

A KÉMIA SZÜLETÉSE A KÉTELKEDÉS SZELLEMEBŐL

Schiller Róbert

a kémiai tudomány doktora, c. egyetemi tanár,
MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet
schiller@aeki.kfki.hu

A kémikusok évszázadok óta úgy tartják, hogy *Robert Boyle* a modern kémia megalapítója (Partington, 1961). Nincsen okunk rá, hogy ezt a megállapítást kétségbe vonjuk. Máiig azonban meg is változtak, meg is szaporodtak az okok, amelyek miatt nagyra becsüljük az eredményeit. Boyle személye és szerepe annyira jelentős, hogy amint a tudományos gondolkodás fejlődik, úgy világosodik meg életművének egyre újabb és újabb, korábban árnyékba merült oldala. Életrajza a szelíd és szorgalmas tudósé, egy kiváló szellemi kört maga köré vonó, jelentékeny gondolkodóé.

Robert Boyle 1627-ben született Írországban, angol eredetű családban. Apja Richard Boyle volt, Cork első earlje, akinek tizennégy gyereke közül ő volt a hetedik. Előkelő és gazdag család: a fiú Etonban kezdte az iskoláit, majd házitanítójával európai útra küldték; két évet Genfben töltött, itt a város kálvini szelleme erősen hatott rá, ebben is élt élete végéig. 1654-ben Oxfordba költözött, itt kezdte első kísérleteit asszisztense, *Robert Hooke* társaságában. Később Londonba telepedett, nővére házában élt a Pall Mallen, ott rendezte be magánlaboratóriumát, ahol Hooke mellett több asszisztens és technikus is segítette a munkáját. Apja halála után elveszítette ugyan a vagyonát, ám szemmel

láthatóan maradt annyija, hogy független életet élhessen. A forradalom és restauráció nagyon is mozgalmas és veszélyes éveiben visszavonultan élt. A többször is felajánlott főrendi címeket rendre visszautasította, nagy családjában ő volt az egyetlen, aki híján volt minden rangnak. 1680-ban felkínálták a nem sokkal korábban alakult Royal Society elnöki székét, de azt se fogadta el, vélhetően vallási okokból. A vallás egyébként is fontos szerepet játszott a gondolkodásában: képzett laikus teológusnak tekinti az utókor (Hunter, 1994). Természetesen foglalkoztatta a ráció és hit viszonya, a természeti törvények isteni eredete. Néhány munkájának a címét írom csak ide, hogy lássuk gondolkodásának az irányát: *Things above Reason, The Reconcilableness of Reason and Religion, The Christian Virtuoso* (a virtuoso szó ebben az időben természettudóst, majd ritka természeti jelenségek gyűjtőjét jelentette). Ezeket a műveket se ismertetni, se értékelni nem merem. Egyetlen, kissé talán eretnek ízű mondatát idézem csak: „A kereszténység alapvető tanítása is, az anyagra és mozgásra vonatkozó tételek is annyinak mutatkoznak csak, mint egy epiciklus Isten terveinek nagy és univerzális rendszerében, és mindössze részei a dolgok általánosabb elméletének.” Úgy gondolom, azt kell ezen érte-

nünk, hogy ahogyan egy bolygó epiciklusa csekély, bár fontos és igaz részét alkotja Ptolemaiosz teljes világméretű, úgy a vallás hittételei és a természet felismert törvényei is csak csekély, bár igaz és fontos részei egy általános, isteni rendnek. Mértéktartó kutató és jámboran hívő elme véleménye.

Tiszta jellemű, kedves, udvarias embernek írták le. Nagy baráti köre volt, szellemnek hatása még Newtonra is kisugárzott (Laidler, 1993). Egyébként magányosan élt, egy felbomlott eljegyzés után soha nem nősült meg; egy fiatalkori levelében, kissé barokkos fordulatú azt írta, hogy a szerelem istene és ő egyre csak dacolnak egymással. 1691-ben halt meg, mint írják, olyan könnyen, „hogyan nyilvánvaló volt, a fénye csak azért aludt ki, mert kifogyott az olaj, amely a lángot táplálta”. Sírja mára eltűnt, könyvtára szétszóródott.

A XIX. század második felében egy német tankönyv (Rau, 1877), amely büszke címe szerint a modern kémia alapjait foglalta össze, azt írta: „Ha helyénvaló volna, hogy egy tudomány keletkezését egyetlen névhez kössük, úgy Boyle volna a tudományos kémia megalapítója.” Ki is fejt a könyv, hogy miért. Ő ismerte fel, hogy a kémia méltó arra, hogy önmagáért tanulmányozzuk, nem pusztán mint az orvostudomány vagy az alkímia eszközt; szabatos kémiai kísérleteket végzett; elvetette mind az arisztotelészi négy elem, mind a paracelsusi három őselv gondolatát, ezeket nem tekintette kémiai elemeknek.

Mindez természetesen igaz, de a felsorolás nemcsak Boyle művét, hanem a tankönyv korát is elének idézi. Abban az időben azokat a fogalmakat és törvényeket, amelyeket ma az általános kémia első fejezeteiben tanulunk, már meglehetősen világossággal ismerték. Tudták, hogy mi a különbség elem, keverék és vegyület között, mi az atomsúly, mi az egyen-

értéksúly és a mólsúly, mit kell érteni a vegyérték fogalmán, ismerték a kémiai egyensúly és a reakciósebesség alapvető törvényeit, kialakulóban volt a kémiai termodinamika is. Amiről viszont sokat vitáztak, a nélkül hogy egyetértésre jutottak volna benne, az az atomok és molekulák létezése. *John Dalton* művét természetesen ismerték, de éppen a kémiai ismeretek szaporodásával, a gondolkodás igényesebbé válásával hajlottak egyre inkább arra, hogy az atomelméletéről mint hipotézisről beszéljenek csak, gondolati gégeszközről, amely megkönnyíti a kémia fogalmainak megértését. Úgy gondolták, az atomok valóságos létezését még senkinek sem sikerült bizonyítani.

Igazuk volt a XIX. században élt elődeinknek. Mérőeszközök nem vezethették el őket az atomokig. Mérleg, büretta, hőmérő, manométer, elektroszkóp, mágnesű – ezek voltak a műszereik, ezekkel pedig semmi olyan eredményre nem lehetett jutni, amelyek akár bizonyították, akár cáfolták volna az atomok létét. *James Clerk Maxwell* kinetikus gázelmélete már készen állt, *Ludwig Boltzmann* a statisztikus mechanika legszebb, máig csodált és használt tételeit fogalmazta meg, ennyi azonban nem győzhette meg a merev, kísérletező elméket. Jellemző a kor intellektuális állapotára *Wilhelm Ostwald* szellemi fejlődése. Korai tankönyvében még valóságos létezőknek tekintette a molekulákat. Csak később, kritikai szellemének erősödésével és az empiria egyre makacsabb tiszteletével jutott el a tagadásukig. (Hogy aztán hosszú élete vége felé, mikor már közvetlennek látszó kísérleti bizonyítékokat tártak elé, elismerje – újra elismerje – a létüket. Nagyon becsületes intellektus volt.)

Az atomelméletnek ez a rangvesztése a korban, a kizárólagos szerep, amelyet a mak-

roszkópos jelenségek fenomenológiája játszott a század kémiájában, az oka annak, hogy az előbb idézett tankönyv tudomást sem vesz arról, mit gondolt Boyle az atomokról, létükről és mozgásukról. A mai tudománytörténet erre természetesen meglehetősen figyelmet fordít (Anstey, 2000).

Boyle gondolkodására *René Descartes* volt bevallottan nagy hatással, atomelmélete mégis *Pierre Gassendi*től származott. Gassendiről olvasva az az ember érzése, mintha legfontosabb eredménye az lenne, hogy megkeresztelte Epikurost. Ilyenek a tételei: semmiből nem lesz semmi, és nincsen test, ami semmivé válhatna, kivéve, ha a Teremtő úgy akarja; az atomok örökös mozgásban vannak, mert Isten ezt mérte rájuk a Teremtéskor. Ez az ateizmusától megszabadított antik atomelmélet fontos érvet nyert a kor kísérleti munkáitól. Az anyagokat csak azért lehet feldarabolni, állítja az elmélet, mert az atomok között űr van. Ám az atomok közötti űr, tehát egy olyan része a térnek, amelyben nincsen anyag, korábban képtelen gondolatnak tetszett. *Evangelista Torricelli* kísérletei bebizonyították, hogy ilyen tér nagyon is létezik. Tehát létezhetik atom: ez a teljesen kitöltött tér; és vákuum: ez a teljesen üres tér – harmadik lehetőségét már el se lehet gondolni. Gassendi nem vetette el se *Arisztotelész* négy elemét, se *Paracelsus* három őselvét, de kijelentette, hogy azok is atomos szerkezetűek. Az atomok kezdetről fogva létező, áthatolhatatlan, egyszerű, változhatatlan és elpusztíthatatlan testek. Méretre, alakra és súlyra nézve különböznek egymástól. Náluk kisebb részek nem léteznek, ők maguk olyan aprók, hogy szabad szemmel, de még mikroszkóppal sem láthatók. Sokféle alakjuk lehet, van köztük sima is, durva is. Az atomok kis testekké (korpuszkulákká), molekulákká egyesülnek (Gassendi használja ezt

szót), mert kis kampók vagy horgok nyúlnak ki belőlük. A molekulák építik fel a tapintható, látható testeket. Állandó mozgásban vannak, mozgásuk energiája a Teremtés óta állandó. (Gassendi az *impetus* szót írja – vigyáznunk kell, hogy ne tulajdonítsunk korszerűtlen fogalmakat a régi nagyoknak!) A hő nem más, mint a hőatomok gyors mozgása.

A kor természettudománya nem kis részben *Francis Bacon* induktív módszerének hatása alatt fejlődött. Ennek lényege a jelenségek megfigyelésében, rendszerezésében, majd az azokból levonható következtetésekben áll. Bacon a hipotézisekkel és az azokból deduktív úton levonható megállapításokkal szemben gyanakvó ellenszennvel viseltetett. A módszer egy szép példáját *Simonyi Károly* idézi: ebben Bacon arra az eredményre jutott, hogy a hő a mozgás egy fajtája – Simonyi (1978) szerint csak a szerencséje segítette a helyes megállapításhoz.

Kémiai kutatás vagy egyetemi oktatás a szó mai értelmében nem folyt Angliában Boyle ideje előtt. Az első oxfordi professzor, aki „gyakorlati kémiát” tanított, 1659-ben kezdte meg az előadásait. Az első laboratóriumot *Elias Ashmole* rendezte be 1683-ban Oxfordban, egy pincehelyiségben. Boyle magánlaboratóriumának eszerint nem nagyon volt versenytársa.

Az induktív módszer azonban egyre több és több megfigyelést, majd céltudatos kísérletező munkát követelt meg. Boyle rendkívül nagy tapasztalati anyagról számol be írásaiban, hiszen csak ettől remélhette a törvényszerűségek felismerését. Sokat kísérletezik, de össze is gyűjt minden adatot, mesterségbeli fogást, hírt, vélekedést, amit csak seborvosoktól, mesteremberektől, iparosoktól hallhatott. Használja természetesen az elődök megfigyeléseit, azonban nagy kritikával, az alkimis-

ta megközelítések iránti gúnyos óvatossággal közelít hozzájuk. Az orvos-kémikus *Jean Baptiste van Helmont* iránt nagy tisztelettel van, az alkímistákat és a misztikus-mágikus-asztrológus-orvos Paracelsust némi gúnyval utasítja el: „olyanok, mint Salamon király tarsisi hajósai, akik nemcsak aranyat, ezüstöt és elefántcsontot vittek haza, hanem majmokat és pávákat is” mert elméleteik „olyanok, akár a páva tolla, ragyogó a külsejük, de nem is szilárdak, nem is hasznosak”.

Az elemekről alkotott nézetei szemben állnak mind az empedoklészi–arisztotelészi négy elem, mind a paracelsusi három őselv felfogásával. Ő az elem fogalmának antik eredetű definícióját írja le. „Én elemem azt értem, amit a legvilágosabb beszédű kémikusok a maguk őselvén értenek: bizonyos egyszerű vagy teljességgel elegyítetlen testeket, amelyek nem állnak más testekből vagy egymásból, amelyek alkotórészei valamennyi tökéletesen elegyített testnek, amelyek közvetlenül ezekből vannak összetéve, és amelyek végezetül ezekké bonthatók szét.” Szép mondat, de igazából nem több, mint a szó szótári értelmezése, szabatos körülírása. Ettől még lehetne elem a föld, a víz, a levegő és a tűz, ahogyan a görögök gondolták, vagy a kén, a higany és a só, ahogyan Paracelsus sorolta fel a maga három őselvét. (Ne bogozzuk itt most azt, hogy ezek az őselvek mennyiben jelentenek valódi, kézbe vehető, edénybe tölthető anyagokat, és mennyiben ezeknek egy-egy absztrakt tulajdonságát.)

Boyle ellenvetései, akár Arisztotelészre, akár Paracelsusra vonatkoznak, a kémia alapjait érintik. A korai elméletek vagy a természeti jelenségek egyszerű megfigyelésén alapultak, vagy az alkímista műhelyek manipulációinak eredményeként jöttek létre. Alkotóik az anyagok felbontásának és átalakításá-

nak, mai szóval, az analízisnek és a szintézisnek az eredményeit ismerték, azokat kívánták rendszerezni. Úgy gondolták, hogy az általuk elemnek tekintett komponensek megőrzik tulajdonságaikat az átalakulások során. Ha az analízis során víz keletkezett az elemzett anyagból, a peripatetikus alkímista arra következtetett, hogy az anyagban víz volt. Ha az anyag lángra lobbant, Paracelsus tanítványa biztosan tudta, hogy kén volt benne.

A vegelemzés legfontosabb eszköze a hevítés volt, módszere a destruktív desztilláció. Biztosra vették, hogy ezen az úton felszínre lehet hozni az anyagokban rejlő elemi komponenseket. Arra szemmel láthatóan nem gondoltak, hogy a hevítés olyan mértékben át is alakíthatja az anyagokat, hogy azokban más elemek vagy őselvek nyilvánulnak meg, mint amelyek eredetileg felépítették őket. A szénégető bogzában faszenet találnak, és a hevítés során faszesz szabadul föl, a fa tehát ebből a két anyagból áll. Boyle már ebben a kérdésben sem ért egyet elődeivel (Boyle, 1661, 1929). Hiszen minden egyéb ellenvetéstől eltekintve, már a hevítés módja is befolyásolja az eredményt: nem mindegy, hogy nyitott edényben vagy zárt retortában hajtják végre, nem mindegy, hogy az anyag elég-e, vagy csak szublimál, különböző eredményekre jutunk, ha vízfürdő, a Nap vagy egy erjedő trágyadomb a meleg forrása (ez utóbbi egyébként elterjedt laboratóriumi eszköz volt).

Ennél azonban mélyebb a különbség az elődök és Boyle felfogása között. Számára az első kérdés nem az, hogy az anyagok miből állnak, hanem hogy viselkedésüket milyen törvények kormányozzák (Anstey, 2000). Az ő „korpuszkuláris [vagy] mechanikai filozófiájának” az a célja, hogy – mint írja – „kísérletek segítségével tegyem valószínűvé, lehetséges az, hogy szinte minden minőséget me-

chanikai úton hozzuk létre – úgy értve, hogy másra ehhez nincsen szükség, mint az anyag saját részeinek mozgására, méretére, alakjára és szerkezetére.” Tehát minden anyagi jelenség megérthető a testeket felépítő részecskék, ha úgy tetszik, atomok tulajdonságaiból és mozgásából.

Mert Boyle, Gassendi olvasója, sűrűn alkalmazta az atom szót az anyag legkisebb alkotóelemének az értelmében. Néha korpuszkulát, részecskét ír atom helyett. Bizonyára annak a jeléül, hogy amint azt világossá tette, nem kíván állást foglalni az anyag korlátlan oszthatóságának a kérdésében. Ebben tudatlannak vallja magát (Boyle, 1661, 1929). Az atom vagy korpuszkula fogalma a mechanikai filozófia megalkotásához volt nélkülözhetetlen. Oszthatatlanságukban kételkedhetett, amiben láthatóan biztos volt, az a létezésük. Tehát a szó szigorú, daltoni – és mai felfogásunk szerint naiv – értelmében nem volt atomista. Nem az oszthatatlan atomokra, hanem a mechanika törvényeire akarta alapozni a maga természetmagyarázatát. Az antik elgondolás különbséget tett a természet és a gépezetek működése között. Boyle véleménye szerint az anyagokban a korpuszkulák úgy működnek, mint a gépek: hasonlóan az emelőkhöz, mérlegekhez, ingaórákhoz. Ám tartózkodóbb, mint *Thomas Hobbes*, nem gondolja úgy, hogy egy mecha-

nikai, korpuszkuláris filozófia teljes világmagyarázatot kínálna. Bizonyára vallásos hite sem engedi a materializmus közelébe.

Boyle filozófiájának középpontjában, úgy olvasom (Anstey, 2000), az arisztotelészi kategóriák közül a *minőség* áll. A kísérletező kémikus, aki *Bacon* induktív módszere szerint kíván haladni, nem is nagyon tehet mást, mint hogy anyagok és jelenségek leírásában azok minőségi jellemzőit veszi elsősorban tekintetbe. A minőségek osztályozása és rangsorolása világossá teszi mechanikai világképét. (i. táblázat)

Mindenen a részecskék mechanikai tulajdonságai uralkodnak. Amelyek közé igen fontosan beletartozik a mozgásuk is. Ilyen anyagkép birtokában valóban kevés értelme van sokat vitatkozni arisztotelészi elemekről és paracelsusi őselvekről.

Tömeg és mozgás – a klasszikus mechanika alapfogalmai. Hiszen Boyle *Christiaan Huygens* és *Isaac Newton* társaságában dolgozott. Azon nem kell csodálkoznunk, hogy *Bacon* módszere és a mechanika tudományának gyors kialakulása erősen hatott a gondolkodására. Azt azonban, ismerve éppen a titánoknak ezt a baráti körét, könnyen furcsálhatjuk, hogy a *minőség* fogalma mellett a *menyiség* meg sem jelenik a mechanikai filozófia programjában. Kétségtelen, Boyle nem szívelte a matematikát a természet leírá-

Mechanikai, elsődleges minőségek:	<i>alak, méret, mozgás, szerkezet</i>
Nem-mechanikai, másodlagos minőségek	
Nyilvánvalóak:	
Elsődlegesek:	<i>hideg/meleg, nedves/száraz</i>
Másodlagosak:	<i>kémiai minőségek</i>
Harmadlagosak:	<i>orvosi minőségek</i>
Rejtettek:	<i>mágnesség, villamosság</i>
Érzékelhetőek:	<i>szín, íz, illat</i>

i. táblázat

sában: úgy gondolta, a matematika absztrakt világa nem áll kapcsolatban a természet jelenségeivel.

Ezért a kvantifikálás kimaradt a programból, azonban szerencsére szerepet kapott a kutatás gyakorlatában. Itt elsőre is a gázok nyomása és térfogata közt fennálló, máig Boyle–Mariotte-törvénynek nevezett kvantitatív összefüggésre gondolhatunk. Egy sor, változatos körülmények között elvégzett mérés után fogalmazza meg nagy körültekintéssel a tételt: „az eredmények jól egyeznek azzal a hipotézissel, amely felteszi, hogy a nyomások és térfogatok egymással fordítottan arányosak”. Ha Boyle áttekinthetetlen terjedelmű életművéből ez az egyetlen mondat maradt volna ránk, ennyiből is tudhatnánk, hogy a fizikai kémia szülőatyjának szavait olvassuk.

Ez a törvény a kortársak figyelmét is felkeltette. *Henry Oldenburg*, a Royal Society első titkára, *Baruch Spinozának* írt róla. Ezzel a levéllel kezdődik Spinoza valóságos levélváltása Oldenburggal és képzetes levélváltása Boyle-lal. Boyle és Spinoza ugyanis csak Oldenburg közvetítésével vitáztak egymással (Spinoza, é.n.). Azért-e, mert egy angol arisztokrata, ha mégoly szerény és emberséges is, csak nem írhat egy holland üvegcsiszolónak? Spinoza, miután megkapta Boyle-nak a salétromról meg a cseppfolyós és szilárd állapotról írt könyvét, részletes bírálatot írt róla, sőt ellenőrző kísérleteket is végzett, amelyekhez még magyarázó ábrákat is fűzött. A salétrom, vagyis a kálium-nitrát vagy nátrium-nitrát, kedvelt kísérleti anyaga volt a kornak. Könnyű volt hozzáférni, változatos kémiai átalakulásokra lehetett bírni, és a puskapor egyik összetevőjeként szolgált. (Boyle és Spinoza ugyan felettébb békés természetű emberek voltak, de a kutatási eredmények gyakorlati felhasználása az ő idejükben is kívánatos

lehetett.) Boyle aztán válaszolt a megjegyzésekre.

A kísérletek részleteire kár lenne kitérni, a vita lényege talán Spinozának egy közbevetett mondatából is kiolvasható: „... hacsak, amínél nincsen dőrebb, azt nem akarjuk elismerni, hogy van üres tér.” Amire Boyle válasza Oldenburg tollán: „... nem annyira azt akarta kimutatni, hogy a salétromnak ez az elemzése igazán filozófiai és tökéletes, hanem inkább csak azt, hogy a szubsztanciális formákról és tulajdonságokról szóló, közfelfogászerű és az iskolákban elfogadott tétel gyenge alapon nyugszik, s hogy a dolgok közötti úgynevezett fajkülönbségek részeik nagyságára, mozgására, nyugvására és helyzetére vezethetők vissza.” Úgy látom, ezekben a kérdésekben, mialatt cirkalmasan biztosították egymást kölcsönös tiszteltükről, nem jutottak egyetértésre.

Boyle legnépszerűbb, legolvasottabb műve megjelenése óta máig a viszonylag fiatalon írt *The Sceptical Chymist* vagyis a *Kétkedő vegyész* (Boyle, 1661, 1929) című dialógus. A tudománytörténeti irodalom nem szokott túl sok szót vesztegetni rá, hiszen viszonylag kevés új és pozitív állítás van benne. De hát csak nem tévedett tizennégy nemzedéknyi vegyész! Álljunk meg a könyv címlapjánál! A szkepszis, kételkedés nem volt idegen a kor gondolkodásától, Bacon is arra buzdította a természet vizsgálóit, hogy kritikusan tekintsenek saját megfigyeléseikre. Itt azonban, azt hiszem, mélyebbek a gyökerek.

John Florio, egy olasz születésű angol műfordító egy negyed századdal Boyle születése előtt lefordította *Michel Montaigne* esszéit. George Saintsbury (1966) irodalomtörténete szerint egy évszázadon át ez volt az egyik legolvasottabb angol nyelvű könyv (persze a *Biblia* után). Ha meg szabad engednem

magamnak egy *lucus a non lucendo*¹ érvelést, azt állítom, hogy én ugyan sem a Boyle-ról szóló irodalomban, sem az ő saját műveiben sem láttam Montaigne-nak még a nevét se leírva, mégsem lehet elképzelni, hogy ez a művelt és tájékozott tudós ne került volna össze az *Esszé*-kel. Abban is a Második könyv tizenkettedik fejezetével, a *Raymond Sebond mentsége* cíművel (Montaigne, 2002). Ez a terjedelmes esszé legnagyobb részében egy spanyol teológus írásának fordítása, az antik eredetű filozófiai szkepszis reneszánsz kori felújítása. Hogy mekkora része van benne Sebondnak és mekkora Montaigne-nak, én nem tudom megmondani. Az antikvitásban a görög Pürrhón nevéhez fűződött a szkeptikus iskola megalapítása, ő azonban semmi írott szöveget nem hagyott maga után. A felfogás egyik legteljesebb ókori kifejtése *Sextus Empiricustól* (1998) származik, aki a Kr. u. I. század végén vagy a II. század elején működött. Tőle idézek néhány mondatot, hogy a gondolkodásmódot bemutassam. Az egész rendszer ismertetésére természetesen nem vállalkozhatom. Műve elején már világgossá teszi a szerző az iskola célját.

„A szkeptikus filozófia az a képesség, hogy a jelenségeket és a gondolatokat bármely módon szembeállítsuk egymással; ebből kiindulva az ellentétes tények és érvek egyensúlya miatt először az ítéletek felfüggesztéséhez jutunk el, majd pedig a zavartalan lelkiállapothoz.” Mint az antik filozófiában olyan gyakran, itt is a helyes, tehát boldog élet eléérése a filozofálás célja. A szkeptikusok szerint

¹ A latin mondás értelem szerinti fordítása: *attól liget a neve, hogy nem kell benne világot látni*. A hajmeresztő szómagyarázat egyedül a szavak rokon hangzásán alapszik. A magyar megfelelője az lehetne: *attól lugas a neve, hogy sehol nem lukas*. A mondást az abszurd bizonyítások hívószavaként szokták használni.

akkor jutunk ide, ha megtartóztatjuk magunkat mindenféle ítélekezéstől. „...a zavartalan lelkiállapot az ítéletfelfüggesztésre következik el...” Ennek tíz módját sorolja fel. Ezek alapgondolata általában az, hogy érzékelésünk, személyes tapasztalataink eleve megbízhatatlanok, megállapításainkat pedig gondolkodásunk hagyományai és előítéleteink befolyásolják. Tehát bizonytalan, ingatag talajra épül minden ítélet.

Nagyon fontosak a beszéd fordulatai. „Az összes szkeptikus szófordulatról először azt kell felfogni, hogy egyáltalán nem vagyunk biztosak abban, hogy igazak-e.” A szkeptikus gondolkodó ilyeneket szeret mondani: „Nem inkább...?” vagy „semmit nem szabad határozottan állítani”.

A természettudomány szerepéről nagyon furcsát állít: „Azért foglalkozunk természettudományos vizsgálatokkal, mert itt minden állítással szemben mindig megfogalmazható egy ellentétes állítás.” Ezt már az iskola iránt érzett erős rokonszenvünk mellett se olvashatjuk könnyen egyetértő szívvel.

Végső ítéleteknek nem lehetünk a birtokában, ez azonban nem ment fel a munkálkodás alól. „...határozott véleményalkotás nélkül követjük a mindennapi tapasztalatot azért, hogy ne legyünk tétlenek.”

A szkepszisnek természetesen fokozatai vannak, és az egész felfogással kapcsolatban az egyik legnyilvánvalóbb ellenvetés, ami anekdotikus megfogalmazásokat is nyert, hogy vajon a szkepszissel szemben is nem kell-e szkeptikusnak lenni. Akárhogyan is van, szállóigévé lett Montaigne jelmondata: „*Que je sais?*” – Hogyan tudnám?

Az ő előbb említett esszéje mintha még messzebb menne a tartózkodásban az ítéletalkotástól, mint a latin szerző. Ebből a terjedelmes szövegből is csak néhány mondatot

emelek ki. „Pürrhón és a többi szkeptikus [...] azt mondja, még keresi az igazságot. Ezek úgy vélik, hogy aki azt hiszi, megtalálta, mérhetetlenül becsapja magát; és hogy túlságosan vakmerő hiúság van a második fajtában, amelyik azt bizonygatja, hogy emberi erő nem képes eljutni hozzá.” Mert vakmerő hiúság akár azt is biztosra venni, hogy az igazság nem ismerhető meg.

Érzékeink korlátozottak, érzékelésünk csalóka. Minek az alapján mondhatnánk hát végleges ítéletet? Ráadásul az idő múlásának is ki vagyunk téve. „... nincs változatlan létezés [...] mi is, ítéleteink is és minden haldandó dolog szünet nélkül változik és múlik. Ekképpen semmi bizonyosat nem állapíthat meg egyik a másikról...”

Montaigne nem természettudós, a szó semmilyen értelmében nem az. Így aztán tudománykritikájában hajlandó az ítéletmondásra, bármennyire is tiltaná az ilyesmit hirdetett szkeptikus meggyőződése. Mert ilyeneket mond *Epikurosz* atomjairól: „... mi-féle együgyűségből képzeltek eleinte, hogy fölfelé mozgó atomjaik építik föl a világot [...] Kénytelenek voltak [...] görbe és kampós farokkal ellátni atomjaikat, hogy képesek legyenek összekapcsolódni.” Ez bizony nem a hüvös székszis, hanem a mérges, alpári józan ész hangja. Amin nem változtat az sem, hogy több mint háromszáz évvel később a modern kvantumfizikát megalkotó Werner Heisenberg (1958) nagyon hasonló dolgokat mondott.

Általában sem volt Montaigne-nek jó véleménye a tudományról. „[Ahogy az asszonyok hamis szépséggel szépítik magukat] úgy tesz a tudomány is; [...] olyan dolgok feltételezésével fizet ki minket, amelyeket maga mond kitaláltaknak.” Itt éppen *Prolemaiosz* ep ciklusai háborították fel.

A Sceptical Chymist szerzője természetesen nem fanyalog és nem mérgeskedik a tudomány megállapításain. Kétkedik bennük. Nem tudásának bizonytalansága miatt. Ez éppen a módszere arra, hogy megszerezze a tudást. Idéztem már előbb ebből a munkából. Egyik helyen a hevítés útján történő vegyelemzésekben kétkedik. Máshol az egyik legfontosabb kérdésben, az atomok oszthatatlanságának a dolgában tartózkodik az ítélete megfogalmazásától.

Az anyagi világ szerkezetéről alkotott elképzeléseit ugyan kevés kétkedéssel, de nagyon óvatosan adja elő. „Nem tetszik abszurdnak az a feltevés, hogy amikor a kevert testek először létrejttek, az általános anyag, amelyből a Mindenség minden egyes része áll, voltaképpen különböző nagyságú és alakú, különféle módokon mozgó kis részekre tagolódott. [...] Az sem lehetetlen, hogy ezek közül néhány összekapcsolódik [...] Ha épp annyira helyes, mint amennyire valószínű, hogy az összetett testek csak az eltérő szerkezetükben különböznek egymástól, ez pedig a kis részecskék nagyságából, alakjából, mozgásából adódik, épp úgy nem lesz oktalan az az elképzelés sem, hogy az univerzális anyag ugyanakkora mennyisége különféle átalakulások és egyesülések útján arra bírható, hogy néha kén természetű, néha föld természetű, néha víz természetű megnevezést érdemeljen.”

A szöveg más helyén nyíltan kijelenti: „Most a szkeptikus szerepét fogom játszani.” A saját állításairól azt írja: „Kéteyeim nem parancsolóak.” Másfelől viszont: „Elegendő ok a kétkedésre, ha a véleményt nem támasztja alá parancsoló ok.”

A könyv végén pedig ilyen hangon vet számot a maga eredményeivel: „Ami pedig az én felfogásomat illeti, arról csak annyit mondhatok: igaz ugyan, hogy nem csak egy

éles eszű természetvizsgáló, hanem akár én magam is tudnék velük szemben nyilvánvaló ellenvetéseket tenni; mégis van talán köztük olyan, amelyet nem lehet minden további nélkül megcáfolni. [...] [Ha az elemekre vonatkozó, általam bírált tételeket] logikailag és kísérleti úton bebizonyítják, nem fogom a magam nyugtalanító kétségeit annyira szeretni, hogy azokat a vitathatatlan igazságra fel ne cseréljem. És szkeptikusként nyíltan bevallhatom: bármilyen elégedetlen vagyok is a peripatetikuskok és a kémikusok elemekről és őselvekről szóló tanításaival, [...] meglehet, hogy mások vizsgálatait alig tartom kevésbé megnyugtatóknak, mint a sajátjaimat.”

Azt hiszem, ebben a munkában egymásra talált gondolkodó, módszer és tudományág. A gondolkodó, aki szereti a maga nyugtalanító kétségeit, a módszer, amelynek lényege a kételkedés, és a kémia tudománya, amely bőven ad teret a kételkedésnek. Abszurd dolog lett volna a XVII. században szkeptikus geometriáról vagy szkeptikus csillagászatról beszélni. A kémia azonban, a maga megszámlálhatatlan anyagával, a fizikai változók nagy bőségével, a reakciók hihetetlen változatoságával, gyakorta csak nehezen reprodukálható kísérleteivel, a makroszkópos mérések és mikroszkópos elméletek közt feszülő távolságokkal jó szállást nyújt a kételkedő elmének. A mai vegyész természetesen nem tekint kételkedéssel tudományának jól megmunkált alapelveire. De úgy gondolom, nem teszi rosszul, ha óvatosan kételkedik, valahányszor új területre merészkedik.

Még egy rövid gondolat. Miért reneszánsz? Boyle, ez a puritanizmusra hajló, elvonuló tudós, csendes és tiszta jellem, vitáiban engedékeny, megnyilatkozásaiban óvatos, a köz-

keletű elképzelések szerint inkább a barokk légkörében volna otthon. A tankönyv szerint ugyan az angol reneszánsz a restaurációval ér véget, tehát 1660-ig tart, így Boyle fiatal férfikoráig még a reneszánszban élt – már ha egy ilyen kijelentésnek egyáltalán van értelme. De hát a jellem, az egyéniség? Jacob Burckhardtól (é. n.) úgy tanultuk, hogy a reneszánsz idején az egyéniség legmagasabb rendű kialakításának az ösztöne uralkodott Itáliában, a követendő példa a rendkívüli, a páratlan ember volt, aki mindenekfelett hírnévre és elismerésre törekedett.

Találunk ilyen embert a kémia történetében, Paracelsus az. Öntelt, magabiztos, hangoskodó, trágár szavakkal pocskondiázza kartársait, lényeges állításait úgy kell szemétként kiszedni az öndicséret vastag hordalékából – ha van erős és erőt mutató, egyéniségére féktelenül büszke szereplője ennek a tudományágnak, az biztosan ő. Magabiztosságában, laboratóriumában előállított gyógyszereire hiú hírnév szerint odáig ment, hogy nyilvánosan tüzre vetette *Galenus* (és *Avicenna*) műveit. Ezzel a mozdulatával egy kis vagyont semmisített meg. És megtagadta az antik hagyomány egy fontos részét.

Amely hagyomány egy másik fontos részét Boyle életre keltette. Laboratóriumában az antik atomelmélet a kísérleti kémiai vizsgálatok tárgyává vált. Gondolkodása pedig az antik szépség legszebb hagyományain épült. Életművében az ókor nagy értékei ébredtek új életre.

Talán nem tévedtem, amikor alakját a reneszánsz kapcsán idéztem fel.

Kulcsszavak: *Boyle, Gassendi, Montaigne, atomelmélet, szépség*

IRODALOM

- Anstey, Peter R. (2000): *The Philosophy of Robert Boyle*. Routledge, London
- Boyle, Robert (1661, 1929): *The Sceptical Chymist*. első kiadás: London • német fordítás: Boyle, Robert: *Der skeptische Chemiker*, verkürzt herausgegeben und übersetzt von E. und M. Färber, (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften), Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig
- Burckhardt, Jacob (é. n.): *A reneszánsz Iuáliában*. Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata, Budapest
- Heisenberg, Werner (1958): *A mai fizika világgépe*. Gondolat, Budapest
- Hunter, Michael (ed.) (1994): *Robert Boyle Reconsidered*. Cambridge University Press, Cambridge
- Laidler, Keith J. (1993): *The World of Physical Chemistry*. Oxford University Press, Oxford
- Montaigne, Michel de (2002): *Esszék. Második könyv*. Jelenkor, Pécs
- Partington, James R. (1961): *A History of Chemistry*. Vol. II., MacMillan, London
- Rau, A. ([1877] 1961): *Grundlagen der modernen Chemie*. Braunschweig. Idézi: Partington, James R.: *A History of Chemistry*. Vol. II., MacMillan, London
- Saintsbury, George (1966): *A Short History of English Literature*. MacMillan, London
- Sextus Empiricus (1998): *A pürrhonizmus alapvonalai*. In: Kendeffy Gábor: *Antik szkepticizmus. Cicero- és Sextus Empiricus-szövegek*. Atlantisz, Budapest
- Simonyi Károly (1978): *A fizika kultúrtörténete*. Gondolat, Budapest
- Spinoza, Baruch (é. n.): *Levelei*. Franklin, Budapest

