



Inzelt György

Wilhelm Ostwald és a fizikai kémia születése

Bevezetés

Nemrég megjelent Wilhelm Ostwald önéletrajza angolul [1]. A német nyelvű önéletrajz eredetileg három kötetben látott napvilágot, az első 1926-ban, a másik kettő 1927-ben. A 688 oldalas könyv természetesen, mint minden önéletrírás, a szerző életéről, törekvéseiről és eredményeiről szól. Mindazonáltal a mű hihetetlen gazdag tárháza a 19. század közepétől a 20. század 30-as éveig a tudomány fejlődésének, bemutatja a korszak tudományos életét és az egyetemi oktatást, és azt is, hogyan változott meg (majdnem) minden az 1. világháború kataklizmája során és azt követően. Egy új tudományterület, a fizikai kémia születésének története talán a legérdekesebb része a könyvnek. Ezért ennek a témának szánom a cikk érdemi részét. Röviden foglalkozom az előzményekkel és válogattam néhány érdekességet is. Egy magyar, Than Károly is szerepel a könyvben.

Wilhelm Ostwald ifjúkora

Hősünk német identitású orosz alattvalóként Rigában született 1853. szeptember 2-án. Akkor a mai balti államok éppen az Orosz Birodalomhoz tartoztak. Riga ma Lettország fővárosa, de ennek az orosz tartománynak (Lívónia volt a történelmi neve) tudományegyeteme – ahol Ostwald is tanult – Dorpatban (ma Tartu, Észtország) volt. II. Gusztáv svéd király által 1632-ben alapított egyeteme mind a mai napig virul. A Hanza-városok (Riga, Tallinn, Dorpat) megtartották kiváltságaikat, a városok közigazgatásának nyelve a 19. század végéig a német maradt. A városban elkülönülten éltek az oroszok (tisztviselők, katonák és kevés kereskedő). A lett parasztok művelték tanyarendszerben a földeket. Bár az oroszosítás időnként felerősödött, Oroszországnak szüksége volt az itteni egyetemi tanárok, mérnökök, mesteremberek legtöbbször valamelyik német államban szerzett tudására. A három fiútestvérből Wilhelm Ostwald volt a középső. Atyai nagyapja kádármester volt, ő Berlinből jött Rigába. Apja folytatta a mesterséget. Egy pék lányát vette feleségül, aki Moszkvában született szintén német családban, akik azután Rigába költöztek. Apja szerény középosztálybeli életet tudott családjának biztosítani. Művészetkedvelő anyja sokat foglalkozott a fiával, apja pedig a tanulást szorgalmazta. Az állam által fenntartott iskolában nem szerzett túl jó emlékeket, de az újonnan alapított műszaki orientáltságú középiskola nagyban meghatározta további sorsát. Ide csak a legkiválóbbakat vették fel, akikből a jövő mérnökeit kívánták nevelni. Tanult fizikát, kémiát, matematikát – és négy nyelvet, a kötelező oroszon kívül franciát, latint és angolt. Rengeteget olvasott, tudományos és műszaki könyveket és cikkeket is. Ekkor kezdett el kémiai kísérleteket végezni, többek között tü-

zijátékot is csinált. Mint sok más kutatónál, nála is egy kiváló könyv játszott döntő szerepet a későbbi pályaválasztásában. Ez Julius Adolf Stöckhardt *Schule der Chemie* című műve volt. Ostwald tanult festeni is, amit azután egész életében művelt. Ez adta az ösztönzést később színelmélete kidolgozásához is.

1872 januárjában elindult, hogy beiratkozzon a Dorpati Tudományegyetemre. Az utak csak télen vagy nyáron voltak járhatók. Lovasszekéren mentek rettenetes hidegben. A többnapos út alatt 20 km-enként lovat cseréltek a postakocsi-állomásokon. Útitársa, egy idősebb hallgató megtanította, hogy ilyen utat csak tetemes alkohol elfogyasztásával lehet kibírni. A német hagyományokon működő diákközösségek közül a rigai diákközösséghez csatlakozott, ahol szintén az ivás volt a fő program, de megvitattak különböző művészeti, politikai témákat is. Az előadásokat sem látogatták rendszeresen. Az, hogy alig tanult, az első évben gondot okozott az első vizsgakör letételénél. Az első fokozat a „kandidátusi” volt. Ehhez 15 vizsgát kellett letenni 3 részben, és felmutatni némi gyakorlati kutatási eredményt. Ostwaldnak, aki kémiát tanult, vizsgáznia kellett matematikából, fizikából, kristálytanból, ásványtanból és kísérleti kémiából. A kémiai labor nem volt túl jól felszerelt, viszont kiváló tanárok oktattak. Ostwald hálásan emlékszik Karl Schmidt professzorra, aki Liebignél, Wöhlernél és Rosénál tanult. Johann Lemberg tanársegédéről pedig úgy ír, hogy neki tartozik a legnagyobb hálával, ami a tudományos oktatását illeti.

Ostwald kutatásainak kezdete

Ostwaldot beengedték dolgozni a haladóknak fenntartott laborba, és itt kezdett el a kémiai egyensúlyokkal és az affinitással foglalkozni. Erre az analitikai kémiai tanulmányai inspirálták, nevezetesen az oldhatóság kérdése. Az analitikusok a BaSO_4 -ot abszolút oldhatatlannak tartották, míg a geológusok szerint a baritkristály csak vizes oldatból keletkezhetett. A 6. szemeszter végén Ostwald letette a vizsgákat, és a kémiai egyensúlyokból, nevezetesen a BiCl_3 hidrolízisének vizsgálatából megírta a disszertációját. E kutatás eredményeiből jelent meg az első közleménye a *Journal für praktische Chemie*-ben 1875-ben („A kémiai tömeghatás-törvénye a vízre vonatkozóan”). Aki tudományos karrierre vágyott, annak a mesterfokozatot is meg kellett szereznie. Itt már követelmény volt a publikációkban is megnyilvánuló önálló kutatómunka. A professzorsághoz a doktori fokozat kellett. Ostwald pótolni akarta hiányos tudását fizikában és matematikában, ezért kémiai vizsgálatait mellett Arthur Joachim Öttingen professzor tanítványa lett a Fizikai Intézetben. (Öttingen 1893-tól Lipcsében lett professzor, fia pedig Ostwaldnál dolgozott ugyanazon az egyetemen.) Ostwald figyelmét felkeltették Julius Thom-



sen dán kémikus termokémiai munkái, amelyek az affinitás vizsgálatára irányultak a reakcióhő mérése útján. Ostwald elképzelése az volt, hogy más tulajdonság mérése, amelyik szintén megváltozik a reakció végbemenetele során, is alkalmas lehet a reakció követésére. Ő a sűrűségmérést (térfogatmérést) választotta. Az elképzelés bevált, és az eredményeket Poggenдорf *Annalen der Physik* folyóiratában publikálta. Ezekre az eredményekre alapozva nyújtotta be, és a sikeres vizsgák után meg is védte a disszertációját. 1876-ban, tehát 23 éves korában megkapta a mesterdiplomáját. 1878-ban védte meg doktori disszertációját, ami 600 sűrűség- és törésmutató-méréseken alapult, és táblázatokban foglalta össze 20 sav „kémiai affinitását”.

1879-ben eljegyezte, majd 1880 elején feleségül vette egy rigai arisztokrata lányát, Helene von Reyherth, akit Dorpatban ismert meg, és akivel 50 évig élt boldog házasságban. Még azon a télen megszületett első gyermekük.

A Rigai Műszaki Egyetemen elhunyt a kémia professzora, és a 28 éves Ostwald sikerrel pályázta meg az állást. 1882-től hat sikeres évet töltött itt, nagyszámú diákot vonzott a kémiára és figyelemre méltó eredményeket ért el az affinitás kutatásában. A saját maga szerkesztette természetét nagy fejlődést jelentett mind a már a korábban megkezdett egyensúlyi termokémiai kutatásokban, mind a kémiai dinamika (reakciókinetikai) kutatásában. E területeken Thomsen mellett a francia Marcellin Berthelot volt vetélytársa. A könyvében az utóbbit meg is vádolja módszerének eltulajdonításával. Berthelot a kémiai affinitást a reakcióhővel definiálta, ami később hibásnak bizonyult. Berthelot nem tévesztendő össze Claude Louis Berthollet ugyancsak francia kémikussal, aki e vizsgálatok előfutárának tekinthető a kémiai egyensúlyok első leírásával. Ostwaldnak már rendelkezésére állt a kémiai egyensúlyokra vonatkozó tömeghatás törvénye, amit két norvég tudós: Cato Maximilian Guldberg, a Royal Frederick Egyetem (ma Oslói Egyetem) matematika- és technológiaprofesszora sógorával, Peter Waage vegyészrel együtt dolgozott ki 1864-től. A tömeghatás törvényének igazi karrierje 1877 után kezdődött, amikor Jacobus Henricus van't Hoff ismét levezette és kísérletileg bizonyította az érvényességét.

Ostwald utazásai és azok jelentősége

Ostwald rengeteget utazott életében, de az első utazásai voltak a legfontosabbak pályafutása szempontjából. Ostwald 1882–83 telén – az ő kifejezésével élve – a téli szünetet feláldozva első útjára indult Németországba és Svájcba, ahol végiglátogatta az egyetemeiket. Nemcsak azért volt hasznos ez az út, mert sokat tanult a laboratóriumok meglátogatása és vezető professzorok előadásainak meghallgatása során, hanem ami még gyümölcsözőbbnek bizonyult, az a személyes megismerkedés a kor vezető professzoraival. Így Berlinben találkozott Hans Landolttal, akit ma a Landolt–Börnstein-kézikönyvsorozat, a *Physikalisch-chemischen Tabellen* egyik összeállítójaként ismerünk, de aki többek között az optikai forgatóképesség mérése és a reakciókinetika úttörője is volt. Az utóbbi években divatos oszcillációs reakciók prototípusaként pedig 1886-ban felfedezte a jód órareakcióját. A vele való barátság sokat jelentett Ostwaldnak. Nagy élménye volt August Wilhelm Hofmann előadása, aki berlini kémikusok uralkodó királya (Ostwald jelzője) volt akkor, de vele a kor- és rangkülönbség miatt – meg azért is, mert Hofmann szerves kémikus volt – nem alakult ki kapcsolata. Találkozott a kor vezető fizikusával, Hermann Ludwig Helmholtzsal, és meghallgatta az ő és tanítványa, Heinrich Hertz előadásait. Drezdában többek között találko-

zott a szalicilsav ipari szintézisének kidolgozójával, Rudolf Wilhelm Schmitt-tel. Ez a munka indította el a nagyipari gyógyszergyártást nemcsak Németországban, hanem az egész világon. Lipcseben találkozott Adolf Kolbéval és Ernst von Meyerrel, a *Journal für praktische Chemie* kiadóival. Az ő házukban ismerkedett meg a lipcei professzorokkal. Külön találkozott Gustav Wiedemann-nal, – vele nem volt jóban Kolbe, így nem is hívta meg az említett ebédre –, aki vegyésznek indult, de később fizikával foglalkozott, és ő volt a vezetője a világ egyetlen tanszékének, amely a fizikai kémia nevet viselte. Halléban Jacob Volhard fogadta, Aachenben Alexander Classen elektrogravimetria-laborja kápráztatta el. Bonnban sikerült Friedrich August Kekulével és annak fiatal asszisztensével, Otto Wallachhal (kémiai Nobel-díj, 1910) találkozni. Darmstadt után Heidelberg következett, ahol August Horstmann, a kémiai termodinamika egyik nagy alakja és a nagy mester, Robert Bunsen voltak a vendéglátói. Karlsruhe után Tübingen következett, ahol Lothar Meyer fogadta. Zürichben Victor Meyerrel találkozott, majd Münchenben végződött a túra, ahol a „lombikos” Emil Erlenmeyer látogatta meg.

Arrhenius és a kölcsönös támogatás gyümölcsei

1884 júniusában került a kezébe Svante Arrhenius (kémiai Nobel-díj, 1903) cikke az elektrolitok vezetéséről. Gyorsan épített egy Friedrich Kohlrausch-féle, vezetőképesség méréseire szolgáló készüléket, és megmérte számos sav vezetését. Rájött, hogy Arrhenius munkája az utóbbi évek egyik legjelentősebb eredménye. Ezt publikálta is, és levélben felvette a kapcsolatot Arrheniusszal, majd Uppsalában találkoztak is. A kapcsolatból mindketten sokat profitáltak. Ez a látogatás jelentős volt abból a szempontból is, hogy találkozott svéd tudósokkal, akik később a kémiai és a fizikai Nobel-díjakat ítélték oda. Robert Thalén – akiről amúgy később kiderült, hogy az ő ajánlására kapta meg Ostwald az utazási támogatást – nem volt túl barátságos, a holmium és a túlium felfedezője, Arrhenius tanára, Per Teodor Cleve igen, de nem hitte, hogy ionok úszkálnak egy főzőpohárban. Erik Edlundot, Arrhenius témavezetőjét érdekelték Ostwald kutatásai, és később dolgozott is Ostwaldnál Rigában. Az Otto (Ostwald Oskarnak nevezte) Petterssonnal való találkozás is gyümölcsözőnek bizonyult. Lars Fredrik Nilson, a szkandium felfedezője gyönyörű házában fogadta. Ostwald akkor határozta el, hogy ő is ilyen házat szeretne, és valóban ez szolgált később Ostwald „Energia” nevű otthona mintájául. Majd következett az utazás fénypontja, amikor Christianiában (Koppenhágában) meglátogatta Waagét és Guldberget. Kiderült, hogy az ő közös munkájuk ötlete Guldbergtől származott, Waage a kémiai analíziseket végezte el. Ezután felkereste példaképét, a termokémikus Julius Thomsent. Az út rendkívül hasznos volt a kapcsolatteremtésben.

Arrhenius ifjú kutató volt, így Ostwald támogatása nagyon sokat jelentett pályája kezdetén. Ostwald uppsalai professzorokkal folytatott beszélgetései segítettek végül azt, hogy elfogadták Arrhenius disszertációját. Arrhenius 1886-ban érkezett Rigába Ostwaldhoz dolgozni, és a tudományos együttműködés, valamint egymás karrierjének segítése hosszú pályafutásuk alatt végig kitarzott (1. ábra).

Arrhenius 1900-tól tagja volt a Nobel-bizottságnak, igaz, a fizikai Nobel-díj bizottságnak, de azért Ostwald számíthatott a támogatására, amikor 1909-ben a kémiai Nobel-díjat neki ítélték. 1909-ben Ostwaldot van't Hoff, George Bredig és Arrhenius ajánlotta. Van't Hoff ajánlotta még Landoltot, Bredig pedig Curtiust és Willstattert is. Kristian Birkeland és Samuel Eyde (4), valamint



1. ábra. Ostwald és Arrhenius

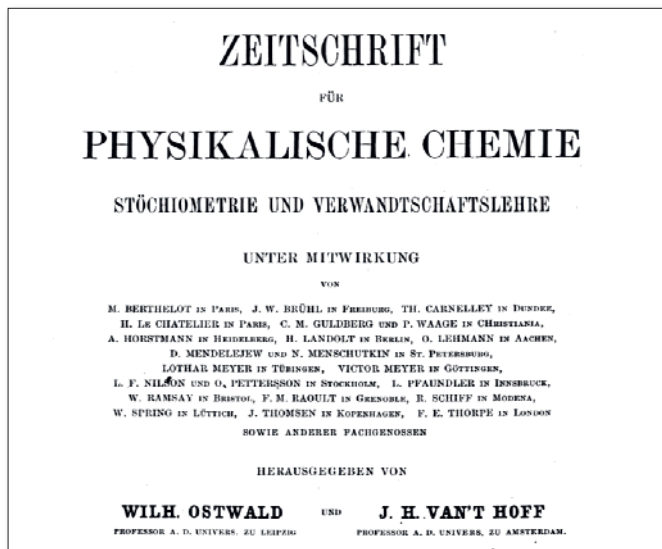
Curtius (4) és Nernst (5) több ajánlást kapott, mint Ostwald (3), tehát elkelt a belső támogatás. Megjegyzendő, hogy a nagy energiaigényű Birkenland–Eyde-féle, a levegő nitrogénjéből való nitrágyártási eljárást később éppen Haber és Ostwald eljárásainak kombinációja szorította ki. A bizottság talán legtekintélyesebb tagja, Per Teodor Cleve 1901-ben van't Hoffot és Arrhenius-t, 1903-ban Arrhenius ajánlotta. Onnan gondolom, hogy nagy tekintélye volt, mert neki majdnem minden jelöltjéből Nobel-díjas lett. 1903-ban Arrhenius 12 jelölést kapott a kémiai Nobel-díjra. Van't Hoff volt az egyik, és ami nekünk érdekes, Karl von Than is az ajánlók között volt. Állítólag Arrhenius saját magát ajánlotta, sőt az az évi fizikai Nobel-díjat is szeretne volna az üvegházhatású gázok kutatásáért. Egyébként ott is kapott 7 jelölést, de ott Henri Becquerel, Marie Curie és Pierre Curie lett a befutó. Előreszaladtunk a történetben, mert messze vagyunk még a Nobel-díjtól, Nobel még meg sem alapította.

Viszont Ostwald ugyanebben az időben fedezte fel azt a másik tudóst, aki nagy szerepet fog játszani életében és a karrierjében. Van't Hoffról, a későbbi első Nobel-díjasról (1901) van szó. Ostwald éppen könyvének a kémiai affinitásról szóló részén dolgozott, amikor a kezébe került van't Hoff *Études de dynamique chimique*, 1884-ben megjelent könyve. Erről Ostwald így ír: „Ez a publikáció még több fejfájást okozott, mint Arrhenius cikke. Egy teljesen ismeretlen kutató írta, akinek a neve a címlap szertint J. H. van't Hoff. ... Nyilvánvalóvá vált, hogy a szerző nagyobb haladást ért el a termodinamika kémiai alkalmazásában, mint Horstman – vagy én.” Ostwald, Arrhenius és van't Hoff a későbbiekben támogatták egymást – Ostwald a könyvében a „band of three” kifejezést használja! – sajnos akkor is, amikor tévedtek például az ozmózisnyomás mibenlétének értelmezésében vagy az erős elektrolitok ügyében [2].

A Zeitschrift für physikalische Chemie Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre alapítása 1887-ben: a fizikai kémia nagykorúvá válik

Ostwald már 1886-ban elkezdte szervezni az új tudományterületnek szánt folyóirat kiadását. Végül a lipcsei Engelmann kiadó mellett döntött, mert Engelmann elfogadta a feltételeit.

Ostwald zseniális szervező volt. A legjobbakat hívta meg, és azok el is fogadták a felkérését (2. és 3. ábra). Van't Hoff – akinek csillaga egyre emelkedett nemcsak az említett reakciókinetikai-termodinamikai eredményei miatt, hanem a szerves kémikusoknál is a szénatom tetraédres jellege elméletének (1874) bevezetése okán – meghívása társszerkesztőnek kiváló ötlet volt. (Van't Hoff a későbbiekben sem folyt bele igazán a szerkesztői munkába, azt Ostwald csinálta. Sőt, Ostwald 1890-ben találkozott először van't Hoff-fal Amszterdamban, addig csak leveleztek.) Már az első szám közreműködőinek névsora is impozáns, a na-



2. ábra. A Zeitschrift für physikalische Chemie első kötetének címlaprészlete

Inhalt des ersten Bandes.

Heft 1.
Ausgegeben am 15. Februar 1887.

	Seite
An die Leser	1
J. H. van't Hoff, Mittheilungen aus dem Universitäts-Laboratorium von Amsterdam. I. P. C. F. Frowein, Die Dissociation krystallwasserhaltiger Salze. (Mit 1 Holzschnitt)	5
O. Lehmann, Über Krystallisation von Gemengen. I. (Mit 8 Holzschnitten)	15
L. F. Nilson und O. Pettersson, Über einige physikalische Konstanten des Germaniums und Titans. (Mit 1 Holzschnitt)	27
D. Konowalow, Einige Bemerkungen zur Theorie der Flüssigkeiten	39
Referate: 1. Stefan, Beziehung zwischen dem Theorem der Kapillarität und der Verdampfung	45
Bücherschau: Hagemann, Studien über das Molekularvolumen einiger Körper	47

Heft 2.
Ausgegeben am 8. März 1887.

O. Lehmann, Über Krystallisation von Gemengen. II. (Mit 29 Holzschnitten)	49
W. Ostwald, Über die Natur der chemischen Verwandtschaft	61
D. Konowalow, Über die Bildung und Zersetzung der Ester	63
R. Schiff, Demonstration des Ausdehnungskoeffizienten der Gase als quantitativer Vorlesungsversuch. (Mit 1 Holzschnitt)	68
St. Guineoz und A. Wolfz, Über die Absorption von Gasen durch Petroleum	70
W. Meysztonicz, Bemerkung über die Salze der pyroschwefeligen Säure	73
W. Ostwald, Elektrochemische Studien. Fünfte Abhandlung: Über das Gesetz von Kohlrausch	74
Referate: 2. Berthelot, Thermochemische Untersuchung der Reaktion zwischen Ammoniak und Magnesiumsalzen. — 3. Ders., Thermochemische Untersuchung der Erkalft-Phosphate. — 4. De Landeru u. Prieto, Theoretische Berechnung chemischer Reaktionswärmen. — 5. Galu, Werner, Einige Neutralisationswärmen. — 6. Deraux, Photochemische Untersuchungen. — 7. Neyreneuf, Schallgeschwindigkeit in Dämpfen. — 8. Galu, Werner, Einige Neutralisationswärmen. — 9. Joly, Thermische Untersuchungen über Phosphate. — 10. Margueritte-Delachaux, Verflüchtigung gelöster nichtflüchtiger Stoffe aus ihren Lösungen. — 11. Raoult, Über Dampfdrucke ätherischer Lösungen. — 12. Pionchon, Spezifische Wärme und Schmelzwärme von Metallen bei hohen Temperaturen. — 13. Stohmann, Kalorimetrische Untersuchungen. — 14. Coleman, Über Flüssigkeitsdiffusion. — 15. De Forand, Bildungswärme des Kaliummethylats und -äthylats. — 16. Fröhlich, Verallgemeinerung der Wheatstoneschen Brücke. — 17. Ramsay u. Young, Einfluss des Aggregatzustandes auf den Dampfdruck	87

3. ábra. Részlet a Zeitschrift für physikalische Chemie első két számának tartalomjegyzékéből

gyok szerepelnek a címlapon (2. ábra); Németországból: Julius Wilhelm Brühl, Horstmann, Landolt, Otto Lehmann, Lothar Meyer, Victor Meyer, Walter Spring, Norvégiából: Guldberg és Waage, Nilson, Svédországból: Petterson, Dániából: Thomsen. A francia vetélytársak három legjelesebbike: Berthelot, Henry Louis LeChatelier, és Francois-Marie Raoult, Ausztriából: Leopold Pfaundler, Olaszországból: Robert Schiff, Nagy-Britanniából: Thomas Carnelley, William Ramsay (Nobel-díj, 1904) és Thomas Edward Thorpe (az F hibás a folyóirat címlapján!) és végül a két orosz sztártudós: Dmitrij Mengyelejev és Nyikolaj Mensutkin. Mengyelejev egyébként azt a nézetet képviselte Ostwald és Arrhenius ellenében, hogy az oldószer és az oldott anyag között kémiai reakció megy végbe. Ez komolyan veszélyeztette Ostwald és csapata pozícióját a kezdeti időkben, és ez Mengyelejev Nobel-díjába kerülhetett, mert Arrhenius nem felejtett.



Schneider, Über die Kompressibilität von verdünnten Salzlösungen und die des festen Chloratriums. — 91. Bender, Studien über Salzlösungen. — 92. Etard, Über die Löslichkeit des Kupfersulfats. — 93. Lescœur, Untersuchungen der Hydrate der Oxalsäure. — 94. Derselbe, Über die Dissociation der kristallisierten Oxalsäure. — 95. Schulze, Über den Gehalt einiger Salze an Krystallwasser. — 96. Kallir, Über den Krystallwassergehalt gelöster Kalksalze. — 97. Gouy und Chaperon, Das osmotische Gleichgewicht und die Konzentration der Lösungen durch die Schwere. — 98. Thozet, Über die Aufnahme des Wasserdampfes durch feste Körper. — 99. Berthelot und Reoura, Bestimmung verschiedener Verbrennungswärmen. — 100. Joly, Über die dreifachen Phosphate. — 101. Calletet und Mathias, Untersuchungen der Dichte des Schwefeldioxyds in flüssigen und dampfförmigen Zustände 519		
Heft 10.		
Ausgegeben am 8. November 1887.		
P. Walden, Über die Bestimmung der Molekulargrößen von Salzen aus der elektrischen Leitfähigkeit ihrer wässrigen Lösungen	529	
G. P. Grimaldi, Über einige Gleichungen aus der Theorie der Flüssigkeiten	550	
J. J. Boguski, Ein Beitrag zur Kenntnis der Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Marmor und Salzsäure	558	
H. Le Chatelier, Über die Identität der Gesetze des Gleichgewichts bei physikalischen, chemischen und mechanischen Erscheinungen	566	
Referate: 103. Berthelot und Favre, Bildungswärme der Tellurwasserstoffe. — 103. Natanson, Über die Abkühlung der Kohlenäure bei ihrer Ausdehnung. — 104. Duhem, Über eine Beziehung der Peltier-Wirkung zum Potentialunterschied zwischen zwei Metallen. — 105. Derselbe, Anwendung derselben Theorie auf galvanische Elemente. — 106. Bouty, Über die Leitfähigkeit der normalen Salze und der Säuren in verdünnter Lösung. — 107. Derselbe, Über die Leitfähigkeit von Gemengen		573
Bücherschau: J. H. van't Hoff, Dix années dans l'histoire d'une théorie	576	
Heft 11 u. 12.		
Ausgegeben am 27. Dezember 1887.		
Mit R. Bunsen's Bildnis.		
M. Planck, Über die molekulare Konstitution verdünnter Lösungen	577	
W. Ostwald, Studien zur Kontakteltrizität	583	
N. Menshutkin, Über die Geschwindigkeit der Esterbildung	611	
Se. Arrhenius, Über die Dissociation der in Wasser gelösten Stoffe	631	
Fr. Neubek, Über Molekularvolumina aromatischer Verbindungen. (Mit 1 Tafel und 2 Holzschnitten)	649	
Referate: 108. Weber, Über das galvanische Leitvermögen von Amalgamen. — 109. Foeppl, Die Elektrizität als elastisches Fluidum. — 110. Oberbeck, Über die elektromotorischen Kräfte dünner Schichten und ihre Beziehungen zur Molekularphysik. — 111. Jahn, Über die Gültigkeit des Jouleschen Gesetzes für Elektrolyse. — 112. Chrastichow, Gleichzeitige Fällung von Jodaten und Sulfaten durch Barytsalze. — 113. Fousserau, Über die Zersetzung der unterschwefligsauren Salze durch Säuren. — 114. Planck, Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie. — 115. Kock, Zur Kenntnis der Beziehungen zwischen optischen Eigenschaften und Konstitution der Verbindungen. — 116. v. Helmholtz, Versuche mit einem Dampfstrahl. — 117. Exner, Zur Kontakttheorie. — 118. Streintz, Experimentaluntersuchungen über die galvanische Polarisation. — 119. Boltzmann, Über einen thermochemischen Satz, betreffend nicht umkehrbare elektrolytische Prozesse		667
Autoren-Register	673	
Sach-Register	676	
Berichtigungen	678	



5. ábra. A Berlińi Akadémia 200. évfordulóján, 1900-ban készült kép. Az ülő sorban balról az első van't Hoff, 3. Ramsay, 4. Mengyelejev, a felső sorban balról a 4. Landolt, a 6. Thorpe

Ostwald a fizikai kémia professzora lesz Lipcsében

1887-ben sikerült a Lipcsei Egyetemre kerülni professzorként (6. ábra). Nem volt könnyű ügy. Az alkalmat az hozta, hogy Wiedemann átment a megüresedő fizika tanszékére, így az ő fizikai-kémiai tanszékére kerestek új professzort.



6. ábra. Ostwald, a professzor 1887-ben (vörös szakállá volt)

Nem Ostwald volt az esélyes jelölt, mert van't Hoff, Landolt, Lothar Meyer és Clemens Winkler, a germánium = ekaszilícium felfedezője személyében a 33 éves Ostwaldnál sokkal nevesebb tudósokat kértek fel először. Végül mindegyik visszamondta, mert az Egyetem nem akarta teljesíteni kiadásokkal járó igényeiket. Johannes Wislicenus szerves kémikus, aki sztereo-kémiával foglalkozott van't Hoffot szerette volna, és Wiedemann sem lelkesedett Ostwaldért, mert szerinte túl gyorsan publikálja az eredményeit. Végül Rudolf Clausius és Kohlrausch kérték fel, akik támogatták Ostwald jelölését. Ostwald és családja (már 4 gyerek, 2 fia és két lánya volt) 1887. szeptemberében költözött Lipcsébe.

Néhány érdekesség a könyvből

Ostwald könyvének talán legérdekesebb részei azok, amelyek egyes tudósok jellemzését, beleértve fizikai megjelenésüket is, a kutatók kapcsolatrendszerét, a kor oktatási rendszerének változásait, kutatási lehetőségek fejlesztését, a kutatóhelyek infrastruktúráját, illetve az emberek akkori gondolkodását és annak változását írja le. Több tanítványa volt az Egyesült Államokból, és meghívásukra többször látogatott Amerikába. Kicsit furcsa ma olvasni, hogy a Harvard és a többi mai sztáregyetem, az ott folyó kutatás 1905-ben nem nyugozta le a német professzort. Idézi beszélgetését Arthur A. Noyes professzonnal, egykori lipcsei tanítványával. Noyes elmondja neki, hogy az amerikaiak nagy célokat tűztek ki. Erre Ostwald: „Még sok idő telik majd el, míg önök megközelíteni tudják azt, amit Németország eddig elért.” Noyes válasza: „Mi azt reméljük, hogy a világ szellemi központja majd áttelepül az Atlanti-óceán túlra.” Látnoki szavak. Leírja azt is, hogy az egyetemek közötti futballbajnokságban az előző ősszel

4. ábra. Részlet a Zeitschrift für physikalische Chemie első évfolyamának utolsó tartalomjegyzékéből

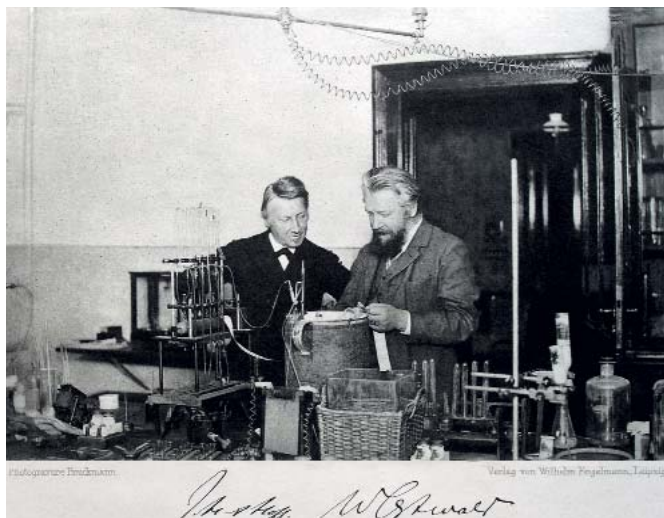
Kérdés, hogy miért Wilh. Ostwald szerepel a címlapon, míg a többieknél csak a nevek kezdőbetűje van feltüntetve. Minden fiúgyerekének W-vel kezdődött a neve, de ez akkor még nem jelenthetett problémát. Két fia lett kémikus, Wolfgang Ostwaldra (1883–1943) mint a kolloidkémia egyik nagy alakjára emlékezünk.

A címlapon Ostwald már mint lipcsei professzor szerepel, a január 2-ára datált előszóban még Riga van feltüntetve. A folyóirat 9. számában jelent meg van't Hoff cikke az ozmózisnyomás szerepéről a gázok és a folyadékok közötti analógia tekintetében. Ez az elképzelés alapvetően hibás volt, Lothar Meyer bírálta is a folyóirat egy későbbi számában, eredménytelenül [2]. Arrhenius az elektrolitikus disszociációra vonatkozó elképzeléseit is itt fejtette ki. (4. ábra). Ostwald maga elektrokémiai cikkekkel jelentkezett. Az első szám Bunsen képével tiszteleg a nagy mester előtt.

Mennyi fiatal: Ostwald is csak 34 éves. Ramsay és van't Hoff 35, Brühl és LeChatelier 37, de az idősebbek is csak az ötvenes éveikben vannak. A szerzők sorában feltűnik, de akkor még nem került a kiemelt nevek közé Arrhenius, aki akkor nyilvánvalóan még túl fiatal volt, és éppen csak megszerezte a doktoriját, vagy az akkor 29 éves Max Planck, de megtalálhatjuk Dmitrij Konovalovot vagy az Ostwald-tanítványt, a szintén Rigából indult Paul Waldent is a szerzők között. Ramsay Ostwald közeli barátja lett az 1. világháború kitöréséig. Akkor ellenséggé váltak, mert Ostwald 1914-ben sok más neves tudóssal és művésszel együtt aláírta a német háborús törekvések jogosságát hirdető proklamációt, a 93-ak Manifesztumát.

Az 5. ábrán több tagot bemutatunk már 13 évvel idősebben.

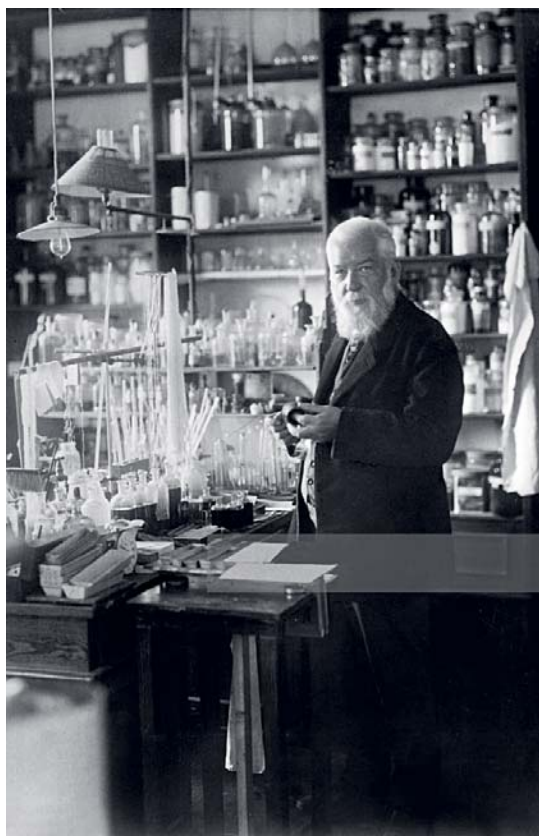
Az új folyóirat első száma 1887. február 15-én jelent meg, amelyet minden hónapban új szám követett beleértve a decemberi dupla számot összesen 678 oldalon.



7. ábra. Ostwald és van't Hoff Ostwald lipcsei laboratóriumában. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 1905

17-en haltak meg, és ezért a Harvard Egyetem elnöke felfüggesztette a Harvard és a Yale közötti évenkénti mérkőzést. A könyvben egy magyar, Than Károly is szerepel (ugyan Ostwald C. von Thann-nak írta a nevét, amit a szerkesztők is észrevettek, és mint hibát lábjegyzetelték – azért csavar az ügyben, hogy a Than család eredetileg így írta a nevét, sőt Than Károly első közleményeiben vagy a professzori pályázatában is Thann). Ostwald javasolta a vízanalíziseknél, hogy ionos formában adják meg az összetevőket, de Than levelének hatására elismerte, hogy ez ügyben Thané az elsőbbség. Ma már nehéz elképzelni az akkori nyelvi kommunikációs nehézségeket, amelyek egyébként egészen az 1960-as évekig fennálltak. Ostwald és van't Hoff (7. ábra) is kissé

8. ábra. Ostwald großbotheni laboratóriumában



félve mentek a British Association leedszi gyűlésére, ahol az elektrolitok új elméletét vitatták meg, mert olvasni ugyan tudtak angolul, de beszélni nem. Mengyelejevéről meg azt írja Ostwald, hogy németül törve beszélt (pedig Bunsennél is volt), angolul pedig egyáltalán nem. Így elég nehéz volt vele eszmét cserélni. Persze sok angol sem tudott németül, kivéve például Ramsay-t aki kaulauzolta őket, és aki szintén Bunsen-tanítvány volt.

Ostwald tudományos tevékenységének, különösen élete utolsó évtizedeinek filozófiai erőfeszítései vagy úti kalandjainak csak vázlatos felsorolása is szétfeszítené egy cikk kereteit. Ehhez a könyv elolvasását javaslom. A Nobel-díját kiemelten a katalízis-kutatásaiért kapta, de az indoklás meglepíti a kémiai egyensúlyok és a reakciósebesség törvényeinek feltárásában elért eredményeit is. Megemlíti a könyvben, hogy a nitrát katalitikus előállításához hozzájárult a háborús erőfeszítésekhez. Általában a Haber–Bosch-féle ammóniaszintézis történetét szokták kiemelni, de valóban a puskaporhoz nitrát kellett, ezért az ő eljárása nélkül Németország nem soká bírta volna a háború folytatását.

Nyugdíjba vonulása után, 1906-tól visszatért korábban vett birtokára, a Lipcse melletti Großbothenbe, ahol laboratóriumot is berendezett (8. ábra).



9. ábra. Ostwald háza Großbothenben

Ez maradt összes vagyona, mert az I. világháború után minden pénze semmivé lett az államkötvények elértéktelenedésével. Itt is hunyt el 1932-ben. Ma az épületben az Ostwald-múzeum működik (9. ábra).

Ostwald ezt írta a saját szerepéről a fizikai kémia megteremtésében: „Az időszakot tárgyaló tudománytörténeti munkák van't Hoff, Arrhenius és Ostwald nevével hozzák összefüggésbe, bár Ostwaldnak nem volt a másik kettőhöz mérhető jelentőségű tudományos felfedezése. Viszont én voltam a szervező, akinek munkája nélkül nem született volna meg és nem fejlődött volna ilyen gyorsan a tudomány ezen új területe.” Így igaz, ahogy írta. Bár Ostwald jelentős tudós volt, sok tanítvánnyal és tudományos eredményekkel, igazán tudományszervezői tevékenysége az, ami-
ben kiemelkedő teljesítményt nyújtott. ●●●

IRODALOM

- [1] Wilhelm Ostwald: The Autobiography (szerk.: Fritz Scholz és Robert Smail Jack), Springer Int. Publ. AG, 2017.
- [2] Inzelt György: Kalandozások a kémia múltjában és jelenében (Kémiai esszék), Vince Kiadó, Budapest, 2003. 7. fejezet.