



Róka András

Ahol még a csapból is a tudomány folyik

Tudományos sétaajánlatom célja Londonban a Royal Institution (RI). Az RI épülete nagyjából az Oxford Street, a Regent Street és a Piccadilly által határolt Mayfair kerület közepén található. Ez egyúttal azt jelenti, hogy bárholnan közelítjük meg, a séta mindenképpen a legelőkelőbb Mayfair-negyedben vezet az RI épületéhez. A Regent Street felől indulók – kis kitérővel – erőt gyűjthetnek a Soho szélén, a Carnabi Street elején található klasszikus angol sörözőben, a Shakespeare’s Head Pubban (1. kép). Innen a Hanover Streeten át egyenesen az úti célhoz vezető New Bond és Brook Street kereszteződéshez juthatnak.



1. kép. A családi hangulatot árasztó Shakespeare’s Head Pub sarki épülete

Az Oxford Street felől indulva talán több a látnivaló. A New Bond és a Brook Street kereszteződése közelében található Händel múzeummá alakított egykori háza, a Händel Hendrix House (Brook Street 25.), amit éppen 2024. január 4-én nyitottak újra a nagyközönség előtt.

A német származású, olasz operán érlelődő mestert nemcsak a királyok, hanem az angol közönség is annyira megszerette,



2. kép. A történelmi jelentőségű barátságot megőrző „Allies” szoborkompozíció

hogy Händel 1726-ban elnyerte az angol állampolgárságot. A királyok számára írt népszerű művei mellett (I. György számára a Vízzene, 1717-ben, II. György megrendelésére Zene a királyi tűzijátékhoz, 1749. április 27.) a királyok beiktatásakor máig felcsendül a Koronázási himnusz (II. György beiktatása, 1727-ben). Händel 1723-tól az 1759-ben bekövetkezett haláláig a Brook Street 25. szám alatti házában élt, komponált és adott gyakran házi koncerteket. 1747-ben itt született híres Messiás oratóriuma, ami az elhagyott és árva gyermekek otthonának szervezett éves jótékonyági koncertjein mindig szerepelt; részletei a karácsonyi műsorokon máig felcsendülnek.

Magánéletéről nem sokat tudni, de Joseph Goupy francia művész 1754-ben készített, és a múzeumban meg is tekinthető metszete bizonyítja, hogy az étkezés terén nem volt mértéktartó. A karikatúrán ugyan is falánk „organ-playing pig”-nek ábrázolja.

A Händel-múzeum két fontos neveze-

tességgel rendelkezik: Látogatóit Händel-művek felidézésével élőzene vagy hangszerrel kísért kórusének fogadja. Ugyancsak a Händel-múzeum kezeli Jimi Hendrix Brook Street-i lakását, amelyben a gitár zenei nagysága – barátnőjével – 1968 júliusa és 1969 márciusa között élt és alkotott (a Brook Street 23. alatti ház felső emelete).

A zenei élmények után a New Bond Streeten továbbhaladva hamarosan újabb élménnyel gazdagodhatunk: A vékonyabb termetűek bepréslődve megpihenhetnek Churchill és Roosevelttel között a Lawrence Holofcener brit–amerikai szobrász által alkotott padon (2. kép).

Az „Allies” szoborkompozíció nemcsak a történelmi jelentőségű szövetséget, a szövetségest, hanem – Churchill szavait idézve – a „valaha ismert legnagyobb amerikai barátot” is megőrkítette. Szívélyes beszélgetésük során olyan komoly témák is előfordulhattak, mint a Manhattan-projekt támogatása.



3. kép. Az RI homlokzati felirata egy tavaszi, napsütéses napon



4. kép. Egy „matuzsálem” a Kew-ban

A történelmet formáló államférfiaktól elbúcsúzva, a Grafton Street felé elkanyarodva már csak néhány lépés az Albemarle Street. Az RI az Oxford és a Regent Street után még a New Bond Street zaját is feledtető, nyugalmat árasztó hely. A korabeli rajzokhoz képest a terület annyira beépített, hogy az RI impozáns épülete már beleolvad a nagy értékű ingatlanokba. Csak a szemközti oldalról olvasható a homlokzati felirat: ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN (3. kép).

Az intézmény létrehozása az amerikai származású, és ebben az időben Anglia és Franciaország között ingázó Benjamin Thompson (később Rumford grófja) ötlete volt, hogy megismertesse a polgársággal a tudomány és a technika eredményeit. Rumford mindkét területen nagyot alkotott. Gondos kísérletei alapján elsőként mondja ki, hogy a hő nem anyagi természetű, és a termikus jelenségek háttere a belső mozgás. Egész Európában elterjedt folyamatos üzemű, „kétutas” mészégető kemencéje, amiben a tüzelőanyag és a mész kő egymástól elkülönítve haladt, és a boksákkal ellentétben az égetett mész tiszta állapotban keletkezett.

A tudományos intézet létrehozásának ötletét (az ekkor már Sir) Joseph Banks, a Royal Society akkori elnöke annyira támogatta, hogy közeli Soho Square-i rezidenciáján alakult meg az igazgatói tanács 1799. március 7-én. A természet iránt gyermekkor óta rendkívül érdeklődő, később világotutazó botanikust méltán emlegetik a természettudományok mecénásaként. Nem találtam rá utalást, de Banksnek, mint királyi tanácsadónak, szerepe lehetett abban is, hogy az RI egy éven belül, már 1800 január 13-án megkapja a királyi alapítólevelét (Royal Charter).



5. kép. A Kew-palota (vagy építtetője, Samuel Fotherby nyomán Holland-ház) Sarolta királyné kunyhójával együtt III. György feleségének kedvenc rezidenciája volt; egyike a legkisebb brit királyi rezidenciáknak. Az épületet és a hozzá tartozó birtokot Viktória – trónra lépésekor – a botanikus kertnek adományozta

Ha már Banks neve szóba került, tenünk kell egy kis kitérőt. Annak ellenére, hogy a javasolt úti céltól távol esik, feltétlen meg kell látogatni a Királyi Botanikus Kertet Kew-ban. Banks 1773-tól kezdődően III. György tanácsadója volt a Royal Kew Garden fejlesztésében. Felfedező útjairól termések és növények sokaságával tért haza, és további gyűjtésekért botanikusokat küldött a felfedezett vagy felfedezésre váró területekre. Banks igazgatósága alatt ezért válhatott a „Kew” világhírű botanikus kertet és kutatóintézeté. Az 50 000 növényi fajból és 8 millió lenyomattal álló páratlan gyűjtemény 2003-tól a Világörökség része.

Északon, a Temze által határolt hatalmas (132 hektáros) területre érkezve megszűnik London forgataga, és a kapun túl egyetlen lépéssel belépünk a gondozott, ám mégis „érintetlen” természetbe. A pihenőkkel egy-

beköthető nyugalmas séták során az egzotikus növények látványa mellett az információk sokféleségével gazdagodik a látogató (4. kép). Az üvegházak, díszkertek, kerti építmények sokasága, az arborétum, a fasorok, a lombkorona-sétány, a Pagoda, a pálmaház, valamint a Kew-palota (5. kép) egy nap alatt feldolgozhatatlan élményt nyújt. A királyi palota szobái mellett megtekinthetők az egykori kiszolgálóépületek, valamint a hozzá tartozó konyhakert is. A konyhában – korabeli öltözetben – gasztronómiai bemutatót tartanak.

Az 1850-es évektől fokozódó tudományos kutatások mellett újdonságként megjelent az „ehető tudomány” (Edible Science: Kew’s Kitchen Garden). Az érdeklődő megismerkedhet a kertészeti csapat kutatásaival és fejlesztéseivel. Többek között a klímaváltozást elviselő nemesítések-



6. kép. A Tudomány Faraday Színháza, a pódiummal, meleg színekkel és párnás székekkel



7. kép. A bejárati felirat. A Royal Albert Hall karácsonyi műsorán ugyan a páholyban lehet pezsgőt fogyasztani, a Tudomány Faraday Színháza nem „pub”



8. kép. Az RI 14 Nobel-díjasa a 20. században az előtér falán: Huxley, Rutherford, Hewish, Sherrington, Rayleigh, Perutz, Dale, Porter, L. Bragg, Thomson, Kendrew, Medawar, H. Bragg, Hodgkin. A képen még nem látható Gurdon (Fullerian Professor of Physiology and Comparative Anatomy at the RI), aki 2012-ben lett a 15. díjazott

kel, az ehető virágokkal, valamint a jövő egzotikus gumós növényei termesztésének tapasztalataival (oca, vagy perui gumós mádársóska, valamint a mashua, vagy gumós sarkantyúka).

A természet szépségei után visszatérhünk az értelem szépségeihez, az Albe-marle Street 21-be. Az RI épületének korábbi tulajdonosa gyilkosság áldozata lett, ezért az ingatlant kiárusították. Az épület megvásárlása után azonnal megkezdődött a célnak megfelelő átalakítás (1799). Az előadóterem az ókori színházak, illetve az anatómiai tantermek építészetét idézi fel. Napjainkban ez a Tudomány Faraday Színháza (6–7. kép)

A Zene Háza és a Művészetek Palotája mellett nálunk is lehetne már egy Tudományok Színháza. Szabad legyen megjegyez-nem, hogy „hiánypótlóként” az ELTE-n, persze sokkal szerényebb körülmények kö-

zött, de 18. éve működik – és ha kell, utazik – az Elektronok Színháza.

Az RI múltja a tudomány gyorsuló fejlődését meghatározó tudósokkal lenyűgöző (8. kép), jelene pedig a változatlan küldetéssel, hivatással, játékonysági céllal szív-melengető: „Összekapcsolni a közvéleményt és a tudósokat, hogy megosszák egymással érdeklődésüket és szenvedélyüket a tudomány iránt. ... Hiszünk egy olyan világban, ahol a tudomány mindenkié.” Az RI-ben többször is tapasztalt fogadtatás alapján nemcsak hihető, hanem valóság a szlogen: „Science Lives Here” (9. kép).

A Royal Society és az RI elnöki tisztségét, valamint általában az igazgatói posztokat is csak olyan személyek tölthették, illetve tölthetik be, akik jogosultak a Dame vagy a Sir cím viselésére, vagy előbb-utóbb azokká váltak. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy ezeknek a magas rangú személyek-

nek a tudomány művelése, támogatása, terjesztése mellett fontos volt a természet-tudományos oktatás fejlesztése is. Eötvös Loránd és Klebelsberg Kunó korában ez még nálunk is így volt.

A cím, a rang azonban nem igényli a nemesi származást, és a kitüntetés sem jár díjazással. Vagyis a társadalom számára hasznos, hosszantartóan kimagasló tevékenységéért az elismerést bárki megkaphatja, ha egyúttal támogatja a Monarchiát és persze a kitüntetést el is fogadja. Humphry Davy például 1801-ben lett az RI laboratóriumának igazgatója, és 1812-ben vált lovaggá. Albert herceg javaslatára Viktória Faraday-t is lovaggá ültette volna, de ő nem élt a lehetőséggel. Csak a vele járó lakást fogadta el (Grace and Favour House at Hampton Court). Kutatásai eredményeit könyvekkel, előadásokkal, rádiós és televíziós szereplésekkel megosztó tevékenységéért Susan Greenfield agykutató – 1998-tól 2010-ig terjedő – RI-igazgatósága alatt kapta meg a Brit Birodalom Legkiválóbb (lovagi) Rendje kitüntetését 2000-ben, és 2001-ben vált jogosulttá a nemesi „Baroness” cím viselésére. Az RI „Greenfield ba-



9. kép. A szlogen valóság (az előadói asztalon)

roness korában”, 2008-ban nyerte el jelenlegi állapotát. A 22 millió font értékű átalakítás célja egy modernebb „tudományos szalon” létrehozása volt a kutatók és a látogatók, a közönség számára. Az RI és a Davy–Faraday Laboratórium különvált, az épületben több modern kutatóhelyiséget, rendezvényteremet és egy nyilvános kávézót alakítottak ki. A fejlesztés azonban majdnem csődbe juttatta az Intézetet.

Az épületbe lépve az előcsarnokban, a lépcsőház mellett Faraday életnagyságú márványszobra köszönti a látogatót (10. kép).

Az elnyert Nobel-díjak sokfélesége (8. kép) igazolja, hogy az RI olyan sokoldalú



10. kép. Faraday márványszobra Foley és Brock szobrászok alkotása (1876). A szobrot – bár tervezték – sohasem mozdították el „ideiglenes helyéről”

természettudományos kutatóintézet, amelyben a fizika, a kémia, a biológia, az orvostudomány mellett megfér a matematika, az informatika vagy a mesterséges intelligencia is. Ennek megfelelően az RI rendkívül sokoldalú, érdekfeszítő programokkal várja a tudomány régi és új eredmé-



11. kép. A kísérletező Dewar képe az egyik mosdó falán

nyei iránt érdeklődőket. Szó szerint, még a csapból is a tudomány folyik (11. kép).

A kiállítások és a múzeum a történelmi eredményeket mutatják be, míg a hirdett, mindennapi programok (előadások, családi napok, diákok-iskolák számára tartott előadások, programok) inkább az új eredményekkel ismertetik meg a látogatókat. A múzeumban megtekinthetők azok a korabeli műszerek, készülékek, berendezések, melyeket a tudósok használtak, vagy alakítottak ki felfedezéseik során, és amelyek sohasem lesznek láthatók a British vagy a Londoni Természettudományi Múzeumban. A múzeumok mellett szabadon látogathatók a könyvtárak és a korabeli, privát angol klubok hangulatát idéző helyiségek is. Tetszetős vitrinekbe helyezték többek között Davy elektrolizáló celláját, tervezett biztonsági bányászlámpáit, Tyndall fény-

szórást vizsgáló eszközét, Rayleigh spektroszkópját, Bragg röntgencsővét, Dewar hőszigetelt üvegedényeit, Faraday saját maga által gyártott optikai üvegeit, elektromotorját, valamint elektrosztatikai és indukciós kísérleti eszközeit (12. kép).

Faraday hagyatékának nagy részét azonban az emlékére és tiszteletére, korhűen berendezett laboratóriumában helyezték el. Itt tekinthetők meg eredeti bútorai és kísérleti eszközei (13. kép). A Faraday Múzeumot és Archívumot 1973-ban II. Erzsébet nyitotta meg, aki egyébként többször volt érdeklődő látogatója az RI kísérleti bemutatónak.

Az RI egyik különlegessége és látványos programja azonban vitathatatlanul a „Christmas Lectures”. A fiatalság felé irányuló érzékenység még 1825-ben, a Faraday által külön a gyerekek számára alapított előadás-sorozattal indul, és annak fenntartásában fejeződik ki. Mert Faraday emlékszik arra, hogy legénykorában mekkora hatással volt rá Davy előadása (1812), ami egy életre az RI-hoz kötötte.

A Karácsonyi előadásra felkért, neves professzorok a Faraday Színházban, szakértő személyzet segítségével tartják háromnapos, kísérletekkel színezett előadás-sorozatukat, melyek témája időszerű. Az RI történetében az első női előadó 1994-ben a „Journey to the centre of the brain” című előadásával Susan Greenfield volt. Faraday 19 karácsonyi előadást tartott, és ezek közül a három legsikeresebb a gyertya égésének elemzéséről szólt. Az egymást követő lépések számbavételét a reakciókinetika előfutárjának tekinthetjük. Elő-



12. kép. Davy elektrolizáló cellája, biztonsági bányászlámpái, Tyndall fényszórást vizsgáló üvegcsőve, Rayleigh spektroszkópja, Bragg röntgencsőve, Faraday optikai üvegei, valamint elektrosztatikai és indukciós kísérleti eszközei



13. kép. Képek Faraday korhűen berendezett laboratóriumáról



adásának lejegyzett változatában az egymásra utalt egymásra épülést kifejező mondat így szól: „Alig tudom az alkalmazkodás szebb példáját elképzelni: A legjobb eredmény kedvéért a gyertya minden egyes része szolgálatra kész társa a másíknak.” Az előadás-sorozat 1936 óta – a háborús évek kivételével – karácsonykor a BBC is közvetíti. (Róka András hosszú évek óta megtartja karácsonyi Észbontó-előadásait az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, az MKL decemberi számaiban Lente Gábor számol be az RI előző évi karácsonyi előadásáról. A szerk.)

Faraday egész életét a tudománynak és az RI-nek szentelte. Befejezésül sokoldalúságáról szeretnék még röviden megemlékezni: Davy a lelkesen jelentkező Faradayt először elutasította, de a nitrogén-triklorid előállításánál elszenvedett balesete után kénytelen volt a könyvkötő fiút titkárnak felvenni, és európai útja során – Faraday számára megalázó módon – inásként is alkalmazni (1813). Faraday ettől a pillanattól kezdve haláláig (1867) az RI alkalmazottja: laboránsa, intendánsa, főfelügyelője (1821), laboratóriumi igazgatója (1823), az RI-t támogató John Fuller által alapított professzori cím és állás első tulajdonosa (Fullerian professzor, 1833). Tehetsége, szorgalma, kitartása Faradayt kortársai fölé emelte. Zsenialitását két korszakot nyitó felfedezésével szeretném érzékeltetni:

Volta galváneleme lehetővé tette az egyenáram hatásainak vizsgálatát. Eldöntendő kérdés volt, hogy – az elektromos megosztás hasonlatosságára – az áramjárta tekercs a mellé helyezett áram nem járta tekercsben hoz-e létre valami változást. Ampère jelentéktelennek tartotta azt, amit az áram ki- és bekapcsolásakor rövid időre észlelt. Faraday viszont odafigyelt a jelenségre, és a mágneses tér változását fontosnak tartva felfedezte az elektromágneses indukciót és alkalmazásának lehetőségeit.

Davy az elektrolízis segítségével sorra állította elő az alkáli- és alkáliföldfémeket. Az elektrolízis törvényeit azonban mégis Faraday mondta ki, aki azt vallotta magáról: „Iskoláztatásom alig állt többől, mint az olvasás, írás és a számtan alapjai.”

Az elektrolízis törvényei közül az első a közismert, de a második éppúgy keveset emlegetett, mint például Dalton „többszörös súlyviszonyok” törvénye. Pedig az első nincs a második nélkül, nem lenne az egyenértékűség felfedezése nélkül.

A nagyobb feszültség elérése érdekében a galvánelemeket sorba – elágazásmentesen – kapcsolták. Faraday zsenialitása, hogy elektrolizálócellákat is kötött sorba. Ennek

látszólag semmi értelme, hiszen mi más történhet a különböző cellákban, mikor ugyanannyi elektromos töltés halad át rajtuk? Faraday ki is mondja, hogy az ugyanannyi töltés hatására leváló anyagok mennyiségei elektrokémiai szempontból egyenértékűek egymással. Ezzel megalkotja az egyenértékűség fogalmát (ami napjainkban kimarad a tananyagából).

Kísérlete során elektrolitként azonban más-más vegyértékű fémek sóit – pontosabban elektrolitoldatait – alkalmazta. Azt tapasztalta, hogy (a korabeli kifejezéssel élve) nem az „atomsúlynyi” mennyiségek egyenértékűek egymással, vagy nyomatékosabban fogalmazva: az „atomsúlynyi” mennyiségek nem egyenértékűek egymással. „Atomsúlynyi” (ma moláris) mennyiség leválasztásához ugyanis a két vegyértékű fém (mondjuk, réz) esetében kétszer annyi, a három vegyértékű fémek esetében (mint pl. a bizmut) háromszor annyi töltésmennyiség szükséges, mint az egy vegyértékű ezüst esetében. Vagyis ezen fémek „atomsúlyának” csak a fele, illetve a harmada egyenértékű „atomsúlynyi” ezüsttel. Újdonság azonban, hogy ezek az elektrolitok nem elektromosan semleges atomokat vagy molekulákat, hanem ionokat tartalmaznak. Ha a termékek leválasztásához kétszer, háromszor több töltés szükséges, akkor az egyúttal azt is jelenti, hogy az ionok elektromos töltése is kétszer-háromszor nagyobb, mint az ezüstioné. Az ionok töltése tehát egész számonként változik, ami egyenértékű azzal, hogy a töltés darabonként változik. Észbontó, hogy Faraday az 1830-as évek elején mennyire közel jár ahhoz a gondolathoz, hogy az elektromos töltés „darabos”, és ehhez a töltést hordozó „darabkák” létezése szükségszerű!

Kísérletének következményeként ugyanúgy az egész számok jelentek meg, mint Dalton állandó súlyviszonyok törvényében, ami az atom fogalmához, illetve mint Gay-Lussac vegyülő gázok törvényében, ami Avogadro zsenialitásán keresztül a molekula fogalmához vezetett. Az első törvény anyagi minőséget hordozó álladójában (k) ezek az egész számok (z) jelölik a töltések számát, míg az A/z hányadosban jelenik meg az elektrokémiai egyenérték (1):

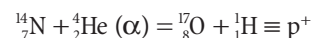
$$m = kQ = \frac{A}{zF} Q \quad (1)$$

Az első törvényben megjelenő tömeg csak azért szükséges, mert az a mérhető mennyiség. Az egyenlet átrendezése kifejezi, hogy a jelenség részecskeszinten játszódik le (2):

$$n = \frac{m}{A} = \frac{Q}{zF} = \frac{N}{N(A)} \quad (2)$$

A töltésváltozás mértéke pedig független az „atomsúlytól”. Az egyenérték már figyelmeztet arra, hogy csak az atomok akkoriban még ismeretlen egyedi tulajdonságától függ. Az ionok fogalma és töltésük „darabos” változása kihatott az egész kémiára! Az ionok figyelembevételével ugyanis kiderülhetett, hogy az elektrolízis során alkalmazott sók alkotóit elektrosztatikus erők tartják össze. Mivel az anyagok közönséges körülmények között elektromosan semlegesek, a pozitív és a negatív töltések egymást kiegyenlítő – egész számokkal kifejezhető – aránya egyúttal a vegyületi arányt hordozza. Ez az elektrokémia oldaláról egyszerre megerősíti és kibővíti a vegyérték fogalmát.

Az RI jelentőségét jól érzékelteti, hogy professzoraikkal felállítható az elektromos töltés „családfája”: Franklin, persze még az RI létrehozása előtt, az elektromos töltést fluidumnak nevezte, de a delejes állapotot – napjainkhoz hasonlóan – annak hiányára vagy többletére vezette vissza. Faraday-nél az egyenértékűségből következő egész számokkal jelenik a töltés „darabossága”. Thomson fedezi fel a negatív töltés egységét hordozó elemi „darabkát”, az elektront. Végül Rutherford első mesterséges atommagalakítása során jelenik meg önállóan a pozitív töltés egysége, a proton:



Thomson és Rutherford – rövidebb ideig, de – éppúgy professzorai voltak az RI-nek is (Professor of Natural Philosophy at the RI), mint Faraday, csak felfedezésükért már a Nobel-díjat is kaptak (8. kép). Rutherford Nobel-díjának érdekessége, hogy a Bizottság számára kémiai díjat adományozott (1908). Rutherford a radioaktivitást kezdetben még „atomon belüli kémiai változásnak” tekintette. Mindez érthető, mert az atommag felfedezésekor még nem ismerték a benne rejlő kölcsönhatást. Nem tudhatták, hogy a nukleáris energia a már jól ismert kémiai reakciók felszabaduló energiájánál milliószor nagyobb. Hiszen hol volt még akkor a Manhattan-projekt végeredménye (1945. augusztus 6. és 9.), aminek az elindításáról Churchill és Roosevelt az RI-közei padon képzeletben beszélgethettek!

IRODALOM

- Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, Gondolat Kiadó, Budapest, 1978.
Inzelt György: Az elektrokémia korszerű elmélete és módszerei II. kötet, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.
Royal Institution: <https://www.rigb.org>
Royal Botanic Gardens, KEW: <https://www.kew.org>
Handel & Hendrix in London: <https://handelhendrix.org>