

Imre Lajos (1900 - 1974)*

KÓNYA József** és M. NAGY Noémi

Debreceni Egyetem Kolloid- és Környezetkémiai Tanszék, Izotóplaboratórium, Egyetem tér 1. 4032 Debrecen, Magyarország

“Keress olyan mestert, akinek szelleme világos, tudása nagy és szíve jó...”

1. Bevezetés

A negyven éve eltávozott a mester, Imre Lajos, ilyen ember volt, és ő is ilyen mestert keresett magának Otto Hahn személyében.

Megemlékező cikkünkben felidézzük kivételes egyéniségét egy kivételesen nehéz korban. Életével, munkásságával részletesen foglalkozik A magyar tudomány és technika nagyjai című CD-sorozat egyik kiváló alkotása,¹ melyet szívesen ajánlunk az olvasók figyelmébe.

2. Életének főbb állomásai

A 19. század utolsó évében, 1900. március 21-én született Lítken (Nógrád megye) hétgyerekes család hatodik gyermekeként. Ez a születési dátum arra ítélte, hogy a 20. század minden viharát, változásait felnőtt fejjel érje meg. Apja ahhoz a generációhoz tartozott, akik Amerikában (USA) próbáltak pénzt szerezni és életük minőségét javítani. E kor Egyesült Államokban munkát kereső magyarjairól Oravecz Imre írónk számol be könyvében.² Ezeknek az embereknek jellemzően két útja volt: vagy meg tudták teremteni egzisztenciájukat ott, de mindig haza akartak jönni, ám ez ezt egyre halogatták, végül maradtak és asszimilálódtak. A másik út, hogy balesetet szenvedtek és rokkantan jöttek haza. Imre Lajos édesapjának útja ez utóbbi volt, így a család szegény maradt.

Elemi iskolai tanulmányait (6 osztály) a helyi iskolában végezte, a „Végbizonyítvány” szerint mind a 16 tárgyból kitűnő eredménnyel. Apja azt szerette volna, ha dolgozni megy és segít a család eltartásában, azonban tanítójának rábeszélésére tanulmányait tovább folytatta a Losonci Állami Főgimnáziumban. 1918-ban sikeres érettségi vizsgát tett, melyet a kötelező tárgyak mellett görög nyelvvel és irodalommal egészített ki. Az érettségi vizsgának ez az időpontja azt mutatja, hogy az első két gimnáziumi osztályból különbözeti vizsgát tett és töretlenül folytatta tanulmányait. Érettségi letétele után rögtön bevonult katonai szolgálatra és 1919-ben hadapródjelölt őrmesterként szerelt le.

Életének erről a szakaszáról Imre Lajos a helyi újságban, a Hajdú-bihari Naplóban, így számol be: „Nógrád-megyei zsellércsaládból származom. Apám Salgótarjánban volt bányász, majd a „másfélmillió” nincstelennel ő is útra kelt a remények Amerikájába. Ott munkaképtelenné vált; a kevéske pénzt, amit hazatértekor magával hozott, szüleim bankba rakták szaporodni. Ám jött az első világháború,

és mi koldusbotra jutottunk. Engem a tanítóm unszolására a losonci gimnáziumba adtak, apám nagy bosszúságára, hiszen azt szerette volna szegény, ha őt segítem otthon, ha fizikai munkát végzek. A gimnáziumban nehezen birkóztam az étellel. Akkoriban az úgynevezett „egyenlő lebegésű” kiképzés folyt az iskolákban, az volt a cél, hogy mindenki megszerezze az általános műveltséget, mindenhez egyformán értsen – s nekem bizony kitűnőnek kellett lennem, ha nem akartam, hogy visszavigyenek a faluba.”

Ezután következtek az egyetemi évek, amikor a tanulás mellett életfeltételeit is biztosítani kellett. Gépészmérnök hallgatónak iratkozott be a József Nádor Műegyetemre. Azonban hamarosan be kellett látnia, hogy az egyetemi tanulmányok mellett nem tudja megélhetését fedezni, ezért egyetemet kellett változtatnia. Tanulmányait a Pázmány Péter Tudományegyetem matematika-fizika szakán folytatta, mely akkor a Bölcsészettudományi Karhoz tartozott. Harmadéves volt, amikor kedvet kapott a kémiához, s így ezt a szakot is felvette. A középiskolai tanári képesítő vizsgán magyar nyelv és irodalomból, továbbá mennyiségtanból *disceretes*, természettanból *kitűnő* alapvizsgát, mennyiségtanból és természettanból pedig *disceretes* szakvizsgát tett. 1925. június 16-án abszolvált, 1926. májusában szerezte meg a középiskolai tanári oklevelét matematikából, fizikából és kémiából.

A mai olvasónak különösen hangzik, hogy még a tanári diploma megszerzése előtt, 1926. januárjában ledoktorált *summa cum laude* minősítéssel. Főtárgyként a kémiát, melléktárgyként a matematikát és a kísérleti fizikát választotta. Értekezésének címe: Adatok az actinium kémiájához. 1928. február 4-én *Sub auspiciis Gubernatoris* (Kormányzógyűlés doktor) megtisztelő címmel avatták doktorrá Bay Zoltánnal együtt. A doktoravatás időpontja éppen a *Sub auspiciis Gubernatoris* cím miatt tolódott két évet. A három szakos tanári diplomája és a doktori címe mellett, ahogy ezt ő maga mesélte, a vegyészmérnöki diplomához szükséges valamennyi tárgyat is teljesítette.

Az egyetemi tanulmányok befejeztével és a doktori cím megszerzésével Imre Lajos élete cseppet sem lett könnyebb. 1924. szeptember 1-től megbízott tanársegédként Weszelszky Gyula egyetemi magántanár irányításával dolgozott abban a kis laboratóriumban, melyet még Eötvös Lóránd alapított. Egészen 1937-ig volt tanársegéd, előléptetése annak ellenére egyre késett, hogy közben három évet (1928-1931) töltött állami ösztöndíjjal Berlin-Dahlemben, a Kaiser Wilhelm Institute für Chemie-ben Otto Hahn mellett,³ majd 1935-ben

* Imre Lajos halálának 40. évfordulója alkalmából

** Főszerző. Tel/fax: 36(52)512900/22263; e-mail: konya.jozsef@science.unideb.hu

habilitált. Nemzetközi elismertségét jól jellemzik Hevesy György 1933-ban kelt sorai: „Nem tudom, mi a csodálatosabb, az, hogy ezeket a nehéz kérdéseket egyáltalán fel tudta tenni, vagy azok a szép eredmények, amelyeket elért...” (fordítás: a szerzők). Ugyancsak fontos állomás, amikor Otto Hahn 1932-ben meghívta a következő évi Bunsengesellschaft kongresszusra, ahol Imre Lajos olyan kutatókkal együtt adhatott elő az adszorpció témakörében, mint Rutherford, Geiger, Lisa Meitner, Paneth, Hahn és Hevesy.

1938-ban adjunktussá, 1939-ben pedig intézeti tanárrá nevezik ki. 1943-ban Kolozsváron lesz egyetemi tanár, ahonnan 1949-ben a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium hívására tér vissza Magyarországra. 1950. február 23-án az akkori Debreceni Tudományegyetemen tesz hivatali esküt. Feladata a Fizikai Kémiai Intézet megszervezése.

Habár Imre Lajos már 1939-től különböző magyar egyetemek professzora volt, a szocialista tudományos minősítési rendszer keretében 1952-ben csak a kémiai tudományok kandidátusává minősítették, amelyben valószínűleg közrejátszott a kor nagy fiziko-kémikusai, Erdey-Grúz Tibor, Schay Géza és Imre Lajos közötti személyes feszültség, amely még berlini éveikből eredt. 1955-ben Schay Géza, Szabó Zoltán és Szalay Sándor akadémikus opponensek véleménye alapján egyszerűsített eljárással, nyilvános védés nélkül, a kémiai tudományok doktorává nyilvánítták.

Az ötvenes évekre Imre professzor olyan nemzetközi és hazai tekintélyre tett szert a radiokémia területén, hogy nélküle elképzelhetetlen volt bármilyen monográfiát írni anélkül, hogy munkáira hivatkozzanak (Haisinssky, Starik). Munkásságát kiemelten elismerték az orosz radiokémikusok. Ezt mutatta, hogy 1959-ben részt vett a Szovjetunióban a dubnai kutatóközpont munkatervének kidolgozásában. A munkában a szocialista országok és Kína atomkutatói vettek részt. A kínaiak után a szovjet kutatók először mindig Imre Lajos véleményét kérték ki az adott kérdésről, ezzel megadva a hozzászólások alaphangját. A szerzők egyikének (KJ) személyes élménye volt 1974 nyarán a moszkvai Karpov Intézet radiokémiai szemináriumán tett látogatása, ahol, mint Imre Lajos munkatársát, szakmai tekintélyét messze meghaladó figyelemben részesítették véleményét.

Magyarországon, a Központi Fizikai Kutató Intézetben meginduló izotóptermelés egyik fő irányítója volt. Munkásságának kiterjesztését segítő épült a Kossuth Lajos Tudományegyetem Izotóplaboratóriuma, amelyet 1960-ban adtak át és ötven éven át szolgálta a hazai nukleáris oktatást és kutatást. 1968-ig a Fizikai Kémiai Tanszék és az Izotóplaboratóriumot is vezette, majd 1968-70 között a tanszéki jogállású Izotóplaboratórium vezetője lett. Nyugdíjba vonulása után is minden nap dolgozott. Aktívan részt vett a Laboratórium munkájában egészen 1974 szeptemberében bekövetkezett haláláig.

3. Tudományos munkássága

3.1. Kezdeti évek

Tudományos munkásságának kezdeti szakaszában az aktínium és a cérium elemek kémiájával foglalkozott,

ezzel kapcsolatos extrakciós problémákat oldott meg.⁴⁻⁶ E területen kapott eredményeit a kémiai szakirodalom évtizedekig idézte és ma is számon tartja. A ²²⁷Th (akkori nevén radioaktínium) előállítására dolgozott ki extrakciós eljárást, az előállított készítmény bomlássebességi állandóját 0,0365 nap⁻¹-nek találta. Ezt az adatot a nemzetközi Radium Standard Komissio is elfogadta, és 1931-ben kiadott jelentésében, mint a radioaktínium bomlássebességi állandóját említi.^{6,7} Az általa meghatározott sebességi állandó értéke alig tér el a ma elfogadott értéktől (0,037 nap⁻¹).

Ezen első munkája kapcsán rögtön szembekerült az ún. hordozómentes izotópok kémiai viselkedésének problémájával, mely azután élete végéig elkísérte és mai is fontos kutatási területe a radioaktív izotópokkal való munkának (pl. a radioaktív hulladékok elhelyezése kapcsán). Az ultrahíg oldatokban (hordozómentes radioaktív izotópok oldatai) megfigyelhető rendellenességek vizsgálatával Imre Lajos nagyon nehéz kutatási területet választott, hiszen a nagyon híg oldatok viselkedésének problémája még ma sem teljesen megoldott.

3.2. Adszorpciós kutatások Berlinben és Budapesten

A Berlin-Dahlemben, Otto Hahn professzor mellett töltött időszak rendkívül gazdag volt alapvető tudományos eredményekben és a későbbi évekre adott útravalóban. Ez az intézet az egyik legalkalmasabb kutatóhely volt a hordozómentes radioaktív izotópok viselkedésének vizsgálatára, beleértve az elegykristály-képződést és az adszorpciós folyamatokat.⁸⁻¹⁴

Imre Lajos berlini intézetben töltött éveire Otto Hahn tudományos önéletrajzában³ így emlékezik vissza: „Az adszorpciós törvény eredményeivel és következtetéseivel kapcsolatban Imre Lajossal további tüzetes vizsgálatokat végeztünk. Ezek a kutatások azt mutatták, hogy az ionadszorpció és a kolloid-adszorpció között elvi különbség van. Ezek az eredmények elvezettek az adszorpciós törvény érvényességének kiterjesztéséhez a rosszul oldható vegyületek irányába, valamint rámutattak az erősen és gyengén poláros kristályrácsokon történő adszorpció közötti különbségre.”

A berlin-dahlemi évek első dolgozatát⁸ Imre Otto Hahn közösen írta. A közlemény jelentős részben azokkal a kritikai észrevételekkel foglalkozott, amelyeket Fajans 1926-ban a Hahn-féle kicsapódási és adszorpciós szabályokkal szemben tett. A szerzők kísérleteik alapján rámutattak a régi Paneth-Fajans-féle szabály hiányosságaira. Hangsúlyozták, hogy a radioaktív anyagoknak nagyobb mennyiségű idegen csapadékokkal szemben mutatott viselkedése szempontjából különbséget kell tenni elegykristály-képződés és adszorpció között. Arra nézve, hogy adott esetben a két folyamat közül melyik játszódik le, a szerzők kvalitatív értelemben továbbra is fenntartották Hahn az 1926-os feltevését, amely szerint valamely „végtelen” kis koncentrációban jelenlévő ion jól kristályosodó, makroszkópos mennyiségű csapadékkal csak akkor válik ki oldatából, ha az illető csapadékkal elegykristályt alkothat. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor a csapadék a kérdéses iont csak a felületén kötheti meg, de azt is csak abban az esetben, ha

a felületnek az illető ionéval ellentétes elektromos töltése van. A dolgozat egyik legjelentősebb megállapítása, hogy az ionadszorpció jelenségénél az adszorbeáló kristály poláros természetének is rendkívül jelentős szerepe van. E két tétel helyességét Fajans kétségbe vonta.

Dolgozatukban rámutattak arra is, hogy a radioaktív anyagok bizonyos körülmények között nemcsak mint ionok, hanem mint radiokolloidok is adszorbeálódhatnak a különböző felületeken.

Imre Lajos ezt követően kezdte meg az elektrolit-oldatokkal érintkező kristályos felületeken lezajló folyamatokra vonatkozó rendszeres kvantitatív vizsgálatait radioaktív mérőmódszerek segítségével.⁹ Ez a kutatási terület élete végéig érdekelte, s egyre kimagaslóbb eredményeket ért el. Feleletet keresett arra a kérdésre, hogy a kis mennyiségű radioaktív anyagok mennyire alkalmasak nyomjelzésre, vagyis valamely kémiai folyamat lezajlása követhető-e kvantitatív módon az abban résztvevő radioaktív anyag sugárzásának mérésével.

Első ilyen vizsgálatainál főként olyan módszereket keresett, amelyekkel a fázisképződés bonyolult folyamatát elemi reakciókra lehet felbontani. Az elemi folyamatokat az azokban résztvevő ionok vagy molekulák természetével igyekezett kapcsolatba hozni. Ily módon általános érvényű feleletet lehetett adni arra a kérdésre, hogy egyes ionok vagy molekulák adott esetben milyen viselkedést fognak mutatni bizonyos határfelületekkel, illetőleg a felületek egymásra halmozódása útján létesülő kristályhalmazokkal szemben.

Ezekre a vizsgálatokra, illetve Imre négy közleményére⁸⁻¹¹ hivatkozva Kolthoff általános szabályba foglalta az ionvegyérték szerepét az ionadszorpcióra és az együttlévalásra vonatkozó elméleti megfontolásaiban. Ugyancsak Imre Lajosnak e megfigyelései nyújtottak alapot a Hahn-féle emanáló radioaktív készítmények emanáló tulajdonságának értelmezéséhez, illetőleg az előállításnál szerepet játszó tényezők tudatos kiválasztásához.

Imre^{12,13} következetesen és matematikai értelemben is szigorúan kifejti azt a nézetét, hogy a szilárd kristályfelületeken lejátszódó, gyakran igen bonyolult elektrolit-adszorpció jelenségeket általában úgy kell tekintenünk, mint elemi ionreakciók egymásutánját, amelyek végeredménye sok esetben elegykristályképződés, legalábbis a külső kristályrétegekben. Megállapította, hogy az ionadszorpció lassú részlépése két monomolekuláris reakcióra bontható. Ezeket a következő ún. „adszorpció-fokozatokként” írta le:

1) Az első fokozat az ionnak a felületre való közvetlen ráhelyeződése, amely a könnyen oldható ionoknál nagyrészt még hidratált, a nehezen oldható ionok esetében többé-kevésbé dehidratált állapotban történik. Ez a szűkebb értelemben vett adszorpció, mely rendszerint igen gyors.

2) A második fokozatban az adszorbeáló finom kristálypor átkristályosodása közben az adszorbeált ion körül új felület alakul ki, így az adszorbeált ion erősebben kötődik az adszorbenshez.

3) Az átkristályosodás folytán az adszorbeált iont tartalmazó kristályfelület fölé újabb felületrétegek rakódhatnak, ezáltal az adszorbeált ion lassan, néhány ionrétegnyi mélységig bejuthat az adszorbeáló kristálypor belsejébe is.¹³

Imre Lajos e németországi kutatásai, bár látszatra nincsenek közvetlen kapcsolatban Hahn professzor későbbi nagy tudományos felfedezésével, az ²³⁵U-magok hasításával, mégis döntő jelentőségűek voltak a hasítás felismerésében, illetve a hasadványok azonosításában. Ezt bizonyítja az a tény, hogy az urán és a neutronsugárzás kölcsönhatásaival kapcsolatos kísérleteinek állásáról Otto Hahn levélben többször is tájékoztatta Imre Lajost.

E korszak eredményeihez tartozik Imre részvétele a Hahn- és a Chlopin-iskola több évtizedig húzódó vitájában, melyben alapvető megállapításokat tesz a határfelületi reakciókra és a tömbfázis belsejében uralkodó megoszlási állapotokra vonatkozóan.

Imre Lajos hazajövele után (1931) Budapesten folytatta munkáját, melynek fő iránya a határfelületi reakciók termodinamikai értelmezése.¹⁵⁻¹⁷ Arra a kérdésre kereste a választ, hogy milyen tényezők határozzák meg a heterogén reakciók elemi lépéseit. Mindenekelőtt az első adszorpció-fokozat, a szoros értelemben vett adszorpció törvényszerűségeit kutatta. Kimutatta, hogy heterogén izotópcseré (ezt önadszorpciónak nevezi) esetében, azaz amikor maguk a kristályt alkotó ionok adszorbeálódnak a kristály felületén, végtelen kis koncentrációknál az adszorpció energiája számértékében egyenlő az ionok oldáshőjével. Ez arra mutat, hogy ilyen körülmények között az adszorpció és az oldódás reciprok folyamatok.

Rámutatott arra, hogy a heterogén izotópcseré-rendszerekben kis koncentrációk esetén érvényes ugyan a Langmuir-féle adszorpció izoterma-egyenlet, de csak úgy, ha abba a valóságos geometriai térfogatok helyett az ún. fázistérfogatot helyettesítjük be. Ez utóbbiban az adszorbeált részecske helykoordinátáin kívül a sebességi komponensek is kifejezésre jutnak.

A harmincas évek második felére letisztultak az adszorpció mechanizmusával kapcsolatos gondolatai. Heterogén izotópcseré-rendszerekben, melyekben a szilárd fázis heteropoláris ionkristály, az adszorpció sebességét kéttagú, az elsőrendű szimultán folyamatokra jellemző egyenlettel írta le. A két reakciót értelmezte is: az egyik egyszerű ioncsere az oldat és a szilárd fázis ionjai között, a másik pedig izoterm átkristályosodás.¹⁸ Az átkristályosodási folyamat eredményeképp a radioaktív izotóp betemetődését *pszeudo-diffúzió*^{18,19} nevezi. A *pszeudo-diffúzió* kinetikáját matematikailag is értelmezi.

A budapesti időszak utolsó két dolgozatában^{20,21} kinetikai egyenletek alapján meghatározza az adszorpció aktív helyek számát és ezt összefüggésbe hozza a Langmuir-féle adszorpció egyenlet megfelelő paraméterével. A Langmuir-egyenlet másik konstansáról elméletileg bizonyítja, hogy az a heteropoláris ionkristályok vizes, illetve vizes-alkoholos oldataiban az oldékonyságnak felel meg. Összehasonlítja az oldékonyságból és a pszeudo-diffúzió sebességéből

meghatározott adszorpciós aktív helyek számát. A két módszerrel meghatározott eredmények viszonylag jó egyezést mutattak.

3.3. A szeretett Kolozsvár

A Kolozsváron töltött évek (1940-49) meglehetősen mozgalmasak voltak, sajnos nem tudományos, hanem politikai szempontból. Ez az az időszak, amikor hazánkban a II. világháború fegyveres harcai söpörtek keresztül, majd a békeszerződés újra elszakította hazánktól a kolozsvári egyetemet. A közmondás is azt tartja, hogy háborúban hallgatnak a múzsák. Ennek igazságát mutatja, hogy ez a 8-9 év mindössze hét dolgozatot eredményezett.²²⁻²⁸

Fontos változás Imre tudományos munkásságában, hogy a kolozsvári évek közleményeiben jelennek meg először munkatársak, mint társszerzők.²⁶⁻²⁸ Egyik itteni munkatársa a hetvenes években felkereste az Izotóplaboratóriumot és nagy szeretettel beszélt a kolozsvári évekről. A negyvenes évek történelmére jellemző, hogy ekkor már ez a kolléga is Pozsonyban dolgozott.

Ettől az időszaktól kezdve Imre meglehetősen rossz közlési politikát követett, kutatási eredményeit nem nagyhirű tudományos folyóiratokban, hanem helyi jelentőségű nyomtatványokban (pl. Acta Bolyaiana) jelentette meg.²⁴⁻²⁸ Ezt valószínűleg a politikai helyzet okozta.

Ekkor már teljesen önálló útra lépett a korábbi Hahn-iskolához képest, amelyet tudományos önéletrajzában Hahn is megjegyez.³ A kolozsvári években írott első dolgozata a Paneth-féle felület-meghatározás kritikájáról szólt.^{23,24}

A korábbi budapesti és a kolozsvári eredmények elvezették Imre Lajost a kolloidok stabilitásának, majd ezen keresztül a szilárd/folyadék határfelület elektromos tulajdonságainak értelmezéséhez. Megállapította, hogy igen híg oldatokban az anion és a kation aszimmetrikusan adszorbeálódik, ami potenciál-különbséget okoz.²⁴⁻²⁸

3.4. Debrecenben

Munkatársak nem jöttek vele Kolozsvárról, Debrecenben nála 20-30 évvel fiatalabb emberek várták. Sajnos a középnemzedék hiányzott. Így igen nagy volt a távolság Professor Úr és munkatársai között. A környező világ sem kedvezett a nyugodt alkotó légkörnek. A kutatásokat teljesen újonnan kellett indítani. Ugyanakkor a nukleáris kutatások a negyvenes évek végén, ill. az ötvenes évek elején világszerte igen elterjedté váltak és igen gyorsan fejlődtek. Hevesy ekkor már megkapta a Nobel-díjat, atomreaktorok működtek, megtörténtek a hadászati célú kísérleti atomrobbantások.

Imre Lajos Debrecenben töltött évei jelentették életének leghosszabb periódusát, mintegy 25 évet, itt adta ki legtöbb dolgozatát, és itt foglalkozott a legtöbb témával. Magyarországon elsőként alkalmazta az irreverzibilis és statisztikus termodinamikát határfelületi folyamatokra,²⁹ amelyről 1950-ben a Magyar Tudományos Akadémián tartott előadást. Ez tekinthető a debreceni korszak első tudományos megnyilvánulásának. Debrecenben megnövekedett munkatársainak száma, így kiterjeszthette kutatásait.

Ezeket a következő csoportokba lehet sorolni:

- a heteropoláros ionkristályok határfelületi folyamatainak alapelvi vizsgálata,²⁹⁻³⁸
- az elegykristályképződés termodinamikája³⁹⁻⁴²
- hordozómentes radioaktív izotópok keverék-adszorpciójának leírása,⁴³⁻⁴⁶
- hordozómentes radioaktív izotópok elektrokémiai leválasztása,⁴⁷⁻⁵⁰
- a galvanikus korrózió értelmezése,⁵¹⁻⁵⁴
- a felület-meghatározási módszerek továbbfejlesztése,⁵⁵
- a diffúzió vizsgálata,⁵⁶⁻⁵⁷
- a ²¹⁰Pb atommag felezési idejének meghatározása,⁵⁸⁻⁶⁰
- a kromatográfia kinetikájának vizsgálata⁶¹
- az ioncserélő gyanták cserefolyamatainak értelmezése.⁶²

A híg oldatokban a heteropoláros kristályokon lejátszódó adszorpciót és cserét egyaránt leírhatónak tartotta a Langmuir-féle izoterma-egyenlettel, ugyanis az oldékonyságra jellemző izoterma-paraméter mindkét esetben azonos. Megállapította, hogy a szokásos adszorpcióra vonatkozó aktív helyek száma (z) lényegesen kisebb, mint a szilárd falban az illető ionokra vonatkozó rácselemek száma (X), azaz a $z/X \ll 1$.

Felismerte, hogy heterogén izotópcseré rendszerekben a cserereakciók hőmérsékletfüggése a Paneth-elv alapján nem értelmezhető. Fontos megállapítása volt, hogy a radioaktív izotópok elektrolitikus leválásánál hasonló paraméterek játszanak szerepet, mint a sók telített oldatokból történő kicsapódásánál. Megmutatta, hogy a z/X faktornak jelentős szerepe van a heterogén reakciók kinetikájában is. Ezzel magyarázható vált a reakciósebesség időbeli változása. Mindezek az eredmények elvezettek ahhoz a feltételezéshez, hogy közvetlenül a szilárd felület közelében ($\sim 10^{-10}$ m) ún. átmeneti réteg alakul ki.

Az átmeneti réteg kialakulása a következőképpen képzelhető el: az oldatból a szilárd felületre törekvő részecske nem egyetlen lépésben veszti el energiáját és kötődik meg a szilárd felület megfelelő aktív helyén, hanem aperiódikus-anharmonikus rezgések sorozatában jön létre a kapcsolat. Ennek az az oka, hogy az illető adszorptívumnak más a rezgési frekvenciája az oldatban, illetve a szilárd felületen. Eközben az oldatból a szilárd fázisba átlépő szolvatált ion fokozatosan veszti el hidrátburkát. A felületközeli rezgések során, az adszorptívum többszöri áthaladása miatt felület közelében megnő az adszorptívum tartózkodási valószínűsége. Ennek következtében a részben dehidratált részecskék koncentrációjának növekedésével kell számolni. Ez a koncentráció-növekedés gátat jelent a felületre való ráhelyeződésben, illetve a visszaoldódásban. Az átmeneti rétegben tehát X/z arányban megnő a koncentráció az oldat belsejéhez viszonyítva. Imre különbséget tett az adszorpciós és a cserereakciók között,³⁷ mivel az utóbbi folyamatnál az átmeneti réteg entrópiája lényegében független a hőmérséklettől.

A határfelületi reakciók kinetikai viselkedését is befolyásolja a félig-meddig dehidratált átmeneti réteg kiépülése. A radioaktív izotópok adszorpciójánál illetve cseréjénél, különösen hordozómentes radioaktív anyagok esetén, stacionárius állapotban többnyire a diffúziós részfolyamat a sebesség-meghatározó lépés. A rendszerben a határfelületi folyamat sebessége $t = 0$ időben a Nernst-

féle heterokinetikai egyenlettel írható le. Amint kiépül az átmeneti réteg, a koncentráció növekedése miatt a folyamat sebessége lecsökken, mégpedig stacionáris állapotban az eredeti sebesség z/X -ed részére.^{30,32,34,35,37}

Az ötvenes évek második felére megszorodott az alkalmazható radioaktív izotópok száma. Ennek következtében Imre Lajos is bővíti a vizsgált rendszerek körét, és bevonja kutatásaiba a fém/elektrolitoldat rendszereket is. Ebben az időben rendkívül divatos téma volt a fém/fémion heterogén izotópcseré rendszerek, valamint a radioaktív ionok nemesfémeken történő adszorpciójának tanulmányozása. Imre nagyon jó érzékkel a heterogén izotópcseré rendszerek közül az Ag/Ag^+ -ion rendszert választotta, mely nagy csereárama miatt „jól tudja az elektrokémiát”.^{33,35}

A határfelületi folyamatok híg oldatokra vonatkozó alapelveit leíró dolgozatok³⁰⁻³⁷ betetőzéseként eljutott a szilárd felületek aktivitási koefficiensének problémáig. Megállapítja, hogy az aktivitási koefficiens ugyancsak az aktív helyek és a teljes felületi részecskék számának hányadosával függ össze.³⁸

Tovább folytatta kedves témáját, az elegykristály-képződés termodinamikai tanulmányozását. Kezdetben a két elméleti kép, a Henderson–Kracek-féle lineáris összefüggés és Doerner–Hoskins-féle logaritmikus összefüggés között kereste a kapcsolatot.³⁹⁻⁴² Megállapította, hogy a Doerner–Hoskins-féle logaritmikus törvény érvényesülésénél nincs teljes termodinamikai egyensúly. Az irreverzibilis termodinamika elveire támaszkodva kimutatta, hogy a határfelületi egyensúlyok összessége a radioaktív mikrokomponenseket tartalmazó elegykristályok végső összetételét is meghatározza. Ez a megállapítás mindkét típusú, a lineáris és a logaritmikus eloszlású, elegykristályra egyaránt érvényes.

Az egyre bővülő eredmények rámutattak arra, hogy a radioaktív izotópok híg oldataiból történő adszorpciója nem írható le egyetlen komponensre figyelembe vevő Langmuir-féle izotermával. Ezért figyelme a keverék-adszorpció felé fordult. Az átmeneti réteg elmélet alapján kimutatta, hogy az adszorpció aktív helyek száma a különböző adszorptívumok, ill. koncentráció viszonyoknál eltérő lehet. Ez a megállapítás ellentétes a keverék-adszorpcióra kifejlesztett Langmuir-hipotézisen alapuló elvekkel.⁴³⁻⁴⁶

Másik kutatási területe a hordozómentes radioaktív izotópok elektrokémiája. Abból indul ki, hogy híg oldatokban az elektrolitikus leválás sebességét a határfelületi átmeneti réteg befolyásolja.⁴⁷ Ez annak felismeréséhez vezet, hogy a hordozómentes izotópok elválasztásának hatékonyságát aszimmetrikus elektródrendszer alkalmazásával növelni lehet.⁴⁸ Világossá válik, hogy a platinaelektrod felületén történő leválásnál cserereakcióval is számolni kell, mivel a leválás a legegyszerűbb esetben is hidroxóniumionokból álló monoionos rétegen vagy monomolekulás oxidrétegen történik.⁵⁰ Ezeknek a kutatásoknak az eredményeit a radioaktív izotópok termelésének szolgálatába állította.^{49,63}

Korróziókinetikai vizsgálatai kolozsvári kutatásaiban gyökereznek.²⁴⁻²⁸ Megállapítja, hogy híg oldatokban a Nernst-féle elektródpotenciál formula érvényét veszti, mivel a redukált forma aktivitási koefficiens nem egységnyi; a kis

anyagmennyiség miatt nincs teljes felületi borítottság. Imre szerint a felületi aktivitás számításánál ismét az aktív helyek és a teljes felület arányát kell figyelembe venni.⁵¹⁻⁵⁴

Újra elővette a felület meghatározásának problémáját.^{55,64} Különböző szemcseméretű Pt-porok felületét mérte $^{212}\text{Pb(II)}$ -ion adszorpciója alapján. A korábban közölt felület-meghatározáshoz képest a módszer egyszerűbb volt, ugyanis nem az aktív helyek hőmérsékleti gradiense alapján számolta a felület nagyságát, hanem a kinetikai görbéből meghatározta a z/X értékét egy adott hőmérsékleten, majd ugyanolyan körülmények között adszorpció izotermát vett fel, és ebből számította az aktuális adszorpció aktív helyek számát (z).

Igen sajnálatos, hogy ez volt az utolsó olyan dolgozata, melyet nemzetközi folyóiratban jelentetett meg, majd megszakadt kapcsolata a nemzetközi tudományos közvéleménnyel. Ennek következménye, hogy bár elsők között alkalmazta az irreverzibilis termodinamikát a határfelületi jelenségekre, ez nem ment át a köztudatba.

Imre Lajos vizsgálta a heterogén rendszerekben történő anyagtranszportot a fémek tömbfázisában, ill. a felületi atomrétegekben. Ennek kapcsán tanulmányozta a *pszeudodiffúziót*,⁵⁶ a gázdifúziót⁵⁷ és egy kromatográfiai problémát.⁶¹

A *pszeudodiffúzió*nak fémekben történő tanulmányozása⁵⁶ lényegében a korróziós kutatásokat segítette volna elő. Ilyen vizsgálatokat az Ag/Ag^+ -ion rendszerben végzett. Ezen kutatások fontos elméleti problémát kívántak tisztázni, nevezetesen azt, hogy az átmeneti réteg szabadentalpiáját milyen mértékben befolyásolja a határfelületi folyamatra jellemző fázistérfojtat nagysága.

Vizsgálta ^{222}Rn gáz diffúzióját homokban és bentonitban. Ez utóbbi kutatás részben a neutronok diffúziójának tanulmányozását készítette volna elő, de ennél közelebbi cél volt annak megállapítása, hogy a gázok adszorpciójánál is számolni kell-e az átmeneti rétegekkel.

Az ötvenes évek elején a szerves kémiai elválasztásoknál kiterjedten alkalmazták a kromatográfias eljárást. Úgy tűnt, hogy ez a módszer az egyre szélesebb körű radioaktív izotóptermelésnél is alkalmazásra kerülhet. Mivel a kromatográfia esetében is határfelületi folyamatok játszódnak le, így azt alapvető szempontból vizsgálta.⁶¹ A híg oldatokra vonatkozó adszorpció és ioncsere kinetika alapegyenleteit alkalmazta a kromatográfias oszlopból és a rajta átfolyó oldatból álló rendszerre. A kromatográfias elválasztás széleskörű radiokémiai alkalmazására végül is abban az időben nem nagyon került sor, így a témának sem volt különösebb folytatása.

Az eddig bemutatott kutatási területek mind a határfelületi folyamatok termodinamikájának, illetve kinetikájának radioaktív nyomjelzéssel történő vizsgálatáról szóltak. Meg kell azonban emlékezni még néhány fontos magkémiai alap- és gyakorlati kutatásról.

Már említettük a Th-227 (radioaktínium) bomlásebességi állandójának meghatározását.⁶⁷ A ^{210}Pb -izotóp felezési idejének meghatározása^{58-60,65,66} tekinthető e témakörben

megjelent másik eredményének. Imre Lajos 1,85 GBq aktivitású emanáló rádiumpreparátumot készített az ötvenes évek elején. Ebből 20 éven keresztül rendszeresen leválasztotta a ^{222}Rn -t, hermetikusan lezárta, és azonnal megmérte a leválasztott ^{222}Rn mennyiségét. Majd kb. 20 év múlva egyszerre felbontotta ezeket a preparátumokat, melyek ekkor már csak ^{210}Pb -t, ^{210}Bi -t és ^{210}Po -t tartalmaztak. Kioldotta a radioaktív anyagot, majd abszolút b- és a-méréssel meghatározta a ^{210}Bi - és ^{210}Po -izotópok mennyiségét. Az így nyert adatokból kiszámította az ^{210}Pb mennyiségét, ezekből pedig a bomlás sebességi állandóját ($9,921 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$, $t_{1/2} = 22,14 \text{ év} \pm 2 \%$). Ez az adat szintén közel áll a ma elfogadott értékhez: 22,3 év). Sajnos ez a meghatározása sem megfelelő szakfolyóiratban jelent meg.

Az 1940-es évek végén az izomer atommagok problémájával foglalkozott. Adszorpción és ioncserén alapuló kémiai eljárást dolgozott ki a különböző energiaállapotú magizomerek szétválasztására.^{67,68} Megállapította, hogy a $^{234\text{m}}\text{Pa}$ (UX₂) és a ^{234}Pa (UZ) atommagok izomériája nem mutatható ki, vagyis Imre szerint az UZ nem létezik.

Az ötvenes évek végén és a hatvanas évek elején részt vett a magyarországi izotóptermeles irányításában. Ez a munka a gyakorlati felhasználáson túl elméleti eredményeket is hozott. Az izotóptermeles során Imre Lajos felhasználta korábbi határfelületi reakciókra vonatkozó elméleti eredményeit.^{63,69,70} Az elektrokémiával kapcsolatos eredmények felhasználása az izotóp-elválasztás terén szabadalmaztatásra került.

Imre Lajos foglalkozott a gyógyvizek radon-tartalmának meghatározásával,⁷¹ illetve a radioaktivitással kapcsolatos középiskolai kísérletek bemutatásával is.⁷² Szabadalmaztatott eljárást dolgozott ki „*Eljárás és készülék a rádiumemanációnak (radonnak) folyadékokban való elnyelésére és az adszorbeált állapotban való pontos adagolására*” címmel.

4. Az oktató

Imre Lajos munkássága teljes idejét egyetemen töltötte, így elengedhetetlen, hogy tudományos munkássága mellett oktatói habitusáról is megemlékezzünk. Gondolkodására erősen rányomta bélyegét saját egyetemi képzése. Matematika-fizika szakos tanárként kezdte első két egyetemi évét, és csak harmadéves korában vette hozzá a kémiát. Ez a képzési sorrend olyan irányt adott oktatásának, kutatásának, hogy csak a szigorú precizitást és a kémiai jelenségek matematikai leírását tudta elfogadni és magáévá tenni. Békésy György Nobel-díjas fizikusunk a kémiai stúdiumokkal kezdte tanulmányait és életéről való beszámolójában ennek hátrányáról beszél. Budapesten a Radiológiai Intézetben természetesen a radioaktivitás oktatása volt a feladata. Weszelszky Gyula egyik felterjesztésében az írja, hogy Imre Lajos „érdemei igen nagyok a gyakorlatokhoz elengedhetlenül szükséges kísérleti eszközök előteremtésében”.

A kolozsvári években széleskörű oktatási tevékenységet folytatott. Megérkezése után megszervezte az Általános

és Fizikai-kémiai Intézetet. Az oktatómunka teljes tárgyi, szellemi és személyi feltételeinek megteremtése Imre professzor munkáját igényelte. A létrehozott intézetet a háború viharai tönkretették, ezért 1947-ben ezt a munkát újra kellett kezdeni, csak éppen sokkal nehezebb feltételek mellett, mint először. Emellett Imre nagy óraszámokban oktatott általános kémiát, fizikai kémiát, áruismereteket, mechanikai és kémiai technológiát. Továbbképzéseket vezetett üzemi vegyészeknek, ismeretterjesztő előadásokat tartott, doktori munkákat irányított és tankönyveket írt.⁷³⁻⁷⁶ Megjelent a Sugárzó atommagok,⁷⁴ Anyag és kultúra, a bölcsék követőitől az atombombáig⁷⁵ c. kötete, valamint a Bevezetés az általános kémiába⁷⁶ című egyetemi tankönyve.

1949-ben Debrecenben ismét szembe került azzal a feladattal, hogy a semmiből meg kell teremteni a magas szintű képzést.⁷⁷⁻⁸² Előtte a Debreceni Egyetemen nem folyt fizikai-kémiai oktatás. Munkatársai fiatalok voltak, kellő tapasztalat, ismeret hiányában. Laboratóriumi eszközök sem álltak rendelkezésre megfelelő minőségben és mennyiségben. Emellett a kari vezetésben dékáni, dékán-helyettesi feladatot is vállalt. A gazdaságpolitikai helyzet változása miatt 1953-ban az egyetemeken igen jelentős leépítést hajtottak végre az oktatók létszámában és az oktatott szakok számában egyaránt. Ez érintette a Fizikai-kémiai Intézetet is. Mindössze öt oktató maradt, akik közül az egyik tragikus körülmények között meghalt, egy másik elment az iparba dolgozni. 1957-től újraindultak a korábban megszüntetett szakok, köztük a vegyész szak is. Imre Lajos számára ez megint azt jelentette, hogy újra új gárdával kellett kezdeni az oktatást és a kutatást. 1960-ban pedig, kutatásainak fontosságát elismerve, felépítették az Izotóp Laboratóriumot,^{83,84} mely az első olyan hely volt az országban, amelyet a tervezés pillanatától kezdve radioaktív munkahellyé alakítottak. A kialakítási munkák szakmai irányítása és a tudományos munka elindítása az új laboratóriumban megint csak órá várta. Emellett magas szintű előadásokat tartott és a számonkérésnél hasonlóan magas szintet követelt. Az egyetemi hallgatók számára radiokémia speciális előadást tartott, amely a széleskörű érdeklődés hatására posztgraduális képzéssé alakult, anyaga három félévnyire duzzadt.⁸⁵⁻⁸⁷ Az Országos Atomenergia Bizottság szervezésében ezt az anyagot Budapesten is oktatta. Az oktatáshoz igénybe vette az akkori legfejlettebb technikai eszközöket, magnetofont, diavetítőt használt.

A kiterjedt szervezési és oktatómunka természetesen rányomta bélyegét a publikálásra: a kolozsvári évek alatt megjelent tankönyvekkel és ismeretterjesztő művekkel szemben Debrecenben csak ideérkezése után mintegy tíz évvel írta az első jegyzetet.⁸⁵⁻⁸⁷ A hatvanas évek végén jelentette meg négykötetes fizikai kémia jegyzetét.⁸⁸⁻⁹¹ Ebben következetesen alkalmazta a fizikai kémia matematikai alapon történő kezelésének elvét, amelyet egyetemi előadásain is követett. Sajnálatos, hogy élete utolsó évében írt radiokémia könyve kéziratának sorsa jelen dolgozat szerzői számára ismeretlen.

A dolgozatban nem szereplő, de Imre Lajos munkásságához tartozó egyéb közleményeket az Irodalomjegyzékben szintén felsoroljuk.⁹²⁻¹⁰²

5. Imre Lajos, az ember

Már korábban is említettük, hogy Imre Lajos matematika-fizika szakon kezdte tanulmányait, kutatásaiban és az oktatásban mindig ragaszkodott a szigorú matematikai pontossághoz. Ezt a vegyész kollégák és a hallgatók gyakran nehezen tudták követni, ami időnként rányomta a bélyegét emberi kapcsolataira is. Alapvetően zárkózott ember volt, csak hosszabb idő után került közvetlenebb kapcsolatba munkatársaival. Követlenebb beszélgetésekre általában az esti órákban került sor. Ő vezette be a kávézás szokását az izotóplaboratóriumban, ahol leginkább csak hallgatója volt a beszélgetéseknek. Érdekes azonban, hogy mint több nyelvet jól beszélő ember, rendszeresen hallgatta a nyugati rádiók adásait, és az ott elhangzott politikai információkról rendszeresen beszélt. Így hallottunk például nagyon hamar Hruscsovna az ENSZ-beli ma már jól ismert kirohanásáról. A politikai légkör az izotóplaboratóriumban rendkívül szabad volt; dicséretére legyen mondva a laboratórium akkori munkatársainak, beleértve az egyetemi hallgatókat is, hogy ebből soha senkinek semmi baja nem származott. Ilyenkor osztotta ki a hivatalos levelek megválaszolásának feladatát a fiatal munkatársaknak, akik, tapasztalatlanáguk okán, sokszor nem éppen adekvát válaszokat adtak. Ezeket aláírta, továbbította, néha annyit jegyzet meg utólag, hogy „már megint annyi marhaságot írtak, úgy letolt a rektor úr...”; a dolog ezzel el is volt intézve. Hasonló mentalitást mutatott az a szokása, hogy bár mindennap megvitatta az aktuális feladatokat kollégáival, azokkal, akik nem dolgoztak kellő odaadással, egyáltalán nem beszélt a tudományos munkáról, de rosszállását sem fejezte ki.

Érdekes módon, ünnepek előtt a tudományos feladatok valahogy mindig nagyon megszorodtak. Ennek bizonyára az volt az oka, hogy Imre professzor életének nagy részét magányosan töltötte, csak idősebb korában élt vele az unokahúga. Az ünnepek ezért megpróbáltatást jelenthettek számára, ezért igyekezett az egyedül töltött órák számát lehetőség szerint csökkenteni. Ugyanakkor nagyon bensőséges kapcsolatban volt öccsével és annak családjával.

A formális összejöveteleket nem kedvelte, azonban évente egyszer a tanszék valamennyi munkatársát vendégül látta. Ilyen alkalmakkor hódolt egyik kedvenc elfoglaltságának, a zenélésnek is. A komolyzenét rendkívül szerette, ő maga vonós hangszeren (hegedűn, brácsán) játszott saját örömeire. Időnként különböző kamaraegyüttesekben zenélt, amelyekben például professzortársai, de diákok is részt vettek. Egy egyetemi ünnepélyen egy negyventagú szimfonikus zenekart is vezényelt.

Imre professzor vizsgáiról ma is legendák keringenek: szigorúságáról, de időnként megnyilvánuló emberi „gyengességéről-nagyságáról” szólnak. Ezek egy része biztosan nem történt meg, de a történetek mind tükrözik személyiségének lényegét, úgyhogy akár megtörténtnek is tekinthetjük őket.

Hivatkozások

1. Stubnya Gy, Árvayiné Kucsera J. (szerk): *Imre Lajos, 1900-1974*, A magyar tudomány és technikai nagyjai CD-sorozat, BME OMIKK: Budapest, 2004, ISBN 963593460-2 ISSN 1586-7609.

2. Oravec I. *Kaliforniai fűrj*, Jelenkor Kiadó: Pécs, 2013.
3. Hahn, O. *Vom Radiothor zur Uranspaltung*, Friedr. Vieweg&Sohn: Braunschweig, 1962.
4. Imre, L. *Z. Anorg. Allg. Chem.* 1927, 164, 214-218.
5. Imre, L. *Z. Anorg. Allg. Chem.* 1927, 166, 1-15.
6. Imre, L. *Magyar Kémiai Folyóirat* 1928, 34, 49-56.
7. Imre, L., Weszelszky, Gy. *Z. Anorg. Allg. Chem.* 1928, 175, 141.
8. Imre, L., Hahn, O.: *Z. Phys. Chem. A.* 1929, 144, 161-186.
9. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1930, 146, 41-62.
10. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1931, 153, 127-142.
11. Imre, L. *Z. Angewandte Chem.* 1930, 43, 875-877.
12. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1931, 153, 262-286.
13. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1933, 164, 327-342.
14. Imre, L. *Z. Elektrochem.* 1932, 38, 535-543.
15. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1933, 164, 343-363.
16. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1933, 164, 364-376.
17. Imre, L. *Z. Phys. Chem. A.* 1934, 171, 239-256.
18. Imre, L. *T. Faraday Soc.* 1937, 33, 571-583.
19. Imre, L. *T. Faraday Soc.* 1939, 35, 751-758.
20. Imre, L. *Kolloid Z.* 1939, 87, 12-21.
21. Imre, L. *Kolloid Z.* 1940, 91, 32-39.
22. Imre, L. *Kolloid Z.* 1942, 99, 147-157.
23. Imre, L. *Kolloid Z.* 1944, 106, 39-46.
24. Imre, L. *Múzeumi füzetek* 1943, 1, 302-312.
25. Imre, L.; Sarusi, F. *Acta Bolyaiana* 1946, 1, 15-27.
26. Imre, L. *Acta Bolyaiana* 1948, 2, 17-30.
27. Imre, L.; Szabó, Á. *Acta Bolyaiana* 1948, 2, 31-32.
28. Imre, L.; Szabó, Á. *Studii so cercetari stiintifice* 1953, 4, 155-161.
29. Imre, L. *Akadémiai Értesítő* 1950, 57, 40.
30. Imre, L. *Kolloid Z.* 1953, 131, 21-38.
31. Imre, L. *Kolloid Z.* 1954, 135, 161-176.
32. Imre, L. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1954, 1, 163-186.
33. Imre, L. *Kolloid Z.* 1957, 154, 119-130.
34. Imre, L. *Magyar Kémiai Folyóirat* 1958, 64, 260-262.
35. Imre, L. *Kolloid Z.* 1959, 166, 122-135.
36. Imre, L. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1958, 4, 137-145.
37. Imre, L.; Nagy, J. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1965, 10, 5-49.
38. Imre, L. *Acta Physica et Chimica Debrecina* 1971, 17, 119-140.
39. Imre, L. *Előadás a Magyar Tudományos Akadémián*, 1955.
40. Imre, L.; Bartha, L. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1956, 3, 63-78.
41. Imre, L.; Tóth, B. *Acta Physica et Chimica Debrecina* 1969-70, 15-16, 127-147.
42. Imre, L. *Kémiai Közlemények* 1971, 35, 33-67.
43. Imre, L. *Acta Physica et Chimica Debrecina* 1963, 9, 29-40.
44. Imre, L.; Nagy, J. *Proc. Conf. Aspects of Phys. Chem.* Budapest, 1966, 645.
45. Imre, L. *Proc. Conf. Aspects of Phys. Chem.* Budapest, 1966, Plenary Lecture
46. Imre, L. *Kémiai Közlemények* 1968, 29, 217-243.
47. Imre, L.; Fejes, G. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1955, 2, 176-188.
48. Imre, L.; Fejes, G. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1961, 7, 71-83.
49. Imre, L.; Csongor, J. *Acta Physica et Chimica Debrecina* 1963, 9, 41-51.
50. Imre, L.; Fejes, G. *Acta Physica et Chimica Debrecina* 1967, 13, 41-66.
51. Imre, L.; Tóth, G. *Acta Universitatis Debreceniensis* 1958, 5, 207-216.
52. Imre, L.; Kónya, J. *Proc. Conf. on some Aspects of Physical Chemistry*, Budapest, 1966, 149-161.
53. Imre, L.; Kónya, J. *Acta Chimica Academiae Scientiarum Hungaricae* 1967, 53, 219-240.
54. Kónya J.; Imre L. *Magyar Kémikusok Lapja* 1971, 26, 313-319.

55. Imre, L.; Nagy, J. *Kolloid Z.* **1962**, *183*, 134-141.
56. Imre, L. *Acta Universitatis Debreceniensis* **1965**, *11*, 47-78.
57. Imre, L.; Kónya, J., Imre, J. *Acta Physica et Chimica Debrecina*, **1963**, *9*, 17-28.
58. Imre, L.; Fábry, Gy.; Dézsi, I. *MTA KFKI Közlemények* **1961**, *9*, 233-250.
59. Imre, L.; Fábry, Gy.; Dézsi, I. *MTA Kémiai Osztályának Közleményei* **1963**, *19*, 1-24.
60. Imre, L.; Fábry, Gy. *Acta Chimica Academiae Scientiarum Hungaricae* **1966**, *50*, 245-261.
61. Imre, L.; Nagy, J. *Acta Universitatis Debreceniensis* **1955**, *2*, 167-175.
62. Imre, L.; Mádi, I. *Acta Universitatis Debreceniensis* **1960**, *6*, 79-88.
63. Imre, L. *MTA KFKI Közlemények*, **1959**, *7*, 3-22.
64. Kónya, J.; Imre, L. *Magkémiai Szimpózium*, Debrecen, **1980**, 126.
65. Imre, L.; Nagy, J. *Acta Physica et Chimica Debrecina* **1976**, *20*, 99.
66. Imre, L.; Nagy, J., Bolyós, A. *Mezsdunarodnij Szimpozium SzEV* **1979**, *8/2*.
67. Imre, L. *MTA Matematikai és Természettudományi Értesítő* **1940**, *59*, 480-499.
68. Imre, L. *Naturwissenschaften* **1940**, *28*, 158.
69. Imre, L. *MTA KFKI Közlemények* **1958**, *6*, 530.
70. Imre, L.; Tóth, B. *Magyar Kémiai Folyóirat* **1958**, *64*, 266-267.
71. Imre, L. *Orvostudományi Közlemények* **1941**, *2*, 268-270.
72. Imre, L. *Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok* **1937**, *8*, 1.
73. Imre, L. *In Fizikai-kémiai praktikum*; Prosz, J.; Erdy-Grúz, T. Sopron, **1941**, 371-401.
74. Imre, L. *Sugárzó atommagok*. Minerva:Kolozsvár, **1946**.
75. Imre, L. *Anyag és kultúra. A bölcsek követőitől az atombombáig*, Józsa Béla, Athenaeum: Kolozsvár, **1947**.
76. Imre, L. *Bevezetés az általános kémiába*, Kolozsvár, **1948**.
77. Imre, L. *Fiziko-kémia*, Jegyzetkészítő Iroda: Debrecen, **1950**.
78. Imre, L. *Kolloidika*, Jegyzetkészítő Iroda: Debrecen, **1950**.
79. Imre, L. *Fiziko-kémia*, Jegyzetkészítő Iroda: Debrecen, **1951**.
80. Imre, L. *Kolloidika*, Jegyzetkészítő Iroda: Debrecen, **1951**.
81. Imre, L. *Fizikai Kémia, Debreceni Tudományegyetem Fizikai-Kémiai Intézet jegyzete. 1951/52. tanév 2. félév*. Tankönyvkiadó Jegyzet-sokszorosító: Debrecen, **1952**.
82. Imre, L. *Fizikai Kémia, Debreceni Tudományegyetem Fizikai-Kémiai Intézet jegyzete. 1952/53. tanév 1/2. félév*. Közoktatásügyi Jegyzet-ellátó: Budapest, **1952**.
83. Imre, L.; Nagy, J. *Magyar Kémikusok Lapja* **1963**, *19*, 141-147.
84. Imre, L.; Nagy, J. *Magyar Kémikusok Lapja* **1964**, *19*, 185-188.
85. Imre, L. *Izotópia. I-II.* Országos Atomenergetikai Bizottság, Atomtechnikai Tanfolyam: Budapest, **1961**.
86. Imre, L. *Radioaktív nyomjelzős módszerek elvi alapjai*. Országos Atomenergetikai Bizottság, Atomtechnikai Tanfolyam, Budapest, **1961**.
87. Imre, L. *Radioaktív nyomjelzős módszerek elvi alapjai*. Országos Atomenergetikai Bizottság, Atomtechnikai Tanfolyam: Budapest, **1962**.
88. Imre, L. *Fizikai-kémia I. rész. Kémiai termodinamika*, Tankönyvkiadó: Budapest, **1968**.
89. Imre, L. *Fizikai-kémia II. rész. Elektrokémia*, Tankönyvkiadó: Budapest, **1968**.
90. Imre, L. *Fizikai-kémia III. rész. Reakciókinetika*, Tankönyvkiadó: Budapest, **1969**.
91. Imre, L. *Fizikai-kémia IV. rész. Atom- és molekulaszervezetan*, Tankönyvkiadó: Budapest, **1969**.
92. Imre, L. *Z. Phys. Chem.* **1936**, *177*, 409-426.
93. Imre, L. *Compt. Rend. Congr. Internat. Stat-baln.* **1937**, 178.
94. Imre, L. *Szabadalmi Közöny*, **1938**, 3723.
95. Imre, L. *Weszelszky Gyula dr. 1872-1940*. A Kis Akadémia negyvenkét esztendeje az ezredik előadásig. 1899-194: Budapest, **1941**, 478-481.
96. Imre, L. *Emlékezés Weszelszky Gyuláról*. A Kis Akadémia negyvenkét esztendeje az ezredik előadásig. 1899-1941: Budapest, **1941**, 568-572.
97. *Termodinamika*. Imre Lajos előadásai és útmutatásai alapján összeállította Paulini Rudolf: Cluj-Napoca, **1944**. (Kézirat)
98. Imre, L. *Acta Universitatis Debreceniensis* **1954**, *1*, 154-162.
99. Imre, L. *Acta Universitatis Debreceniensis*, **1957**, *6*, 137-144.
100. Imre, L. *Acta Universitatis Debreceniensis* **1959/60**, *6*, 79-88.
101. Imre, L.; Kincses, I.; Szalay, T.; Kocsis, S.; Nagy, I. Patent HU 157 007, **1965**
102. Kónya, J.; Imre, L. *Acta Physica et Chimica Debrecina*, **1974**, *XIX*, 151-163.

“Find a master having light spirit, great knowledge and good heart”

This paper is devoted to the 40th anniversary of Professor Lajos Imre's death. His life, scientific and educational work as well as some aspects of his personal character is evoked.