – műfaját tekintve információs úrlapnak nevezhető – írást, egy „jó természetrajz” összeállításá érdekében, amelyből idővel megbízható és hasznos filozófia lenne felépíthető. A bányákra vonatkozóan egy későbbi számban 101 kérdésből álló sorozatot publikált, amit a következő évben huszonegy újabb kérdés követett. Ezúttal speciálisan a magyar és az erdélyi bányákra, ásványokra, hőforrásokra, vegyi anyagokra és kémiai eljárásokra vonatkozóan.

Csak feltevésekre hagyatkozhatunk, ha azt próbáljuk meg kideríteni, hogy honnét eredt Boyle különleges érdeklődése Magyarország iránt, de akkor sem vagyunk sokkal jobb helyzetben, ha információs forrásai után kutatunk. Bár különböző műveiben több mint ötven helyen található Magyarországra vagy Erdélyre vonatkozó utalás, forrásait nem nevezi meg. Minden bizonnyal látogatóktól, levelezőtársaktól és korabeli könyvekből tájékozódott, tekintve hogy ő

Inquiries For Hungary and Transylvania.

In prosecution of the Engagement, published Numb. 23. p. 414, 422. we now subjoyn some other Inquiries, and first these, that were very lately recommended to a studious and inquisitive Transylvanian, who from London returned to his Countrey, and promised to procure good Answers to the following particulars, Viz.

1. **V**hat is observable in Hungary, Transylvania, and the Neighbouring parts, as to Minerals, Springs, Warm Baths, Earths, Quarries, Mettals, &c. (Reference was here given to the Inquiries concerning Mines, printed Num. 19.)

2. Particularly, To inquire into the several sorts of Antimony, or Antimony-core, to be found in Hungaria; and to inform us of the several places, whence they are digged; to the end, that they may be sent for.

P P P 2

3. To

Boyle 21 kérdése 1667-ből. Részlet a Philosophical Transactionsban megjelent tanulmányból

maga sohasem járt Magyarországon. Nem ismeretes, hogy kik voltak azok a látogatók, akik Magyarországról különleges ismeretekkel rendelkeztek, mivel a szerző meghatározatlanul említi őket, például így: „egy vegyész, aki meghatározott céllal utazott Magyarországra”, vagy „egy igen gyakorlott és megbízható személy”. Ez utóbbi volt az egyik fő információs forrása a magyarországi bányákra vonatkozóan. A másik *J. Baptista Morinus*, aki részletesen beszámolt a mélyművelésű bányákban 1615 körül tett látogatásáról, és akire Boyle több művében is hivatkozik. Mindenesetre az említett huszonegy kérdés arra vall, hogy megfogalmazásuk idején (1667-ben) Boyle már igen sokat hallott és olvasott Magyarországról. Ennek igazolására az alábbiakban néhány kommentáló megjegyzés kíséretében közöljük a kérdések fordítását a *Philosophical Transactions* egyik számából.

Magyarországra és Erdélyre vonatkozó kérdések.

A 23. szám 414, 422. oldalain publikált ígéretünk szerint ezennel melékelünk néhány további kérdést, és először azokat, amelyeket a közelmúltban ajánlottunk egy érdeklődő és igyekvő erdélyi személy figyelmébe, aki Londonból visszatért hazájába, és megígérte, hogy megkeresi a választ a következő részletkérdésekre, vagyis:

1. Milyen ásványok, források, hőfürdők, földek, kőfejtők, fémek stb. figyelhetők meg Magyarországon, Erdélyben és a szomszédos részekben? (Itt a bányákra vonatkozó, és a 19. számban megjelent kérdésekre utalunk.)

Az olvasóban nyilván felmerül a kérdés, hogy vajon kit takar a fenti megjelölés. Sajnos, a rendelkezésre álló adatok alapján nem állapítható meg, ki volt ez az erdélyi személy, mint ahogy annak sincs nyoma, hogy vajon megtudakolta-e a választ Boyle kérdéseire.

2. Különösképpen érdeklődni kell a Magyarországon található antimon- vagy antimonmagfajták után, és informálni kell bennünket azokról a helyekről, ahol ezeket bányásszák, abból a célból, hogy hozathassunk belőlük.

Ismeretes, hogy Boyle -nak birtokában volt egy magyarországi antimónércdarab, amelynek a fajsúlyát is meghatározta. Ez az egyetlen kvantitatív analitikai mérése, amit magyarországi anyagokkal kapcsolatban feljegyzett.

3. Meg kell tudni, hol található a legjobb magyar vitriol és cinnabarisanativa?

A szisztematikus nevezéktan elfogadása (lényegében 1787) előtt a vegyületeket színük, állaguk, kristályalakjuk, valamint helynevek, személynévek stb. alapján nevezték el.

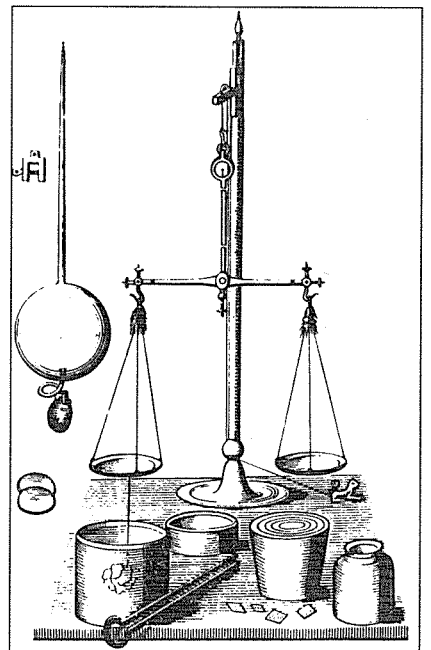
Számos anyagot különböző országokban eltérő néven neveztek. Boyle művei szempontjából itt a vas(II)-szulfát és a réz(II)-szulfát, a zöld és kék vitriol érdekes, ezeket a kontinensen gyakran római, illetve magyar vitriolnak nevezték, Nagy-Britanniában viszont fordítva. A magyar vitriol kereskedelmi áru volt, amely nem volt tiszta vas(II)-szulfát, mert a kalcinálás után kapott maradék, a *caput mortuum* nagyobb mennyiségű rézet, némi ezüstöt és nyomokban aranyat tartalmazott. Ebből az izzítási maradékból Boyle receptje szerint „kitűnő vérzéscsillapító szert” lehetett készíteni. Vitriolügyben érdemes megemlíteni, hogy a kőmőbányái aranybányában talált vas(II)-szulfátot smaragd vitriolnak hívták. (A kérdésben szereplő másik anyag a higanyszulfid.)

4. A valóságnak megfelelő beszámolót kell adni számunkra arról az arany- és ezüstföldről vagy ércről, amelyet állítólag Magyarországon Cranachban találtak – és amelyet ezért cranachi aranyknak hívnak – (mint mondják), Rudolf császár útmutatása szerint bukkantak rá először, és az ő parancsára és jelenlétében elemezték kémiaiilag.

Rudolf császárról, mint az alkímia nagy kedvelőjéről minden elképzelhető lenne, ám Magyarország területén Cranach nevű helység sohasem volt.

5. Tudakozódní kell utána, és küldeni abból a vitriolból, amely hitelt érdemlő személyek szerint kristályos

Boyle hidrosztatikai mérlege a testek sűrűségének meghatározására



formában található Erdélyben, valamint a Tyrol-vitriol felől, amelyből állítólag arany nyerhető!

6. Informáljon bennünket az erdélyi sóbányákról, amelyek mint mondják, kétfajta kiváló sót szolgáltatnak. Az egyik a **sal gemmae**, a másik a közönséges asztali só. Figyelje meg, hogy milyen mélyek ezek a bányák a talaj felszínéhez képest, és milyen gőzök találhatók ezekben stb!

7. Érdeklődjön Magyarországon a körmöci arany- és higanytelérek, valamint ugyanebben a királyságban a selmeci ezüsttelérek után. Küldjön bizonyos mennyiséget a legjobb ércekből.

8. Meg kell tudni, igaz-e hogy az a hőforrás, amely Selmec mellett folyik, lerak bizonyos üledéket, amely idővel sárga kővé alakul!

9. Vajon a magyarországi arany-, ezüst-, réz-, vas- és ólombányákban általában található-e higany?

10. Igaz-e, hogy Magyarországon a Herrenground nevű helyen egyáltalán nem található higany?

A fent nevezett helység a rézbányáról ismert Úrvölgye, ma Panska Dolina.

11. Igaz-e, hogy Felső-Magyarország néhány részén a réz, a vas és az ólom oly módon összekeveredve található, hogy a felső rész vastartalmú, a középső réztartalmú és a legalsó ólomtartalmú anyag. Továbbá, hogy ugyanannak az országnak más helyein, a rézpátok ólomtartalmúakkal keverve található?

12. Igaz-e, amit Athanasius Kircher ír arról, hogy a fémek telerei olykor észak-déli, olykor keresztirányúak?

13. Vajon van-e Magyarországon olyan folyó, amelyet **Busbekius** említ, amelynek a vize olyan forró, és amelyik ennek ellenére tele van hallal, hogy „az igazat megvallva, azt várná az ember, hogy valamennyi onnét kihúzott hal főve kerüljön ki”.

14. Vajon Buda vagy Alba Regalis közül a folyó fenekén eredő források olyan forróak-e, hogy akik fürödni mennek, nem merik lábukkal érinteni a fövenyt, attól félve, hogy megfő?

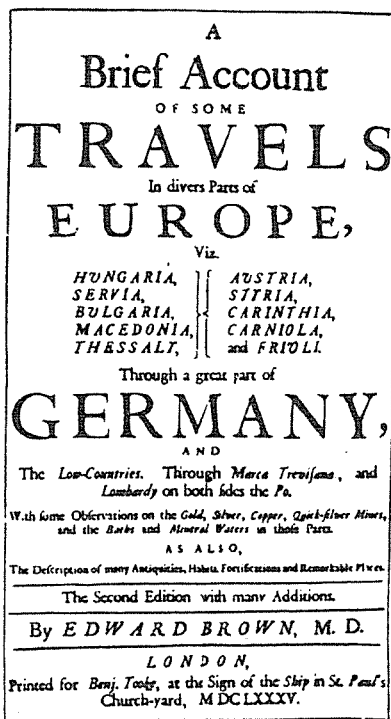
15. Vajon van-e Magyarországon ilyen kénes kigőzölgésű tó, amely majd mindig olyan mérgező gőzöket bocsát ki, hogy a felette repülő madarak gyakran kábulva vagy holtan lezuhannak?

16. Vajon a vas, amelyről azt mondják, hogy rézzé változik a körmöci és a szomolnokai vitriolos forrásoknál Magyarországon, a transzmutáció vagy precipitáció után tartalmaz-e csinos mennyiségű aranyat?

17. Igaz-e, hogy Magyarország aranybányái 2400 láb mélyek?

18. Vajon találhatók-e fák és más testek a szilárd sóban a sóbányáikban?

19. Igaz-e, hogy van Magyarországon egy nagy tó, amelyből az utóbbi években valamilyen véletlen folytán



E. Brown: Utazások Európa különböző részeiben c. műve címlapja (1685), melyben magyarországi tapasztalatairól is beszámol

minden víz eltűnt, jóllehet azelőtt hajók úsztak rajta és tele volt hallal?

20. Vajon igaz-e, amit egyes szerzők állítanak, hogy Magyarország némely részén az aranybányák közelében a fák leveleinek alsó, de néha a felső felülete is, a sárgás kigőzölgésektől aranyszínű?

21. Mi az a mód, amelyet Ausztriában és Magyarországon alkalmaznak, amellyel állítólag ólom nélkül vonják ki a tiszta fémeket az ércekből úgy, hogy valamilyen port szórnak rá az ércre, amely elősegíti a gyors és előnyös elkülönülést, és amelynek feltételezések szerint egyik alkotórésze kén?

Azt, hogy mi lett az érdeklődő és igyekvő erdélyi férfiú sorsa, hazaért-e egyáltalán, és ha igen, sikerült-e megadnia **Robert Boyle** kérdéseire a választ, nem tudjuk. Ám a kérdések nem maradtak válasz nélkül. **Dr. Edward Brown**, angol utazó 1669-ben a Philosophical Transactions szerkesztőjéhez intézett levelében beszámolt „a magyar bányákban előforduló gázokról és azok hatásáról” Egy évvel később pedig eléggé részletes beszámolókat közölt „a magyarországi úrvölgyei rézbányáról” és „Ausztria és Magyarország fürdőiről és e vidékek kőbányáiról és közetéről”. Leírta azt is, hogy hogyan végeztek e rézbányák környékén a vitriolos források vizével a vasnak rézzé alakítását. Érdekességként azt is megemlítette, hogy amikor

az úrvölgyi bánya intézőjének házában vendégeskedett, egy olyan aranyozott rézkupából kínálták, amelynek az anyagát ott helyben „transzmutálták”. A kupa oldalán egy versike volt olvasható:

Eisen ware Ich, kupfer bin Ich
Silber trag Ich, Gold bedekt mich.
(Ez magyarul nagyjából annyit tesz:
Vas voltam én, most réz vagyok,
Arany főd, ezüstöt hordozok.)

Azon senki sem csodálkozik, hogy **Boyle** készséggel elhitte **Edward Brown**nak, az úrvölgyei kehelyből ivott tokaji a legjobb bor, amit valaha is ízlelt. Ám azt, hogy hitt a vas rézzé való átváltozásának lehetőségében, némelyek úgy tekintik, mintha elfogadta volna az alkímisták felfogását.

Pedig erről szó sincs! Az alkímisták szerint ugyanis a testek tulajdonságait a bennük lévő **mercurius** és **sulphur** aránya szabja meg. Ha megfelelő anyag (a bölcsek köve) hozzáadásával sikerül ezt az arányt megváltoztatni, elérhető egyik fémnek egy másikká való átalakulása.

Boyle mechanisztikus anyagfelfogása szerint viszont a kémiaiilag tovább már nem alakítható testek részecskéi egyetlen ősananyag különböző számú és kapcsolódású apró részecskéiből épülnek fel!

Ezeknek a száma és összekapcsolódásuk módja határozza meg az egyes fémek és egyéb testek minőségét. A részecskecsoportok átrendeződése, másodlagos egyesülése vagy felbomlása – ha bekövetkezhet – eredményezheti az anyag tulajdonságainak megváltozását.

Éz pedig bizony nem alkímia. Sőt! Félelmetesen hasonlít az atomfizikára. De persze csak hasonlít!

WIRTH LAJOS



E SZÁMUNK SZERZŐI

BAGNALL, BOB az Edinburgh Egyetem Fogorvosi Karának tanára, Anglia; **FARKAS GYŐZŐ**, a fizikai tudomány doktora, MTA KFKI Szilárdtest-fizikai Kutatóintézet, Budapest; **DR. KOZÁR FERENC** biológus, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest; **LÁSZLÓ ILONA** újságíró, Heti Magyarország, Budapest; **DR. LOMNICZI BÉLA** tudományos tanácsadó, az állatorvostudomány doktora, MTA Állatorvos-tudományi Kutatóintézet, Budapest; **NÉMETH GÉZA** újságíró, Természet Világa szerkesztője, Budapest; **DR. PAIS ISTVÁN** tanszékvezető egyetemi tanár, Kertészeti és Élelmiszer-ipari Egyetem, Budapest; **PERLMAN, MARTIN** fizikus, Amerikai Egyesült Államok; **DR. RAKONCZAY ZOLTÁN** erdőmérnök, ny. miniszterhelyettes, Budapest; **TÓTH SÁNDOR** középiskolai tanár, Sárospataki Református Kollégium, Sárospatak; **VICTOR ANDRÁS** főigazgató-helyettes, ELTE Tanárképző Főiskolai Kar, Budapest; **DR. WIRTH LAJOS** főiskolai docens, Jászberényi Tanítóképző Főiskola, Jászberény; **DR. WOLFNER ANDRÁS**, az Élet és Tudomány főszerkesztője, Budapest.