

Springfield

Tar Ildikó

BUZÁGH ALADÁR



Akadémiai Kiadó, Budapest

TAR ILDIKÓ
BUZÁGH ALADÁR

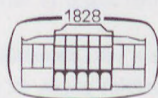
✓ 98181
TAR ILDIKÓ

BUZÁGH ALADÁR

MTAK 0



00039 36600 9



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

508911

LEKTORÁLTA
DR. ZRÍNYI MIKLÓS

IRÁNYTÁJ
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

ISBN 963 05 6868 3

Kiadja az Akadémiai Kiadó
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 19–35.

Első magyar nyelvű kiadás: 1995

© Akadémiai Kiadó, 1995 • Tar Ildikó

A kiadásért felelős
az Akadémiai Kiadó és Nyomda igazgatója

A nyomdai munkálatokat
az Akadémiai Kiadó és Nyomda végezte

Felelős vezető: Zöld Ferenc
Budapest, 1995

Felelős szerkesztő: Bojtár Anna

Műszaki szerkesztő: Agócs András

Kiadványszám: 1–95–13

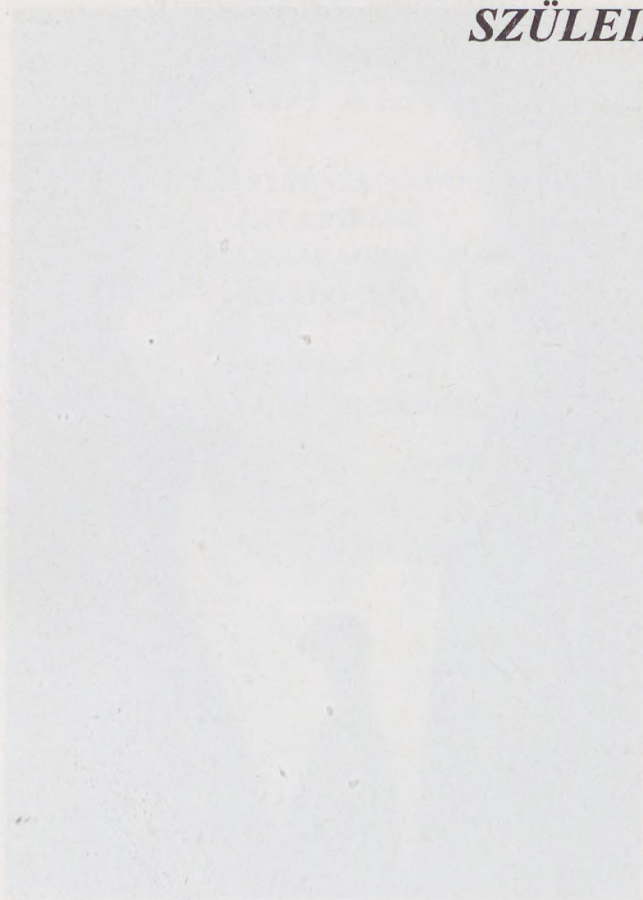
Megjelent 10.01 /A/5/ ív terjedelemben

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás, a rádió-
és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

Printed in Hungary

M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVTÁRA
Könyvtár 5538/19 95

SZÜLEIMNEK



REVIZOR HUNGARY
1991-1992



BUZÁGH ALADÁR
1895–1962

MESTEREINK MESTERE

BUZÁGH ALADÁR

**EMLÉKEZETÉNEK AJÁNLJÁK
EZT AZ ÍRÁST
SZÜLETÉSÉNEK SZÁZADIK ÉVFORDULÓJA
ALKALMÁBÓL**

**TISZTELETTEL:
A MA KOLLOIDIKUSAI**

TARTALOM

Előszó	11
A kolloidika fejlődésének fontosabb történelmi adatai	13
Buzágh Aladár életútja	59
Melléklet	71
Buzágh tanár úrra emlékezünk	77
Buzágh Aladár tudományos munkásságának összesítő jegyzéke	85
A magyarországi kolloidika oktatás története a kezdetektől napjainkig	97
Zárszó	109
A könyv kiadását támogatták	111
Képjegyzék	113

ELŐSZÓ

Szokás a könyvnek szövege elé bevezetést illeszteni. Úgy döntöttem, hogy erre a célra *Buzágh Aladár* saját írását használom fel, melyet élete összesítő munkája, a háromkötetesnek tervezett, 1946-ban indult KOLLOIDIKA a kolloidkémia és a kolloidfizika kézikönyve I. kötete I. részének szánt. Ez pedig a következő:

A KOLLOIDIKA FEJLŐDÉSÉNEK FONTOSABB TÖRTÉNELMI ADATAI.

Lebilincselő olvasmány. Fogadják szívesen!

A szerző

A KOLLOIDIKA FEJLŐDÉSÉNEK FONTOSABB TÖRTÉNELMI ADATAI

1. A GRAHAM ELŐTTI IDŐSZAK

A *kolloidika*, vagyis a kolloidkémia és a kolloidfizika mint önálló tudomány alapjait *Thomas Graham* vetette meg a XIX. század közepén. Vízben oldható anyagok diffúziójára vonatkozó vizsgálataiból azt az elvi jelentőségű következtetést vonta le, hogy az anyagok diffúzióképességük alapján két csoportba oszthatók: az egyik csoportba tartoznak azok, melyeknek diffúzióképessége elenyészően kicsi. Mivel ez utóbbiak prototípusa az enyv (Κολλα), enyvszerű anyagoknak, kolloidoknak nevezte el őket. A kolloidokkal szembeállította a *krisztalloidokat*, vagyis a kristályosodásra képes anyagokat, mivel a nagy diffúziósebességű anyagoknak a kristályosodásra képes anyagokat találta.

Igaz ugyan, hogy *Graham* volt az első, aki a kolloid jelenségekre és a kolloid sajátságokra céltudatosan hívta fel a szakkörök figyelmét, ebből azonban nem következik az, hogy ezek régebben teljesen ismeretlenek lettek volna. A kolloidika tárgykörébe tartozó jelenségek és sajátságok között sok olyat találunk, amelyről már az alchimisták is tudtak és amelyet később – mindenesetre még a XVIII. században és a XIX. század elején – egy-egy kémikus és fizikus teljes szabadsággal le is írt. Az alchimisták és a későbbi iatrokémikusok sokat kísérletezgettek az élők szerveiből kivont nedvekkel, oldatokkal, vagyis tipikus kolloid anyagokkal, s így szükségszerűen sok olyan tapasztalatra és felfedezésre tettek szert, mely ma is helytálló. Kedvelt kísérleti anyaguk volt többek között a kovássavkocsonya is, s erről *Goethe* is megemlékezik „*Dichtung und Wahrheit*” című művében. *Theophrastus Paracelsus* és *Basilius Valentinus* részletesen leírja az „aurum potable” nevű, szintén az alchimisták által készített „tinktúrát”, mely nem más mint redukáló hatású éterikus olajokat tartalmazó aranykészítmény, tehát az arany kolloidoldata.

Graham előtt időbeli sorrendben a következő, a mai kolloidika tárgykörébe vágó közlemények jelentek meg:

1749-ben

Juncker, Johann (Conspectus Chemiae.) Az arany kolloidoldatának képződésével foglalkozó legelső tudományos munka. A szerző leírja, hogy „ha egy csepp aranyoldatot oly nagymennyiségű vízzel elegyítünk, amelyben az aranyat sem látni, sem ízlelni nem lehet, a víz egyetlen csepp önoldattól mégis minden részében vörösre festődik. Ez világosan bizonyítja, mily rendkívülien kicsik lehetnek benne a részecskék”.

1774-ben

Marcquer (Dictionnaire de Chymie) leírja a „l'or potable” nevű, kolloid aranyat tartalmazó készítmény készítési módját, s megjegyzi, hogy az ún. aranytinktúrák nem igazi tinktúrák (oldatok), de mégis „ihatók” (folyékonyak), mert bennük az arany igen finom eloszlásban van jelen.

1785-ben

Heyer. (Crell's chem. Ann. 1785. II. 227, 493.) Első megfigyelések a fémszulfidok kolloidoldatainak képződésére vonatkozóan.

1791-ben

Lowitz felfedezi az adszorpciót. (L. Wilh. Ostwald, Lehrbuch d. allg. Chem. Leipzig, 1890.)

1794-ben

Fulhame hidrogénnek, éteres foszforoldatnak, kénhidrogénnek, foszforhidrogénnek, kéndioxidnak selyemszövettel felitatott féműkre kifejtett redukáló hatását vizsgálja. Aranyos esetében biborszínű festőhatást ér el. Szabatosan kifejti, hogy amidőn az aranyklorid oldattal átitatott selyem fény hatására megszíneződik, tulajdonképpen vízbontás megy végbe, és a felszabaduló hidrogén fejt ki redukáló hatást. (An Essai on Combustion etc. London, Johnson, Robinson, Codell, 1794.)

1798-ban

Berthollet munkájában található az első adatok arra vonatkozólag, hogy a kénhidrogén vizes oldatának oxidációja következtében tejszerű oldat keletkezik. (Ann. de chimie 25, 233 [1798].)

1803-ban

Priestley megfigyeléseket tesz a fémszolgoknak elektrolitikus redukciója útján való képződésére vonatkozólag. (Ann. d. Physik 12, 466 [1803].)

1804-ben

Ritter J. W. a galvánelemekre vonatkozó vizsgálataival kapcsolatosan ugyan-
csak megállapítja a redukció folytán történő fémkiválást és oldódást. (Journ. d.
Chimie 3, 561 [1804].)

1806-ban

Brugnatelli L. dolgozataiban szintén található több utalás a fémszolgoknak
elektrolízises redukció útján való képződésére. (Journ. de Phys. 62, 298 [1806];
Ann. d. Phys. 23, 117 [1806].)

1808-ban

Berzelius I. I. szabatosan írja le a vízben oldott kénhidrogén oxidálódását,
tehát tulajdonképpen a kénszolg képződését. (Lärobok i Kemien, Stockholm, 1808.)

1809-ben

Davy bórsavat káliummal olvasztott össze, az olvadékot vízzel mosva, kolloid
bórolodatot nyert. Az első kémiai diszperziós eljárás. (Phil. trans. 1809, Part. I.
39.)

Reuss felfedezte az elektroozmózis és az elektroforézis jelenségét. (L.
Wiedemann, Elektrizität I. 993, 1893.)

1810-ben

Gay-Lussac első ízben írja le a kolloidoldatok hidrolízis útján történő
képződését. Kísérletei alumíniumacetát hidrolízisére, illetőleg alumíniumoxid
kolloidoldatának képződésére vonatkoznak. (Ann. de Chim. et de Physik 74,
193 [1810].)

Figuir felismerte az állati szén nagy adszorbeáló képességét. (L. Wilh.
Ostwald, Lehrbuch d. allg. Chem. 2. Aufl. I. 1804.)

1811-ben

Oberkampff aranykloridot hidrogénnel és foszforhidrogénnel redukált, és
különféle színű kolloid aranyoldatokat állított elő. (Annales de Chim. 80, 140
[1811].)

1813-ban

Döbereiner leírja, hogy a kénhidrogénes víz levegő hatására különböző
színváltozás közepette a kiválott kéntől tejszerűvé válik, végül iszapos csapadék
válik ki belőle. (Journ. f. Chem. u. Phys. 8, 400 [1813].)

1814-ben

de Saussure végezte az első gázadszorpcióméréseket szilárd adszorbenseken. (Gilb. Ann. 47, 113 [1814].)

1815-ben

Ruhland R. L. megfigyeléseket tesz a galvánelemekben leválott fémcsapadék finoman eloszlott állapotára vonatkozólag. (Schweigg. Journ. f. Chem. u. Phys. 15, 411 [1815].)

1817-ben

Faraday M. az aranyak ammoniumhidroxidban való oldódására vonatkozó vizsgálatait ismertette. (Ann. de Chim. et de Physik. 9, 107 [1817].)

1820-ban

Pelletier J. részletesen beszámol organikus vegyületek aranykloridra kifejtett hatására vonatkozó beható vizsgálatairól. Oxálsavas káliummal zöldszínű aranyoldatot állított elő. (Ann. de Chim. et de Phys. 15, 113 [1820].)

1821-ben

Krüger F. fehérjék és ragasztó anyagok hatását vizsgálta aranykloridra; kékibolya- és vörösszínű aranyoldatot kapott. (Schweigg. Journ. f. Chemie u. Phys. 33, 210 [1821].)

1822-ben

Pfaff C.H. ismerteti, hogy kénhidrogéntartalmú híg aranykloridoldat hidrogéngáz, oxálsav, gubacstinktúra és más szerves anyag hatására megkékül (kék aranyzol). (Schweigg. Journ. f. Chemie u. Phys. 36, 68 [1822].)

1823-ban

Bischoff G. közleményében adatok találhatók a fémszulfidok oldódására vonatkozólag. (Schweigg. Journ. f. Chemie u. Phys. 39, 38 [1823].)

Chevreul alapvető munkája jelent meg, ebben a szerző a szappanok szerkezetével és a duzzadás jelenségével foglalkozik. (Recherches sur les Corps gras d'origine animale. Paris, 1823.)

1824-ben

Berzelius I.I. a bór kolloidoldatát állította elő redukcióval és feloldással, s megállapította, hogy a bór oldódását (peptizálódását) meg lehet akadályozni úgy, hogy a mosóvízben ammóniumkloridot oldunk fel. (Ann. d. Physik u. Chem. 1, 1, 169 [1824].)

1825-ben

Berzelius I.I. előállította a cirkon, a szilícium, a cirkonoxid, a szilíciumdioxid és a molibdénsav kolloidoldatát. (Ann. d. Physik u. Chem. 4, 1, 17, 122, 139 [1825].) Ismerte az óndioxid, a titándioxid, valamint a berlini-kék peptizálódását.

1826-ban

Fischer A. megfigyelte fémek kolloidadatainak képződését más fémekkel történő redukció által. Megállapította, hogy aranyos vizes oldatából ön hatására először arany válik ki, ez ismét feloldódik és *Cassius* bíbora képződik. Hasonló folyamatot észlelt ezüstnitrát és ön kölcsönhatásakor. (Ann. d. Physik u. Chem. 6, 43 [1826].)

1828-ban

Brown H.T. felfedezte a róla elnevezett részecskemozgást. (Pogg. Ann. 14, 294 [1828].)

Rose H. ezüstszolt állított elő ezüstnitrátnak foszforhidrogénnel történő redukciója útján. Megfigyelte a kolloid ezüst peptizálódását. (Ann. d. Physik u. Chem. 14, 183 [1828].)

1830-ban

Graham Th. felfedezte, hogy az állati szén nemcsak festékeket, hanem sokat is adszorbeál. (Pogg. Ann. 19, 139 [1830].)

1831-ben

Berzelius I.I. leírja a vanadiumpentoxid kolloidoldatának képződését. (Ann. d. Physik u. Chem. 22, 1 [1831].)

1832-ben

Döbereiner J.W. előállította a platinataplót. (Ann. d. Pharm. 2, 4 [1832].)

1833-ban

Berzelius I.I. megfigyelte a kolloidosan oldható tellur képződését kálium-tellurit oxidálása alkalmával. (Konigl. Vetensk. Acad. Handl. för 1833. 227.) Részletesen leírja az ún. β -kovasav (kolloid kovasav) előállításmódját pirites kőzetből hidrolízissel. (Lehrbuch der Chemie. 3 Aufl. 2, 122 Dresden 1833.)

1834-ben

Berzelius leírja a kénhidrogénnel leválasztott fémszulfidok (wolfram-, ozmium-, iridium-, és vasszulfid) oldódását (peptizálódását) vízzel történő kimosás alkalmával, továbbá a kovasav oldódását (peptizálódását) alkáli-

hidroxidban. (Lehrbuch der Chemie. 3. Aufl. 3, 126, 209, 222, 439. (Dresden [1834].)

Boettger R. megfigyelte a platina- és az irídiumsulfid oldódását kénhidrogén hatására. (Journ. f. pr. Chemie 4, 267 [1834].)

1835-ben

Frankenheim M.L. adta ki „Die Lehre von der Cohesion” c. alapvető munkáját. (Breslau, 1835.) *Frankenheim* a kolloidkémia történelmében a *Graham* előtti idő legkimagaslóbb egyénisége. Amellett, hogy rendszerezte a korabeli ismereteket, sok új kísérleti megfigyeléssel gyarapította az idevágó szakirodalmat, számos elvi jelentőségű és maradandó megállapítást tett. Így azokat a rendszereket, melyeket ma kolloidoldatoknak nevezünk, kicsi kristályok, vagy kicsi cseppek szuszpenzióinak tekintette. Előhírnöke tehát a későbbi ún. szuszpenzióelméletnek. Általában híve a kristályos állapot elméletének. Az ún. amorf csapadékokat, valamint az üvegeket is apró kristályokból álló testeknek tartja. A kocsonyás csapadékokról pedig, a mai felfogáshoz közelállóan, az volt az elképzelése, hogy ezek szintén kis kristályokból állanak, melyek folyadékkal vannak átitatva. Tiszta képet alkotott a kolloidoldatok képződéséről is. A kolloidoldatok szerinte kétféleképpen keletkezhetnek: vagy úgy, hogy finoman elporított anyagot folyadékkal összerázunk, vagy pedig úgy, hogy oldott anyagot oldatából valami módon kiválasztunk. Ismerte tehát a diszpergálás és a kondenzálás lényegét. Leírja, hogy e finom szuszpenziók sokszor átmennek a szűrőn, ezért „kémiailag és fizikailag oldatoknak tekinthetők”. Megemlíti, hogy különösen azok az anyagok képeznek ilyen finom szuszpenziókat, melyek csak ritkán kristályosak és oldataikból kocsonyásan válnak ki. Ilyen a kovaföld, a kovaföldes sók, a vas-, a kobalt-, a nikkeloxid, továbbá a kénvegyületek, az organikus anyagok között a nyálkasav, csersav, a szilárd olajok. Ismerte a koagulálás jelenségét. A mai ismereteinkkel feltűnően egyező elképzelése volt a folyadékok szálhúzó képessége és a kolloid állapot közti összefüggésről. Behatóan foglalkozott a hőmérsékletnek az ülepedés sebességére gyakorolt hatásával. Az amorf állapot lehetőségét nem tagadta, de nem látta bizonyítottnak. Véleménye szerint az élő szervezetben kiválott szilárd anyagok is megfelelő nagyítással kristályosoknak bizonyulnának. Előhírnöke tehát a későbbi *Nägeli*-féle micelláris elméletnek. Szerinte a testek csakis akkor vannak egyensúlyban, ha kristályosak és ha netalán amorf állapotban is vannak, idővel mégis kristályos szerkezetűvé válnak. Igazi amorf testek csakis a folyékony és a gáznemű testek. Felismerte a kristályosodás folyamatánál a göcképződést. Behatóan foglalkozott azokkal a tényezőkkel, amelyek a kristályosodásnál a kristályok méretét megszabják; világosan fejt ki, hogy az oldhatatlan csapadékok képződésénél a képződött részecskék mérete a túltelítettség fokától, illetőleg a kiválás sebességétől függ. (Lásd *Weimarn* későbbi

vizsgálatait.) Leírja, hogy híg baritvíz és igen híg kénsav kölcsönhatásakor a képződött bárium-szulfát olyan finom kristályokban válik ki, hogy „az egyes kristálykákat egymástól meg sem lehet különböztetni, s ha az ilyen finom állapotban leváltott anyag fénytörőképessége nem különbözik túlságosan a folyadékétól, akkor zavarosságot sem okoz”. „Ha pedig a kiváltott anyag színes, akkor az egész folyadék egyenletes színeződésű s a színerősségből meg lehet állapítani a „szuszpenzió” töménységét.” (Kolorimetria alkalmazása kolloid-oldatoknál.)

1836-ban

Anthon E.F. kolloid wolfrámsavat állított elő. A vízmentes, sárga wolfrámsav vízzel mosva átmegy a szűrőn és tejszerű oldat képződik. (Journ. f. pr. Chem. 9, 6 [1836].)

1839-ben

Wackenroder aranykloridot sztannokloriddal, oxálsavval, ferroszulfáttal és kénessavval redukált és kolloid aranyoldatot állított elő. (Journ. f. pr. Chem. 18, 294 [1839]; Anleitung zur qualitativen Analyse. 191. old.)

Ugyanebben az évben jelent meg *Wöhler* alapvető munkája az ezüstsók viselkedéséről hidrogénben. Ezzel kezdődik a kolloid ezüst története. (Ann. d. Pharm. 30, 1 [1839]; Journ. f. pr. Chem. 18, 182 [1839]; Ann. d. Physik u. Chem. 46, 629 [1839].)

Hering E. a kolloid ónszulfid képződését írta le. (Ann. d. Pharm. 22, 90 [1839].)

Hagen végezte a folyadékoknak vékony csöveken történő áramlására vonatkozó első méréseket. (Ann. Physik 16, 423 [1839].)

1840-ben

Mohr és *Karmarsch* ismertette a berlinikék peptizálását és a kék tinta előállítását. (Ann. d. Pharm. 34, 348 [1840]; Journ. f. pr. Chem. 20, 175 [1840].)

1842-ben

Himly C. megfigyelte antimon-szulfid kolloidoldatának képződését. (Ann. d. Pharm. 43, 150 [1842].)

1844-ben

Rose H. titánsavnak sósavval történő peptizálását figyelte meg. (Ann. d. Physik u. Chem. 61, 507 [1844].)

Berzelius 5. kiadású tankönyvében a kolloid aranyról, a kolloid bórról és a kolloid arzén-szulfidról részletes leírást ad. (Lehrbuch der Chemie. 5. Aufl. Dresden, 1844.)

1845-ben

Weppen felfedezte az adszorpció hidrolízis jelenségét. (Lieb. Ann. 55, 241 [1845].)

1846-ban

Wackenroder behatóan foglalkozott a kénhidrogén és a kéndioxid kölcsönhatásával. Megállapította, hogy e két vegyületnek vízben történő kölcsönhatásakor „tejszerűen zavaros, átlátszatlan, sárgásfehér folyadék képződik”. Ismerte az így képződött kolloid kénoldat állandósági viszonyait; leírja, hogy közömbös alkalisókkal az oldott kén pillanatszerűen kicsapható. (Koagulálás.) (Archiv d. Pharm. 48, 40 [1846]; Ann. d. Chem. u. Pharm. 60, 189 [1846].)

Ugyanebben az évben jelent meg *J. L. M. Poiseuille* munkája, melyben folyadékoknak szűk csövekben történő áramlására vonatkozó vizsgálatait ismertetette; és vizsgálataival megvetette a viszkozimetria alapjait. (Mem. Savants Étrangers 9, 433 [1846].)

1848-ban

Poggendorf megállapította, hogy az arany- és az ezüstsók vizes oldatainak elektrolízise alkalmával a katódon leváló – azelőtt hidrogénvegyületnek (aranyhidrür; ezüsthidrür) minősített – csapadék nem más, mint igen finom eloszlású tiszta fém. (Ann. d. Physik u. Chemie 75, 337 [1848].)

1849-ben

C. Ludvig végezte az első rendszeres vizsgálatokat a duzzadásra vonatkozólag; megállapította az oldószer befolyását a duzzadás folyamatára és felismerte a duzzadás biológiai jelentőségét.

1850-ben

Francesco Selmi olasz vegyész nagyjelentőségű munkáját adta ki. Selmi az egyik legkimagaslóbb kutató a kolloidtudomány területén a *Graham* előtti időben. Számos anyag (kén, berlinikék, ezüstklorid, higanyjodid, didimnitrát, kazein, albumin stb.) finom szuszpenzióval foglalkozott. E finom szuszpenziókat „pseudo”-oldatoknak, azaz nem valódi oldatoknak nevezte el. Ő volt az első, aki rendszeresen vizsgálta a sóknak a nem valódi oldatokra való hatását, kicsapó képességét, és ezen az alapon különbségeket keresett a valódi és a nem valódi oldatok között. (Ann. de chim. et de phys. 28, 210 [1850].)

1851-ben

Scheerer megállapította, hogy az elektrolitoknak (sóknak, savaknak és lúgoknak) már kis mennyiségei is képesek finom porok szuszpenzióit ki-

csapni. (Lásd *Wo. Ostwald*, Grundriss der Kolloidchemie. Dresden, 1909, 12. old.)

Rose H. analitikai kémiai tankönyvében részletes leírás található arra vonatkozólag, hogy az aranyklorid oldata különféle színű folyadékokká redukálható, ezek áteső fényben tiszták, ráeső fényben azonban zavarosnak látszanak.

1853-ban

Schneider bizmuttartarátot hidrogéngázban hevített, így igen finom eloszlású, feketeszínű bizmutot kapott, s ez vízben sötétbarna színnel oldódott. Hasonló barnaszínű bizmutoldatot sikerült neki nedves úton történő redukcióval (sztanokloriddal) is előállítani. (Ann. d. Phys. u. Chem. 88, 45 [1853].)

Crum oldható aluminiumhidroxidot állított elő alumíniumacetát oldatának hosszabb ideig tartó melegítése által. Foglalkozott a sók, savak és a lúgok koaguláló hatásával. (Ann. d. Chem. u. Pharm. 89, 156 [1853].)

Kühn H. 5%-os kovasavoldatot állított elő kovasavkocsonyából és megállapította, hogy a kovasav oldhatósága előállítási módjától függ. (Journ. f. prakt. Chem. 59, 1 [1853].)

Magnus G. méréseket végzett az adszorbeáló képesség és az adszorbeáló felület közti viszony megállapítására. (Pogg. Ann. 89, 604 [1853].)

1854-ben

Graham Th. ismertette az ozmózis jelenségére vonatkozó vizsgálatait, s ezek szolgáltak alapul későbbi, a dialízisre vonatkozó vizsgálatainak. (Phil. Trans. 1854, 177.)

1855-ben

Jean de Saint-Gilles ferriacetát hidrolízise által oldható ferrihidroxidot állított elő. Megállapította, hogy a ferrihidroxid alkálihidroxid vagy alkálikarbonát vizes oldatában feloldható. (Journ. f. prakt. Chem. 66, 137 [1855]; C. r. de l'Acad. des sciences 40, 1243 [1855].)

Dubrunfaut az ozmózis jelenségére vonatkozó vizsgálataival kapcsolatosan megállapította, hogy melaszból a cukor és a sók diffúzióval eltávolíthatók, illetőleg kinyerhetők, ha a melaszt a víztől egy hártyával választjuk el, minthogy a melaszban lévő festékanyagok nem diffundálnak át. *Dubrunfaut* volt tehát a dialízis felfedezője, noha röviddel később *Graham* tőle függetlenül szintén felfedezte. (Compt. rend. 41, 834 [1855].)

1856-ban

tartotta meg *Faraday M.* a „Royal Society” előtt „On the experimental relations of gold (and other metals) to light” című előadását, melyben alapvető kísérleti

eredményeiről számolt be. Ezeknek jelentőségét azonban csak negyven évvel később ismerték fel. Amidőn aranyhuzalt elektromos szikrával elporlasztott (ívfény-porlasztás), azt észlelte, hogy a szikrához közelálló tárgyak felületét különféle színű, leggyakrabban vörös, néha ibolyaszínű, vagy kék csapadék vonta be. Mikroszkóppal a csapadékban részecskéket vagy egyéb heterogenitást nem tudott megállapítani. Először azt gyanította, hogy az elektromos szikra hatására arany-oxid képződik. Kítűnt azonban, hogy a csapadék azonos módon viselkedik, bármilyen gázban, levegőben, oxigénben vagy hidrogénben jön létre. Savakkal szemben teljes passzivitást mutatott. Csupán a klór és a királyvíz oldotta. E megfigyelésekből *Faraday* arra következtetett, hogy a csapadék igen kicsi, mikroszkóppal nem látható aranyrészecskékből áll, s úgy vélte, hogy a színkülönbséget egyedül a felaprítottság különböző foka (diszperzitásfok) okozza. – Behatóan foglalkozott kolloid aranyoldatok előállításával és azok tulajdonságaival. Aranykloridot különféle redukáló anyagokkal, ferroszulfáttal, sztanokloriddal, éterrel, borkősavval, cukorral és foszforral redukált, s a kéktől a vörösig mindenféle színű oldatot állított elő. Tudta azt, hogy állandó oldatok előállításánál mennyire lényeges az edényzet tisztasága. Ismerte az elektrolitok befolyását is aranyoldatok képződésére és tartósságára. Aranyoldatai üledékének kémiai viselkedéséből és az aranyoldatok forralása alkalmával észlelhető színváltozásból arra következtetett, hogy az oldatok aranyrészecskéket tartalmaznak, s a színkülönbséget ezeknél is a részecskék nagyságának különbsége okozza. Megfigyelte azt is, hogy egyes oldatok ráeső fényben zavarosak, mások tiszták, különösen az ametiszt színűek és a rubinvörösek. „Az utóbbiak, ha legjobb minőségűek, sokszor hónapokon át változatlanok és tökéletes oldatoknak látszanak. De mégsem azok, mert valóban nem oldott, csupán szétosztatott (diffused) aranyat tartalmaznak. A részecskék könnyen kimutathatók oly módon, hogy a napfény (vagy egy lámpa) sugarait lencse segítségével egy kúpba gyűjtjük és a fókuszba eső részt a folyadékba vetítjük; a kúp láthatóvá válik, és ámbár a megvilágított részecskék kis méretük miatt nem különböztethetők meg, a róluk visszavert fénynek mégis aranyszín jellege van és megállapítható, hogy milyen rendkívül nagy a részecskék száma a jelenlévő arany kis mennyiségéhez viszonyítva. Némely oldatban, amely annyira híg, hogy a benne lévő aranyat sem a szín, sem más külső tulajdonság nem árulja el, az ismertetett módon megállapítható a szétosztatott szilárd részecskék jelenléte.” E sorokból tehát világosan tűnik ki, hogy az ún. „*Tyndall*-féle jelenség”-nek *Faraday* volt a felfedezője.

Továbbiakban *Faraday* leírja, hogy foszforral előállított aranyoldatoknak az a tulajdonságuk, hogy rövidebb-hosszabb idő alatt az arany leülepedik bennük. Az ülepedést forralás siettetí. Az aranyoldatokban képződő üledékek beható tanulmányozása folytán *Faraday* oly tiszta képet nyert és oly tökéletes leírást adott oldatairól, hogy ma teljesen rekonstruálhatjuk őket. (A részecskék aggregálódása

és ülepedése következtében diszperzitásfokuk megváltozik, a nagyobb aggregátumok gyorsabban, a kisebbek pedig lassabban ülepednek.) A gyorsabban ülepedő részecskéktől az oldat áteső fényben kék, ill. ibolya; ráeső fényben pedig vörösés vagy sárgásbarna színű. Az oldat felső, még vörösszínű részében néha igen gyenge zöldesszínű fénykúp látható; ebből *Faraday* arra következtetett, hogy az eredetileg zöldszínű, áteső fényben vörösszínű részecskék rendkívül kicsik. Általában határozottan kijelenti, hogy szerinte a színkülönbség oka csakis a részecskék fizikai állapotában, vagy a közeggel való kölcsönös vonatkozásukban beálló változás, nem pedig az arany kémiai változása. Több helyen említi, hogy a kék oldatok részecskéi durvábbak mint a vörösszínűeké.

Faraday megfigyelte, hogy elektrolitok hatására az aranyoldatok zavarossága növekszik, színük megváltozik és a részecskék leülepednek. Mivel az üledék, függetlenül attól, hogy milyen az eredeti oldat színe és milyen a hozzá elegyített elektrolit minősége, minden esetben színaranynak bizonyult, *Faraday* a kicsapódás jelenségét nem kémiai, hanem fizikai folyamatnak, aggregálódásnak tekintette. E folyamat kapcsán mutatózó színváltozás szükségszerű következménye a részecskék aggregálódásának. A nem-elektrolitokról pedig kifejezetten megállapította, hogy nincs kicsapó-képességük.

Ama kísérleteinél, melyek arra irányultak, hogy a sókkal kiválasztott aranyat ismét oldatba vigye, felismerte a kolloid arany koagulálásának irreverzibilis jellegét. Midőn azonban az oldataihoz zselatinát adott, s bepárolta őket, a maradékot hosszabb idő múlva is fel tudta ismét oldani, s ekkor ugyanolyan oldatot kapott, mint az eredetiek voltak. Felismerte a zselatina védőhatását savakkal és lúgokkal szemben is. A zselatinatartalmú oldatok nagy állandóságát és reverzibilis jellegét azzal magyarázza, hogy az aranyrészecskéket vastag vízburok övezi, s ez megakadályozza, hogy egymással érintkezésbe jussanak. Egyébként megjegyzi azt is, hogy zselatinát nem tartalmazó, de mégis állandó oldatok azért állandóak, mert rendkívül hígak. Bahatóan vizsgálta *Faraday* a kolloid aranyoldatoknak polarizált fényben való viselkedését is. (Phil. Trans. Royal Soc. 147, 145 [1857].)

1859-ben

Scheurer és *Kestner* megállapította, hogy bázisos ferrinitrát hevítése által oldható ferrioxid keletkezik. (Ann. de Chim. et de Phys. 57, 231 [1859].)

Mindezekből az irodalmi adatokból kitűnik, hogy kolloid jelenségek és különösen kolloidoldatok már a múlt század közepe előtt, vagyis *Graham* alapvető munkáinak megjelenése előtt ismertek volna. Persze ezek az ismeretek inkább a véletlennek, a szükségszerű tapasztalatoknak, mint a rendszeres és céltudatos vizsgálatoknak köszönhetők. Idevágó rendszeres vizsgálatokat csak *Frankenheim* és *Faraday* végzett, azonban a korabeli szakkörök ezeknek a vizsgálatoknak

nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget. *Graham* sem vett róluk érdemlegesen tudomást, s talán éppen ennek tulajdonítható, hogy később teljesen feledésbe mentek, holott nagy részük ma is helytálló és kétségtelenül maradandó értékű. Ez vonatkozik *Frankenheimnek* és *Faradaynak* nemcsak számos kísérleti eredményére, hanem sok elméleti megfontolására is. Különösen említésreméltó mindkettőjüknek az a határozottan kifejezett nézete, hogy a kolloidoldatok lényegükben igen kis részecskéknek a szuszpenziói. Ezt a felfogást – ha kolloidoldatokról abban az időben egyáltalán szó volt – általánosan elfogadták.

2. GRAHAM VIZSGÁLATAI

1861-ben és 1862-ben

jelentek meg *Thomas Graham* a diffúzióra vonatkozó vizsgálatait ismertető közleményei. Ezek a vizsgálatok vezettek később, *Dubrunfaut*tól függetlenül, a dialízis jelenségének felfedezéséhez. *Graham* már régebbi kísérleteiből (*Liebigs Ann. d. Chem.* 77, 56, 129 [1859]) tudta, hogy a különféle anyagok oldataikban nagyon különböző sebességgel diffundálnak. Ezzel kapcsolatosan megjegyzi, hogy az oldott anyagok diffúzióképessége az anyagi minőség szerint éppoly nagy változékonyságot mutat, akárcsak a telített gőzök nyomása. Rendkívül gazdag kísérleti adathalmaz alapján *Graham* szorosabb összefüggést keresett az oldható anyagok diffúziósebessége és egyéb tulajdonságai között. Ami különben várható lett volna, a kémiai összetétel és a diffúzióképesség között összefüggést nem tudott megállapítani. Ellenben feltűnő összefüggést talált az oldott anyagok kristályosodó képessége és diffúziósebessége között. Azt találta ugyanis, hogy mérhető sebességgel általában csak a kristályosodó anyagok diffundálnak, s így ezek az illó anyagokkal (a gázokkal) hasonlíthatók össze. „A csak kismértékben diffundáló, vagyis diffúzió szempontjából a szilárd testekhez hasonló anyagok a kémiai individuumok egy másik csoportjába tartoznak, amelyekre jellemző, hogy nem képesek kristályos állapotot ölteni. Minthogy úgy látszik, hogy az anyagok e csoportjának típusa az enyv, javasolom ezeket kolloid anyagoknak és sajátságos aggregációs alakjukat az anyag kolloid állapotának nevezni. A kolloid jelleg ellentéte a kristályos jelleg. Azokat az anyagokat, melyek az utóbbi állapotot öltik, krisztalloid anyagoknak fogom nevezni. Ez a megkülönböztetés kétségtelenül a legbelsőbb molekulaszervezetbeli különbségen alapul” – írja *Graham* 1861-ben a *Philosophical Transaction of the Royal Society* című folyóiratban megjelent közleményének első fejezetében.

Graham, ámbár önmaga is számos olyan anyagot ismert, amely diffúzióképesség tekintetében közbülső helyet foglal el a tipikus kolloidok és a krisztalloidok között, a kétféle oldatcsoport között mégis oly mélyreható lényegbeli különbséget

látott, hogy ennek alapján a természet anyagait két nagy csoportra és ennek megfelelően a kémiát két nagy fejezetre vélte osztani. „Valamennyi fizikai és kémiai sajátság jellegzetesen különbözik a kétféle csoportnál. E két csoport mint két különálló anyagvilág nyilvánul meg, s alapot nyújthat arra, hogy a kémiát nekik megfelelően osszuk fel. Az anyag e kétféle módosulata között oly nagy különbség van, mint az ásványok és az élők anyaga között” – írja *Graham* ugyanezen értekezésének egy másik fejezetében. *Graham* e nézete hosszú időn át maradandó volt. Az utókor kémikusai, akik az idevágó kérdésekkel foglalkoztak, évtizedeken át csupán az ellentéteket és a különbségeket keresték az anyagrendszerek e kétféle csoportja között, bár *Graham* maga is sejtette – ez a munkáiból kitűnik –, hogy a kristályos és nem kristályos állapot még nem elég szilárd alap ahhoz, hogy az anyagrendszereket ennek alapján két, egymástól teljesen különálló, minden sajátságukban különböző csoportba oszthassuk. Az anyagok diffúzióképességében mutatkozó különbségeket, valamint a kolloidok számos sajátságát nem lehet ebből kiindulva megmagyarázni. Ugyanis *Graham*, amellett, hogy felfedezte a kolloidok kis diffúzióképességét, még számos más kolloid sajátságot is megismert. Így többek között megállapította, hogy a kocsonyás kolloid anyagok diffúzió tekintetében ugyanolyan közeget képeznek, mint a víz, vagyis az oldott és diffúzióra képes anyagok diffúzióját csak olyan mértékben befolyásolják, mint a víz. E megállapítás lényeges volt a dialízis elmélete szempontjából. *Dubrunfaut*tól függetlenül rájött, hogy diffúzióval a krisztalloid anyagok elválaszthatók a kolloidoktól, ha megfelelő edényzetben a krisztalloidot tartalmazó kolloidoldatot a tiszta oldószertől kocsonyás állapotú kolloid hártya, pl. állati hártya, vagy pergamentpapiros mint válaszfal határolja. Ezt a jelenséget, illetőleg eljárást ő nevezte el *dialízis*nek. Lényegesnek tartja, hogy a válaszfal kocsonyás kolloid anyagból álljon, vagyis az oldószert nagymértékben megkösse, mert szerinte a *dialízis nem szűrő hatás*on, hanem azon alapul hogy a kocsonyás, kolloid hártya a diffúziót nem befolyásolja, tehát a „molekulákat” átengedi, viszont a nem diffundáló, „tömeget képező” kolloidok visszamaradnak az oldatban.

A kolloidokra vonatkozó elméletével némi ellentmondásba jutott, mert dialízises vizsgálataival kapcsolatban megállapította, hogy a kolloidoknak – éppúgy, mint a krisztalloidoknak – oldataikban nagy ozmózis nyomásuk van, minthogy az oldószert a kolloidoldatba a válaszfalon keresztül éppúgy átáramlik, mint a krisztalloidok oldatába, és törekszik azt felhígítani.

A dialízist nemcsak a kolloidoldatok tisztítására, a diffundáló anyagoktól való megszabadítására, hanem számos kolloidoldat előállítására is felhasználta. Tőle származik az a megállapítás, hogy ha hidrolízisre képes és oldhatatlan hidrolitikus terméket adó só oldatát dializáljuk, az oldhatatlan hidrolitikus termék kolloidoldata létesülhet. Így állította elő a kovásv és az alumíniumhidroxid

kolloidoldatát. Tőle származik a peptizációs módszer is. Ezen a módon állította elő a fémhidroxidok, továbbá a kovasav, a berlinikék, a kupriferrocianid stb. kolloidoldatát.

Nézete szerint a kolloidoknak kétféle módosulata van: az oldott módosulat és a kocsonyás vagy *pektizált* módosulat. Az olyan vegyületeknél, melyek kristályos és kolloid állapotban is előfordulnak, mint pl. a kovasav esetében a kétféle módosulatot allotrópnak tekinti. Megkísérelte néhány kolloid anyag egyenértéksúlyát is meghatározni s megállapította, hogy a kolloidok egyenértéksúlya általában igen nagy. Némely esetben – mint pl. a „gummisav”-nál – egyenértéksúlynak a tapasztalati képletből számított molekulásúly többszörösét találta s ennek szükségzerű folyományaként felveti azt a kérdést, vajjon a kolloid anyag molekulája nem jöhet-e létre számos kis krisztalloid molekula összetömörüléséből. A kolloid állapot lényege nem rejlik-e tulajdonképpen a molekulák összetett karakteréből. Általában igen változékony sajátságú anyagrendszereknek tekinti a kolloidokat. Szerinte a kolloid állapot dinamikus, a krisztalloid állapot pedig sztatikus állapot. Nagy jelentőséget tulajdonít a kolloidoknak az életjelenségekkel kapcsolatosan is; úgy tekinti a kolloid állapotot, mint az életjelenségek elsődleges energiaforrását és nem tartja kizártnak, hogy az élő szervezetben végbemenő kémiai folyamatok szabályozott egyenletességének oka a kolloid állapot egyenletes és folytonos változásában rejlik.



Thos. Graham

A kolloidkémia ma is használatos számos szakkifejezés *Graham*tól származik; ilyenek: szol, gél, hidroszol, hidrogél, pektizáció, peptizáció, koaguláció, cementáció, koagulum.

(Ann. d. Chemie u. Pharmacie, 121, 1 [1862]; 135, 65 [1865].)

3. A Graham utáni időszak 1891-ig

Az 1860-as évek elejétől kezdve 1891-ig a kolloidkémia *Graham* elmélete jegyében fejlődött, vagyis az akkori kémikusok – legalábbis hallgatólagosan – magukévá tették *Graham*nek azt a nézetét, hogy a kolloid állapot molekulaszervezeten alapuló allotrópiát jelent. De nem is boncolgatták túlságosan *Graham* elméletét, mivel általában ez a korszak új elméletekben és általános érvényű törvényszerűségek, szabályok megállapításában meglehetősen szegény volt. Mindössze három általános érvényű kolloidkémiail törvényszerűség megállapítása köszönhető ez időszaknak:

1. a *Boedeker-Wilh. Ostwald*-féle és a *Kroeker*-féle empirikus adszorpciós függvény (adszorpciós izoterma);
2. a koagulálás *Schulze*-féle vegyértékűség szabálya és
3. a fehérjék elektrolitkoagulálására vonatkozó *Hofmeister*-féle liotróp sor szabálya.

Annál gazdagabb volt e korszak kísérleti tények megállapításában, újszerű megfigyelésekben. Egyfelől számos kutató céltudatosan foglalkozott kísérletileg a kolloidokkal, másfelől sok olyan kísérlet történt, melynek eredményei csak a későbbi korban lettek kiindulási alapjai nagy horderejű megismerésekhez vezető kutatásoknak. A kísérletek részben tisztán kémiai, részben fizikai természetűek voltak. A kémiai kutatások főleg új kolloidok előállítására irányultak. Számos szervetlen és szerves vegyület kolloidoldatát állították elő, a fém-szulfidok, a fémhidroxidok és a fémoxidok nagyrészeinek kolloidoldatát ebben az időben fedezték fel (*Grimaux, Schulze, Spring, Prost, Winsinger*) és az elemek nagyrészeinek, a kénnek, továbbá az ezüstnek különböző „kolloid-allotróp” módosulatait ekkor ismerték meg (*Carey Lea, Muthmann, Schneider*). Általában: a kolloidoldatok előállítási módszereinek nagyrésze ebből az időből származik. Az előállított kolloidok között már ekkor számos olyan anyag volt, mely kristályos állapotban is ismeretes; s ezért tulajdonképpen érthetetlen, hogy ebben az időben még senki sem gondolt arra, hogy a kolloid állapot esetleg nem egy bizonyos anyagcsoport különleges sajátossága, hanem az anyag egyetemesen lehetséges állapota.

A fizikai vonatkozású vizsgálatok szintén meglehetősen változatos képet mutatnak. A fagyáspontcsökkenés és forráspontemelkedés mérésén alapuló molekulaszívmeghatározási módszereket többen megkísérelték a kolloidoldatoknál is alkalmazni, s egyértelműen arra az eredményre jutottak, hogy a kolloidok molekulaszíva igen nagy (*Morris, Paterno, Gladston* stb.). Behatóan foglalkoztak egyesek a *Brown-féle* mozgással: idevonatkozólag Wiener megállapította, hogy a *Brown-mozgás* nem befolyásolható külső behatásokkal. Hasonlóképpen számos vizsgálat tárgya az elektrokinetika jelenségei voltak (*Jürgensen, Quincke, Kraus*). Nagy horderejűek voltak *Schulze* vizsgálatai a kolloidoldatok elektrolit-koagulálására vonatkozólag, ezek az ún. vegyértékűség szabályának felismeréséhez vezettek; hasonlóképpen azok a *Hofmeister* iskolájában történt vizsgálatok, amelyek a fehérjék és az elektrolitok kölcsönhatásának tanulmányozására irányultak, s többek között az ionok liotróp sorának megállapítását eredményezték. Nevezetes, hogy ebben az időszakban történtek az első beható adszorpciós vizsgálatok is, mégpedig mind kolloidokon (*van Bemmelen*), mind durva adszorbenseken (*van Bemmelen, Chapuis, Boedeker, Kroeker, Wilh. Ostwald*). Ezek egyetemleges jelentőségű eredménye volt az empirikus adszorpciós izoterma megállapítása. *Van Bemmelen* adszorpciós vizsgálatai a hidrogének szerkezetére és a duzzadásra vonatkozólag számos értékes adatot szolgáltatottak. Ugyancsak *van Bemmelen*, valamint *Schlösing* felismerték a kolloidok talajtani jelentőségét s megvetették a talajtani kolloidkémia alapjait. Ebben az időben állapította meg *Kellner*, hogy a talajban az ionkicserélődés (báziskicserélődés) az egyenértékűsúlyok arányában történik. Újszerűek és különösen a későbbi kutatások szempontjából nagy jelentőségűek voltak *Nägelinek* a természetes géleken végzett vizsgálatai, ezek azt igazolták, hogy pl. a cellulóze optikai szempontból anizotróp anyag. Ebből *Nägeli* arra következtetett, hogy a természetes kolloidok igen kicsi kristályokból, micellákból vannak felépítve. Ezzel a felvetéssel megvetette a *micelláris elmélet* alapjait. (Egyébként hasonló elképzelése volt már *Frankenheimnek* is 1835-ben).

A kolloidkémia további fejlődése szempontjából nagy jelentőségűek voltak a durva szuszpenziók ülepedésére, állandóságára és általában a manapság durva diszperzendszereknek nevezett üledékek, iszapok fizikai sajátságaira vonatkozó vizsgálatok. Mint már korábban *Scheerer*, úgy ebben az időszakban különösen *Schulze, Schlösing, Hilgard* és *Barus* behatóan vizsgálták az elektrolitok befolyását a finom szuszpenziókra és megállapították, hogy már igen kis mennyiségű sók, savak, lúgok hatására a szuszpendált rész kicsapódik. E megállapításnak lényeges szerepe volt a kolloidoldatok mibenlétére vonatkozó későbbi polémiában.

Időbeli sorrendben a következő fontosabb kolloidkémiai és kolloidfizikai vonatkozású munkák jelentek meg ebben az időszakban:

1861-ben

Quincke megállapította, hogy a kvarc- és földpátszuszenziók részecskéi elektromos áram hatására az anód felé vándorolnak, továbbá, hogy gázbuborékok is mutatják az elektroforézises vándorlást. (Ann. d. Physik 113, 513 [1861].)

Schönbein megfigyelte, hogy oldatoknak hajszálcsövekben történő felszívódása alkalmával sok esetben csak a tiszta oldószer szívódik fel. Ez a megfigyelés volt az alapja *Goppelsroeder* kapilláris-analízisének. (Vehr. d. Naturf. Ges. Basel 3, 249 [1861].)

Goppelsroeder *Schönbein* kísérlete nyomán számos vizsgálatot végzett a kapilláradszorpcióra vonatkozólag és kidolgozta a kapilláris-analízis főbb módszereit (Vehr. d. Naturf. Ges. Basel 3, 268 [1861].)

1862-ben

Wilhelmy megállapította, hogy likacsos testek folyadékfelvételénél (nedvesedésnél) a felvett folyadék térfogatcsökkenést szenved és hő szabadul fel. (Ann. d. Physik 119, 121 [1861].)

1863-ban

Wiener Chr. megfigyelte, hogy csakis 3-4 μ -nál kisebb részecskék végeznek *Brown*-féle mozgást, s megállapította, hogy a *Brown*-féle mozgás nem származik sem hőokozta, sem párolgás folytán beálló folyadékáramlásból. (Ann. d. Physik 118, 79 [1863].)

1865-ben

Graham ismertette, hogy finom eloszlású részecskék (pl. grafitrészecskék) kovasav kolloidoldatából a kovasavat magukkal ragadják (kolloid-adszorpció). (Ann. d. Chem. u. Phys. 135, 65 [1865].)

1866-ban

Schulze F. állította először, hogy a *Brown*-féle mozgásnak mérvadó befolyása van a szuszpenziók állandóságára. (Ann. d. Phys. u. Chem. 9, 368 [1866].) Megállapította továbbá, hogy a tiszta vizes iszapsuszpenziók üledéke tömörebb, mint a kalciumsókat tartalmazó szuszpenzióké. Ő volt az első agrokémikus, aki talajtani problémákkal kapcsolatosan kolloidkéimiai kérdésekkel foglalkozott. (Ann. d. Phys. u. Chem. 129, 382 [1866].)

Landolt megállapította, hogy a nátriumklorát forgatóképessége függ a részecskék méretétől. (Ber. 20, 240 [1866].)

Dupré vizsgálatokat végzett a szappanoldatok felületi feszültségére vonatkozólag és azt találta, hogy különbség van a dinamikus és sztatikus felületi feszültség között. (Ann. Chim. et Physique 7, 409 [1866].)

1867-ben

Becquerel A.C. felfedezte a róla elnevezett elektrokapillárjelenséget. (Compt. rend. 64, 919 [1867].)

1869-ben

Tyndall ismertette az elhajlott fényre vonatkozó vizsgálatait (*Tyndall-jelenség*). (Phil. Mag. 37, 384 [1869].)

1871-ben

Thomson levezette a folyadékok tenziója és a csepp görbületi sugara közti összefüggés egyenletét. (Phil. Mag. 42, 448 [1871].)

Rayleigh megállapította, hogy a *Tyndall*-fény intenzitása függ a részecskék méretétől és levezette az erre vonatkozó függvényt (Phil. Mag. 42, 107 [1871].)

1872-ben

Schlösing Th. kiderítette, hogy a talaj alkotórészei között kolloidok is vannak, s rámutatott ezek jelentőségére. (Comp. rend. 28, 87 [1890].)

1873-ban

Lippmann G. kvantitatív összefüggést állapított meg a felületi feszültség és az elektromos polarizáció között. (Pogg. Ann. 149, 547 [1873].)

Plateau a habzásra vonatkozó elméletét alapozta meg. (Statique des liquides II. 1873.)

Hilgard megfigyelte, hogy a talajban mészsók hatására koagulálás következik be (Amer. Journ. Sc. Arts 6, 290 [1873].)

1874-ben

Schlösing Th. számos elektrolitnak agyagszuszpenziókra vonatkoztatott koaguláló képességét (koaguláló értékét) határozta meg. (Ann. Chim. Phys. 2, 517 [1874].)

Durham W. megállapította, hogy az agyagszuszpenziókat alkalihidroxidokkal állandósítani lehet. (Chem. News 30, 57 [1874].)

Maxwell felfedezte a kolloidoldatok mechanikai hatásra (áramoltatásra) bekövetkező optikai anizotrópiáját (áramlási kettőtörés). (Pogg. Ann. 151, 151 [1874].)

1875-ben

van Bemmelen ismertette a hidrogélek vízfelvevő képességére, duzzadására vonatkozó nagy jelentőségű vizsgálatait. (Landw. Versuchst. 21, 135)

1877-ben

Boguski első ízben állapította meg, hogy porított szilárd testek oldódási sebessége a részecskék méretétől függ. (Ber. 10, 34 [1877].)

Quincke a nedvesedésre vonatkozó első vizsgálatait ismertette. (Wied. Ann. 2, 145 [1877].)

Pfeffer az ozmózis nyomásra vonatkozó vizsgálatainak eredményét közölte. (Osmotische Untersuchungen Leipzig 1877.)

Van Bemmelen első munkája jelent meg elektrolitoknak a talajban való adszorpciójáról. (Versuchstat. 21, 135 [1877].)

Leibenberg megállapította, hogy az üledékek térfogata egyébként azonos körülmények között akkor a legnagyobb, ha az üledék részecskéi egyenlő méretűek. (Fortschr. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik. 1, 9 [1878].)

1879-ben

Nägeli C. v. a természetes gélekkel végzett kísérletei kapcsán megállapította, hogy a természetes gélek, mint pl. a cellulóze, kettőstörést mutatnak. Ebből arra következtetett, hogy igen kicsi kristályokból, micellákból állnak (micella-elmélet). (Theorie der Gärung. München, 1879.)

Berthelot megállapította, hogy a ferrihidroxid kolloidoldatának koaguláláskor hő szabadul fel. (Essai de mécan. chimique. Paris, 1879.)

Hilgard E. W. megfigyelte, hogy a kvarcszuszpenziók elektrolitok hatására csak abban az esetben koagulálnak, ha részecskéik 0,2 mm-nél kisebbek. Ülepítési kísérleteivel kapcsolatosan bevezette a részecskék ún. hidraulikus értékének a fogalmát. (Fortschr. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik 2, 443 [1879].)

Stefan végezte az első méréseket a diffúzióegyüttható meghatározására (Sitzungsber. d. Wiener Akad. 79, 184 [1879].)

Ottavi vizsgálta a kénpor térfogatsúlyának változását a részecskemérettől függően, s felhasználta a térfogatsúlymérést részecskeméret meghatározására. (Weinlaube 11, 152 [1879].)

Helmholtz szabatosan magyarázta az elektroozmózis jelenségét (elektromos kettősréteg elméletet). (Wied Ann. 7, 337 [1879].)

Mayer A. felismerte savak nagyfokú kicsapó képességét agyagszuszpenziókra. (Forsch. Geb. Agrikulturphysik 2, 517 [1879].)

1880-ban

Mayer A. felfedezte, hogy szuszpenziókban a részecskék mozgása folytán elektromos potenciál jön létre (üledési potenciál). (Ann. d. Physik 10, 70 [1880].)

1881-ben

van Bemmelen végezte az első rendszeres vizsgálatokat elektrolitek adszorpciójára vonatkozólag anorganikus adszorbenseken. (Journ. f. pr. Chem. 23, 324 [1881].)

1882-ben

Schulze H. megállapította az elektrolit-koagulálásnak róla elnevezett vegyértékűség szabályát. (Journ. f. pr. Chem. 25, 451 [1882].)

Megjelent *van Bemmelen* első alapvető munkája a gélek szerkezetéről. (Journ. f. pr. Chem. 26, 431 [1882].)

1883-ban

Wright L.T. előállította a vas- és a rézszulfid kolloidoldatát. (Journ. f. pr. Chem. 43, 156 [1883]; Ber. 16, 1448 [1883].)

Spring W. előállította a rézszulfid kolloidoldatát. (Chem. News 48, 101 [1883]; Ber. 16, 1142 [1883].)

Schulze H. megállapította, hogy elektrolitkoagulálásnál a kolloidoldat részecskéivel ellentétes töltésű ionok mérvadók. (Journ. f. pr. Chem. 27, 451 [1883].)

1884-ben

Christiansen felfedezte a róla elnevezett színjelenséget. (Wied. Ann. 23, 298 [1884].)

De Vries H. kísérletileg bebizonyította, hogy a rézszulfát zselatingélben ugyanakkora sebességgel diffundál, mint tiszta vízben. (Rec. Trav. chim. 3, 375 [1884].)

Thoulet I. tételezte fel először, hogy oldatokban szuszpendált szilárd részecskék felületén folyadékréteg alakul ki, s ebben az oldott anyag töménysége nagyobb, mint az oldat belsejében. (Compt. rend. 99, 1072 [1884].)

Grimaux eljárást dolgozott ki fémhidroxidok, valamint kovasav kolloidoldatának előállítására, amely megfelelő szerves vegyületek, alkoholátok vagy észterek hidrolízisén alapszik. (Compt. rend. 98, 105 [1884]; Ber. 17, 334 [1884].)

1885-ben

Schulze H. megfigyelte, hogy fény hatására a kolloidoldatok koagulálhatnak (Journ. f. pr. Chem. 144, 396 [1885].)

1887-ben

Traube I. első ízben használja a sztalagmométert folyadékok felületi feszültségének meghatározására. (Ber. 20, 2644 [1887].)

Timberg folyadékok felületi feszültségének mérésére kidolgozta a leszakításos módszert. (Ann. d. Phys. 30, 545 [1887].)

Abney B. és *Fesling* megállapította, hogy a masztix kolloidoldatának sárgászvörös színe – áteső fényben – *Tyndall*-jelenségtől származik. (Pr. Roy. Soc. London 40, 378 [1887].)

Prost előállította a kadmiumsulfid kolloidoldatát. (Bull. Acad. Roy. Belg. 14, 312 [1887].)

Muthmann W. dialízises kísérletével bebizonyította, hogy a *Wöhler* által ezüstnitrátból hidrogéngázzal előállított barnaszínű oldat fémézüstöt tartalmaz, kolloid állapotban oldva. (Ber. 20, 983 [1887].)

Kellner O. kimutatta, hogy a talajban a báziskicsérélődés egyenértékűsúlyok arányában történik. (Landw. Versuchsstationen. 33, 349 [1887].)

1888-ban

Barus megállapította, hogy finom szuszpenziók hőhatásra kicsapódhatnak, anélkül, hogy a szuszpendált anyag kémiai átalakulást szenvedne. (Physik. Beiblätter 12, 563 [1888].)

Megjelent *Hofmeister F.* alapvető munkája a fehérjék fizikai-kémiai tulajdonságairól, különösen a fehérjék és az elektrolitok kölcsönhatásáról. Megállapította az ionok liotróp sorát. (Arch. f. exper. Pharmak. 25 [1888].)

Brown H.T. és *Morris G.H.* szerint kolloidoldatok fagyáspontcsökkenése igen kicsi. (Journ. Chem. Soc. 53, 610 [1888].)

Winssinger C. előállította a cinsulfid, a wolfrám, a bizmut, az ezüst, az arany, a vas, az ólom és a palládium szulfidjának kolloidoldatát. (Bull. Soc. Chim. de Paris 49, 452 [1888].)

Megjelent *van Bemmelen* első beható munkája a talaj kolloidjairól. (Landw. Versuchsstationen. 35, 69 [1888].)

Quincke megállapította, hogy a habzást felületi feszültséget csökkentő anyagokkal meg lehet szüntetni. (Wied. Ann. 35, 593 [1888].)

Seelheim az üledékek folyadékáteresztő képességét vizsgálva, azt találta, hogy az áteresztőképesség egyenesen arányos az üledékreszecskék sugarának négyzetével. (Z. f. analyt. Chem. 19, 386 [1888].)

1889-ben

Knecht felfedezte az adszorpciós hidrolízist. (Ber. 21, 1556 [1889].)

1890-ben

Ostwald Wilhelm bebizonyította, hogy az adszorpciónál mennyiségi törvényszerűségek uralkodnak, s megállapította, hogy a gázok adszorpciójának izoter-máját a Boeckler-féle egyenlettel lehet kifejezni. (Lehrbuch d. allg. Chem. I. 1094 [1890].)

Rayleigh az első felületi feszültségméréseket végezte szappanoldatokon. (Pr. Roy. Soc. 47, 281 [1890].)

Cuette megszerkesztette a róla elnevezett viszkozimétert. (Ann. Chim. et Physique 21, 433 [1890].)

Drude vékony ezüstlemezek törésmutatóját mérte, s meghatározta ennek a lemez vastagságával való változását. (Ann. d. Phys. 39, 481 [1890].)

1891-ben

M. Carey Lea különböző színű „allotróp” ezüstoldatokat állított elő ezüst-nitrátnak ferrocitráttal történő redukciója által. (Phil. Mag. 31, 238 497 [1891].)

Hofmeister a duzzadásra vonatkozó alapvető kísérleti eredményeit közölte. (Ann. f. exper. Pathol. u. Pharmacol. 28, 210 [1891].)

Paszten elsőízben végzett vizsgálatokat az ún. csepegő elektróddal. (Wied. Ann. 43, 585 [1891].)

Schneider alapvető vizsgálatokat végzett a fémszulfidok kolloidadatainak koagulálására vonatkozólag. (Ber. 2242 [1891].)

Pockels A. először bizonyította be, hogy a víz felületén nehezen oldódó anyagok – pl. a magasabb zsírsavak – molekuláris hárttyát képeznek. (Nature 43, 439 [1891].)

Traube felfedezte a felületi feszültségnek róla elnevezett szabályát. (Lieb. Ann. 265, 27 [1891].)

4. 1891-TŐL 1903-IG

Az 1891. évben egy új fejlődési korszak kezdődött a kolloidika történelmében. A tiszta empirizmus korát felváltotta az oknyomozó, összefüggéseket kereső elméletek korszaka. E változás azonban mégsem volt annyira mélyreható, hogy ennek következtében a kolloidkémia tiszta spekulatív jellegű tudománnyá vált volna. E fordulatot szükségszerűen és elsősorban éppen a kísérleti tapasztalatok, megfigyelések gyarapodása idézte elő. Mind több és több olyan kolloid tulajdonság és jelenség vált ismeretessé, amelyet vajmi kevésbé, vagy egyáltalán nem lehetett összeegyeztetni *Graham* dualisztikus elméletével, azzal az évtizedeken keresztül uralkodó, bár kevés érdeklődést keltő, de egyébként általános felfogással, hogy a kolloidok és a krisztalloidok az anyagrendszereknek két egymástól teljesen különálló csoportját képezik. A kísérleti kolloidkémia fejlődése tette szükségessé a *Graham*-féle elmélet megvitatását, a kísérleti eredmények elméleti megfontolását, anélkül azonban, hogy a kísérleti kutatások ennek folytán a legcsekélyebb mértékben is háttérbe szorultak volna. Kétségtelen, hogy e fejlődésbeli irányváltozás előidézéséhez nem kismértékben az a körülmény is hozzájárult,

hogy a többé-kevésbé elméleti jellegű fizikai-kémia alapjait ebben az időtájban vetették meg. A fiatal, de annál rohamosabban fejlődő tudomány művelőinek irányelve, hogy t.i. a kémiában is – mint a fizikában – általános összefogó jellegű, mennyiségi törvényszerűségeket kell keresni, a kolloidokkal foglalkozó kémikusokra sem maradt hatástalan.

Ez az új korszak *Barus C.* és *Schneider E.A.* dolgozatának megjelenésével kezdődött. *Barus C.* és *Schneider E.A.* kísérleti adatokra támaszkodva azt állította, hogy a kolloid állapotban oldott anyagok – *Graham* elméletével ellentétben – nem állanak allotróp módosulatú molekulákból, hanem a kolloidoldatok – amint ezt már jóval *Graham* előtt *Frankenheim* és *Faraday* is hangoztatta – a normális anyagot rendkívül finom eloszlásban tartalmazzák, s így a szuszpenziókkal állanak szoros rokonságban. *Barus* és *Schneider* állítása rövidesen heves ellentmondásra talált. *Picton* és *Linder* t.i. arzéntrisulfid kolloidoldataival végzett kísérleteikre támaszkodva, *Graham* elmélete mellett foglaltak állást. Kiegészítették azonban ezt azzal a nézetükkel, hogy a kolloidoldatok és a „valódi” oldatok között folytonos átmenet lehetséges. Ezzel indult meg az a heves polémia a kolloidok mibenléte fölött, amely – tulajdonképpen eredménytelenül – csak a jelen század első éveiben zárult le. Két, egymással ellentétes elmélet alakult ki: az ún. „oldat-elmélet” és a „szuszpenzió-elmélet”. Az „oldat-elmélet” hívei (*Grimaux*, *Picton* és *Linder*, *Bruni* és különösen *Zsigmondy*) azt a nézetet vallották, hogy a kolloidoldatok lényegében azonosak a „valódi” oldatokkal; különbség közöttük csupán abban van, hogy a kolloidoldatok igen nagy molekulákat tartalmaznak. A kolloidoldatok zavarosságát, a *Tyndall*-jelenséget, mely tudvalevőleg a kolloidoldatoknál nagyobb intenzitással mutatkozik, mint a szuszpenzióknál, nem ismerték el elegendő ellenérvnek a „szuszpenzió-elmélet” hívei részéről. Avval érveltek, hogy egyfelől a valódi oldatok között is vannak olyanok, melyeknél a *Tyndall*-jelenség, habár kisebb mértékben, mint a kolloidoldatoknál, de mégis észlelhető; másfelől a kolloidoldatok is homogénnek mutatkoznak, mint a valódi oldatok és a kolloid állapotban oldott anyagok is diffundálnak, csupán kisebb mértékben, mint a valódi oldatban lévők.

A szuszpenzió-elmélet hívei (*Barus*, *Schneider*, *Bredig*, *Vanino*, *Coehn*, *Stoeckel*) főképpen a kolloidoldatok optikai heterogenitásával és azzal érveltek, hogy a szuszpenziók állandóság szempontjából hasonlóan viselkednek; pl. elektrolytekkel éppúgy állandósíthatók vagy koaguláltathatók, mint a kolloidoldatok.

A két elmélet hívei között lefolyt polémia kétségtelenül termékenyítő hatással volt a kolloidtudomány fejlődésére. Mindkét párt igyekezett kísérleti adatokkal alátámasztani elképzelését; e törekvés érthető módon serkentette a kísérleti kutatásokat s újabb megismeréseket eredményezett.

Mindkét részről számos olyan kísérleti adat gyűlt össze, amelyből mind világosabban tűnt ki, hogy nincs éles határ, hanem folytonos átmenet van egyrészt

a szuszpenziók és a kolloidoldatok, másrészt a kolloidoldatok és a valódi oldatok között, és e tapasztalati tényt mindkét fél egyaránt fel tudta használni saját elmélete alátámasztására. Talán éppen ez utóbbi oknál fogva az éles polémia korábban fejeződhetett volna be, ha nem kapott volna újabb tápot abból, hogy ebben az időben vált közismertté a *Gibbs*-féle fáziselmélet. *Gibbs* elmélete tudvalevően bámulatos sikerrel fektette az anyagvilág kétféle rendszerének, a homogén és a heterogén rendszereknek kémiai-fizikáját egységes energetikai alapokra. Mintegy irányelv lett a fizikai-kémiában, hogy az anyagrendszereket két csoportba lehet sorolni: a homogén és a heterogén rendszerek csoportjába. Ez az elv a kolloid-kémiára sem maradt hatástalan. Mindinkább előtérbe lépett annak a kérdésnek megvitatása, hogy vajjon a kolloidoldatok homogén, avagy heterogén rendszerek-e. E kérdés ma már oly egyszerűnek látszó megoldása, hogy a kolloidoldatok közbülső rendszerek a valódi oldatok és a szuszpenziók, vagyis a homogén és a heterogén rendszerek között, abban az időben nagy nehézségbe ütközött. *Gibbs* fáziselméletének fénykorában nem volt időszerű bonyolultabb eshetőségekre, a termodinamika akkoriban teljesen kielégítőnek látszó paraméterein kívül másokra is gondolni. Másrészt azért sem volt ebben az időben a kolloidok helyes felfogása egyszerű feladat, mert akkor még a molekula-elmélet mai alakjában nagyon is hipotetikusnak látszott.

Voltak azonban még ebben az időszakban is kémikusok (*Spring, Zacharias, Lobry de Bruyn, Posternak, Kraft*), akik többé-kevésbé kívül állva a dualisztikus vitán – az eredeti *Graham*-elmélet hívei – azt az elvet vallották, hogy a kolloidoldatok mind a valódi oldatoktól, mind a szuszpenzióktól teljesen különböző, egyéni sajátságú, külön törvényszerűségeknek alávetett rendszerei az anyagvilágnak. Ezek a kutatók, de velük együtt azok is, akik teljesen függetlenítették magukat mindenféle elmélettől, tisztán kísérleti alapokon igyekeztek megismerni a kolloidok sajátságait és megállapítani a reájuk érvényes törvényszerűségeket. Legtöbbjük egyrészt a biológusok, másrészt a talajkémikusok sorából került ki. A biológusoknak és a talajkémikusoknak egyaránt akarva, nem akarva tudomást kellett venniük a kolloidokról, elsősorban a természetes kolloidokról, a biológusoknak az ún. biokolloidokról. Az a tantétel, hogy nincs élet kolloidok nélkül, hogy életjelenségek csakis kolloidokon nyilvánulnak meg, ebben az időben kezdett ismertté válni. A termőtalaj kolloidjainak jelentőségét is *Schlösing* és *van Bemmelen* munkája nyomán ebben az időben kezdték általánosabban felismerni.

A biológusok és a talajkémikusok párhuzamosan, de egymástól mégis meglehetősen elszigetelten vitték előbbre a kolloidok tudományát. Az elszigeteltségnek nagyon természetes oka volt. A biológusok kísérleti anyagát, a biokolloidokat, csaknem kizárólag szerves anyagok képezik; ezek között pedig igen nagy számban vannak olyanok, melyek gyakran és igen könnyen képeznek átmeneti

rendszereket a valódi és a kolloidoldatok között. Érthető tehát, hogy a biológusok vizsgálatai és megfigyelései számos olyan megállapításhoz vezettek, melyekből a kolloidoldatoknak főképpen a valódi oldatokéval való rokon sajátosságai domborodtak ki. Ennek folytán a biológusok vizsgálatai egyúttal számos támpontot nyújtottak a „kolloidoldatok” oldat-elméletéhez. Viszont a talajkémikusok a természetes termőtalaj összetételénél fogva szükségszerűen főképpen a szervetlen kolloidokkal, az igen finom szuszpenziókkal és általában azokkal a jelenségekkel foglalkoztak, melyek nagy intenzitással csak a kolloidoldatokban nyilvánulnak ugyan meg, de sok esetben a durva szuszpenzióknál is észlelhetők. Nem csoda tehát, hogy a talaj kolloidjaival foglalkozók megállapításai számos vonatkozásban főleg a szuszpenzió-elméletet támasztották alá.

Bizonyos, hogy e kor kolloidokkal foglalkozó biológusai amellett, hogy számtalan értékes és maradandó kísérleti eredményt értek el, sok tévedésbe is estek, különösen elméleti vonatkozásban, a kísérleti eredményekből levont következtetések általánosításában. De ezen nem csodálkozhatunk és ez nem von le semmit érdemükből, mert kétségtelen, hogy a kolloidkémia ebben az időszakban, de talán még a jelen század első évtizedében is főképpen a biológusok istápolásában fejlődött. Nekik szükségük volt a kolloidkémiára s kiépítettek egy olyan kolloidkémiaát, amelyet magukra hagyatottságukban tudtak. Így ez időszak, de még a későbbi kor kiváló kolloidkémikusainak nagy része is, a biológiai kutatások fírasztó ösvényeit járva, a biológia felől törtek utakat a kolloidkémia ismeretlen területeire.

Valóban, ez az alig másfél évtized igen termékeny korszaka volt a kolloidkémianak. Az ebben a korszakban történt újabb felfedezések és megállapítások fontosabbjairól a következő összeállítás ad számot:

1891-ben

Barus C. és *Schneider E.* először végzett diszperzitásfokmeghatározást ülepítő módszerrel, koagulált állapotban lévő ezüstszolokban. (Z. f. physik. Chem. 8. 278 [1891].) Ugyancsak ők mérték először kolloidoldatok vezetőképességét is (Z. f. physik. Chem. 8. 278 [1891].) Megállapították továbbá, hogy a koagulálás csak akkor következik be, ha a kolloidoldatban bizonyos meghatározott minimális méretű részecskék jönnek létre. (U. o.) Állást foglalnak a *szuszpenzió-elmélet* mellett. (U. o.)

Hofmeister megállapította, hogy a duzzadás egy meghatározott maximális értékig történik. (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol. 28, 466 [1894].)

Ambrohn megfigyelte, hogy elektromos vagy mágneses erőterben anizotróp sajátosságú zselatinlemezben hasonló belső átrendeződés megy végbe, mint az anizotróp kristályokban. (Ber. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. 1891, 394.)

1892-ben

Picton és *Linder* arzéntrisulfid-szol vizsgálata alapján átmenetet állapított meg a kolloidoldatok és a valódi oldatok között. Állást foglaltak a *Graham*-féle elmélet mellett. (Jour. Chem. Soc. 61, 148 [1892].) Arzéntrisulfid-szokok ozmózis nyomását mérték. (Jour. Chem. Soc. 63, 150 [1892].) Felfedezték a kolloidoldatoknál a kataforézis jelenségét. (U. o.) Megállapították, hogy arzéntrisulfid-szol koagulál, ha dialízissel teljesen eltávolítjuk belőle az elektrolitokat (U. o.)

Kroeker megállapította az adszorbeált mennyiség függését az adszorbens mennyiségétől s felállította a nevére elnevezett adszorpciós izotermát. (Diss. Berlin 1892.)

Lénárd vizsgálta első ízben a balloelektromos jelenséget. (Wied. Ann 46, 584 [1892].)

Gibbs W. közölte thermodinamikai elméletét. (Thermodynamische Studien. Leipzig, 1892.) U.o. találhatók az adszorpció és a felületi feszültség közti összefüggésre vonatkozó megfontolásai is.

Cantor kidolgozta a felületi feszültség meghatározására szolgáló „buborék-módszert”. (Wied. Ann. 47, 399 [1892].)

Jäger G. a benzoésav vizes oldatáról megállapította, hogy az oldat felületi feszültsége csökken a töménységével (első megfigyelés). (Wien. Akad. d. Wiss, 101, 158 [1892].)

1893-ban

Heinrich fehasználja az üledéktérfogat mérését talajvizsgálatok céljaira. (Landw. Versuchstat, 43, 341 [1893].)

Ramsay W. és *Jhields* végezte az első kísérleti vizsgálatokat az *Eötvös*-féle szabály érvényességének ellenőrzésére. (Z. f. physik. Chem. 12, 433 [1893].)

Bodländer G. megállapította, hogy alkálihidroxidok bizonyos töménység alatt a kaolinszuszenziókat állandósítják. (Neues Jahrb. d. Mineralogie 2, 147 [1893].)

Whitney M. megfigyelte, hogy a talajban lévő igen kisméretű homokrészecskék vízzel történő megnedvesítés alkalmával a duzzadáshoz hasonló viselkedést mutatnak. (Amer. Journ. Agricult. Science. 7, 85 [1893].)

1894-ben

Rodewald mérte a keményítő és a fa duzzadáshőjét. (Versuchstationen. 45, 20 [1894].)

Schneider megállapította, hogy a „Cassius bíbora” nevű kolloidoldat részecskéi aranyból és ónsavból állnak. (Z. f. anorg. Chem. 5, 80 [1894].)

Van Bemmelen ismertette a gélek duzzadására és száradására vonatkozó első vizsgálatait. (Z. f. anorg. Chem. 5, 466 [1894].)

Ramsden észlelte először, hogy fehérjeoldatból a fehérjét habzással el lehet távolítani. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1894, 517.)

Kraft és *Stern* megállapította, hogy szappanoldatokban a szappan hidrolízist szenved. (Ber. 27, 1747 [1894].)

Schmidt G.C. megállapította, hogy a *Wilhelm Ostwald*-féle adszorpciós izoterma oldatokban történő adszorpcióra is érvényes. (Z. f. physik. Chem. 15, 56 [1894].)

Bonty először vizsgálta a nem elektrolitok hatását elektrokapillár-jelenségekre. (Ann. Chim. et Physique 3, 195 [1894].)

Lehmann megfigyelte, hogy a kolloidoldatok az oldószer kicserélése által koaguláltathatók. (Z. f. physik. Chem. 14, 157 [1894].)

Helland A. leírta, hogy az üledékek megfelelő körülmények között a folyékony testekhez hasonló jellegűek. (Norges geol. Undersøgelse. 1894. Kristiania.)

Billitzer J. megállapította, hogy sűrű agyagszuszpenziók lúggal „elfolyósíthatók” (Z. f. physik. Chem. 14, 187 [1894].)

Van der Waals ismertette kapilláris-elméletét. (Z. f. physik. Chem. 13, 657 [1894].)

König A. folyadékok felületi feszültségét görbületi sugár mérése alapján határozta meg. (Wied. Ann. 53, 864 [1894].)

Van der Waals megállapította a folyadékok felületi feszültségének hőmérséklet-függvényét. (Z. f. physik. Chem. 13, 716 [1894].)

Kovalki kísérletileg igazolta, hogy a diffúzió hőmérsékleti együtthatójának értéke az anyagi minőségtől függ. (Ann. d. Phys. 52, 166 [1894].)

Alpiani L. módszert dolgozott ki a talaj ülepedési sebességének meghatározására, illetőleg a talaj ülepedéssel történő frakcionálására; ezt később *Atterberg* módosította. (Forsch. a. d. Geb. d. Agr. Phys. 17, 291 [1894].)

Bütschli az első beható mikroszkópos vizsgálatokat végezte a gélek, koagulumok és habok szerkezetére vonatkozólag. (Untersuch. über mikroskop. Schäume usw. Leipzig, 1894.)

1895-ben

Linder és *Picton* különböző diszperzitásfokú kolloidoldatokat állított elő. (Journ. of Chem. Soc. 61, 148 [1895].)

Spring felismerte, hogy az üveg felülete a hidrogénhiperoxid bomlását katalizálja. (Bull. Acad. Belge 30, 32 [1895].)

Köppe B. első ízben mérte a vérsejtek üledéktérfogatát. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1895, 154)

Hedin centrifugálást alkalmaz a vérsejtek üledéktérfogatának mérésénél. (Skand. Arch. f. Physiol. 1892.)

Williams W.R. megfigyelte, hogy a talaj vizes szuszpenziói bizonyos töménység felett koagulálnak. (Forsch. Geb. d. Agrikulturphys. 18, 302 [1895].)

Picton és *Linder* felfedezte a koagulálással kapcsolatosan az ún. ionantagonizmust. (Journ. Chem. Soc. 67, 63 [1895].)

Gossert felfedezte a folyadékok felületén tapasztalható, a *Leidenfrost*-tűnémenyhez hasonló jelenséget. (Ann. Chim. et Physique 4, 391 [1895].)

Schneider E.A. szervesetlen vegyületek alkoholos és glicerines kolloidadatait állította elő. (Ber. 25, 1164 [1895].)

Sjöquist megállapította, hogy a fehérjék savakat és lúgokat képesek megkötni. (Skandinav. Arch. f. Physiol. 5, 277 [1895].)

1896-ban

Liesegang felfedezte a róla elnevezett jelenséget (*Liesegang*-féle gyűrűk). (Naturwiss. Wochenschrift 11, 353 [1896].)

Martin C.J. első ízben alkalmazta az ultraszűrést. (Journ. of. Physiology 20, 364 [1896].)

Friedl megállapította, hogy a zeolitok apolárosan is adszorbeálnak elektrolitokat. (Bull. Soc. Franc. d. Min. 19, 263 [1896].)

Ostwald Wilh. felismerte, hogy a kolloidok egyrésze (a hidrofil kolloidok) folyadékok habzását nagymértékben növeli. (Z. f. physik. Chem. 34, 496 [1896].)

1897-ben

Coehn megállapította a folyadékokkal érintkező szilárd testek felületének töltéssjellege és a dielektromos állandó közti összefüggésre vonatkozó szabályt. (Z. f. Elektrochem. 4, 62 [1897].)

Meyer E. és *Lottermoser* az emulzoidok védőhatását vizsgálta. (Journ. f. pr. Chem. 56, 241 [1897].)

Ostwald Wilh. bebizonyította, hogy az a legkisebb anyagmennyiség, mely túltelített oldatokban a túltelítettséget megszüntetni képes és a kristályosodás folyamatát megindítja, nem végtelen kicsi, sőt nem is molekulaméretű. (Z. f. physik. Chem. 22, 289 [1897].)

Picton és *Linder* felfedezi a kolloidoldatok kölcsönös koagulálását. (Journ. Chem. Soc. 71, 568 [1897].)

Lottermoser A. megállapította, hogy a kolloidoldatok elektromos áram hatására – elektroforézis közben – koagulálhatnak. (Journ. f. pr. Chem. 56, 280 [1897].)

Dorsey folyadékok felületi feszültségét mérte a felületi hullámok vizsgálata alapján. (Philos. Mag. 44, 134 [1897].)

Atterberg megállapította, hogy 0,02 mm-nél kisebb talajrészecskéket tartalmazó talajok tulajdonságai az anyagéhoz hasonlóak (Landsburgs Akad. Handling. Tids. Stockholm, [1897].)

Wolhny behatóan foglalkozott a talaj kolloidjainak duzzadásával. (Forschr. Geb. Agrikulturphysik. 20, 1 [1897].)

Pauli (Pascheles) *Wo.* a gélek duzzadását mérte gőzökben. (Pflügers Arch. 67, 224 [1897].)

Meyer E. és *Lettes* megállapította, hogy a fehérjék védőhatást fejtenek ki az ezüstszozra elektrolitokkal előidézett koaguláláskor. (Journ. f. pr. Chem. 56, 242 [1897].)

Lottermoser A. ismertette az ezüstháloido kolloidadatainak előállításí mód-szereit s e vizsgálátokkal kapcsolatosán megállapította, hogy pozitív és negatív töltésű ezüstháloid-szo állítható elő. (Journ. f. pr. Chem. 56, 247 [1897].)

Rodewald meghatározta a gélek duzzadásánál tapasztalható összhúzódást (kontrakciót). (Z. f. physik. Chem. 24, 193 [1897].)

Wilson megszerkesztette a róla elnevezett ionizációs kamrát gőzök kondenzálásának vizsgálátához. (Phil. Trans. 189, 265 [1897].)

1898-ban

Coehn A. először tanulmányozta az elektrosztenolízist (Z. f. Elektrochem. 4, 501 [1898].)

Tammann G. ismertette a kristályosodás mechanizmusára vonatkozó elméletét. (Z. f. physik. Chem. 25, 443 [1898].)

Pauli (Pascheles) *Wo.* behatóan vizsgálta a különböző anyagok (elektrolitok és nem-elektrolitok) befolyását a duzzadásra. (Pflügers Arch. 71, 333 [1898].)

Stöckle megállapította, hogy a higanynak vákuumban kisebb a felületi feszültsége, mint levegőben. (Wied. Ann. 66, 499 [1898].)

Bredig G. felfedezte porlasztó eljárását kolloidoldatoknak elektromos ívfényben való előállítására. (Z. f. angewandte Chem. 1898, 951; Z. f. Elektrochem. 4, 514 [1898].) Megállapította, hogy az OH-ionoknak diszpergáló hatásuk van. (Z. f. angewandte Chem. 1898, 951.)

Rothmund V. behatóan vizsgálta az opaleszcenciát kolloidoldatokon. (Z. f. phys. Chem. 26, 446 [1898].)

1899-ben

Stark J. felismerte a közeg belsősúrlódásának befolyását a kolloidoldatok állandóságára. (Ann. d. Phys. 68, 119 [1899].)

Pauli Wo. és *Hardy Wi.* egymástól függetlenül felfedezte a kolloidoldatoknál a megfordítható és a nem megfordítható állapotváltozásokat (megfordítható és nem megfordítható koagulálást, duzzadást). (Pflügers Arch. 78, 315 [1899]; Proc. Roy. Soc. London. 66, 95, 110 [1899].)

Hardy Wi. felfedezte, hogy a vízben diszpergált részecskék töltésének előjelét megfelelő elektrolitokkal meg lehet változtatni. (Journ. of. physiol. 24, 288 [1899].)

Spring W. megállapította, hogy egyes anyagok, mint a króm-, a vas-, és a rézsók „valódi oldatait” szintén mutatják a *Tyndall*-jelenséget. (Bull. Acad. Roy. Belg. 37, 174, 300 [1899].)

Stoeckl K. és *Vanino L.* behatóan foglalkozott a kolloidoldatoknak, különösen az arany kolloidoldatának színváltozásaival. Megállapították, hogy a *Tyndall*-fény polárizott fény. (Z. f. phys. Chem. 30, 98 [1899].)

Rayleigh bebizonyította, hogy minden anyag részecskéi adnak *Tyndall*-fényt, ha kisebbek, mint a fény hullámhossza. Megállapította a *Tyndall*-fény intenzitásának teljes függvényét. (Phil. Mag. 47, 375 [1899].)

Rodewald H. összefüggést állapított meg az adszorpciós hő és az adszorbens felületének mérete között. (Z. f. phys. Chem. 33, 593 [1899].)

Donnan F.G. megállapította, hogy szabad zsírsavat tartalmazó olajokat emulgeálni lehet híg lúgokkal. (Z. f. phys. Chem. 31, 42 [1899].)

Traube I. első ízben írta le az ozmotikus növényalakzatokat. (Gesammelte Abhandlungen. Berlin, 1899.)

Pockels A. megállapította, hogy a felületi feszültséget csökkentő anyagok a felületi kiterjedést növelik. (Wied. Ann. 67, 668 [1899].)

Rayleigh olajhártyák vastagságát határozta meg víz felületén, felületi feszültség mérése alapján. (Philos. Mag. 48, 331 [1899].)

Lagergreen S. felfedezte a negatív adszorpció jelenségét szén, kaolin és üveg, mint adszorbensek esetében (Bibl. f. k. Svens. Handl. 24, 2 [1899].)

Hardy W. felismerte, hogy a kolloidoldatok az izoelektromos pontban koaguláltathatók a legkönnyebben. (Proc. Cambr. Phil. Soc. 24, 301 [1899].)

Bredig G. és *Müller R.* platinaszoknak hidrogénszuperoxid bomlására való katalizáló hatását vizsgálta és megállapította a platinaszol töménysége és a bontás sebessége közti összefüggést. (Z. f. phys. Chem. 31, 258 [1899].)

Loos A. megfigyelte, hogy a szuszpenziók üledéktérfogata függ a szuszpenzió folyadékának minőségétől. (Weinbau u. Weinhandel 17, 131 [1899].)

Hardy és *Whetham W.C.* a koagulálás vegyértékűség-szabályára számszerű összefüggést állapított meg. (Philos. Mag. 48, 474 [1899].)

1900-ban

Hardy feltételezte, hogy a kolloidoldatok belsőúrlódását a részecskék mozgásából származó indukált elektromotoros erő, mint mechanikai ellenállás, növeli. (Z. f. phys. Chem. 33, 398 [1899].) Megállapította, hogy a kolloidoldatok koagulálnak, ha részecskéik elektromos potenciálja bizonyos kritikus érték alá csökken. (Pr. Roy. Soc. London. 66, 110 [1900].)

Bruni G. és *Pappadá N.* az első szabatos ozmózis nyomásmérést végezték kolloidoldatokon. (Atti. Linc. 9, 354 [1900].)

Lobry de Bruyn zselatina és más hidrofil kolloidok segítségével számos anorganikus kristályos vegyület kolloidoldatát állította elő. (Rec. Trav. chim. 19, 236 [1900].)

Warrington R. megállapította, hogy a kolloidok duzzadó-képessége nagyobb, mint a nem-kolloidoké. (Lecture some physic. propert. soil. 25 [1900] Oxford.)

Ostwald Wilh. a felületi feszültség és az oldékonyság közti összefüggésre olyan egyenletet vezetett le, mely alkalmas a részecskék méretének megállapítására. (Z. f. phys. Chem. 34, 495 [1900].)

Joly J. az alumínium ionnak kaolinra kifejtett koaguláló hatásánál felismerte az ún. „szabálytalan sort”. (Congres Géolog. 2, 710 [1900].)

Exner F. a *Brown*-féle mozgást végző részecskék pályájának alakjáról adott leírást. (Ann. d. Physik. 2, 843 [1900].)

1901-ben

Zsigmondy és *Schulz N.* felismerte a fehérjéknek aranyszolra kifejtett védőhatását és a védőhatás számszerű kifejezésére bevezette az ún. „aranszámot”. (Z. f. anorg. Chem. 40, 697 [1901].)

Einstein A. bebizonyította, hogy a folyadékhártyák felületi feszültsége azonos a tömegben lévő folyadékok felületi feszültségével. (Ann. Physik. 4, 513 [1901].)

Hulett G.H. gipszre bebizonyította, hogy a felületi energiának nincs befolyása az oldékonyságra, ha a részecskék 2 -nél nagyobbak. (Z. f. phys. Chem. 37, 385 [1901].)

Friedländer E. leírta, hogy a kolloidok egy része az oldószer belsőúrlódását egyáltalán nem, vagy csak igen kismértékben befolyásolja. (Z. f. phys. Chem. 38, 430 [1901].)

Konowalow D. megállapította, hogy a kolloidoldatok tenziója csak kismértékben tér el az oldószer tenziójától. (Ann. Physik. 10, 36 [1901].)

Quincke G. behatóan tanulmányozta a fotoforézist. (Report of the Meeting of the Brit. Assoc. for the adom. of Science, Glasgow, 1901.)

Posternak S. megállapította, hogy a *Hofmeister*-féle ionsor a fehérjéknél megfordul, ha a fehérje töltésének jellege megváltozik. (Ann. de l'Inst. Pasteur 15, 85 [1901].)

Erb W. megállapította, hogy a fehérjék savkötő-képessége híg oldatokban nagyobb, mint tömény oldatokban. (Z. f. Biologie 41, 309 [1901].)

1902-ben

Mitscherlich a nedvesedési hő mérése alapján megkísérelte kiszámítani a talaj különböző diszperzitásfokú alkatrészeinek külső és belső felületeit. (Landw. Jahrbuch. 30, 389 [1902].)

Gutbier A. megállapította, hogy aranyszol előállításánál (káliumaurát redukálásánál) a göcképződést befolyásolni lehet különféle anyagokkal s ennek megfelelően különféle színű oldatok állíthatók elő. (Z. f. anorg. Chem. 31, 448 [1902].)

Billiter J. elektrolízissel állított elő Ag- és Hg-szolokat. (Ber. 35, 1929 [1902].)

Biltz W. hidrolízissel és dialízissel előállította a nehéz fémek hidroxidjainak kolloidadatait. (Ber. 35, 4434 [1902].)

Quincke H. megállapította, hogy a kolloidok egy csoportja a víz felületi feszültségét alig befolyásolja, viszont egy másik csoportja – mint pl. a fehérjék – mérhetően csökkenti. (Ann. Phys. 9, 800 [1902].)

Paal C. kidolgozta liszalbinsavas és protalbinsavas eljárását kolloidoldatok előállítására. (Ber. 35, 2195, 2206, 2224 [1902].)

Hittorf vizsgálta az elektrolízises folyamatot hárták közbeiktatásával. (Z. f. phys. Chem. 39, 613 [1902].)

Lobry de Bruyn felfedezte, hogy valódi oldatban lévő anyagok is (pl. cukor) növelhetik a kolloidoldatok állandóságát. (Ber. 35, 3079 [1902].)

5. 1903-TÓL NAPJAINKIG

Újabb fordulatot jelentett a kolloidkémia fejlődésében az 1903. év. Ebben az esztendőben szerkesztette meg *Zsigmondy Siedentopf* optikus közreműködésével az ultramikroszkópot. Az ultramikroszkóp feltalálásával az optikai érzékelhetőség (láthatóság) határa 500 m μ -tól lefelé egynéhány m μ -ig, vagyis csaknem a molekulák méretéig tolódott el. Ultramikroszkóppal tehát számos kolloidoldat, de más kolloidrendszer, mint pl. a rubinüveg részecskéi is, melyeknek létét számos kísérleti tény közvetett módon már annakelőtte is bebizonyította, közvetlenül „láthatókká” lettek. Ez az elképzelhető legközvetlenebb, tehát megdönthetetlen kísérleti bizonyítéka volt annak a feltevésnek, hogy a kolloidoldatok optikai tekintetben heterogén rendszerek. A sors különös szeszélye, hogy *Zsigmondy*, az oldat-elmélet egyik legszélsőségesebb felfogású és legkitartóbb képviselője lett az ultramikroszkópia felfedezője. Ezzel *Zsigmondy* – bár saját elméletét végérvényesen megdöntötte – rendkívül termékeny tudomány, a modern kolloidkémia és kolloidfizika egyik legszilárdabb alapkövét fektette le.

Már első ultramikroszkópos vizsgálatait kapcsán módjában volt magának *Zsigmondynak* is meggyőződnie arról, hogy vannak, illetőleg előállíthatók egész kolloidoldat-sorozatok, melyeknek szélső tagjai egyfelől mikroszkóppal látható részecskéket tartalmazó szuszpenziók, másfelől oly finom diszperziók, hogy ezek részecskéi ultramikroszkóppal sem érzékelhetők, s csaknem olyan tulajdonságokkal vannak felruházva, mint a „valódi oldatok”. E megállapításával nemcsak

a kolloidrendszerek heterogenitását igazolta, hanem azt is, hogy folytonos átmenet van egyfelől a kolloidoldatok és a „valódi oldatok”, másfelől a kolloidoldatok és a heterogén rendszerek, pl. a szuszpenziók között.

Az ultramikroszkópia ezenfelül még a következő két alapvető, általános jellegű és a természettudományok valamennyi ágára kiható megállapításhoz vezetett közvetlenül: 1. *Svedberg* ultramikroszkóppal tanulmányozta a kolloid részecskék mozgását és a különböző tényezők (hőmérséklet, részecskeméret, elektromos töltés, a közeg belsőúrlódása) befolyását a kolloid-részecskék mozgására és bebizonyította, hogy a *Brown-féle* mozgás nem egyéb, mint a részecskék hőmozgása. Ez a mozgás ugyanazon törvényeknek van alávetve, amelyeket a kinetikai hőelmélet a molekulák mozgására állapított meg, minthogy a kolloid-részecskék mozgásának mechanizmusára is érvényesnek bizonyultak azok a függvények, melyeket *Einstein*, *Smoluchowski* és *Perrin* molekulakinetikai megfontolások alapján vezetett le. Ilyen módon az ultramikroszkópia az első közvetlen kísérleti bizonyítéka lett annak is, hogy a kinetikai gázelmélet s az elmélet minden folyamánya helyes, tehát a molekulák valóban létező anyagi részecskék.

2. Mintegy következése volt e kísérleti és elméleti eredményeknek, s egyben koronája a kinetikai gázelméletnek, hogy *Boltzmann-Maxwell* energiamegosztás-törvénye kísérleti igazolást kapott. Eszerint: a termodinamika II. főtétele valószínűségi törvény, csakis elég nagyszámú egyedből álló rendszerekre érvényes; a rendszerek kevés egyedet tartalmazó kis térfogatára azonban már érvénytelen, mert ebben olyan folyamatok is végbemehetnek, melyek a szabad energia növekedésével járnak.

Az ultramikroszkóppal történt vizsgálatok eredményeit eleinte nagyon eltérő módon ítélték meg a kolloidokkal foglalkozó kémikusok, annyira, hogy ezeken az új alapokon egymástól különböző, sőt ellentétes felfogások és elvek alakultak ki.

Az egyik csoport, amelybe főképpen azok tartoztak, akik a fizika és a fizikai-kémia irányából hatoltak a kolloidkémia területeire, a kolloidoldatok legjellegzetesebb sajátosságát az ultramikroszkópos vizsgálatokkal beigazolódott heterogenitásban látta. E kutatók nem is annyira a kolloid-részecskék individualitását és méretét tartották lényegesnek, mint inkább ennek közvetlen folyamányát: azt, hogy a kolloidrendszerekben az „egész kolloidfázis” a nagyfokú felaprítottság folytán viszonylagosan kis térfogatban igen nagy felületet képvisel. *Wilhelm Ostwald*, *Bredig*, *Freundlich*, *Wolfgang Ostwald* ennek az elvnek legkimagaslóbb képviselői, hangoztatták legnyomatékosabban a felületi energia és a felületi jelenségek mérvadó jelentőségét a kolloidoldatok sajátosságaival kapcsolatosan. *Wolfgang Ostwald* a felület, illetőleg a felületi energia, s ezzel a kolloidrendszerek szabatos meghatározására bevezette a *fajlagos felület* fogalmát. Ez volt az első kísérlet a kolloidrendszerek fizikai jellegű szabatos meghatározására. Ezen az alapon kísérlete meg *Ostwald* a kolloidoknak állapotváltozásait is jellemezni és

természetes rendszerbe foglalni. *Freundlich* talán legszélsőségesebb híve volt ennek az irányelvnek és elsősorban a felületi jelenségek, az ún. kapillárjelenségek megismerésében látta a kolloidkémiai kutatások legelső és legfontosabb feladatát. Három kiadásban megjelent „Kapillarchemie” című művének minden fejezetén vezérfonalként vonul át ez az elv. Noha szemlélete általános kolloidkémiai vonatkozásban talán némileg egyoldalú is volt, művei mégis örökbecsűek maradnak mert a felületi jelenségek céltudatos és szabatos kutatásának alapjait ő fektette le. Az idevágó ismeretek fizikai és matematikai alapokon való rendszerbefoglalását, a kolloidkémia egyik legegzaktabb fejezetét is ő teremtette meg. Ezzel nemcsak a szorosan vett kolloidkémia és kolloidfizika lendületes fejlődésének rugóit feszítette meg, hanem számos hidat vert ama nagy szakadékok fölött, melyek a kolloidkémiát a jelen század elején a klasszikus fizikai-kémiától még elválasztották. Kétségtelen, hogy *Wilhelm Ostwald*, *Nernst*, *van't Hoff*, *Arrhenius*, *Gibbs* és a többi klasszikus matematikai alapokon nyugvó fizikai-kémiáján nevelkedett kémikusok számára kevésbé volt idegenszerű a kolloid sajátságokat a heterogenitás szemszögéből nézve fizikailag szabatosan meghatározott felületeken tanulmányozni, vagyis az adszorpció, a határpotenciál, a felületi feszültség törvényszerűségeit kutatni, mint közvetlenül az áttekinthetetlen sajátosságú kolloidrendszerekkel foglalkozni. E jelenségek problémái pedig szerves kapcsolatban vannak a kolloidok összes sajátságának és individuális jellegzetességének minden kérdésével. *Freundlich* nevéhez nem fűződnek úgynevezett „nagy felfedezések”. Mégis a modern kolloidika megalapítói közé kell sorolnunk őt. Egyike volt azoknak a kimagasló fizikai-kémikusoknak, akik a kolloidok sokoldalú elméleti és gyakorlati jelentőségét felismerték, éles kritikával arra törekedtek, hogy a minőségi megfigyeléseken épült kolloidkémiát a leíró jellegű szabályoktól mentesítve, egzakt matematikai alapokon nyugvó tudománnyá fejlesszék. *Freundlich* iskolát létesített; számos tanítványa és követője még ma is az ő szellemében fejleszti a kolloidtudományt.

E kapillárfizikai felfogással merő ellentétben volt a kolloidkémia ún. tisztán kémiai elmélete. Ennek hívei – legtöbbjük vérbeli kémikus, mint *Jordis*, *Duclaux*, *Robertson* és *Jack Löb* – nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget annak, hogy a kolloidoldatok ultramikroszkóppal „heterogén” rendszereknek bizonyultak. A heterogenitásban nem láttak semmi olyan jellegzetességet, melyből a kolloidoldatok sajátságaira lényegbevágó következtetéseket lehetne levonni. Ellenben egyedül a kémiai sajátságokat, a kémiai összetételt tartották olyan tényezőknek, melyek a kolloidoldatok különleges sajátságait megszabják. Újszerű és hipotetikus összetételű komplexvegyületeknek tulajdonították a kolloidoldatok állandóságát és sajátos viselkedését. Kétségbevonták pl. azt, hogy kémiaiilag teljesen tiszta anyagok folyékony közegben állandó diszperziót képezhessenek. A peptizálásra, koagulálásra, valamint az adszorpcióra bonyolult kémiai reakció-

egyenleteket állítottak fel annak az elgondolásnak alapján, hogy a peptizátor, a koagulátor a kolloid állapotban oldott anyaggal, illetőleg az adszorbeált anyag az adszorbenssel kémiai kölcsönhatásba lép, s vele komplexvegyületet alkot. *J.M. van Bemmelen* adszorpciós vegyületeknek tartotta pl. a gélek és az elektrolitok kölcsönhatása által létesülő „adszorbeátumokat” s összetételüket sztöchiometriai képletekkel igyekezett kifejezni. E kémiai elv hívei általában a fizikai tényezőket a kolloid állapottal kapcsolatosan másodrendűeknek minősítették, a kolloidoldatok mindennemű állapotváltozását kémiai átalakulásokkal és kölcsönhatásokkal igyekeztek magyarázni.

Ez a tiszta kémiai irányzat több-kevesebb változattal éppúgy, mint a kapillárkémiai elv, csaknem a legújabb időkig életképes volt. Számos híve volt ennek is; sokan közöttük szintén túlzottan egyoldalúak és a fizikai felfogással megalkudni semmiképpen sem tudók. *Jack Löb, Wolfgang Pauli, Robertson és Sørensen* voltak ennek az irányznak legkimagaslóbb és legkitartóbb hívei. Érdemeik nem kisebbek, mint a „kapillárkémikusokéi”. Azzal a törekvésükkel, hogy lehetőleg egységes, „kémiai vonatkozásban tiszta” kolloidoldatokat állítsanak elő s vizsgálják ezek kémiai sajátságait, tisztázták a kolloidoldatok kémiai egységes jellegének problémáit. Valóban számos esetben bizonyult helyesnek kémiai felfogásuk, olyan értelemben, hogy a kolloidok sajátságait megszabó tényezők, a kolloidok állapotváltozásainak elsődleges indítórugói tisztán kémiai tulajdonságok, illetőleg kémiai átalakulások és kölcsönhatások is lehetnek. Helyesnek bizonyult elvük elsősorban a fehérjék területén és még sok más, főképpen olyan kolloidokkal kapcsolatosan, amelyek könnyen alkotnak átmeneti-rendszereket a kolloidoldatok és valódi oldatok között. *Pauli* ennek az elvnek alapján vélte nemcsak a fehérjék, hanem az anorganikus vegyületek kolloidkémiaját is egységes sztöchiometriai alapokra fektetni. Habár e törekvése nem hozta meg a várt eredményt, iskolájának munkásságát azonban mégis számos maradandó értékű megállapítás és megismerés koronázta. Ő volt az első, aki meghatározott célkitűzéssel függvényszerű összefüggéseket keresett a fehérjék kémiai összetétele, szerkezete és fizikai-kémiai sajátságai között. E széleskörű munkásságával egyfelől bőségesen gyarapította a fehérjék kémiai sajátságaira vonatkozó ismereteket, másfelől – éppen, mert a fehérjék prototípusai a kolloidoknak – szükségyszerűen számos általános jellegű kolloidkémiai szabályszerűséget is megállapított.

E két fő kutatási elven, a kapillárfizikai és a tisztán kémiai elven kívül voltak még más, kevésbé jelentékeny s rövidebb életű elvek és felfogások. Akadtak e két szélsőséges nézet összeegyeztetésére törekvő kutatók is. Általában megállapítható, hogy az ultramikroszkópia mind szélesebb és szélesebb körben keltett érdeklődést a kolloidok iránt. 1906-ban a német természetkutatók és orvosok kongresszusának tárgyköre kizárólag kolloidkémiai kutatások eredményeiből állott. De

nemcsak elméleti, hanem a gyakorlati vonatkozásban is növekedett az érdeklődés. Az agrokémia, biológia, a kémiai iparok között pedig elsősorban a gumi-, bőr- és szappanipar területein a kolloidkémia mind rohamosabban kezdett tért hódítani és értékelésben részesülni.

Az általános érdeklődés mindinkább növekedett 1907 után. Ebben az évben történt a jelen század második klasszikus kolloidkémiai felfedezése, és ez a korszerű kolloidikának az ultramikroszkópia mellett második alapköve: a *kolloid állapot általánosságának felismerése* s ezzel kapcsolatban a diszperzrendszer elmélete. 1907-ben az orosz *Weimarn* induktív módszerekkel, vagyis kísérleti alapokon *Wolfgang Ostwald* pedig deduktív módon bebizonyította, hogy a kolloid állapot nemcsak bizonyos anyagok sajátja, hanem – legalábbis elvileg – bármely anyag vihető kolloid állapotba; a kolloid állapot tehát éppen annyira független a kémiai sajátságoktól, mint a halmazállapot. *Weimarn* a tételt azzal bizonyította, hogy elvben egy és ugyanazon módszerrel számtalan olyan vegyület kolloidoldatát állította elő, melyeket annakelőtte a krisztalloidok prototípusainak tartottak. *Wolfgang Ostwald* abból a megfontolásból indult ki, hogy mivel a kolloidoldatok a szuszpenziókhoz hasonló heterogén rendszereknek bizonyultak, másfelől abszolút értelemben véve a valódi oldatok sem homogének, mert a molekuláknak és az ionoknak, mint individuális anyagi részecskéknek létét számos tény bizonyítja, tehát a szuszpenziók, a kolloidoldatok és a valódi oldatok lényegükben azonos jellegű rendszerek. Közös jellegük, hogy mindegyikük legalább két komponensből áll, ezek közül az egyik különálló részecskékre felaprítva, szétoszlatva, diszpergálva van a másikon, vagyis mind a háromféle rendszer ún. diszperzrendszer. Egyedül a részecskék méretében, a diszperzitás fokában van köztük különbség. Tekintve, hogy semmiféle elvi akadálya sincs annak, hogy minden anyag egészen a molekuláig bármilyen méretű részecskékre aprítható legyen, nyilvánvaló, hogy bármely anyag tetszésszerű diszperzításfokú diszperzrendszere, tehát kolloidoldata is előállítható. Ugyanebből a megfontolásból következik az is, hogy semmiféle alapon sem lehet éles határt vonni a kolloidoldatok és a szuszpenziók, valamint a kolloidoldatok és a valódi oldatok között, mert amennyire folytonosan variálható a felaprítottság foka, éppúgy folytonosan variálódhatnak mindazok a tulajdonságok, melyek a diszperzitás fokától függenek.

E megfontolás és a belőle levont következtetések alapján *Wolfgang Ostwald* indokoltan látta annak az elvnek kimondását, hogy e háromféle anyagrendszerrel kapcsolatban, amilyenek a durva szuszpenziók, a kolloidoldatok és a „valódi oldatok”, nincs értelme homogén és heterogén rendszerekről mint az anyagrendszerek kizárólagosan két nagy csoportjáról beszélni és boncolgatni azt, vajon a kolloidok homogén, avagy heterogén rendszerek. Indokoltabb e háromféle anyagrendszert egységes szempontból vizsgálni, kiemelve közös tulajdonságaikat s a közös tulajdonságokból kiindulva keresni különleges sajátjaikat. Különleges

sajátságaik pedig a tulajdonságoknak a diszperzitásfokbeli különbségeken alapuló függvényszerűségében rejlenek. Ebben az elvben kifejezésre jut tehát az is, hogy – bár a megnevezett három rendszer egy teljes, kontinuus szorzatot alkot – a kolloidrendszerek mégis autonóm jellegű, különleges sajátságokkal felruházott rendszerei az anyagvilágnak.

E felismerések kétségtelenül rendkívül nagy hatással voltak a kolloidkémia további fejlődésére. Mindenekelőtt annak folytán, hogy a kolloid állapot általános jellegét, az anyagi minőségtől való függetlenséget felismerték, a kolloidkémia a fizikai-kémianak egyik önálló fejezetévé vált, vagyis azok közé a tudományok közé sorakozott, melyeknek az a céljuk, hogy a kémiai energia és a többi energia-féleségek közti összefüggéseket felderítsék. De a tárgyköre is hirtelen nagymértékben kibővült. A diszperzrendszerek elmélete szerint ugyanis a kolloidoldatok szubmikroszkópos diszperzitásfokú diszperzrendszerek. Diszperzrendszerek azonban a definíció értelmében nemcsak folyékony közegű rendszerek lehetnek. Így tehát a kolloidok között nemcsak a kolloidoldatok, a lioszolok és a gélek, hanem a kolloid habok, füstök, ködök és a szilárd szolok is helyet foglalnak.

E röviden vázolt körülmények érthetővé teszik azt a mindinkább növekedő érdeklődést, melyben a kolloidok tudománya 1907 óta mind szélesebb körökben részesült. Alig van a természettudományoknak és éppen úgy a kémiai technikának olyan ága, melynek területén ne találtak volna hamarosan kapcsolatokat a kolloidkémiaiával. A diszperzrendszerek elméletének termékenyítő hatása alatt a kolloidkémia határterületei is rohamosan bővültek s így nem lehet csodálni, ha egyesek – különösen a biológusok között néhányan – sokszor túlbecsülve a tényeket, pl. az élet összes problémáit kizárólag a kolloidkémiaiával vélték megoldhatónak. Sokan estek abba a tévedésbe is, hogy a kolloidok tudományát a tiszta kémiát és fizikát nélkülözhető, önmagában álló, sajátos módszerekkel dolgozó, csupa különleges törvényszerűségekkel rendelkező tudománynak tekintették.

1914-ben *Wolfgang Ostwald* „Die Welt der vernachlässigten Dimensionen” című könyvében főleg a fizikai-kémikusok idegenkedése folytán teljesen indokoltan még „elhanyagolt dimenziók”-nak aposztrofálta a kolloidokat, a 20-as években pedig a kolloidika a fizikai-kémianak már a legnagyobb terjedelmű fejezete volt. Nem tulajdonítható véletlennek, sem pedig valami mesterkéltnépszerű hatásnak, hogy azalatt az alig két évtized alatt az „elhanyagolt dimenziók világából” „el nem hanyagolható dimenziók világa” lett. A szükségszerűség, az alkalmazhatóság felismerése volt az a természetes tényező, melynek hatására a kolloidkémia mint nélkülözhetetlen segédtudomány a biológia, az orvosi tudományok, a mineralógia, a geológia, az agrokémia, a meteorológia területén mind nagyobb tért hódított. Valóban a fizikai-kémia megalapozása óta egyetlenegy olyan természettudományág sem fejlődött ki, mely alkalmazhatóság tekintetében a kolloidikával felvehetné a versenyt. A legrohamosabb fejlődés mindenesetre

a technikai kolloidkémia területén mutatkozott. Az ipar – sok tekintetben a gazdasági viszonyok kényszerhatása alatt is – korán felismerte, hogy a kolloidkémia igen hasznos tudomány, hogy a kolloidkémikus új szempontok figyelembevételével olyan ismereteket, módszereket és eljárásokat képes megvalósítani, melyek a gyakorlatban igen jól értékesíthetők. És mivel nemigen akad a kémia technikájának olyan ága, melynek területén a kémikus kolloidrendszerekkel és kolloid jelenségekkel ne találkozni, érthető, hogy az ipar részéről az érdeklődés a kolloidkémiai kutatások iránt meglehetősen általános lett. Persze az iparnak érthető okoknál fogva – hasonlóképpen mint a biológiának – legnagyobb részt abból az elvből kellett kiindulnia, hogy a gyakorlati élet nem várhat addig, amíg az induktív atomisztika és a „molekuláris kémia” a kolloidok minden tulajdonságát és különleges sajátságait a legelemibb folyamatokra vissza tudja vezetni. A kolloidokat, mint különleges sajátságokkal felruházott anyagrendszereket, közvetlen vizsgálat tárgyává téve, ha másként nem, akkor empirikus szabályok megállapításával kellett ismertté és felhasználhatóvá tenni.

A kolloidkémianak az ipar részéről való nagy értékelése már megnyilvánult abban, hogy a kolloidkémia első nemzetközi irodalmi orgánuma, a „Kolloid-Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide” a nagynevű kaucsuktechnikus *Ditmar* szerkesztésében indult meg. Az első kolloid-társaság is, a németországi „Kolloidgeellschaft”, főleg az ipari kolloidkémikusok indítványozására alakult meg. Ennek mintájára létesült később az angol és az amerikai egyesült államokbeli „Colloid Symposium”, melynek vezető tisztségeit túlnyomólag szintén az ipart képviselő kémikusok töltötték be.

Mindezeknek az akcióknak rövidesen meglelt a gyümölcse. A kutatások és a tudatos megfigyelések eredményei elsősorban az ún. tiszta kolloid iparok terén mutatkoztak. Ilyenek többek között a kaucsukipar, a szappangyártás, az enyvygyártás, a bőr-, a textil- és fotoipar, újabban pedig a rendkívül kiterjedt műanyaggyártás. Általában ezek azok az iparok, melyek meglehetősen elszigetelt területei voltak a régebbi kémiai technológiának és amelyeknek leginkább kellett küzdeniük az empiriával. Az alkalmazott kolloidkémianak aránylag rövid idő alatt sikerült ezeket az egyébként elsőrendű kémiai iparágakat messzemenően megszabadítani az empiriáktól és olyan megismerésekhez, általános elvekhez juttatni őket, melyek egzakt alapokon szolgálhatnak további fejlődésükhöz. Valóban alig két évtized alatt tudományos alapokon nyugvó kolloid-technológia fejlődött ki. Kifejezésre jut ez abban is, hogy a még 1927-ben *Liesegang* szerkesztésében megjelent, több mint ezer oldalas „Kolloidchemische Technologie” című munka mintegy 35 ipar kolloidkémiai technológiáját öleli fel.

Természetszerűen a gyakorlati értékelésnek az elméleti kolloidkémia fejlődésére is nagy hatása volt. Kutatóintézetek és laboratóriumok létesültek, részben az ipar, részben a felsőoktatás keretében. Már a 20-as években nem volt egyetlen

számottevő állam sem, ahol a kolloidtudomány fejlesztését vagy a felső oktatás keretén belül, vagy pedig önálló kutatóintézetekkel ne szervezték volna meg intézményesen. Ennek eredményeként egyfelől mind több és több fizikai-kémikus figyelme terelődött a kolloidokra és így lassanként megszűntek azok az előítéletek is, melyek még a jelen század első két évtizedében meglehetősen éles ellentéteket szítottak a kolloidkémikusok és a csak „homogén és heterogén rendszereket ismerő” fizikai-kémikusok között; másfelől eloszlott az a tévhit, hogy a kolloid-kémia a tiszta kémiától és fizikától elszigetelt tudomány, hogy a kolloidok világa a klasszikus fizikai kémia törvényeitől nemcsak eltérő, de azoktól teljesen független törvényszerűségeknek van alávetve.

A kolloidikának a fizikai-kémiába való bekapcsolódása szükségszerű és természetes folyamánya volt ugyan az említett klasszikus felfedezéseknek és különösen a diszperzrendszerek elméletének, azonban ez mégsem ment teljesen zökkenés – sőt bizonyos átmeneti időszakban – némi visszahatás nélkül. Ez könnyen érthető, ha figyelembe vesszük a klasszikus fizikai-kémia általános elismeréséből származó anyagszemléletet, eszerint ugyanis az anyagrendszereket négy természetes állapotjellemző: a hőmérséklet, a nyomás, a töménység és a molekulák kémiai értelemben vett összetétele egyértelműen határozza meg. Másszóval a klasszikus kémia a molekulákra volt alapítva, vagyis azokra a legkisebb részecskékre, melyek a gáztérben vagy oldatban rendezetlen mozgásban vannak, s amelyekre érvényes az egyetemleges *van't Hoff*-féle törvény. A klasszikus kémia alapján kifejlődött nézet szerint a nevezett négy állapotjellemzővel az egész anyagvilág meghatározható és minden önmagára hagyott anyagrendszernél csupán ezekre kell tekintettel lenni, mert másszóval: ha két rendszerben e tényezők azonosak, akkor „egyensúlyállapotban” a két rendszer minden más tulajdonsága is azonos. Olyan esetekben, melyekben az azonosság nem igazolható, vagyis az említett négy állapotjellemző megegyezése mellett más tulajdonságokban különbségek mutatkoznak, a klasszikus kémia kivétel nélkül arra következtetett, hogy a rendszer nincs egyensúlyi állapotban, vagy pedig a molekulák kémiai összetételében van különbség.

Sokan ugyanezen alapelvek szerint igyekeztek a kolloidokat is megítélni még akkor is, amikor már a kolloid állapot lényege a diszperzrendszerek elmélete alapján tisztázódott. A diszperz állapot fogalmában sokan nem láttak egyebet, mint az anyag diszkontinuitásának triviális kifejezését. Nem tulajdonítottak a diszperzállapot folytonosságának mélyebb értelmet, hanem úgy fogták fel, hogy a molekulák egymással különböző méretű részecskéket alkothatnak. A molekulák különböző méretűek lehetnek; lehetnek akkorák is, hogy már önmagukban kolloid-részecskéket képeznek. Ez esetben a kolloidoldatok egyesek, mint különösen *Jack Löb*, *Sörensen*, *Pauli* és *E.H. Buchner* szerint homogén rendszereknek tekinthetők, és ezekre alkalmazható a tömeghatás törvénye; ha pedig elektrolitek,

akkor az utóbbiak törvényei. Egyébként, ha a kolloid-részecskék nem önálló molekulák, hanem molekulahalmazok, akkor ennek az álláspontnak hívei szerint az ilyen rendszer egyáltalán nem lehet egyensúlyi állapotban s ezért rájuk többek között a fáziselméletet nem lehet alkalmazni. Általában az a nagyon elterjedt vélemény, hogy a kolloidok nem egyensúlyi rendszerek s éppen ezért nem is definiáltak, nagymértékben járult hozzá ahhoz, hogy a fizikai-kémikusok nagy része a diszperzrendszerek tantételének felállítása után is meglehetősen idegenkedéssel viselkedett a kolloid-kémiai kutatásokkal szemben.

Viszont egyes kutatók úgy vélekedtek, hogy a kolloidoldatok, bár nem azonosak a valódi oldatokkal, a fáziselmélet mégis alkalmazható rájuk, ha a klasszikus állapotjelzőkön kívül még más állapotjellemzőket is bevonunk. Ez volt különösen *Pawlov*, *Tolman* és *Rice* álláspontja.

Gyakran hangzott el olyan véleménynyilvánítás is, hogy éppen azért, mert a kolloidoldatok éppúgy diszperzrendszerek, mint a szuszpenziók és a valódi oldatok, továbbá mert a diszperzitásfok egy és ugyanannál az anyagnál is tetszés szerint változtatható, a kolloidok csupán kritikus átmenetet alkotnak a homogén és a heterogén rendszerek között. Olyan rendszereket tehát, melyekben a homogén és a heterogén rendszerek tulajdonságai szuperponálódnak és interpolálódnak. A kolloidok tulajdonságai e körülmények folytán mintegy önként kiadódhatnak, minekutána a homogén és heterogén rendszerek tulajdonságait tökéletesen megismertük. E megítélés szerint tehát az egész kolloidkémia mint önálló tudomány elvesztené létjogosultságát.

Lényegileg tehát a kolloidok heterogenitásának és homogenitásának problémája a diszperzrendszerek elméletének felállítása után – újabb fogalmazásban – ismét időszerű lett. Végeredményként a tiszta klasszikus kémiai alapokon gondolkodó kémikusok érvei minden esetben abban az alapelvben gyökereztek, hogy az elemeken kívül bármely anyagrendszer vegyület, elegy, vagy keverék és így vagy homogén, vagy heterogén és minden anyagrendszer összes tulajdonságát egyértelműen határozza meg a hőmérséklet, a nyomás, a rendszert felépítő molekulák összetétele és mennyisége. Lényegében tehát minden esetben a fáziselmélet alaptételéből indultak ki.

A klasszikus fizikai-kémia híveinek konzervatív irányelvei nem vezettek ugyan a kívánt eredményekhez, mert ezek alapján nem voltak kielégítően megmagyarázhatók a kolloid sajátosságai, mégis határozottan előnyösen hatottak a kolloidkémia további fejlődésére. Az említett kérdésekkel kapcsolatos viták folytán egyrészt tisztultak a kolloidokra vonatkozó fogalmak és mindinkább kidomborodott a kolloidok jelentősége, másrészt mindinkább megszabadult a kolloidkémia a kritikanélküli, csupán minőségi és nem eléggé körültekintő kísérletezéseken alapuló kutatási módszerektől és megítélésektől.

Később lassan, de mégis mind szélesebb körben lett köztudomású, hogy a kolloidok nem illeszthetők be annak a fizikai-kémiai keretébe, amely csakis a homogén és heterogén rendszerekre érvényes megfontolásokon épült fel és amelynek alapelve, hogy minden fizikai és kémiai sajátosság visszavezethető a kémiai szerkezettel meghatározott molekulák sajátosságaira. Mindinkább elterjedt a diszperzrendszerek elméletének helyes értelmezése; az ugyanis, hogy a diszperz állapot fogalma nem csupán sztereometriai fogalom, hanem ennek mélyebb fizikai-kémiai, sőt általános vonatkozású természettudományi jelentősége van. A diszperzrendszerek fogalmának helyes értelmezésével lassanként felszabadult a kolloidkémia a klasszikus kémiai mechanikában feltétlenül helytálló és szükséges, a kolloidkémiai azonban értelemzavaró elvtől: az anyagvilágnak kizárólagosan homogén és heterogén rendszerekre való felosztásától. Mind világosabban domborodott ki, hogy a klasszikus kémiai mechanikának és fázis-elméletnek homogén és heterogén rendszerei csupán egy-egy szélsőséges, egymástól távoleső csoportjai az anyagrendszereknek, melyek között mint köz-bülső rendszerek foglalnak helyet a kolloidok.

A mindinkább körütekintő kísérletek eredményeinek hatására eloszlott az a tévhit is, hogy a kolloidok csupán kritikus átmeneti-rendszerek a homogén és a heterogén rendszerek között. Kétségtelen, hogy ezekkel folytonos sorozatot alkotnak és az is bizonyos, hogy kritikus átmenet is van e sorban, egyfelől a homogén rendszerek és a kolloidok között, másfelől a kolloidok és a heterogén rendszerek között. Valóban az egyre gyarapodó kísérleti tényekből mindinkább kitűnt, hogy az igen magas diszperzitásfokú kolloidoldatok úgy viselkednek, mint a valódi oldatok, és a magas diszperzitásfokú szuszpenzióknak már számos sajátossága hasonlít a kolloidoldatokéhoz. E két elmosódott határ: a látható fény átlagos hullámhossza és az átlagos molekulák mérete között foglal helyet a kolloid dimenziók tartománya; ez a jelenségek sajátosságában éppoly gazdag, akárcsak az atomok és a kis molekulák világa, vagy a mikroszkópos dimenzióké. Hogy csak egy példát ragadjunk ki: milyen sok új és meglepő természetjelenséget ismert meg csupán mikroszkóppal a biológia; s ezeket sem a makroszkópos, sem a molekulás jelenségekből nem lehetett volna előre megjósolni! Hasonlóképpen a kolloidok sajátosságait és törvényszerűségeit sem lehet extrapolálni vagy interpolálni az atomok, a molekulák és a látható heterogén rendszerek sajátosságaira vonatkozó ismereteinkből. Tehát, bár a diszperzitásfok kontinuuosan változtatható, vagyis a háromféle rendszer között folytonos az átmenet, mégis a diszperzitásfok nagyságrendje autonóm jelleget ad a kolloid diszperzrendszernek. Így arra vagyunk utalva, hogy a kolloidokat külön vizsgálat tárgyává tegyük, a rajtuk végzett vizsgálatokkal ismerjük meg sajátosságaikat, a rájuk érvényes törvényszerűségeket. Mindenkor szem előtt kell tartanunk azonban azt, hogy a fizika és a kémia többi területeinek ismerete és figyelembevétele nélkül a kolloidok individuális törvényszerűségeit,

főleg pedig a kolloidok és a többi anyagrendszerféleségek közötti kontinuitásokat nem lehet felismerni és helyesen megítélni. Ezt az irányelvet termelték ki a jelen század első három klasszikus felfedezése alapján megindult kolloidkémiai kutatások és ennek az irányelvnek kell vezetnie a mai, korszerű kolloid kutatásokat is.

A diszperzrendszerek elméletének rövidesen két elvi jelentőségű folyamánnyal gazdagodott a kolloidok tudománya. Az egyik volt az *eukolloidok* megismerése, a másik a kolloid állapot fogalmának bővítése, illetőleg általánosítása.

Abból a kísérleti tényeken alapuló megfontolásból, hogy a kolloid diszperzrendszerek autonóm jellege kizárólag a szubmikroszkópos diszperzításfokon alapul, szükségszerűen következik, hogy a szubmikroszkópos méretű, vagyis kolloid részecskék atomokból különféle erőhatások, tehát fővegyértékerők működése folytán is létesülhetnek. Mert amennyire igaz, hogy az atomoknak véges méretük van, annyira igaz az is, hogy az atomméretek összegezése folytán nagyobb méretekhez, s így elsősorban a kolloidokhoz is eljuthatunk. Azokat a kolloidokat, melyekben az egyes részecskéket felépítő atomokat kémiai fővegyértékerők tartják össze, *Ostwald* 1923-ban *eukolloidoknak* nevezte el. Az *eukolloidok* tehát nem egyebek, mint óriási molekulásúlyú vegyületek. Az ún. biokolloidokkal kapcsolatosan (fehérjék, magasabb szénhidrátok stb.) már a múlt század végén több oldalról felvetődött az a feltevés, hogy az ezek oldataiban lévő részecskék azonosak a molekulákkal. E feltevés helyessége azonban csakis az 1920-as években igazolódott. Ezzel a kolloid-kémiának egy új, rendkívül termékeny fejezete, a szerves anyagok kolloidkémiaja született meg. Ennek egyik legfőbb és legfontosabb művelője *Staudinger Hermann*. Mivel az *eukolloidok* legfőbb és legfontosabb képviselői legalábbis még ma a szerves anyagok között találhatók, érthető, hogy a kolloidkémia ezen az úton kapcsolódott be legbensőségesebben a szerves kémiába. A kolloidkémia e fejezetének jelentőségét és gyors fejlődését érthetővé teszi az a körülmény is, hogy az ún. „műanyagok” csaknem kivétel nélkül az óriás molekulájú vegyületek, az *eukolloidok* csoportjába tartoznak.

Az *eukolloidok* felismerésével némi vonatkozásban analóg helyzet állott elő, mint amilyen *Graham* idejében volt. Ezek szerint ugyanis valóban indokolt nemcsak kolloid és nem-kolloid állapot, hanem kolloid és nem-kolloid vegyületeket is megkülönböztetni. Az *eukolloidok*nál kémiai szerkezet és kolloid diszperzitás a legszorosabb összefüggésben van egymással. Ha az *eukolloidok*nál megszüntetjük a kolloid állapotot, akkor egyúttal megváltozik minden kémiai tulajdonság is. Másfelől a „molekuláris” jelző, például a „molekuláris diszperz állapot” értelme is megváltozott az *eukolloidok* felismerése folytán, éppen, mert ezek szerint „molekuláris” diszperzrendszerek nemcsak amikroszkópos diszperzrendszerek lehetnek.

Nem volt kevésbé nagy horderejű a diszperzrendszer elméletének második közvetlen folyománya: a kolloid állapot fogalmának kibővítése sem. Kísérleti tényekből nyilvánvaló lett, hogy a kolloid diszperzrendszerek autonóm jellege elsősorban a diszperzrész nagy fajlagos felületével, általában a térbeli diszkontinuitások nagy értékével kapcsolatos. Ebből az következik, hogy a kolloid diszperzrendszerekéhez hasonló tulajdonságai vannak mindazoknak a rendszereknek, amelyekben ugyanilyen nagy a fajlagos felület, a térbeli diszkontinuitások értéke. A testek fajlagos felületét ugyanis nemcsak aprítással, vagyis diszperzrendszerek létesítésével lehet növelni, hanem azáltal is, hogy lemezekké, hártákká alakítjuk át őket, vagy szálakat húzunk belőlük. Az így létrejött, ún. *difformrendszereknek* amennyiben szubmikroszkópos vastagságúak, ugyanakkora fajlagos felületük van, mint a kolloid diszperzrendszereknek. És nagyságrendben ugyanakkora fajlagos felületűek általában mindazok az anyagrendszerek, melyeknek morfológiai szempontból bármilyen jellegű, de szubmikroszkópos méretű diszkontinuitásaik vannak. *Kolloidok tehát mindazok az anyagrendszerek, melyek szubmikroszkópos diszkontinuitásokat tartalmaznak. A korszerű kolloidika tehát a szubmikroszkópos diszkontinuitású vagy „szerkezetű” anyagrendszerek fizikája és kémiája.*

A korszerű kolloidtudományban és a kolloidokra vonatkozó kutatásokban mind határozottabban érvényesül az az irányelv, hogy a régebbi megállapításokat szigorú kritikával felhasználva a minőségi megismeréseken kívül mennyiségi törvényszerűségeket állapítsunk meg. Ezek segítségével a jelenségeket nemcsak áttekinthetően csoportosíthatjuk, hanem függvényszerűen kapcsolatba is tudjuk hozni azokkal a tényezőkkel, melyek a kolloidrendszerek állapotát meghatározzák. Nyilvánvaló, hogy e tényezőket és a közöttük lévő kapcsolatokat a legegyszerűbb rendszerek tanulmányozásával lehet a legkönnyebben és leggyorsabban megismerni. A legegyszerűbb kolloidrendszerek kétségtelenül a szolok: az aeroszolok és lioszolok (kolloidoldatok). Érthető tehát, hogy a szoloknak a kolloidkémiában mondhatnók ugyanaz a szerepük van, mint a gázoknak és oldatoknak a klasszikus fizikai kémiában. Amint a klasszikus fizikai kémia a gázok és oldatok vizsgálatán és az ezekre vonatkozó megfontolásokon épült fel, éppúgy a kolloidikában az aeroszoloknak és a kolloidoldatoknak ilyen értelemben mindig nagy jelentőségük volt és lesz, noha a gyakorlati kémikus aránylag ritkábban találkozik velük, mint a többi kolloidokkal. Ezért valamennyi kolloidrendszer között a szolok sajátosságai és törvényszerűségei a legismertebbek. A kolloidkémia vizsgálati és kutató módszerei is főleg ebben az irányban fejlődtek, vagyis főképpen a szolok és azok változásainak vizsgálatára szolgáló módszerek és eljárások szaporodtak elsősorban. Egyéb kolloidrendszerek vizsgálati módszereinél csakis a legújabb időben mutatkozik lendületes fejlődés.

Az ultramikroszkóp felfedezéséig tulajdonképpen nem voltak kolloidkémiai kutató módszerek, legalábbis precíziós módszerek. Az annakelőtte alkalmazott eljárások – eltekintve a kolloidok diffúziósebességére, forráspontemelkedésére vonatkozó mérésektől és a talajkémikusoknak a szuszpenziók ülepedési sebességére vonatkozó néhány mérésétől – általában csupán kvalitatív megfigyeléseken alapuló módszerek voltak. Kvantitatív mérésekre alkalmas kolloidkémiai kutató-eljárásokat csak a jelen század folyamán dolgoztak ki. Ilyenek elsősorban az optikai módszerek: az ultramikroszkópia mellett a nefelometria, a poláros fény alkalmazása, az anizotrópián alapuló módszerek stb. Nem kevésbé jelentősek a különböző elektromos vizsgálati eljárások: az elektroforézis, elektrodialízis, elektrodialízises ultraszűrés. Vannak azonkívül nagy számban olyan eljárások is, melyek a fizikában és a fizikai-kémiában kezdetleges alakban már régebben ismeretesek voltak, amelyeknek tökélesítését azonban a kolloidkémiai kutatások tették szükségessé; ilyenek: a szűrő módszerek (ultraszűrés), az ülepítés módszerei, a centrifugális erő alkalmazása részecskeméret meghatározására. Utóbbi vonatkozásban az első nagy eredmény *Tho Svedberg*nek köszönhető. Ő szerkesztette meg 1925-ben az ún. *ultracentrifugát*. Az első ultracentrifuga percenkénti fordulatszáma 45.000 volt és a centrifugális erő gyorsulása a gravitációs gyorsulás 100.000-szerese. 1933-ban ugyancsak *Svedberg*nek sikerült ultracentrifugájának fordulatszámát 50.000-re és a gyorsulást 600.000 g-re növelni. Ezzel lehetővé tette az igen magas diszperzitásfokú, csaknem „molekuláris” diszperzrendszer, a fehérjék, általában a biokolloidok egzakt mechanikai vizsgálatát.

Felbecsülhetetlen szolgálatot tett a kolloidkémiai kutatások területén az 1913-ban *Laue* által felfedezett *röntgenspektrográfia*. Míg az ultramikroszkópia a részecskék individuális sajátságairól nem sok felvilágosítást adhat, mert az ultramikroszkóppal csak érzékeljük, de nem „látjuk” a részecskéket, addig a röntgenspektrográfia segítségével már tanulmányozhatjuk a részecskék belső szerkezetét is. Az idevágó vizsgálatok azt a nagy elvi jelentőségű tényt bizonyították be, hogy a kristályos szerkezet a kolloidoknál is uralkodó. Csak kevés esetben találkozunk nem-kristályos szerkezetű részecskékből álló rendszerekkel. A röntgenspektrográfiai vizsgálatok tehát igazolták *Weimarn*nak – a már 1908-ban felállított – elméletét, hogy t. i. a kolloidoldatok részecskéi is éppen úgy vektoriális szerkezetűek lehetnek, mint a látható részecskékből álló csapadékok, a mikroszkópos méretű részecskék mint a látható részecskékből álló csapadékok, a mikroszkópos méretű részecskék képződésének analógiájaképpen.

A röntgenspektrográfia sem ad felvilágosítást a részecskék külső alakjáról. Tehát az ultramikroszkópia és a röntgenspektrográfia is csak részben tette hozzáférhetővé a kolloidokat. Az utóbbi időben ez a hiány is kiküszöbölődött: a szubmikroszkópos méretű anyagszerkezet geometriailag hű leképezése, meglátása valóra vált az *elektronmikroszkóppal*. Az 1938-ban *Borries* és *Ruska* által

szerkesztett elektronmikroszkóp mintegy 30.000-szeres nagyítást tesz lehetővé; amely másodlagosan, felnagyítással még fokozható. Ez azt jelenti, hogy néhány μm méretű kolloid részecske még leképezhető. A kolloid dimenziók határán túl azonban az elektronmikroszkóp feloldóképessége is megszűnik, tehát az a mikroszkópos anyagszerkezet morfológiája a közvetlen megfigyeléstől ma is el van zárva. Az elektronmikroszkóppal történt vizsgálatoknak eddig nincs ugyan meglepő és váratlan eredménye, mégis az elektronmikroszkópnak a kolloidkémiai kutatások szempontjából igen nagy jelentősége van és egészen bizonyos, hogy az elektronmikroszkópia számos feladatot fog gyorsan közelebb vinni a megoldáshoz.

Nem kevésbé jelentősek azok a módszerek, melyek a preparatív kolloid-kémiát szolgálják. Ezek szintén az utolsó negyedszázad termékei. Különösen két ilyen nagyhorderejű eljárás említendő meg: a kolloid-malom és az ultrahang alkalmazása a kolloidkémiai kutatásoknál és a kolloidkémiai iparokban. Az első kolloid-malmot 1920-ban *Plauson* szerkesztette, azóta számos tökéletesített kivitelben széles körben alkalmazzák kolloidoldatok és nagy diszperzitásfokú szuszpenziók ipari előállításánál. Ugyanezt a célt szolgálja az ultrahang alkalmazása is. Az ultrahang nagy diszpergáló hatását 1927-ben *Wood* és *Loomis* fedezte fel, ők használták először ultrahangot különféle anyagok diszperz-rendszereinek előállítására.

E legkimagaslóbb, elvi jelentőségű felfedezéseket eredményező módszereken kívül még sok kisebb-nagyobb jelentőségű eljárást dolgoztak ki az utolsó négy évtizedben a kolloidok törvényszerűségeinek megismerésére. A tisztán kolloid-kémiai és kolloidfizikai módszerek mellett megtalálunk a mai, korszerű kolloidikában minden olyan eljárást, melyet a kísérleti fizika, fizikai-kémia és kísérleti kémia alkalmaz. Ugyanis az a felismerés, hogy a kolloidika a fizikának és a kémiának minden ágával szerves kapcsolatban álló diszciplína, kifejezésre jut a modern kolloidtudomány metodikai elvében is. Abban, hogy a mai kolloidkémia-nak fel kell használnia mindazokat a módszereket, melyek az egyszerűbb anyag-rendszereknél értékes felfedezésekhez vezettek.

A kolloidika legújabb fejlődésének adatait, vagyis az ultramikroszkópia felfedezésétől napjainkig terjedő időszak felfedezéseit időbeli sorrendben csak hozzávetőlegesen is felsorolni, teljesen meddő kísérlet volna. Egyrészt az adatok nagy sokasága miatt, másrészt, mert a kolloidika az utolsó négy évtized alatt sok ágazatra tagozódott, s ezek – bár egymással szoros kapcsolatban – de mégis külön-külön fejlődtek. A kolloidkémia különféle új ágairól, azoknak jelenlegi állásáról a megfelelő fontosabb irodalmi adatok összefoglalásával e könyv többi fejezete ad számot.

BUZÁGH ALADÁR ÉLETÚTJA

Buzágh Aladár 1895. július 6-án született a Gömör megyei Derencsényben. Kisgyermek volt, amikor mindkét szülője meghalt tüdővészben. Anyai nagyanyja, majd egyik nagynénje („Ira Anyám”) nevelte, akire mindig a szeretet és a tisztelet hangján emlékezett.

Iskoláit Losoncon, majd Rimaszombaton végezte, ahol letette az érettségi vizsgát, 1914-ben. Tanulmányait Budapesten, a József Nádor Műszaki Egyetemen folytatta, ahol 1918-ban vegyészi oklevelet szerzett.



1. ábra: A rimaszombati református főgimnázium

Már egyetemi hallgató korában, majd pályakezdőként gyakorlati ismeretek megszerzése végett különböző vállalatoknál gyakornokoskodott.

1919 szeptemberében a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen a *Bugarszky István* professzor vezetése alatt lévő II. számú Kémiai Intézetben helyezkedett el, ahol tanársegédként, majd adjunktusként dolgozott. Kutatási területe itt a reakciókinetika volt. *Bugarszky* professzor indíttatására tért át a későbbiekben az akkortájt induló fiatal tudományág, a kolloidkémia művelésére.

Már első munkáira felfigyelt a világhíres *Wolfgang Ostwald*, aki meghívta Buzághot intézetébe, Lipcsébe. Ott 1926-ban és 1927-ben végzett kolloidkémiai tanulmányokat. Ezt követően elnyerte a Rockefeller- ösztöndíjat, melynek segítségével jutott el a berlin-dahlemeri Kaiser Wilhelm Institutba, ahol egészen 1930-ig *Herbert Freundlich* irányításával főleg kolloidfizikai területen munkálkodott.

1931-ben tért haza. Ekkor a Műegyetem, majd közvetlen ezután a Tudományegyetem is magántanárrá habilitálta. 1931-ben látott napvilágot első monográfiája „A kolloidok természettudományi jelentősége”, a Királyi Magyar Természettudományi Társulat kiadásában, Budapesten.

VIK szám.

Vegyész-műnöki oklevél.

Mi a kir. József-műegyetem rektora, a *vegyész-műnöki* szakosztály nevében, annak dékánja
Buzágh Aladár urat, ki *Terenceágyon, Görög m., 1895-ben*
született és műszaki tanulmányait a kir. József-műegyetemen *1917/18* tanévben végezte és ez oklevél megszerzésére
a kir. József-műegyetemen a *általános kémiából, fizikából, áramlyanból, rovas
kémiából, kémiai technológiából, és a kísérletmunkák gyűjtéséből*
szabályszerűen tartott szigorlatoknak megfelelt és ez által a tudományokban szerzett _____ képzettségét a szabály-
szerűen alakított szigorlati bizottságok előtt bebizonyította, a ránk ruházott hatalomnál fogva ezennel *vegyész-műnök* nek
elismerjük és valljuk.

Minnek hitelül ezen oklevelet részére kiszolgáltattuk és a kir. József-műegyetem nagyobb pecsétjével, valamint sajátkezü
aláírásunkkal megerősítettük.

Kelt Budapesten, *1918 július hó 4-én*
Simischák Ferenc s. k. *Simond Alk* s. k.

2. ábra: Buzágh Aladár vegyészdiplomája

A KOLLOIDOK TERMÉSZETTUDOMÁNYI JELENTŐSÉGE

ÍRTA

DR. BUZÁGH ALADÁR
EGYETEMI MAGÁNTANÁR

A Magyar Chemiai Folyóirat XXXVII—XXXVIII. évfolyamának melléklete.

37 ÁBRÁVAL

BUDAPEST, 1931.

A KIRÁLYI MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT KIADÁSA
(BUDAPEST, VIII. ESZTERHAZY-UTCA 16.)

3. ábra: Buzágh első monográfiájának címlapja

1936-ban a tekintélyes Theodor Steinkopf drezdai cég német nyelven jelentette meg Buzágh „Kolloidik” című művét. A „Kolloidik”, mely igen sikerült gyűjtőnév a kolloidfizika és a kolloidkémia számára, eredetileg K. Spiro nevű szerzőtől származik. Jellemző Buzágh szerénységére, hogy ezt helyesnek tartotta az olvasónak már a könyv bevezetőjében tudtára adni.

Ez a munkája szakmai körökben nagy érdeklődést váltott ki, úgyhogy, mondhatni azonnal, 1937-ben már megjelent angolul, Londonban, *Wo. Ostwald* előszavával a The Technical Press Ltd. gondozásában. Ez a mű azóta is megtalálható a világ valamennyi kolloidikával foglalkozó intézményének könyvtárában.

Tudományos eredményeit Buzágh számos értekezésben hozta nyilvánosságra hazai és külföldi folyóiratokban. Munkásságát korán elismerte a szűkebb szakma. Meghívott előadója volt a tekintélyes Kolloid Gesellschaft kongresszusainak. 1939-ben pedig az Egyesült Államokban kilenc különböző egyetemen, illetve kutatóintézetben számolt be eredményeiről.

Nem véletlen ezek után, hogy *E.A. Hauser*, a kiváló osztrák származású kolloidikus, a *Journal of Chemical Education* hasábjain megjelent cikkében Buzágh Aladárt a modern kolloidika nagy megalapozói közé sorolta, annak ellenére, hogy *Wo. Ostwald*-nál, *P. P. Weimarn*-nál csakúgy, mint *H. Freundlich*-nél, a kolloidika úttörőinél jóval fiatalabb volt.

Buzágh minden szavával és írásával küzdött a kolloidika tudományág elismeretéseért olyan időkben, amikor még idehaza sokan kétkedéssel fogadták az első eredményeket, és nem látták világosan e tudományterület önállóságát, jövőjét és lehetőségeit. Buzágh Aladár a kolloidikát önálló tudománynak tekintette, mely azonban elválaszthatatlan a természettudományok számos más ágától. Ennek a küzdelemnek eredményeként 1944-ben számára új tanszéket szerveztek *Kolloid-kémiai és kolloidtechnológiai Intézet* elnevezéssel, amelynek Buzágh haláláig igazgatója volt.

1938-ban, mindössze 43 évesen, levelező tagjának választotta a Magyar Tudományos Akadémia. Székfoglalóját ugyanebben az évben tartotta meg. Az MTA rendes tagja 1947-ben lett.

OKTATÁS

A kutatómunka mellett Buzágh nagy gondot fordított tárgyköre oktatására is. Elsőként a tanszéki kötelezettségként rábízott kémiai technológiát bővítette a kolloidtechnológiával. Ennek következtében szűknek bizonyult mind az elméleti, mind a gyakorlati óraszám. Ezért a 40-es években már külön tartott kolloidika- és kémiai technológia előadásokat, és külön választotta a kolloidkémiai és a kémiai gyakorlatokat.

KOLLOIDIK

EINE EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEME
DER MODERNEN KOLLOIDWISSENSCHAFT

VON

PRIV.-DOZ. DR. A. VON BUZÁGH
ADJUNKT AM II. CHEMISCHEN INSTITUT DER KÖNIGL.
UNG. PÁZMÁNY PÉTER UNIVERSITÄT BUDAPEST

MIT 68 ABBILDUNGEN UND 18 TABELLEN



1 9 3 6

VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF
DRESDEN UND LEIPZIG

4. ábra: Buzágh „Kolloidik” című művének címlapja

Buzágh érdeme, hogy előadót, sőt bemutatási anyagot szerzett az elszakadó általános technológia céljaira. Ezáltal az önálló Kémiai Technológiai Tanszék megvalósításához erőteljesen járult hozzá. Ez 1951-ben történt.

Maradt ezek után a Kolloidika és kolloidtechnológia című előadása, amit Buzágh maga tartott, továbbá az e tárgyhoz kapcsolódó gyakorlatok megszervezése, felszerelése és a lebonyolítás nehéz munkája. Ehhez Buzágh legjobb munkatársait „vetette be”. Gigászi munka volt mindez. Nagy segítséget jelentett az Egyetemi Nyomda gondozásában már 1946-ban megjelent „nagy” Kolloidika, a Kolloidkémia és a kolloidfizika kézikönyve I. kötet. Ennek a műnek szerves folytatásaként jött ki a nyomdából 1949-ben a II. kötet 1. része, és 1952-ben a II. kötet 2. része. A gyakorlathoz 1954-ben alkotta meg Buzágh a „Kolloidika praktikumát”, melyet a Tankönyvkiadó jelentetett meg. Ez a mű markáns koncepciójával, megbízhatóságával és teljességével messze kiemelkedett a nemzetközi szakirodalomban eladdig megjelent művek közül.

A kolloidkémia tanszéknek aktív része volt a vegyészhallgatók nyári termelési gyakorlatainak megszervezésében.

A két technológiai tanszék együttes irányításával valósult meg először a hallgatók külföldi üzemekben végzett termelési gyakorlata, 1961-ben, Németországban.

A későbbiekben igényt tartottak a kolloidikára a kémia szakos tanárjelöltek külön is (akik megelőzően a vegyészhallgatókkal együtt jártak óráinkra), ezt követték a biológia főszakosok. Ezek oktatását a munkatársak végezték. A biológusok a biológus szakbizottság felkérésére a tanszéken számukra kidolgozott önálló tanterv szerint kaptak oktatást elméletből, és a laborban a szakterületüket érintő gyakorlatokat végeztek, sikerrel, hosszú éveken át.

Tanszékvezetői minőségben Buzágh Aladár figyelme kiterjedt az egyetemmel bíró vidéki intézményekre is, ahová legjobb szakismeretekkel és jó előadói készséggel bíró munkatársait delegálta. A vidéken zajló kolloidoktatásról ehhez az íráshoz az érdekelt vidéki kollégák tollából származó beszámolókat mellékelünk.

Itt emlékezem meg SZÁNTÓ FERENC egyetemi tanár barátunkról, a nagy természetjáróról és ismeretterjesztőről-kolloidikusról. Az 50-es évek elején ő teremtette meg a semmiből szegedi testvérintézetünket. Szívós türelemmel, a töle megszokott szelid határozottsággal fejlesztette azt a „tansámliból” (Sz.F. saját megjelölése) tanszékgig. Közben remek oktató- és kutatógárdát kovácsolt össze. Oktatótevékenységükről az említett összeállítás tanúskodik. Kutatási teljesítményükről egyebütt szólnunk. Megérte még, hogy a mindnyájunk által régen várt kiváló könyve „A kolloidkémia alapjai” megjelent (Gondolat Kiadó, 1987). Hosszúra nyúló gyógyíthatatlan betegségét a kínai bölesek nyugalmával viselte, és mindvégig dolgozott. Pályája delelőjén ment el, 1989. március 25-én.

KUTATÁS

Buzágh tudományos munkálkodásának első területe a *peptizációs folyamatok vizsgálata* volt. Ezzel a problémával az Ostwald-iskolában ismerkedett meg. Vizsgálatai alapos, rendszeres munkával feltárták a peptizáció folyamatára mérvadó tényezőket és a folyamat mechanizmusát. E munka eredményeként született meg a *Wo. Ostwald–Buzágh-féle üledékszabály*, amely szerint a peptizáció során keletkező oldat töménysége, diszperzitásfoka és állandósága nem független a kolloidálisan oldandó anyag viszonylagos mennyiségétől, hanem azzal általában maximumos görbe vagy telítési görbe szerint változik. Ez a szabályszerűség rámutat azokra a mélyreható különbségekre, melyek az amikroszkópos és a kolloid oldási folyamatot jellemzik.

A természetes eredetű gélek kolloid oldási folyamatának rendszeres vizsgálata fontos felvilágosítást hozott egyes gélek – főként a *cellulóz* és a *lignin* – szerkezetéről és építőköveiről. Ezeket az elméleti megállapításokat Buzágh jó érzékkel igyekezett gyakorlati ipari problémákkal is kapcsolatba hozni.

Buzágh már a kezdetektől kapcsolatot tartott a *Neményi* testvérek csepeli papírgyárával, melyet 1948-ban helyeztek üzembe. Várható volt, hogy a hazai faállomány (főleg lucfenyő) nem lesz elégséges a fából való cellulózgyártás gazdaságos termeléséhez. Ezért szükséges volt kimunkálni a hazánkban bőségesen termelődő gabonaszalma számára leginkább alkalmas olyan módszert, mely a papírgyártás igényeinek megfelelő cellulózt szolgáltat. Ezt váltotta valóra a monoszulfites feltárás, melyen Buzágh professzor dolgozott munkatársaival. Az első szalmacellulózt gyártó üzembrész 1950-ben létesült Csepelen. Már 1949-ben kormányhatározat született papíripari kutató intézet létesítésére. Ennek megvalósításában a Kolloidkémiai Tanszéknek és természetesen Buzágh professzornak fontos szerepe volt. Amíg ugyanis az Intézet felépült és működni kezdhett, több frissen végzett és majdan a papíriparban elhelyezkedni kívánó fiatal vegyésznek a Kolloid Tanszék adott otthont és az iparral egyeztetett irányítást.

A magyar papírgyártásban szerzett érdemeiért méltán nyerte el Buzágh Aladár 1949-ben a Kossuth-díjat.

Buzágh másik fontos és nagyszabású munkaterülete a *részecskék közti erőkhatások és a diszperz rendszerek állandóságának vizsgálata* volt. E témát még a 20-as években kezdte munkálni, megelőzve olyan kiváló kutatókat mint pl. *Hamaker* és *Derjagin*, akik e kérdéssel – főként elméleti oldalról – csak később kezdtek foglalkozni. A szakadási szög módszerrel Buzágh évtizedeken át tanulmányozta a problémát, és kísérleteivel fontos törvényszerűségek egész sorát tárta fel. Nemcsak a részecskék adhéziójára vonatkozó legfontosabb kérdéseket sikerült tisztáznia, hanem fontos új megismerésekhez jutott a nedvesedéssel, a lioszorpció-



A. von Buzágh

A. von Buzágh

Freundschaftliche

Wo. Ostwald

5. ábra: Wo. Ostwald Buzághnak dedikált fényképe

val, az elektrolitek adszorpciójával, a kettős réteg, valamint az egyes lioszférák szerkezetével kapcsolatosan is. Különösen az elektromos kettős réteg szerkezetének kérdését vitték előre azok a vizsgálatai, amelyek az elektrokinetikai potenciál viselkedését a szakadási szög mérésekből adódó viselkedéssel vetették össze.

Buzágh egyik legfontosabb – vagy talán a legfontosabb – felismerése a diszperz rendszerek állandósága kérdésköréhez kapcsolódik. Az elektrolitek koaguláltató hatásának kritikai elemzése, a koagulálás mechanizmusának szemlélete elvezette Buzághot a kolloid rendszerek állandóságának legáltalánosabb princípiumához, amelyet a szakirodalom *Wo. Ostwald–Buzágh-féle kontinuitási elv* címen tart nyilván. Eszerint a kolloid rendszer állandóságának legfőbb kritériuma az, hogy a diszperz rész és a diszperziós közeg között milyen mértékben valósul meg folyamatos átmenet, vagyis kontinuitás. Minél harmonikusabban illeszkednek bele a diszperz rész egyedei a közeg szerkezetébe, annál nagyobb a diszperz rendszer állandósága.

Az adhézió és az állandóság rendkívül sokrétű kérdéskörének is mutatkoztak olyan gyakorlati vetületei, amelyeket Buzágh jó érzékkel megragadott. *A bentonitok vizsgálatáról van szó.* Ez a tárgykör az, amelyet Buzágh még a *Freudlich*-iskolából hozott magával, és itthon is folytatott olyan időben, amikor a hazai bentonitok feltárása és értékesítése még csak a jövő feladata volt. Ezek a kutatások a 40-es években váltak intenzívvé, és főleg a bentonitok, illetve az őket felépítő agyagásványok, a montmorillonitok kationcseréjére, elektrokémiai sajátságaira, stabilitására, tixotrópiájára és filmképző képességére vonatkoztak.

Ennek a munkának eredményeit összegezi egyrészt a hazai kalciumbentonitok nátriumbentonitokká való átalakítására kidolgozott *Buzágh – Szepesi-féle eljárás*, másrészt pedig az ezzel szorosan kapcsolatos peptizációs, illetve frakcionáló módszer az agyagásványos összetétel meghatározására.

Ehhez a nagy távlatokkal rendelkező területhez zárkózott fel a megváltozott felületi tulajdonságú agyagásványok előállításával, valamint e termékek gyakorlati felhasználásával a *Szántó Ferenc* irányította szegedi Kolloidkémiai Laboratórium. Eredményeiről több nemzetközileg értékelt tudományos közlemény és nagyszámú bejegyzett szabadalom tanúskodik.

A hazai bentonit kutatások hozták meg Buzágh Aladárnak a második Kossuth-díjat, 1954-ben.

Elméletileg, de gyakorlati vetületeiben is ugyancsak fontos a *fagyasztás hatása a diszperz rendszerek tulajdonságaira.*

E meglehetősen ellentmondásos tématerületen is sikerült Buzághnak általános érvényű törvényszerűségeket feltárnia, előbb a fagyasztásnak diszperz rendszerekre gyakorolt aggregáló hatására, majd a fagyasztásnak a gélstruktúrákra gyakorolt dezaggregáló hatására vonatkozóan. Az utóbbi területen tett megállapításainak különösen az akkor fejlődő hűtőipar vette hasznát.

Végezetül, de nem utolsósorban szólni kell Buzághnak a *gélek szerkezetkutatására és a gélstruktúra öregedésének tanulmányozására* irányuló vizsgálatairól. Ez a téma rendszeresebben a 40-es évek óta foglalkoztatta, azóta mint egy aranyfónál húzódott végig a pályáján.

Érdekelte, hogy a közeg összetételének variálásával hogyan lehet szisztematikusan változtatni a kialakuló gél struktúráját. Kollagén szolok esetében megállapította, hogy ugyanabból a szolból a koagulálás körülményeinek, illetve az adszorpciós erőhatások rendszeres változtatásával különböző gélstruktúrák keletkeznek. Ezek a struktúrák az élő szervezetben megvannak, és így az ilyen természetű kísérletek alapot szolgáltathatnak biológiai struktúrák keletkezési viszonyainak felderítésére. Innen eredeztethető a duzzadás jelensége iránti érdeklődés, amelyről a „Gélek és a duzzadás, különös tekintettel a fehérjégelekre” című kitűnő összeállítás tanúskodik, ez „kéziratként” látott napvilágot 1952-ben *Szántó Ferenc* tollából.

A későbbiekben Buzágh rátért a gélekben lejátszódó kémiai folyamatok tanulmányozására.

Ha hinni lehet az írásoknak, közel száz esztendeje (1896) hogy *Raphael Eduard Liesegang* megfigyelte a később róla elnevezett jelenséget. A kutatók legjobbjai, közöttük a fizikai-kémikus *Wilhelm Ostwald* és a kolloidkémikus *Wolfgang Ostwald* is foglalkoztak értelmezésével. Ennek ellenére bátran állíthatjuk, hogy a terület mindmáig tartalmaz érdeklődésre méltó részleteket.

Buzágh és munkatársa elsőként vizsgálta, hogy miként történik gázhalmazalapotú reagens alkalmazása esetében ritmikus csapadékképződés hidrogélekben. Eredményeiket méltónak tartotta arra, hogy tárgyat képezzék a Magyar Tudományos Akadémia 1957. évi nagygyűlésén elhangzott „Gélekben végbemenő kémiai reakciókról” című beszámolójának, továbbá nyilvánosságot nyerjen a *Kolloid Zeitschrift* hasábjain 1957-ben és 1962-ben. Kísérletsorozat indult a szinerézis (gélöregedés) jelenségének tanulmányozására is, melyet munkatársa vitt tovább szép sikerrel, 1962 után.

Az 1950-es évek elején indult el a „klasszikus” kolloidkémiai kutatások mellett egy új terület, a *szintetikus óriásmolekulák*, a polimerek vizsgálata, UDVARHELYI KATALIN irányításával.

UDVARHELYI KATALIN az ipar „sűrűjéből” került hozzánk az 50-es évek elején. Szorgalmasan szívta magába a kolloidkémiát, és hamarosan a tanszék tekintélyes tagjává vált. Buzágh professzor őt kérte fel „A kolloidika praktikuma” mindkét kiadásának szerkesztésére, amit ő kiválóan végzett el. Hasonló fontos szerepet töltött be a Műanyag Zsebkönyv mindkét kiadásánál. Aktív tagja volt két akadémiai munkabizottságnak. Munkatársaival végzett kutatási eredményeit több közleményben publikálta. Szívesen foglalkozott ismeretterjesztéssel is. A TIT kiadványaként az 1981-es évben jelent meg a „Műanyagok és műszálak” című igen hasznos és sikeres írása. Legidősebb volt közöttünk, de ő dolgozott a legtöbbet. Élete legboldogabb korszaka volt, mikor a győri Grabona műbörgyárban vállalt megbízást. Beosztottjai lesték minden gondolatát, ő pedig élvezte közvetlen kapcsolatát a gyakorlati megvalósítással. Győrben volt a második otthona. Kedves barátnőnk, a hallgatók szeretett Kati nénije egy dologra nem volt képes: nem tudott megöregedni. Amikor kímélő életmódot írtak neki elő, kétségbe volt esve. Amikor pedig komolyan lebetegedett, nem kért segítséget. Sajnos késő volt már, mire sikerült kórházba erőltetnünk. Rövidesen meghalt, 1983. november 9-én. Generációk gondolnak rá, hálával és szeretettel.

A polimereknél a polimolekularitás tulajdonságokat meghatározó tényező. Ezért az elmélet és a gyakorlat egyaránt megkívánta a frakcionálási körülmények módszeres vizsgálatát. Modellrendszerként a gyakorlatban (lakk- és festékipar, szigetelőanyag-gyártó ipar stb.) elsősk között felhasznált fenolformaldehid, illetve a krezolizomer-formaldehid gyantákat választották. Vizsgálataik során *Udvarhelyi* és munkatársai tisztázták az oldószer és a koaguláltató elektrolit minőségének szerepét, valamint a frakcionálás során keletkezett polimerdús fázis, a

„koacervátum” összetételét, szerkezetét és tulajdonságait (viszkózitás, permittivitás). Kísérleti eredményeiket 1957-től kezdve – még Buzágh professzor indíttatásával – sorozatban tették közzé a *Kolloid Zeitschrift*-ben.

A kutató munkával egyidejűleg kezdődött meg a szintetikus óriásmolekulák bevezetése az oktatásba. A „Műanyagok” című *Udvarhelyi Katalin* által tartott speciálkollégium keretében a hallgatók megismerkedhettek a polimerek előállításának technológiájával, feldolgozásuk módszereivel, valamint felhasználási területeikkel. Az előadásokat pompás, házi gyártmányú bemutatási táblák egészítették ki.

A műanyagok tért nyertek a vegyészhallgatók számára kötelező Kolloidtechnológiai gyakorlatokban is. Mődjük volt áttekinteni és elsajátítani a polimerek kvalitatív és kvantitatív analízisét.

Így nevelődtek a műanyag- és festékipar, valamint a textilipar területén még ma is dolgozó kiváló szakemberek.

MELLÉKLET

1. Buzágh Aladár anyakönyvi kivonata
2. Buzágh Aladár származási táblázata
3. Buzágh Aladár önéletrajza, 1937-ből



H
 G
 H
 O
 P
 H
 M
 H

a keresztenyi ág. hitv. ev. egyház 1895. évi keresztelési anyakönyvéből.

Éve és napja	Megkereszteltnek			Szülék neve, vallása, állapota	Lakhely a ház számával	Keresztapák a gyűgyák neve, állapota	Keresztelő lelkész neve	Jegyzetek
	a ke- reszte- tésnek	neme	Tör- vény- szer- m ny					
1895	a ke- reszte- tésnek	neme	Tör- vény- szer- m ny	Szülék neve, vallása, állapota	Lakhely a ház számával	Keresztapák a gyűgyák neve, állapota	Keresztelő lelkész neve	Jegyzetek
1895	a ke- reszte- tésnek	neme	Tör- vény- szer- m ny	Szülék neve, vallása, állapota	Lakhely a ház számával	Keresztapák a gyűgyák neve, állapota	Keresztelő lelkész neve	Jegyzetek
1895	a ke- reszte- tésnek	neme	Tör- vény- szer- m ny	Szülék neve, vallása, állapota	Lakhely a ház számával	Keresztapák a gyűgyák neve, állapota	Keresztelő lelkész neve	Jegyzetek

Kiírta és kiadta: *Beccnesénben 1904 Augusztus 10-én*

Stropovský
ev. klerik, administr.
Lidov.

C u r r i c u l u m v i t a e .

1895.évi július hó 6.-án Derencsényben,Gömör megyében születtem;mind apai,mind anyai ágon régi földbírtokos és papi családból származom.Középiskoláimat részben a losonci állami,részben a rimaszombati egyesült protestáns főgimnáziumban végeztem,az utóbbi középiskolában tettem érettségit 1914.-ben.

1914.-től 1918.-ig a budapesti m.kir.József Műegyetem vegyész-mérnöki szakosztályának voltam hallgatója. Műegyetemi tanulmányaimat 1918. évi július hó 4.-én fejeztem be,amikor is vegyész-mérnöki oklevelet kaptam.1921.-ben a budapesti m.kir.Pázmány Péter Tudományegyetem bölcsészettudományi Karán kémiából,mint főtárgyból,fizikából és ásványtanból,mint melléktárgyakból summa cum laude minősítéssel doktori szigorlatot tettem.1930.-ban a budapesti kir.magy.Tudományegyetemi Közgazdaságtudományi Kar magántanárrá képesített;magántanári képesítésemet a magy.kir.József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mezőgazdasági és Állatorvos-si Kara 1935.évi október hó 10.-én erősítette meg.

Vegyész-mérnök-jelölt koromban,valamint vegyész-mérnöki oklevelem megszerzése után 1919. évi szeptember hó 1.-ig gyakorlati ismeretek szerzése végett több magánvállalatnál és laboratóriumban /pestszentlőrinci lőszergyár, szappangyár,borkösavgyár,vegyvizsgáló laboratórium/ gyakornokoskodtam.1919. évi szeptember hó 1.-én Dr. Sigmund Elek műegyetemi ny.r. tanár ur ajánlása folytán Dr.Bugarszky István egyetemi ny.r.tanár ur a vezetése alatt álló II.sz. kémiai intézethez tanársegéddé terjesztett elő s ebben a minőségben a Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kara ugyanakkor meg is választott. 1933.-ban ugyanezen intézethez adjunktussá választattam meg s e minőségben a mai napig is ez intézet szolgálatában vagyok.

Tudományos kutató munkásságomat a fizikai kémia területén Dr.Bugarszky István egyet.ny.r.tanár ur irányítása mellett - mint az ő tanítványa - kezdtem meg. A sokoldalú tanársegédi teendőim és főnököm önállóságot nevelő irányítása rövidesen lehetővé tették számomra a problémák önálló megválasztását és megoldását.- Kolloidkémiai vonatkozású vizsgálataim folytán összeköttetésbe jutottam Wolfgang Ostwald professzorral,akinek leipzig-i intézetében 1926. és 1927. tanévek folyamán a magy.kir. vallás- és közoktatásügyi minisztérium anyagi támogatásával végeztem kolloidkémiai kutatásokat.1928. év folyamán Dr.Zemplén Géza és Dr. Wolfgang

Ostwald professor urak ajánlására és előterjesztésére a Rockefeller Foundation külföldi ösztöndíját nyertem el s így lehetővé vált, hogy külföldi tanulmányaimat és kutatásaimat a berlin-dahlemer "Kaiser Wilhelm Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie" intézetben Dr. Herbert Freundlich professor osztályán folytathattam, ahol főleg kolloidfizikai kérdésekkel foglalkoztam. A Rockefeller-alap ösztöndíjának lejártá után, 1929.-től 1930. szeptember haváig e kutatásaimat ugyanezen intézetben az "Elektrophysik-Ausschuss der Nodgemeinschaft der deutschen Wissenschaft" ösztöndíjával folytattam. Külföldi tanulmányaim időtartamára a magy. kir. vallás- és közoktatásügyi miniszter ur a Pazmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karának pártoló felterjesztésére szabadságot engedélyezett részemre.

Tudományos munkásságom fontosabb eredményei: az "üledék-szabály" /"Bodenkörperregel"/ megállapítása; mikroszkópos méretű részecskék tapadóképeségének mérése; a diszperz-részecskék között működő vonzó-erők természetére és az elektromos kötőréteg szerkezetére vonatkozó vizsgálatok; az oxydkathódok elektrophoretikus előállítására vonatkozó kutatások. Nagyobb terjedelmű könyveim és monografiáim: A kolloidok természettudományi jelentősége.- Die Adsorption.- Dissolution und Peptisation.- Kolloidik.- Társzerzője vagyok továbbá az Ostwald's Handbuch der Kolloidwissenschaft c. gyűjteményes munkának, melynek "Die Dispersionsvorgänge" c. kötete megírására kaptam megbízást.

Megebizásból tartott előadásaim: 1926., 1927. és 1935/36.-ban a budapesti szabadegyetemen, 1928.-ban és 1937.-ben a budapesti középiskolai tanárképző intézet megbízásából a középiskolai tanárok részére tartott továbbképző tanfolyamon tartottam előadássorozatokat; a Kolloidgesellschaftnak 1930.-ban Frankfurtban és 1936.-ban Dresdenben tartott kongresszusán meghívott előadója voltam.

Tagságaim: tagja vagyok a m. kir. Természettudományi Társulatnak, a deutsche Chemische Gesellschaftnak, az American Chemical Society -nek, a "Kolloidgesellschaft"-nak, állandó munkatársa a Kolloid-Zeitschriftnek.-

Kelt Budapest 1937. évi július havában.

L. Mezei-Kovács

BUZÁGH TANÁR ÚRRA EMLÉKEZÜNK

Buzágh tanár úrral először 1945 tavaszán találkoztam, amikor az ostrom alatt megsérült F-épületi alagsor romtalanításában szorgoskodott velünk. Ez a munkakapcsolat kis híján 17 évig tartott.

Kérem, ne tekintse az olvasó bizalmaskodásnak a „tanár úr” megnevezést. A közvetlen környezete és a „szakosai” számára Buzágh Aladár mindig csak „tanár úr” maradt, függetlenül attól, hogy az egyetemi ranglétra vagy az akadémiai elismerés mely fokozatán állott.

Buzágh tanár úr birodalma kezdetben a következőkből állt. A félemelet, a tanteremtől befelé és az alagsor egésze, melyből jelentős részt a raktár foglalt el. A tanteremtől befelé saját laborja következett, majd az Ő udvarra néző kis szobája, amelyben otthonosan rendezkedett be. Innen indult körútjaira részben a szobájából nyíló disszertáns laborba, onnan a folyosóra, ahol a későbbiekben a kolloidika labor volt, továbbá a csigalépcsőn megközelíthető alagsorba, ahol a vegyészek kezdetben a tanárszakosokkal közös technológiai gyakorlatait tartották.

A tanár úr nemcsak szakosaival foglalkozott, látogatta a technológiai gyakorlatokat is, ahol felettetés kapcsán az esetleges későbbi munkatársaival ismerkedett. Közvetlen kapcsolata azonban leginkább disszertánsaival és külföldi „vendégmunkásaival” volt, akik az évek során a világ különböző tájairól érkeztek hozzá (pl. Japán, Grúzia, Románia). Ajtaja mindig tárva volt a disszertáns labor felé. Ennek folyományaként bármikor hozzáférhető volt számunkra.

Figyelme mindenre kiterjedt, arra is, hogy Fantó úr (egyik kollégánk) már megint hamisan fűtyül, vagy hogy ki hogyan tartja rendben az asztalát. Megesett, hogy „reggelre kelve” fehér krétával írt megjegyzéseit találták az akkor még feketére pácolt munkaasztalon. Az is megtörtént, hogy „száműzött” valakit maszatossága miatt a folyosóra. Az elmondottakból kitűnik, hogy a tanár úr meglehetősen későig maradt benn az intézetben. E tárgyban megvannak elődeink és saját magunk emlékei. Történt egyszer, hogy este 9 óra tájban támadt valami

gondolata, amit azonnal akart közölni érdekelt munkatársával. Körülnézett, de sehol nem találta. Mire a legtermészetesebb csodálkozással tette fel a kérdést: De hol van *ilyenkor* a Bukosza úr?

Ami az este 9 órát illeti, ez engem is érintett, mert Csiba bácsi a „ház ura és parancsolója” (portás volt, és fülkéje mögött lakott a családjával) miután néhány-szor már kicsöngettem, egy alkalommal így mennydörgött rám: „Nem szégyelli magát, úrilány létére ilyen későn hazajárni?!”

Maga a kutatómunka két lépcsőből állott. Első volt az ún. kistéma kidolgozása, melynek tárgya a későbbi doktori értekezéssel rokon terület volt. Ebből készült írásművünket a tanár úr átnézte, és meglehetősen szigorúan megbírált. Ilyen piros betűs szövege is volt: Böbeszédű üres zagyaság!

Am ha a szóbeli beszámoló jól sikerült, akkor nem maradt el a dicséret sem. A beszámoló az egész „gyülekezet” előtt történt, szinte ünnepélyesen. Ezután lehetett szó a doktori értekezés tárgyának kitűzésére.

Buzágh Tanár úr nevelési elveit egyik kedves emlékező-partnerem olyan kiválóan összegezte, hogy – engedelmével – szó szerint adom tovább, azzal a megjegyzéssel, hogy ezt tanítani kellene.

- A gondolkodásra és a gondolkodva tanulásra való nevelés.
- A jelenségek megértésén túl felfigyelés azoknak más jelenségekkel való kapcsolatára, továbbá alkalmazhatósága a gyakorlatban.
- Egyszerűen megvalósítható vizsgálati módszerek kialakítása és laboratóriumi alkalmazása.
- A vizsgálat tárgyát képező jelenségek gondos megfigyelése és értelmezése a használhatóság mindenkor szem előtt tartásával.
- Az interdiszciplínák fontosságának már az ő (Buzágh) idejében történő kiemelése.

A tanár úrnak mindig sok szakosa volt, mert már az előadásain magával ragadta a hallgatóságot tudása és lelkesedése. Érdemes itt megjegyezni, hogy például csak az 1948-as évben kolloidikából 11 doktori értekezés készült el.

Előadásait nem fűszerezte kacagtató élcekkel sem anekdotákkal. A maga halk és egyszerű modorában ismertetett. Előadása mindig célratörő, átgondolt és jól ábrázolt volt. Rajongásig szerette a KATEDRÁT. (Nem hallgathatom el azt a gondolatot, hogy ezt az érzését génjeiben hozta magával, hiszen nemcsak édesapja, de anyai nagyapja és annak egyik nagybátyja is evangélikus lelkipásztor volt, akinek hivatalból fő élettere a szószék.) Mindig civilben, elegánsan adott elő. Ugyanezt várta el munkatársától, akit kényszerű túlterheltsége idején a kolloid-technológia anyagának előadásával bízott meg. Ügyelt arra, hogy a nevével „fémjelzett” előadás *minden tekintetben* kifogástalan legyen.

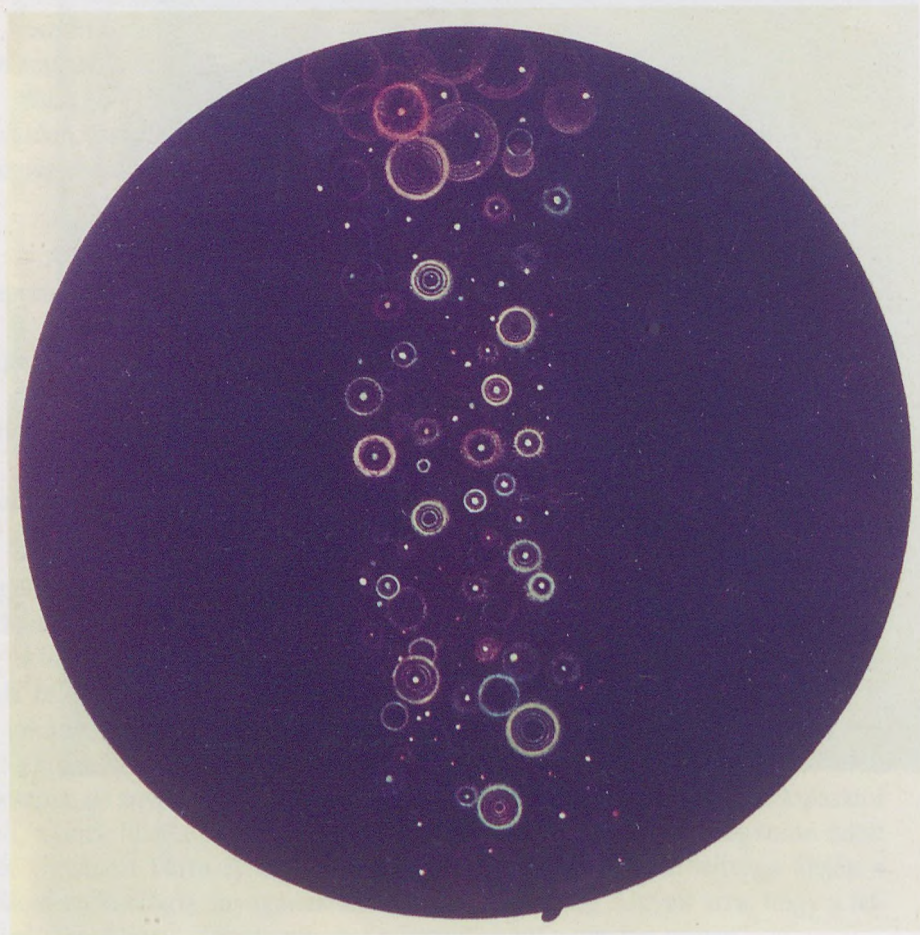


6. ábra Buzágh tanár úr (jobb szélén) a háború után végzett végzésévfolyammal a Trefort-kertben

Az előadót a tanterembe vezető kisajtón udvariasan előre engedve, ő maga az első padban foglalt helyet, és óra után bírált. Sosem kedvetlenített el, sőt nem titkolta, hogy a következő évben is bele-belehallgatott ugyanezekbe az előadásokba, a tábla mögül. Hiányzott neki az előadás, és élvezte is.

Szeretett előadni. Művelte is, nemcsak az egyetemi katedrán, a tanrendi órák keretében, hanem az ismeretterjesztés jegyében is. Erre serkentette munkatársait. Érdekes elmondani, hogy 1948-ban a „Kolloidkémia a gyakorlati életben” címen a Magyar Rádióban előadássorozatot indított. A sorozat egyes tárgyköreit munkatársaira osztotta ki. Erre nagyon büszkék voltunk mi, fiatalok.

A tanár úr támogatta az írásos ismeretterjesztést is. Nagy kedvvel írtunk cikkeket tárgykörünkből az „Élet és Tudomány” című, akkoriban nagyon olvasott



7. ábra: Kolloid aranyoldat ultramikroszkópos képe
(festmény)

lapba, *Csűrös Zoltán* professzor atyai támogatásával. Sokat tanultunk tőle. Írtunk, ameddig lehetett.

Könyvsorozat is indult a tanulóifjúság számára. Ennek a „sorozatnak” csak az egyikéről tudok számot adni. Ez a 76 oldalas 12 ábrával illusztrált kis mű „A celluloze és a papír” címet viseli. A Tankönyvkiadó választékos gondozásában eljutott a „tördelt” állapotig, 1950-ben, de napvilágot nem látott papírhány miatt! A sors különös fíntorának áldozatát azóta is kegyelettel őrzöm a fiókomban.

A kutatási eszközök közt is volt kedvence: A MIKROSZKÓP. Nem véletlen tehát, hogy az általa tervbe vett „A kolloidkémia vizsgálati módszerei” című speciálkollégium-sorozatban elsőként ilyen tárgykört támogatott. Ez pedig a következő címen került be a tanrendbe: „A mikroszkóp és az elektronmikroszkóp alkalmazásai a vegyészetben. Bemutatókkal.”

A tárgykör érdeklődést váltott ki a hallgatók körében, és évekig a tanszék látogatott specije volt.

A tervbe vett sorozat ugyan nem folytatódott a tanár úr megjelölte terv szerint, ám támadtak a kolloidika sok más területéről a későbbiekben figyelemre méltó speciálkollégiumok, melyek a hallgatóság szélesebb körű művelését kiválóan szolgálták.

Milyen volt Buzágh tanár úr mint vitapartner?

Elmondható, hogy minden körülmények között megtartotta az udvariasság elemi szabályait (ez pedig nem mindenkre jellemző). A hangját sosem emelte fel, és soha nem használt „erős” kifejezéseket.

Nagy vitája volt például *Erdey-Grúz Tibor* fizikai kémikus professzorral, akivel egyébként kb. egyi időben „szakadtak le” az általános kémiáról. A vegyész-hallgatók óraszámának elosztásáról volt szó. Buzágh Aladár megőrizte nyugalma *Erdey-Grúz* szoborszerű rendíthetetlenségével szemben, ami annál is figyelemreméltóbb, mivel ez esetben nem neki volt igaza; akkortájt ugyanis olyan magas volt egyes évfolyamokon a vegyészhallgatók kolloidkémiai és kolloid-technológiai „igénybevétele”, hogy szinte csak aludni jártak haza.

Más volt a helyzet *Csűrös Zoltán* műegyetemi professzorral, akivel nagy barátságban voltak, de a heterogén katalízis tárgykörében (melyet Buzágh 1947-es akadémiai székfoglalója tárgyául választott) késhegyig menő vitákat folytattak le a nagy nyilvánosság előtt.

Nem sokkal ezután tanúja voltam egy telefonbeszélgetésüknek (ez időben még nem volt a professzoroknak külön telefonvonala), mely a legderűsebb hangnemben zajlott le, és olyan pajtási búcsúzással végződött, ami azokban az időkben csak az ifjúságtól volt hallható.

Buzágh tanár úr a szabad idejét is gyakran együtt töltötte munkatársaival. Kirándultak, hegyet másztak, sőt volt rá eset, hogy „barlangásztak” is, és – főleg – nagyokat úsztak a Dunában.



8. ábra: Buzágh Aladár kedvelt mikroszkópjával
Háttérben: a szerző

A tanár úr őszintén gyászolta a valamikori Duna-uszodákat (melyeknek fa-anyagából az egykori Kossuth-hidat ácsolták) és kényszerűségből „Lukács-hívő” lett, amit egy újságíró szavá is tett a róla írott cikkében.

Elődeink számot adtak azokról a hangulatos Mikulás-estékről, melyeken a kolloidika főbb tételeit és fogalmait népi dallamokra átköltve kórusban adták elő, persze a hallgatósággal karöltve. Mindezt pedig az tette lehetővé, amiről eddig még nem esett szó, hogy Buzágh Aladárnak volt humorérzéke.

Végezetül a legősibb, de legbájosabb mikulási emlék 1932-ből, amikor még a tanár úr kémiai technológiára oktatta – főnöke neve alatt – a vegyészhallgatók és tanárjelöltek együttesét „Egy pályatévészett kémika (munka) naplója” verses bevezetővel, félig se komoly munkaleírásokkal, idéetlen eredményekkel és persze Buzágh „saját kezű” piros megjegyzéseivel. Így például „A számítási hiba éppen olyan bűn, mint a rossz titrálás!”, vagy „A laboratóriumban dolgozni tessék, és nem ábrándozni!” Ennek a kis írásműnek 22 oldala derűről és bizalomról árulkozik. Megértem, hogy a Nagy Fehér Főnök élete végéig őrizte.

Nem hagyhatjuk szó nélkül azokat a 40-es éveket, amelyeknek története korántsem vidám.

Az alagsorban elült a „csatazaj”. Termeiben a német megszállás idején a Nagy Fehér Főnök üldözötteket rejtett el. Saját biztonságát kockáztatva több ember életét mentette meg.

A későbbiekben is többször tanújelét adta annak, hogy rosszul viseli el az erőszakot, függetlenül attól, hogy milyen színbe öltöztetik.

Kérem, tekintsenek el attól, hogy Buzágh Aladár helytállásának további példáit felidézzem. Nem volt hősi alkat, és legkevésbé sem volt kérkedő. Rossz néven venné, ha ilyennek ábrázolnám. Mindig megtette, amit jó érzése és lelkiismerete diktált.

Ez ilyen egyszerű: ember maradt az embertelenségben.

Buzágh tanár úr *1962. január 20-án* hagyott itt bennünket. Nehéz volt elhinnünk, hogy soha többé nem jelenik meg kedves alakja a Múzeum körútról bevezető kiskapuban, majd átszelve a Trefort-kertet otthona, az F-épület felé tart.

Nem láthatjuk kikönyökölni szobája ablakán, amint szeretett piros virágú gesztenyefáiban gyönyörködik.

BUZÁGH ALADÁR TUDOMÁNYOS MUNKÁSSÁGÁNAK ÖSSZESÍTŐ JEGYZÉKE

ARCHÍV ANYAGOK ALAPJÁN KÉSZÍTETTE
KABAINÉ DR. FAIX MÁRTA

DR. BUZÁGH ALADÁR KÖNYVEI ÉS MONOGRÁFIÁI

A kolloidok természettudományi jelentősége. 1931. Budapest
 Kolloidik. 1936. Dresden – Leipzig
 Colloid Systems. 1937. London

Kolloidika I.	1. kiadás	1946. Budapest
Kolloidika I.	2. kiadás	1951. Budapest
Kolloidika II/1.		1949. Budapest
Kolloidika II/2.		1952. Budapest
Kolloidika I.		1958. Bratislava (szlovák nyelven)
Kolloidika II/1.		1961. Bratislava (szlovák nyelven)
Kolloidika II/2.		1961. Bratislava (szlovák nyelven)
A kolloidika praktikuma.		1954. Budapest
A kolloidika praktikuma. 2. kiadás		1962. Budapest
Praktikum z kolloidiky.		1958. Bratislava (szlovák nyelven)

A . Kuhn: Kolloidchemisches Taschenbuch. Steinkopff, Leipzig társszerzője.
 Az 1935. évtől megjelent műben közölt monográfiái:

1935.	Adsorption.	196–226. old
	Dissolution und Peptisation	265–271. old.
1943.	Adsorption	203–232. old.
	Dissolution und Peptisation	280–286. old.
1953.	Peptisation und Dissolution	36–42. old.
	Adsorption	337–363. old.
1960.	Peptisation und Dissolution	36–42. old.
	Adsorption	346–376. old.

TUDOMÁNYOS MUNKÁSSÁGA FONTOSABB EREDMÉNYEI

1. A kolloid oldás üledékszabályának megállapítása; a külföldi szakirodalomban „Bodenkörperregel” elnevezés alatt ismeretes.
2. Az adhéziós erő mérése.
3. A diszpergált részecskék közti erőhatások természetének megállapítása.
4. Az elektromos kettősréteg szerkezetére vonatkozó megállapítások, és pedig megállapítása annak, hogy elektrolitok hatására az elektromos kettősrétegnek vastagsága és töltése változik.
5. A lioszférák vastagságának meghatározása.
6. A rádiótechnikában használt oxidkatódok elektroforetikus előállítására szolgáló eljárás kidolgozása.
7. A kolloidok adszorpciós izotermájának megállapítása.
8. A tixotrópia jelenségére vonatkozó vizsgálatok.
9. A mesterséges kollagénrostok képződése mechanizmusának megállapítása.

NAGYOBB TERJEDELMŰ KÖNYVEI ÉS MONOGRÁFIÁI

1. A kolloidok természettudományi jelentősége. A Természettudományi Társulat kiadványa.
2. Kolloidik. Theodor Steinkopff, Dresden, kiadványa.
3. Colloid Systems. The Technical Press, London, kiadványa.
4. Die Adsorption. Akademische Verlagsges. Leipzig, kiadványa.
5. Dissolution und Peptisation. Akademische Verlagsges. Leipzig kiadványa.
6. Dispergierungsvorgänge. Steinkopff kiadványa.
7. Kolloidchemisches Praktikum. Steinkopff kiadványa.

KÜLFÖLDI MEGHÍVÁSRA TARTOTT ELŐADÁSOK

1930-ban	Frankfurt a.M. Kolloidtagung
1936-ban	Drezdában Kolloidtagung
1938-ban	Stuttgartban Kolloidtagung
1939-ben	az Amerikai Egyesült Államokban kilenc egyetemen és a General Electric kutatóintézetében
1943-ban	Leipzig, Drezda és Prága

1954-ben	Berlin – Dahlem. Freundlich emlékünnepevényen
1954-ben	Selmecbányán
1959-ben	Bad Olynhausenben Kolloid Tagung

KÖZLEMÉNYEK ÉS NYILVÁNOS ELŐADÁSOK

1. A kloralhydrát és káliumpermanganát egymáshatásának sebességéről.
MTA III. oszt. 1923. jan. 22-i üléséből
2. Nátriumsearátból és vízből álló heterogén rendszerek szerkezetére vonatkozó vizsgálatok. Magyar Chemiai Folyóirat, 1925. 1–4. füzet, 7.
3. Az alkaliföldfémek karbonátjainak kolloid oldatairól.
Magyar Chemiai Folyóirat, 1925. 7–12. füzet, 70.
4. Untersuchungen über die Konstitution des Systems Natriumstearat und Wasser. (Schluss)
Chemische Rundschau 2, 52, 72 (1925).
5. Az alkaliföldfém karbonátok kolloid oldatainak szerkezetéről.
Magyar Chemiai Folyóirat 1926. 1. füzet 8.
Magyar Chemiai Folyóirat 1926. 2–3. füzet 17.
6. Über kolloide Lösungen der Erdalkalikarbonate I.
Kolloid-Z. 38, 222 (1926).
7. Über kolloide Lösungen der Erdalkalikarbonate II.
Über die Konstitution des Bariumkarbonatsols.
Kolloid-Z. 39, 218 (1926).
8. A gélek peptizálásáról.
Magyar Chemiai Folyóirat 1927. 9. füzet 137.
Magyar Chemiai Folyóirat 1927. 10. füzet 145.
9. Zur Theorie der Peptisation I.
Über die Abhängigkeit der kolloiden Löslichkeit von der relativen Menge des Bodenkörpers.
Kolloid-Z. 41, 169 (1927).

10. Zur Theorie der Peptisation II.
Kolloid-Z. 43, 215 (1927).
11. Über die Kinetik der Peptisation.
Kolloid-Z. 44, 136 (1928).
12. Zur Theorie der Bodenkörperregel.
Kolloid-Z. 46, 178 (1928).
13. Über die Strömungsdoppelbrechung und Thixotropie der Bentonit-Suspensionen.
Kolloid-Z. 47, 223 (1929). KWJ
14. Über die chemische Zusammensetzung und Dispersitätsgrad bei kristallinen Teilchen.
Kolloid-Z. 47, 314 (1929). Wo.Ostwald und A.Buzágh.
15. Über eine Methode zur Untersuchung von Koagulations- und Peptisations-Erscheinungen.
Kolloid-Z. 47, 370 (1929). KWJ
16. Über Beziehungen zwischen elektrokinetischer Wanderungsgeschwindigkeit, Peptisation und Stabilität grobdisperser Systeme.
Kolloid-Z. 48, 33 (1929). KWJ
17. Über die kataphoretische Wanderungsgeschwindigkeit von Zeolithsuspensionen.
Kolloid-Z. 49, 35 (1929). KWJ
18. Bemerkungen zu der Arbeit von S.P.L.Sørensen und J.Sladek: „Über Wo. Ostwald's Bodenkörperregel" und die Löslichkeit des Kaseins in Natron.
Kolloid-Z. 49, 185 (1929).
19. Der neue ungarische Betriebsstoff für Kraftfahrzeuge. Tägliche Bericht über die Petroleumindustrie. 1929. 207.
20. Über die Haftfähigkeit mikroskopischer Teilchen an Wänden von gleicher Beschaffenheit I.
Kolloid-Z. 51, 105 (1930). KWJ

21. Über die Haftfähigkeit mikroskopischer Teilchen an Wänden von gleicher Beschaffenheit II.
Kolloid-Z. 51, 230 (1930). KWJ
22. Über die Haftfähigkeit mikroskopischer Teilchen an Wänden von gleicher Beschaffenheit III.
Kolloid-Z. 52, 46 (1930) KWJ
23. Über das Haften von Quarzpulver in Elektrolytgemischen.
A. Buzágh, H. Freundlich, J. Tamchyna.
Kolloid-Z. 53, 294 (1930). KWJ
24. Über ein Verfahren, die bei der Koagulation auftretenden Kräfte zu messen.
Die Naturwissenschaften 18, 444 (1930) KWJ
25. Über die Haftfähigkeit und Raumerfüllung mikroskopischer Teilchen.
Koll. Beihefte 32, 114 (1930). KWJ
26. A kolloidok természettudományi jelentősége. A Term. Tudományi Társulat kiadványa. 1931.
27. Über eine Darstellungsmethode von kolloidlöslichen Eisenoxyd und über die Eigenschaften seiner Hydrosol.
Kolloid-Z. 66, 129 (1934).
28. Kolloidik. Eine Einführung in die Probleme der modernen Kolloidwissenschaft. Theodor Steinkopff, Dresden 1936.
29. Über die Beziehungen zwischen der Haftfähigkeit der Teilchen mikroskopischer Grösse und der Aktivitätskoeffizienten der Elektrolyte.
Kolloid-Z. 76, 2 (1936).
30. Kolloidwissenschaft und Radiotechnik.
Kolloid-Z. 77, 172 (1936).
31. Új hő- és hangszigetelő anyag.
Term. Tud. Közlöny, 1936. aug. 1-15. 1.
32. Kolloidkémiiai kutatások ipari jelentősége hazánkban.
Technikai Kurir VIII. 43 (1937).

33. Über die Kinetik der Peptisation II.
Über die Peptisationsgeschwindigkeit der lyophoben Eisenoxyds.
A. Buzágh u. F. Ham
Kolloid-Z. 78, 284 (1937).
34. Über die Beziehungen zwischen dem Sedimentvolumen mikroskopischer Teilchen und den Aktivitätskoeffizienten der Elektrolyte.
Kolloid-Z. 79, 156 (1937).
35. Die Bedeutung der Kolloidwissenschaft für die Radiotechnik.
Forschungen und Fortschritte 13, 33 (1937).
36. Über die Adsorption schwach solvatisierter Kolloide an festen Adsorbentien I.
Die Adsorption von kolloidem Eisenhydroxyd an Quarz.
A. Buzágh u. E. Kneppo
Kolloid-Z. 82, 150 (1938).
37. Über die Haftfähigkeit von Teilchen mikroskopischer Grösse VII.
Über die Haftfähigkeit von Baryitteilchen in Elektrolytlösungen.
A. Buzágh u. Z. Szabó
Kolloid-Z. 83, 139 (1938).
38. Über die Haftfähigkeit von Teilchen mikroskopischer Grösse VIII.
Über die Haftfähigkeit von Kalziumkarbonat-Teilchen in Elektrolytlösungen.
A. Buzágh u. K. Dux
Kolloid-Z. 83, 279 (1938).
39. Über die Haftfähigkeit von Teilchen mikroskopischer Grösse IX.
Über den Einfluss der Fettsäuren auf die Haftfähigkeit von Quarzteilchen in wässrigen Lösungen.
A. Buzágh u. J. Zimmermann
Kolloid-Z. 84, 16 (1938).
40. Über den Einfluss der Feinstruktur der Adsorptionsschichten auf die Haftfähigkeit mikroskopischer Teilchen.
Kolloid-Z. 89, 318 (1938).

41. Üledékek folyadékáteresztő és folyadékfelszívó-képességéről.
Buzágh A. és Erényi E.
M.T.A. Matematikai és Természettudományi Értesítője 58, 394 (1939).
42. Az adszorpciós rétegek szerkezete és az adhézió folyékony közegekben.
Matem. és Term. Tud. Értesítő 58, 41 (1939).
43. Über die Filtrationsfähigkeit und Flüssigkeitsaufnahme von Sedimenten.
A.Buzágh u. E.Erényi
Kolloid-Z. 91, 191 (1940).
44. Über den Einfluss der starken Elektrolyte auf die Viskosität der Quarzsuspensionen.
A. Buzágh u. E. Erényi
Kolloid-Z. 91, 279 (1940).
45. Az óriásmolekulák birodalma.
Magyar Term. Tud. Társulat „A természet világa” „A kémia és vívmányai I.” I. kötetéből. 1940.
46. A pharmacológiában felhasználható colloidalis aluminiumoxyd tulajdonságairól.
Orvosi Hetilap 27.sz. 1. (1941).
47. Mesterséges kollagénrostok képződésének feltételeiről.
Matemat. és Term. Tud. Értesítő 60, 99 (1941).
48. Über die Bedingungen der Entstehung künstlicher Kollagenfasern.
Kolloid-Z. 101, 149 (1942).
49. A szuszpenziók belső súrlódásáról.
M.T.A. Matemat. és Term. Tud. Értesítője 61, 89 (1942).
50. A kolloidkémiai kutatások jelenlegi irányai.
Mérnöki Továbbképző Intézet XI. 2. füzet (1942).
51. Zur Frage der Viskosität von Suspensionen. (Der Einfluss der starken Elektrolyte auf die Viskosität der Stärke- und Bentonit- Suspensionen.)
Kolloid-Z. 103, 119 (1943).

52. Emulziók és emulgáló szerek.
Mérnöki Továbbképző Intézet XXVII. 29. füzet (1943).
53. A katalízis. 7. Heterogén katalízisre vonatkozó vizsgálatok.
Magyar Kémikusok Lapja, 1947. aug. 25.
54. Über den Einfluss der Elektrolyte auf die Festigkeit der Bentonit Membranen.
Kolloid-Z. 115, 155 (1949).
55. Über die Entstehung und Festigkeit von Oberflächenmembranen an Lösungen.
A. Buzágh u. J. Szőnyi
Kolloid-Z. 113, 146 (1949).
56. Oldatok felszíni hártáinak keletkezéséről és szilárdságáról. Dr. Buzágh A.
– Dr. Szőnyi Jolán. Magyar Kémikusok Lapja 1949. I. 1.
57. Elektrolitok befolyása bentonithártyák szilárdságára.
Dr. Buzágh A. és Dr. Kugler Elvira. Magyar Kémikusok Lapja 1949. 8.
58. Über den Einfluss von polaren und apolaren Verbindungen auf die Haftfähigkeit von Quarzteilchen.
Acta Chimica Hungarica Tom. I. Fasc. I. (1950).
69. Über eine kolloidchemische Methode zur Bestimmung des Montmorillonits in Bentoniten.
A. Buzágh und K. Szepesi.
Acta Chimica Tom. 5. Fasc. 3–4. 1954.
70. Über die Lichtempfindlichkeit der Silberbromidsuspensionen.
A. Buzágh und Gy. Gróh.
Acta Chimica 1954.
71. Über den Einfluss der Temperatur auf das Sedimentvolumen von Quarzsuspensionen.
A. Buzágh und F. Szántó.
Kolloid-Z. 141, 1 (1955).

72. Über die Peptisation des Lignins.
A. Buzágh und Ildikó Tar
Kolloid-Z. 144, 45 (1955).
73. Über die Kinetik der Peptisation III. Über den Einfluss der Temperatur auf die Peptisationsgeschwindigkeit von hydrophilen Gelen.
A. Buzágh und E. Wolfram.
Kolloid-Z. 141, 126 (1955).
74. Fagyasztás befolyása a kolloidok tulajdonságaira.
A II. Magyar Vegyészkongresszuson (1955. november 17-én) elhangzott előadás.
75. Über den Einfluss des Gefrierens auf die Peptisierbarkeit der Gele.
Kolloid-Z. 146, 133-139 (1956).
76. Über den Einfluss der Tieftemperatur auf die Eigenschaften der Kolloide II.
Über den Einfluss der Tieftemperaturbedingungen auf das Verhalten der Kolloidlösungen
A. Buzágh und S. Rohrsetzer
Acta Chimica (1956).
77. Bestimmung der Haftfähigkeit von Flüssigkeiten an festen Körpern mit der Abreisswinkelmethode.
A. Buzágh-E. Wolfram.
Kolloid-Z. 149, 125 (1956).
78. A hőmérséklet hatása hidrofil gélek peptizációsebességére.
Buzágh A. és Wolfram E.
Magyar Kémiai Folyóirat 1956. 11-12. szám.
79. Über die Schrumpfung der Kollagenmembranen.
A. Buzágh-J. Szőnyi und Á. Szécsi.
Kolloid-Z. 151, 1 (1957).
80. Über den Einfluss der Tieftemperatur auf die Eigenschaften der Kolloide. I.
Über den Einfluss des Gefrierens auf die Stabilität der Sole.
A. Buzágh u. S. Rohrsetzer.
Acta Chimica Tom. 10. Fasc. 4. (1957).

81. Über die Peptisation von Mischgelen II. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Mischgele von $\text{Fe}/\text{OH}/_3$ und $\text{Al}/\text{OH}/_3$.
A. Buzágh und Éva Buzágh
Kolloid-Z. 154, 41–47 (1957).
82. Über die rythmische Bildung von CaCO_3 -Niederschlägen in Hydrogelen. I. Über die Diffusion der Kohlensäure in $\text{Ca}/\text{OH}/_2$ -haltigen Gelatinegelen.
A. Buzágh und Veronika Fraknóy.
Kolloid-Z. 150, 97–108 (1957).
83. Über die fraktionierende Koagulation der Phenol-Formaldehyd-Harze mit wässrigen Elektrolytlösungen.
A. Buzágh, Katherina Udvarhelyi und F. Horkay
Kolloid-Z. 154, 130–141 (1957).
84. A lignin peptizációjáról.
Buzágh Aladár és Tar Ildikó
Magyar Kémiai Folyóirat 63, 4–5. sz. (1957).
85. Gélekben végbemenő kémiai reakciókról.
Buzágh Aladár és Körösné Fraknóy Veronika
Az 1957. évi Akadémiai Naggyűlésen elhangzott előadás.
86. Bestimmung der Haftfähigkeit von Flüssigkeiten an festen Körpern mit der Abreisswinkelmethode II.
A. Buzágh und E. Wolfram.
Kolloid-Z. 157, 50–53 (1958)
87. Über die fraktionierende Koagulation der Phenol-Formaldehyd-Harze mit wässrigen Elektrolytlösungen II.
A. Buzágh, Katherina Udvarhelyi und F. Horkay
Kolloid-Z. 157, 53–57 (1958).
88. Über die fraktionierende Koagulation der Phenol-Formaldehyd-Harze mit wässrigen Elektrolytlösungen III.
A. Buzágh, Katherina Udvarhelyi und Judith Edelenyi.
Kolloid-Z. 164, 13–17 (1959).
89. Über die fraktionierende Koagulation der Phenol-Formaldehyd-Harze mit wässrigen Elektrolytlösungen IV.

- A. Buzágh, Katherina Udvarhelyi und Judith Edelenyi.
Kolloid-Z. 164, 18–22 (1959).
90. Der Einfluss des Gefrierens auf die As_2S_3 -Sole.
A. Buzágh und S. Rohrsetzer
Kolloid-Z. 164, 107–11 (1959).
91. Nátriummagyagásványok potenciometrikus titrálásáról.
Buzágh Aladár és Szántó Ferenc
Magyar Kémiai Folyóirat 66, 1.sz. (1960).
92. Hidrogénmontmorillonit peptizálása alkálilhidroxiddal.
Buzágh Aladár és Szántó Ferenc
Magyar Kémiai Folyóirat 66, 1.sz. (1960).
93. Über die Schrumpfung der Kollagenmembranen II.
A. Buzágh und J. Szőnyi
Kolloid-Z. 174, 149–155 (1961).
94. Über den Einfluss des Gefrierens auf die Stabilität der Emulsionen.
A. Buzágh u. S. Rohrsetzer.
Kolloid-Z. 176, 9–11 (1961).
95. Über den Einfluss des Gefrierens auf die Albuminsole.
A. Buzágh u. A. Marciniak-Fabian.
Kolloid-Z. 176, 11–14 (1961).
96. Szilárd gyantafrakciók szorpciója oldószer-víz elegyekben.
Buzágh Aladár, Udvarhelyi Katalin és Györgyiné Edelenyi Judit.
Magyar Kémiai Folyóirat 67 (8) 340 (1961).
97. Különböző származású ligninek termikus vizsgálata.
Buzágh Aladár, Komáromy Istvánné és Tar Ildikó
Magyar Kémiai Folyóirat 67 (8) (1961).
98. Buzágh A.–Szántó F.: Die Fraktionierung und sedimentierende Analyse von Bentonitsuspensionen.
Annales Univ. Scient. Budapest – Sec. Chim. Tom. III (1961).

99. Über das Gefrieren anorganischer Kolloide.
Buzágh A.–S. Robrsetzer.
Annales Univ. Scient. Budapest. Sectio Chim. III (1961).
100. Untersuchungen über die Fraktionierbarkeit von Phenolharzen und das Verhalten koazervatartiger Systeme.
Annales Univ. Scient. Budapest Sectio Chim. III (1961).
Buzágh A.–K. Udvarhelyi–F. Horkay–J. Edelényi.
101. Über den Einfluss des Gefrierens auf die Hydro- und Organogele der Seifen.
Kolloid-Z. (1962).
Buzágh A. u. Davidescu.
102. Über die Peptisation der bei verschiedenen Temperaturen hergestellten Gele.
Buzágh A.–J. Kabai,
Kolloid-Z. (1962).

A MAGYARORSZÁGI KOLLOIDIKA OKTATÁS TÖRTÉNETE A KEZDETEKTŐL NAPJAINKIG

A BESZÁMOLÓT KÉSZÍTETTÉK
A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KOLLOIDKÉMIAI MUNKABIZOTTSÁGÁNAK FELKÉRÉSÉRE

Dr. Bán Sándor – Dr. Nagy Miklós	ELTE
Dr. Dékány Imre	JATE
Dr. Joó Pál	KLTE
Dr. Juhász Zoltán	VVE
Dr. Szekrényesy Tamás	BME

A beszámolók az összeállításban a kolloidika önálló tárgyként való oktatásának időrendjében követik egymást.

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR KOLLOIDKÉMIAI ÉS KOLLOIDTECHNOLÓGIAI TANSZÉK

Az első kolloidika előadást a Budapesti Királyi Magyar Tudományegyetemen az 1913/14. tanév I. félévében Dr. Bugarszky István magántanár hirdette meg „A kolloidok chemiájának áttekintése” címmel, heti 1 órában.

A következő olyan meghirdetett előadás, melyben minden bizonnyal kolloid témák is előadásra kerültek, Schay Géza magántanár „Fizikai kémia (kolloidok)” című előadása, heti 2 órában. Ez az előadás az akkor már Budapesti Királyi Magyar Pázmány Péter Tudományegyetem nevet viselő egyetemünk Bölcsészettudományi Karán az 1936/37. tanév II. félévében hirdettetett meg.

A II. Kémiai Intézet 1939-től – Dr. Bugarszky István nyugalomba vonulása után – Általános Kémiai Intézet néven működött Gróh Gyula egyetemi ny. r. tanár vezetésével. Ezen intézeten belül (illetve pontosabban a Radiológiai Intézettel bővült Általános Kémiai és Radiológiai Intézeten belül) kapott nem sokkal ezután az Intézet megalakulása után nagyfokú önállóságot többek között a Kémiai Technológia és Kolloidkémiai Osztály Buzágh Aladár irányításával. Ez az osztály alakult aztán 1944-ben teljesen önálló intézetté Kolloidkémiai és Kémiai Technológiai Intézet néven.

Az említett Osztály, illetve Intézet önállósodásával párhuzamosan Buzágh Aladár professzor egyre több előadást, illetve gyakorlatot hirdetett meg, először

az 1940/41 tanévben. Mutatja ezt az 1940/41. tanév tanrendjéből vett alábbi kiemelés.

- I. félév:** A kémiai technológia enciklopédiája. Heti 3 óra: kedd, szerda és csütörtök d.e. 9–10-ig. Az F. épület földszinti tantermében.
Kémiai technológiai gyakorlatok. Heti 15 óra: kedd és péntek d.e. 10–d.u. 7-ig. Uo. a földszinti laboratóriumban.
Kolloidika. Heti 2 óra: csütörtök d.u. 6–8-ig. Uo. a földszinti tanteremben.

BUZÁGH ALADÁR mt., mb. előadó.

- II. félév:** A kémiai technológia enciklopédiája. Heti 3 óra: kedd, szerda és csütörtök d.e. 9–10-ig. Uo.
Kémiai technológiai gyakorlatok. (III. éves kémia szakos hallgatók részére.)
Heti 15 óra: kedd és péntek d.e. 10 – d.u. 6-ig. Uo. a földszinti laboratóriumban.
Kolloidika. Heti 2 óra: csütörtök d.u. 6–8-ig. Uo. a földszinti tanteremben.

BUZÁGH ALADÁR c. ny. rk. t.

A most felsorolt – 1940/41-ben meghirdetett – tárgyak mellett Buzágh Aladár az elkövetkező évtizedben az alábbi előadásokat és gyakorlatokat hirdette meg, miközben, 1944-ben ny. rk. tanár, majd 1946-ban ny. r. t. lett.

- 1941/42. tanév:** Bevezetés a kolloidkémiai bűvarkodás módszereibe.
(Csak előzetes tanári engedéllyel vehető fel.)
Heti 15 óra.
- 1942/43. tanév:** Az előző előadás óraszama 15-ről 30-ra nőtt.
- 1943/44. tanév:** A technológiai anyagvizsgálat alapelvei.
Heti 1 óra.
Kolloidkémiai gyakorlatok. Heti 10 óra (II. félévtől)
- 1946/47. tanév:** A kolloidika előadás óraszama 2-ről 3-ra nő.
Kolloidkémiai technológia. Heti 2 óra.
Bevezetés a kolloidkémiai kutatások módszereibe.
Heti 30 óra.
- 1947/48. tanév:** Biokolloidok. Heti 2 óra.
- 1949/50. tanév:** Kolloid iparok. Heti 2 óra.

Amint az a felsorolásból látszik, 1940 és 1950 között a kolloidika oktatása a (Magyar Királyi Pázmány Péter) Budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen óriási fejlődésen ment keresztül. Buzágh érdeme, hogy kitartó munkával – csaknem valamennyi európai és tengerentúli országot megelőzve – megvetette hazánkban a kolloidkémia oktatásának alapját. Megjegyezzük, hogy itt és most Buzágh Aladár 1940 és 1950 közötti, tanrendileg is dokumentálható

munkásságát hangsúlyoztuk, vezetésével azonban már a 30-as évek közepétől folytak doktori munkák.

A 40-es években nemcsak a kolloidika oktatása fejlődött sokat, de az oktatás rendszerében is lényeges változások következtek be egyetemünkön. A bölcsészkar oktatás ugyanis, melynek keretében a természettudományos tárgyak oktatása is folyt a klasszikus tanszabadság alapján állt. A Kar által előírt kötelező kollokviumok nem voltak. Vegyész diploma nem volt. Az 1940-es évek közepétől kezdődően alakultak ki a különböző szakok rögzített és elfogadott tan- és vizsgarenddel. Ehhez járult hozzá az önálló Természettudományi Kar kialakulása, mely 1949-ben történt. 1950-ben a Buzágh professzor által vezetett Intézet kettévált és lett belőle a Kolloidkémiai és Kolloidtechnológiai Tanszék és a Kémiai Technológia Tanszék. Ugyanezen évben vette fel egyetemünk a Budapesti Eötvös Lóránd Tudományegyetem nevet.

A következőkben a különböző szakokon folytatott kolloidika oktatás fontosabb adatait tekintjük át.

VEGYÉSZ SZAK

A Budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem 1946-ban kapott jogot arra, hogy vegyész oklevelet adjon ki. A kolloidika, mint kötelező tárgy az 1946-os tantervben még nem szerepel, hanem a Specializációs és választható tárgyak között van. Az 1949-es tantervben, és azóta mindegyikben kötelező tárgyként szerepel a kolloidika. A tárgy elhelyezését és óraszámát az alábbi táblázat mutatja.

A gyakorlatok vezetésében – beleértve a gyakorlatokba mind a kolloidika, mind a kolloidtechnológiai gyakorlatokat – egyéb elfoglaltságaiktól, feladataiktól függően hosszabb, rövidebb ideig a tanszéken dolgozó szinte valamennyi oktató részt vett. Az alábbi neveket találjuk az ELTE értesítőiben, ill. a tanszéki tanrendi felterjesztésekben: Buzágh Aladár, Komáromy Istvánné, B. Gere Éva, Szántó Ferenc, Udvarhelyi Katalin, Tar Ildikó, Rohrsetzer Sándor, Horkay Ferenc, Körös Endréné, Vargha Éva, Becker Istvánné, Hargitai János, Szerjopulosz Krisztoforosz, Kabai János, Györgyi Sándorné, Nagy Miklós, Rotbart Éva, Faix Márta, Pászli István, Csempe Ferenc, Gilányi Tibor, Bán Sándor, Pintér János, Horváth Szabó Géza, Hegyi László.

	A tárgy neve	Heti óraszámok				
		4.	5.	6.	7.	8. félév
1949-es tanterv	Kolloidika		3+0	3+0		
	Kémiai technológiai és kolloidkémiai gyakorlatok				0+15	0+15
1961-es tanterv	Kolloidika és kolloid techn.		4+0	3+0		
	Kolloidika laboratórium				0+5	0+5
1969-es tanterv	Kolloidika I. és II. vagy III.		3+0		3+0	
	Kolloidika laboratórium			0+7		
1979-es tanterv	Kolloidika I. és II. vagy III.		4+0		2+0	
	Kolloidika laboratórium			0+7		
1992-es tanterv	Kolloidika	2+0	2+0		2+0	
	Kolloidika labor-gyakorlat			0+4	(köt. vál. tárgy)	

KÉMIAI TANÁRSZAKOK

A Kar fennállásának első tanévében – azaz az 1949/50-es tanévben – elkészült kémia–fizika, illetve biológia – kémia szakos tanrendek a kolloidikát mint kötelező tárgyat még nem tartalmazzák. Az 1951/52-es tanévben induló kémia–fizika tanár szakos évfolyam számára IV. évben, azaz 1955/56. tanévben Komáromy Istvánné azonban már meghirdet Kolloidika című előadást, mindkét félévben heti 2–2 órában. A biológia–kémia szakosok számára tartott kolloidika előadásnak először az 1957/58 tanévben van nyoma, ezt is Komáromy Istvánné tartotta a IV. évfolyam I. félévében heti 3 órában. Ugyanezen évben indultak be az ELTE értesítője szerint a kolloidkémiai gyakorlatok mindkét említett tanárszakon. Ezt a tárgyat Buzágh Aladár hirdette meg, IV. éves biológia–kémia szakos hallgatók számára a II. félévben heti 4 órában, és a kémia–fizika szakos hallgatók számára szintén a II. félévben heti 2 órában. A gyakorlatok beindulását követő években Becker Istvánnét és Körös Endrénét tüntetik fel az Értesítők mint gyakorlatvezetőket. Megállapítható tehát, hogy a Természettudományi Karon megszervezett tanárképzésben a kémia szakon a kolloidika a beindulást követő 2–3 éven belül önálló és kötelező tárgy lett.

Az 1961/62. tanévtől a kémia tanárszakosok számára tartott kolloidika előadások mindkét említett szakon 3 órásak a IV. év I. félévében, és a gyakorlatok 2 órásak a IV. év II. félévében. Az előadásokat Komáromy Istvánné majd az 1963/64. tanévtől Rohrsetzer Sándor tartotta, a gyakorlatok vezetésében Komáromy Istvánné, Vargha Éva, Hargitai János, Kabai János, majd Pászli István vett részt.

Az 1965/66. tanévtől az előadások is és a gyakorlatok is változatlan óraszám-ban a harmadévre kerültek. Az előadások órászáma az 1971/72. tanévtől 3-ról 2-re csökkent és ez a helyzet napjainkban is, az előadások meghirdetője Rohrsetzer Sándor után 1990/91-től Kovács Péter. A gyakorlatok vezetésében a 70-es évektől kezdődően Csempesz Ferenc, Kerek Imre, Kabai Jánosné, Kovács Péter és Kiss Éva vettek, illetve vesznek részt.

Az 1982/83-ban beindult matematika-kémia szakon az 1984/85. tanévtől kezdődően a többi kémia szakkal azonos számú előadást és gyakorlatot tartunk, azokkal azonos tantervi elrendezésben.

Az 1970-es években a biológia-kémia és kémia-fizika szakos hallgatókkal azonos óraszám-ban és tantervi elrendezésben oktattunk kolloidikát a kémia-áruismeret tanárszakos hallgatóknak is, akik azonban csak a kémia tárgyakat hallgatták Karunkon, jogilag a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem hallgatói voltak.

Az 1993/94. tanévtől kezdve a kémia tanári kiegészítő szakosok számára is oktattunk kolloidikát. Elméleti órászámuk 6 óra/félév, gyakorlati órászámuk 25 óra/félév.

A középiskolai kémia tanárok számára, a 70-es évektől rendszeresen szervezett továbbképzés keretében, a kolloidika előadásokat Rohrsetzer Sándor tartja.

BIOLÓGUS SZAK

Az 1962/63. tanévtől létező biológus szakon a kolloidika oktatását Tar Ildikó indította be és irányította 1981-ig. Az első előadást az 1964/65. tanévben hirdette meg heti 3 órában II. éves hallgatók számára. A kolloidkémiai laboratóriumi gyakorlatok az 1965/66. tanév I. félévében kezdődtek a III. évfolyamon, heti 3 órában.

Az előadásokat az 1981/82. tanévtől Nagy Miklós, a gyakorlatokat Zrínyi Miklós vette át. A gyakorlatok vezetésében azok meghirdetőin kívül részt vettek még Györgyi Sándorné, ifj. Horkay Ferenc és Hórvölgyi Zoltán.

A biológus tanterv jelentős változása következtében az 1991/92. tanévtől az előadások órászáma, változatlan helyen, tehát a II. év II. félévében 3-ról 2-re csökkent, a gyakorlatok pedig megszűntek. Az előadásokat a reform óta Rohrsetzer Sándor tartja.

Külföldi biológus hallgatók részére az 1991/92. tanévtől kezdődően Kiss Éva tart angol nyelvű előadást, a magyar tantervvvel azonos elrendezésben, tehát a II. év II. félévében, heti 2 órában.

GYÓGYSZERÉSZ SZAK

Tanszékünk az 1967/68. tanévtől kezdődően oktat gyógyszerész hallgatókat heti 2 órában a II. évfolyam II. félévében. A gyógyszerész oktatást Kabai János indította be, majd Wolfram Ervin, Borossné Vargha Éva, Nagy Miklós, Rohrsetzer Sándor voltak az előadók. Az 1986/87 tanévtől tartja az előadásokat Csempesz Ferenc.

Az 1988/89. tanévtől angol nyelvű kolloidika oktatás is folyik külföldi gyógyszerész hallgatók részére heti 2 órában a II. évfolyam II. félévében. Előadó Csempesz Ferenc.

Gyógyszerész hallgatók laboratóriumi kolloidika gyakorlatokat az 1990/91. tanévtől végeznek, heti 2 órában a III. évfolyam I. félévében. Ezen gyakorlatok külföldi hallgatók számára angol nyelven is folynak. A gyakorlatvezető: Csempesz Ferenc, Györgyi Sándorné, Pászli István, ifj. Horkay Ferenc, Hórvölgyi Zoltán, Mészáros Róbert.

A laboratóriumi gyakorlatok bevezetését megelőzően az 1981/82. tanévtől az 1989/90. tanévig a gyógyszerész előadásokat heti 2 órás tantermi szeminárium foglalkozások, illetve az időszak utolsó három évében heti 1 órás demonstrációs kísérletek egészítették ki.

GEOLÓGUS, MAJD FÖLDTUDOMÁNY SZAK

A geológus szakon a kolloidika oktatását a fizikai kémiával együtt kezdte el tanszékünk az 1970/71. tanév II. félévében heti 2 órában. Ekkor hirdette meg Borossné Vargha Éva a „Fizikai kémia és kolloidkémia” című tárgyat. Az 1971/72. tanévben változatlan óraszámban már csak kolloidika a tárgy címe. Az 1972/73. tanévtől lett a tárgy előadója Szerjopulosz Krisztoforosz, és ő tartotta ezen előadásokat az 1987/88. tanévig, a 70-es évek közepétől kezdve – tanrendi változások következtében – már nemcsak geológusok, hanem minden földtudomány szakos számára.

Az 1988/89. tanévben Zrínyi Miklós vette át az előadásokat. A következő tanévben tantervi változások miatt a kolloidika oktatás geológus, illetve földtudomány szakon megszűnt.

A földtudomány szakosok kolloidika oktatásához kapcsolódva és arra épülve tartott Bán Sándor az 1977/78. tanévtől kezdődően, és utoljára az 1982/83. tanévben Talajkolloidika előadást a III. éves térképész hallgatók közül azoknak, akik talajtani ágazatra szakosodtak. Az előadás az I. félévben, heti 2 óra volt.

FIZIKUS SZAK

Az 1991/92. tanévtől az I. éves fizikusok számára az I. félévben kötelezően választható tárgy a kolloidkémia. A tárgyat Zrínyi Miklós és Pászli István indította be, az utóbbi 2 évben Pászli István tartja, heti 2 órában.

Tanszékünk az évek folyamán rendszeresen tartott speciálkollégiumokat is, melyeket a hallgatók előszeretettel látogattak.

Az (1994/95.) tanévre meghirdetett speciálkollégiumok a következők:

Bevezetés kolloidok és makromolekulás anyagok reológiájába
(IV–V. éves vegyész hallgatók és kémia szakosok számára: II. félév, heti 2 óra)
Rohrsetzer Sándor egyetemi tanár

Az adszorpció termodinamikája
(IV–V. éves vegyész és kémia tanárszakos hallgatók részére: I. félév, heti 2 óra)
Pászli István egyetemi docens

Határfelületek termodinamikája
(IV–V. éves vegyész és kémia tanárszakos hallgatók részére: I. félév, heti 2 óra)
Gilányi Tibor egyetemi docens

Diszperziók flokkuláltatása és stabilizálása makromolekulákkal
(IV–V. éves vegyész és kémia tanárszakos hallgatók, valamint gyógyszerészek részére: 7. vagy 9. félévben, heti 2 óra)
Csémpesz Ferenc egyetemi docens

Statikus és dinamikus nedvesedési jelenségek
(IV–V. éves vegyész és kémia tanárszakos hallgatók részére: II. félév, heti 2 óra)
Kovács Péter tudományos munkatárs

Az ultrahang és terjedése fluidumokban
(III–V. éves vegyész és kémia tanárszakos hallgatók részére: II. félév, heti 1 óra)
Horváth Szabó Géza egyetemi adjunktus

KOSSUTH LAJOS TUDOMÁNYEGYETEM TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

KOLLOIDKÉMIAI TANSZÉK

A kolloidika oktatása önálló tárgyként az 1950/51. tanévben indult meg a vegyészeknek. A kémia szakos tanároknak az 1951/52. tanévben (korábban a fizikai kémiai előadásba volt az anyag beépítve).

A vegyész hallgatóknak III. évfolyamon két félévben heti 3 órás előadásban, kollokviummal került oktatásra a kolloidika. Az előadó Imre Lajos professzor volt. A kémia tanárszakos hallgatóknak III. évfolyamon két félévben heti 2 órás előadásban, kollokviummal került oktatásra. Az előadó Imre Lajos professzor volt. A tárgy oktatását 1957-től Mádi István vette át.

1960-tól a IV. éves vegyész évfolyamnál a második félévben heti 6 órás gyakorlat is bevezetésre került. Az óraszámok alakulása a következő lett: 3+0 (kollokvium), 3+6 (kollokvium). A tárgyból V. éven kötelező szigorlat is volt.

1960-tól a IV. éves kémia tanárszakos évfolyamnál a második félévben heti 2 órás gyakorlatot is bevezettek, előadás csak az első félévben volt heti 3 órában kollokviummal. Így az óraszámok alakulása 3+0 (kollokvium), 0+2. Ez a rendszer 1965-től úgy változott, hogy a vegyész hallgatóknál a IV. évfolyamon mindkét félévben volt gyakorlat is. Így az óraszámok: 3+6 (kollokvium) 3+7 (kollokvium). Ezt követte V. éven a kötelező szigorlat. 1972-ben, az első „oktatási reformot” követően az óraszámok: 3+0 (kollokvium), 0+8. A kötelező szigorlat megszűnt.

Az ezt követő sorozatos „reformok” eredményeként a jelenlegi helyzet a következő: a vegyész hallgatók részére csak egy 2 órás előadás kötelező, a kémia tanárszakosok részére szintén csak egy 2 órás előadás kötelező, kollokviummal. Vegyészeknek és egyszakos kémiatanároknak ún. negyedik választható szigorlati tárgyként való felvétel esetén kötelező egy további 2 órás előadás kollokviummal és egy 4 órás gyakorlat elvégzése. Valamennyi kötelező óra, illetve a szigorlat teljesítése a 8. félév végéig teendő meg. Biotechnológus–biológus hallgatóknak egy 2 órás előadás és egy 2 órás gyakorlat kötelező, a végén kollokviummal.

A kolloidika tárgy önállóvá 1985-ben alakult (Kolloidkémiai Részleg), 1989-től pedig önálló tanszék (Kolloidkémiai Tanszék) lett.

JÓZSEF ATTILA TUDOMÁNYEGYETEM TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

KOLLOIDKÉMIAI TANSZÉK

1950 előtt a kémia szakos hallgatók részére a fizikai kémia tárgy keretében folyt a kolloidkémiai alapok ismertetése.

1951/52-es tanévben a IV. éves vegyészek részére heti 3 órás, a IV. éves kémia–fizika és biológia (akkor élettudományok elnevezésű), valamint a kémia tanárszakosok részére heti 2 órás, egy féléves előadással indult önálló kolloidkémia oktatás az Általános és Fizikai Kémia Tanszéken. Meghívott előadó Szántó Ferenc egyetemi tanársegéd volt, aki főállásban az ELTE Buzágh Aladár akadémikus vezette Kolloidkémiai és Kolloidtechnológiai Tanszékének volt oktatója.

Önálló oktatási egységként 1953-ban megalakult a Kolloidkémiai Laboratórium Szántó Ferenc vezetésével az Általános és Fizikai-Kémia Tanszéken; ennek egy főállású tanársegéde (Várkonyi Bernát) és egy laboránsa volt.

1953/54. tanévben kezdődtek a kolloidkémiai gyakorlatok a IV. éves vegyészek és kémia szakos tanárjelöltek részére egy félévben heti 4, illetve 2 órás időtartammal. A gyakorlatok irányításában és vezetésében részt vett az ELTE tanszék más oktatója is (Horkay Ferenc).

1960-tól rendelkezett a Kolloidkémiai Laboratórium önálló 20 fős hallgatói laboratóriummal. Az oktatói létszám az 1966. évre 6 főre emelkedett. 1963. évtől hivatalosan is megindult a kolloidkémia D-szakként, miután 1957. évtől kezdődően már készültek diplomamunkák és szakdolgozatok a Kolloidkémian. 1964. évtől a szakbiológusok és 1968. évtől a gyógyszerészek kolloidika oktatása is elkezdődött.

1966/67. tanévben Szántó Ferenc egyetemi docens vezetésével alakult meg a Kolloidkémiai Tanszék. Az oktatás speciálkollégiumok beindításával bővült; agyagásványok, diszperz rendszerek reológiája témakörökben. Az 1980-as években elkezdődött a környezeti kémia oktatása is, valamint a vegyészek anyag- és talajkémiai szakirányú képzése. Mindezek oktatása 1994. évben is folyik, és a már elfogadott új tantervekben is hasonló volumenben folytatódik alapkurzusok, kötelező továbbá ajánlott kiegészítő kurzusok formájában.

Az óraszámok alakulását az I. melléklet foglalja össze.

A megindult doktorandusz, illetve Ph.D. képzés keretében jelenleg kurzusok folynak a kolloidika válogatott fejezeteiből. A tanszéken 3 fő ösztöndíjas dolgozik.

A Kolloidkémiai Tanszék az Országos Akkreditációs Bizottságnál a Ph.D. képzés keretében két önálló doktori alprogram beindítására kapott engedélyt.

Kolloidkémia oktatása a JATE-n
Heti előadás + gyakorlat kötelező óraszámá félevenként

Félév	1951/52	1953/54	1965-75	1985/86	1993/94	1994. évtől
			kémia-fizika, biológia-kémia tanárszak			
1.	2 + 0	2 + 2	3 + 2	3 + 4	3 + 2	2 + 4
			matematika-kémia, angol-kémia, kémia-egyéb tanárszak			
1.	-	-	-	3 + 2	3 + 2	2 + 4
			vegyész			
1.	3 + 0	3 + 4	3 + 5	3 + 5	2 + 1	2 + 4
2.	-	-	3 + 6	3 + 6	2 + 4	2 + 4
3.	-	-	-	-	2 + 4	2 + 4
Összesen			6 + 11	6 + 11	6 + 9	6 + 8
			biológus 1964. évtől			
1.	-	-	2 + 3	2 + 0	1 + 0	1 + 0
			gyógyszerész 1968. évtől			
1.	-	-	2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
			speciálkollégiumok valamennyi szakos hallgató részére			
1., 2.	-	-	2 + 0	2 + 0	2 + 0	2 + 0
			agyag- és talaj szakirányú képzés			
1.-4.	-	-	-	-	7 + 1	-
			környezetvédelmi posztgraduális képzés			
1.	-	-	-	-	2 + 2	2 + 2
			PhD kurzus			
1., 2.	-	-	-	-	3 + 0	3 + 0
Oktatói létszám	1	2	6	7	7 fő	
Tanszéki létszám	1	3	12	13	17 fő	

1. A kémia programon belül:

szilárd-folyadék határfelületek és diszperz rendszerek címmel,

2. a környezettudományok programon belül:

kolloid rendszerek a környezeti kémiában címmel.

Az 1993/94. tanévtől a JATE környezetvédelmi posztgraduális képzése keretében a tanszék egy-egy félévben 2 óra előadást és 2 óra laboratóriumi gyakorlatot tart.

A Kolloidkémia gyakorlatilag önálló oktatási és kutatási egységként, külön költségvetéssel működik 1953. év óta a József Attila Tudományegyetemen (l. az ábrát).

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM VEGYÉSZMÉRNÖKI KAR

FIZIKAI KÉMIA TANSZÉK

A BME Vegyészmérnöki Karán a kolloidika oktatása 1949-ben kezdődött a Fizikai Kémia Tanszék gondozásában. Ez a próbálkozás – mai fogalmaink szerint – egy kis terjedelmű, témaköreiben hiányos kolloidikát jelentett, és a következő évre meg is szűnt. Egyes részei, mint az intermolekuláris kölcsönhatások, az adszorpció, az ülepedés és az elektrokinetikus jelenség a fizikai kémiába épülve megmaradtak, majd 1960-tól máig önálló kolloidika oktatás folyik. Előadója először Székely György volt, majd 1977-től az esti tagozaton, 1979-től a nappali tagozaton is Szekrényesy Tamás.

A kolloidika korábban minden vegyészmérnökhallgató számára kötelező volt, jelenleg csak a szerves és biológiai vegyipari szakosok hallgatják a 7. félévben, heti 2 órában.

Az előadás elsősorban a fizikai kémiára épül és fontos adalékokat szolgáltat az összes technológiai tárgyakhoz. Anyaga magába foglalja a szorosan vett kolloidika, a határfelületek tudománya és a reológia elemeit. Polimerekkel csak érintőlegesen foglalkozik, a Műanyag- és Gumiipari Tanszékkal való megállapodás alapján.

A tárgyhoz laboratóriumi gyakorlatok is tartoznak a következő témakörökben:

1. felületi feszültség, habzás nedvesedés,

2. reológia,

3. adszorpció és mikrokalorimetria.

Ezek 3x5 órás feladatcsoportok a fizikai kémiai gyakorlatok keretében is választhatóak.

A kolloidika oktatását hasznosan egészíti ki az utóbbi években a szépszámmú speciálkollégium. Ezek jelenleg a következők:

Nagy Lajos György, Zrínyi Miklós: Felületek fizikai kémiája

Zrínyi Miklós: Gélek

Zrínyi Miklós: Polimerek fizikai kémiája

Bóta Attila, László Krisztina, Nagy Lajos György: Szorbensek előállítása és alkalmazása

Halász László: Reológia

Pálincás János: Kozmetikumok és háztartási vegyi anyagok kémiája és fizikai kémiája

A felsorolt kollégiumok általában heti 2 órásk és 1 vagy 2 félévre terjednek ki a meghirdetés szerint. Látogatásuk ajánlott, választott szakjaikra való tekintet nélkül mindazoknak, akik már hallgattak fizikai kémiát.

VESZPRÉMI EGYETEM

SZILIKÁTKÉMIAI ÉS -TECHNOLÓGIAI TANSZÉK

Kolloidika oktatás az egyetemen a fizikai kémia tárgyon belül gyakorlatilag az egyetem megindítása után elkezdődött, intenzíven a 60-as évek közepétől folyik.

Gyakorlatilag kolloidkémiai oktatást kapnak a hallgatók a vegyipari műveletek tárgyon és az ásványolaj és széntechnológiai szakon belül (változó óraszám).

Szilikátkémiára specializált – a Buzágh iskolán alapuló – kolloidikát a tanszékünkön 1982 óta oktatunk.

A fizikai kémián belül 1984 szeptemberétől indult meg önálló tárgyként kolloidika oktatás az 5. féléves vegyészmérnök és a kémia tanárok részére összesen 30 órában. További bővítés folyamatban van anyagtudomány, vegyész és környezetvédelem szakon.

Z Á R S Z Ó

Sokaknak tartozom köszönettel ezen a helyen.

Elsőként *Fábián Éva* a Magyar Vegytudományi Múzeum főmunkatársa sietett segítségemre, aki saját írását adta át nekem, megismertetett a Múzeum Buzágh-hagyatékával és ebből sok értéket bocsátott rendelkezésemre.

Hálás vagyok mindazon kedves barátaimnak, akik tolaakodó kérdéseimre ki-merítő válaszokkal ajándékoztak meg, illetve betekintést engedtek számomra fontos anyagokba.

Kegyelettel emlékezem *Lengyel Béla* professzor úrra, akinek Buzághról készült írásából sokat „mentettem át” a sajátomba, mégpedig változtatás nélkül.

Köszönetet mondok a *MTA Kolloidkémiai Munkabizottsága* azon tagjainak, akik „társszerzőként” működtek közre könyvem 4. fejezetének megalkotásában.

Itt szeretnék szólni *Schay Géza* akadémikusról, aki a Bizottság megalakítását annak idején szorgalmazta, és a szervezetnek hosszú éveken át nagyrabecsült és szeretett elnöke volt. Tudásával, széles körű tájékozottságával és soha nem lankadó segítőkészségével sokak pályafutását egyengette. Köszönjük!

Ezt a könyvet *Zrínyi Miklós* egyetemi tanár ösztönzésére írtam. Az Ő kitartó bátorítása nélkül munkám nem született volna meg. Külön hálás vagyok neki azért, hogy a lektor kényes és időigényes feladatát magára vállalta. Ezen a helyen köszönöm meg munkatársainak segítségét is. *Zsákai Magdolnáét*, aki a munkámmal kapcsolatos ügyes-bajos dolgaiban mindig készséggel és példásan eligazított. *Szöllősi Zsuzsannáét*, aki a nem könnyű kéziratot nagy gonddal és kivételes ízléssel készítette el.

Hálás vagyok barátaimnak, akik írásom megjelenését anyagiakkal támogatták, és ezúton járultak hozzá a közelgő Buzágh-centenárium méltó megünnepléséhez. Nevüket külön jegyzékben örökítjük meg.

Végezetül megköszönöm az Akadémiai Kiadónak, hogy a mai nehéz helyzetben könyvem kiadására vállalkozott.

Munkámat azzal a reménnyel bocsátom útjára, hogy sikerül általa a Buzágh Aladár halála óta eltelt 32 év adósságát törlesztenem.

Budapesten, 1994. november havában

Tar Ildikó



A KÖNYV KIADÁSÁT TÁMOGATTÁK

Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Kar Fizikai Kémiai Tanszék
CAOLA Kozmetikai és Háztartásvegyipari Rt.
Eötvös Loránd Tudományegyetem Kolloidkémiai és Kolloidtechnológiai Tanszék
József Attila Tudományegyetem Kolloidkémiai Tanszék
Magyar Kémikusok Egyesülete
Magyar Tudományos Akadémia Bányászati Kutatóintézet
Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztálya
Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségi Kamarája
Dr. Éva Vargha-Butler, egyetemi tanár, Kanada

KÉPJEGYZÉK

1. A rimaszombati református főgimnázium (a szerző tulajdona)
2. Buzágh Aladár vegyészdiplomája (a szerző tulajdona)
3. Buzágh első monográfiájának címlapja (a szerző tulajdona)
4. Buzágh „Kolloidok” című művének címlapja (a szerző tulajdona)
5. Wo. Ostwald Buzághnak dedikált fényképe (a szerző tulajdona)
6. Buzágh tanár úr (jobb szélén) a háború után végzett vegyészévfolyammal a Trefort-kertben (a szerző tulajdona)
7. Kolloid aranyoldat ultramikroszkópos képe (festmény) in: A kémia vívmányai. 1. köt. Szerk. Erdey-Grúz Tibor és Gróh Gyula. OSZK-reprodukció)
8. Buzágh Aladár kedvelt mikroszkópjával. A háttérben a szerző (a szerző tulajdona)

Ára: 627,— Ft 12% áfával

508917

Tar Idők • BUZÁGHIALADÁR