

A vegyészet valamint a természettudományok alábecsülése, és a tudomány gúzsbakötése¹

I. A vegyészet szerepének és jelentőségének lekicsinylése, a kémia „válsága”

The Underestimation of the Chemistry and the Natural Sciences, the Limitation of Science

I. Depreciating the Role and Importance of Chemistry, the „Crisis” of Chemistry

Subestimarea chimiei și a științelor naturii, limitarea științei

I. Diminuarea rolului și importanței chimiei, „criza” chimiei

Muzsnay Csaba

Babeș-Bolyai Tudományegyetem, Analitikai Kémia Tanszék, Kolozsvár
cmuzsnay@chem.ubbcluj.ro

ABSTRACT

The role of chemistry and of natural sciences are inestimable in the everyday life of humanity. Despite of brilliant two hundred fifty years results of chemistry we are the witnesses of one-sided, harmful qualifications. The human community does not want to face with the reality and with to this attached real-world problems (to ensure the recognition of chemistry and the approach of world problems on chemical basis), though for the world's crisis not the science is responsible.

REZUMAT

Rolul chimiei și al științelor naturii sunt indispensabile de viața de zi cu zi a omenirii. În ciuda rezultatelor strălucitoare, sfert milenare ale chimiei suntem martorii unei calificări unilaterale și dezavantajoase. Comunitatea umană nu vrea să se confrunte cu realitatea, nici cu sarcinile adevărate legate de aceasta (pentru asigurarea reputației chimiei și abordarea problemelor mondiale pe bază de chimie) deși pentru criza mondială nu știința este responsabilă.

A tudomány mai, valódi szerepének és helyzetének tisztázása nagyon fontos igény. Ezen belül a természettudományok és a vegyészet súlyának értékelése rendkívül jelentős feladat.

Az elmúlt két és fél évszázad a természettudományok és ezen belül a vegyészet fejlődésének legragyóbb időszak, melyben talán egyetlen tudománynak sem változott annyira az értékelése, mint az alkalmazott és elméleti kémiáé. Emberiség és nemzeti történelmi szempontból is nagy remények, forradalmak, szörnyű világháborúk és békediktátumok, válságos időszakok, kegyetlen rémuralmak kora ez.

Lehet, hogy világháború mentes jövő elé nézünk², mégis válsággal teli korban élünk. Sajnos, a válság állandó kísérőnk, csak van, amit jobban és gyakrabban – pl. a gazdaságot –, mást pedig kevésbé súlyt. Feltétlenül a kérdés, a tudomány jelenlegi fejlődési fokán nem lenne elvárható az, hogy a tudomány segítségével elkerüljük a válságok megjelenését, sőt teljesen ki is küszöböljük azokat. Mi az akadálya ennek?³ Elsősorban az, hogy a természettudomány és ezen belül a vegytan nem kapja meg az őt illető helyet és szerepet.

¹ EME előadás a Természettudományi Szakosztályban, Kolozsvár, 2010. február 26.

² Jóllehet azóta, amióta B. Obama elnök Béke Nobel-díjban részesült – 2009 – komolyabb eszmefuttatások jelennek meg Iránnal kapcsolatban a harmadik világháború kitörésének lehetőségéről, mely az Amerikai Egyesült Államok – AEÁ – nehéz gazdasági helyzetére jelenthetne gyógyírt.

³ A kérdés feltevése a szerző részéről csak az utóbbi egy-két évben fogalmazódott meg. 10-15 évvel ezelőtt elsősorban a vegyészet, a természettudományok óriási megvalósításai foglalkoztatták. Az ezredforduló éveiben, a magyar szaknyelvet terjesztő előadások keretében, hívta fel diákhallgatóságnak a figyelmét a vegytan és ágazatainak eredményeire, bemutatta a kémia történetét különböző korszakokban és megközelítésekben:

1. RENDHAGYÓ BEVEZETÉS – A VILÁGNAK VÁLSÁGOS ÁLLAPOTÁRÓL

A kimondottan tudományos problémák bemutatása helyett, bevezetőként, elsősorban – de nem csak – a múlt (XX.) századra jellemző pillanatkép bemutatására kerül sor. Ma már a bemutatott helyzet részben súlyosabb, de bizonyos vonatkozásokban javulás is észlelhető. A szocialista országok életkörülményei túlélőinek felnagyítva és torzítva mutatták be a fejlett világ rákfénéit. A szocialista rendszer hívei által alkalmazott megoldás éppolyan hazug és kilátástalan volt, mint a mai kapitalizmus megszállott védelmezőinek elképesztő, emberiség ellenes könyörtelen összefogása.

A tudomány mára olyan fejlődési fokot ért el, hogy nélküle, eredményeinek állandó felhasználása nélkül az emberi társadalom összeomlana, katasztrófális kibontakozás elé nézne (könnyen felmérhető pl. mit jelent egy nagyváros néhány órás nappali áramszünete). Mindezek dacára még nem érvényesülnek a világon a tudományosság általános és mindent meghatározó szempontjai, hanem a gazdasági fejlődést korrupt, önző, kapzsi és kegyetlen hatalmat gyakorló egyének csoportja próbálja saját érdekei szerint irányítani. Ily módon, az emberiség egy nagy részét határtalan nélkülözésre szorítva, a világot sorozatos és kilátástalan válságok karmaiba taszítva, lehetetlenné teszik az egész világot fenyegető ökológiai és energetikai, egészségügyi, esetleg háborús katasztrófa elleni egységes és hathatós fellépést.

Tudós egyéniségek elszigetelt fellépései eredménytelenek, fejtegetéseik elhallgattatásra ítéltetnek, sőt a megfélemlítettség légköre miatt nem sok további követőre lehet számítani. Talán két pápának – XIII. Leónak (pápa: 1878–1903) és XI. Piusnak (1922–1939 között tevékenykedett) – a gazdasági illetve társadalmi helyzetről, és a gazdasági válságról megfogalmazott véleménye tekinthető jelentősebb tiltakozásnak az elképzelhetetlen, erkölcstelen és kilátástalan, emberiséget súlytó összeesküvés ellen, melyet két pápai enciklikában, a „Rerum novarum” (1891) és a „Quadragesimo anno” („Nova impendet” – 1931) tettek közzé. XIII. Leo pápa így fogalmazott: „Egyik oldalon ott van a csoport, akié a hatalom, mivel nála a vagyon; aki markában tart minden munkát és kereskedelmet; aki az ellátás minden forrását manipulálja a saját érdeke és szándékai szerint; és aki erőteljesen képviselteti magát az állami tanácsokban. A másik oldalon ott van a szűkölködő, tehetetlen tömeg, bosszúsán és szenvedve azért, hogy egy kis számú de nagyon gazdag ember a szegények tömegeit rabigába hajthassa, alig kedvezőbb ez, mint a rabszolgaság maga.”

Amerika nagy (1930-as) válsága során XI. Pius pápa is egyre gyakrabban beszélt erről a problémáról: „Napjainkban nem csak a vagyont halmozzák, de a néhányak kezében összpontosuló mérhetetlen és despotikus gazdasági befolyást is. Ez a hatalom akkor válik különösen ellenállhatatlanná, amikor olyanok gyakorolják, akik, mivel birtokolják és irányítják a pénzt, képesek vezérelni a hiteleket, és meghatározni annak elosztását, mert hogy ez látja el – hogy úgy mondjam – életet adó vérrel az egész gazdaság testét, és megragadja szinte a gazdaság lelkét, úgyhogy senki sem mer még csak lélegzetet sem venni nagyságos akarata ellenére.” vagy „Milyen hasznat hoz az embereknek, ha a gazdagság még megfontoltabb elosztása és kihasználása lehetővé teszi számukra, hogy az egész világot megkaparintsák, ha ezáltal elvesztik saját lelküket! Mi haszna, ha helytálló gazdasági alapelveket tanítunk nekik, ha engedik elragadni magukat az egoizmustól, a féktelen és hitvány kapzsiságtól, ha az Úr parancsát hallva mindent ellenkezőleg tesznek”.

Napjainkban egyénekre vagy családokra összpontosítani, vagy megpróbálni kiszűrni a hatalom jelenlegi birtokosait (pl. a Wall Street urait), már kevés haszonnal jár, mivel ez a viszonylag kis csoport a korrupt bankrendszert használta és használja arra, hogy hatalmas vagyont gyűjtsön össze egyre kevesebb kézbe. Emellett kialakul a kisebb hatalmú 2. sorbeliek vagyonos hada is.

Manapság a pénz megteremtése/halmozása USA államkötvények vásárlásával kezdődik. Ily módon, a részleges tartalékolási kölcsönzés gyakorlatával a bankok teremtik a pénz több mint 90%-át, és ez által ők okozzák az infláció több mint 90%-át. Az 1920-as években a Bank of England elnökeként, sir Josiah (dzou' aiö – Józsiás) Stamp erre a modern, részleges tartalékolású rendszerre utalva kijelentette: „A bankárság romlottságban fogantatik és bűnben születik. A bankárok birtokolják a Földet. Vedd el tőlük, de hagyd meg a

1. Muzsnay Cs., (2001): *Az analitikai kémiáról napjainkban* in *Magyar nyelvű szakelőadások a 1999-2000-es tanévben*, EMT Társaság Kiadó, Kolozsvár, 83-100 old.

2. Muzsnay Cs., (2002): *Az analitikai kémia rövid története a legrégebbi időktől a XIX. század elejéig* in *Magyar nyelvű szakelőadások a 2001-2002-es tanévben*, EMT Társaság Kiadó, Kolozsvár, 19-39 old.

3. Muzsnay Cs., (2002): *Az analitikai kémia rövid története II. Az atomelmélettől szinte napjainkig* in *Magyar nyelvű szakelőadások a 2001-2002-es tanévben*, EMT Társaság Kiadó, Kolozsvár, 40-64 old.

4. Muzsnay Csaba (2002): *A titrálások és a titrálási görbék elmélete*, Magyar nyelvű szakelőadások, 2001-2002-es tanév, EMT Társaság Kiadó Kolozsvár, 65-98 old.

5. Muzsnay Cs. (2004): *A kutatás rejtelmek. A természettudományos felfedezés néhány tanulságos mozzanata* in *Magyar nyelvű szakelőadások a 2002-2003-as tanévben* EMT. Kolozsvár, 17-33 old.

pénzteremtés és hitelfelügyelet hatalmát, és egy tollvonással elég pénzt teremtenek, hogy ismét visszavásárolják. Vedd el ezt az óriási hatalmat a bankároktól, és minden nagy vagyon, mint az enyém is el fog tűnni, és el is kell tűnniük, azért, hogy egy jobb és boldogabb világban élhessünk. Amennyiben továbbra is a bankárok rabszolgája akarsz maradni, és ráadásul fizetni saját rabszolgáságunk költségeit, akkor hagyd őket pénzt teremteni, és a hiteleket irányítani.”

Valójában, egy gyökeres változtatásra lenne szükség, olyanra, amely amellett, hogy szigorúan tudományos alapra helyezné a gazdasági és pénzvilágot is, egyúttal visszaállítaná a tudománynak, s ezen belül a kémiának is, jól megérdemelt rangját, értékét és helyét a társadalomban.

2. A KÉMIA ÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK SZEREPE

A kémiának fontos, úgy is mondhatjuk, hogy központi szerepe van mindennapi életünkben, sőt megtisztelő és ugyancsak központi helye van a tudományok rendszerében. A központi megjelölés részrehajlónak is tekinthető a vegyész részéről, hisz a fizika vagy a biológia is magának követelhetné ezt a minősítést. A szerző ezt nem is vitatja⁴, csak a Journal of Molecular Structure című vegytani folyóiratban [1] nemrég megjelent egy olyan tanulmány, amely közvetve, de meggyőzően utal⁵ a vegyészet központi szerepére.

A vegyészet tárgykörének leírására többféle próbálkozás történt, a továbbiakban fogadjuk el a következő meghatározást: „*A vegyészet a természettudományok egyike, amely az anyagfajták tulajdonságait és átalakulásait vizsgálja*”.

A természettudományok (TT-ok), a maguk során, egy rendkívül bonyolult rendszert képviselnek, tükrözve az anyagi világ változatosságát és sokrétűségét. Osztályozásuk alapját az anyag szerkezeti formái (szintjei) és mozgásfőlésegei képezik [2]. Legegyszerűbben egy 2D térképen mutatható ez be (1. ábra, [2]). A táblázat két utolsó szerkezeti szintje (oszlopa) közül, mai ismereteink alapján, az élő anyagé az asztronómiai szint elé helyezhető. Harmadik dimenzióként jeleníthetők meg a magasabb absztrakciós szintet képviselő tudományágak. A legmagasabb elvonatkoztatási szintet a matematika képviseli. Ez utóbbit olyan tudománynak tekintik, amely sem a TT-ok sem a társadalomtudományok közé nem sorolható. A természet megismerése hozta létre és gazdagította a TT-okat, melyek nélkül nem képzelhető el korunk technikai színvonala, de civilizációja sem. Az újkortól fokozatosan alakultak ki a korszerű TT-ok: csillagászat, fizika, kémia, földtan és biológia. Ezek fő feladata az anyag különböző megnyilvánulásainak tanulmányozása. A TT-okra és a technikai gyakorlat tapasztalataira támaszkodnak a műszaki tudományok.

⁴ hisz a tudománynak minden ága egy gyöngyszem, egy értékes, ragyogó gyémánt, csupán az adott fizikai kémiai folyóirat értékelése alapján mérlegelhető a megállapítás helyessége.

⁵ [1] Magyarul: Fizikától (a kémián keresztül) a biológiáig: H-kötéssel és vízmolekulával kapcsolatos utazás a tudományon (vegyészen) át.

Strukturális szint Mozgás-típus	Szubatomi szint			Atomi, molekuláris szint		Makrotestek		Asztronómiai szint		Élővilág
	Fizikai mezők	Elemi részek	Atommag	Atom	Molekula	Részecske-rendszerek Fizikai testek	Mesterséges rendszerek	Föld	Asztronómiai rendszerek	Biológiai rendszerek
Mechanikai mozgás		Mechanika					Műszaki mechanika	Égi mechanika		Biomechanika
Sugárzási anyag mozgása	Kvantumtérelmélet	Kvantumelektrodinamika				Hidrodinamika Rezgés	Kvantum-elektrodinamika Optika Rádió-technika Elektrotechnika	Sugárzási övek fizikája		Sugárbiológia
Elemi részek, elektron mozgása		Elemi részek fizikája	Kvantummechanika		Molekula-szerkezet	Elektromos-ság Mágnesség		Geo-fizika	Aszto-fizika	Bioelektromosság
Hőmozgás			Magfizika	Atom-fizika		Molekuláris fizika Plazma fizika Termó-dinamika	Termo-technika			Bioenergetika
Részecske-rendszerek kölcsönhatásából eredő mozgás						Szilárdtest fizikája Folyadékok fiz. Kolloidika Határfelületek fizikája				Molekuláris biológia
Kémiai folyamatok			Radio-kémia	Kvantumkémia		Kémiai kinetika Elektrokémia	Kémiai technológia Alkal-mazott kémia	Geo-kémia Ásvány-tan	Kozmo-kémia	Kvantum-biokémia
Geológiai folyamatok				Leíró kémia				Geológia		Biokémia
Biológiai folyamatok							Bionika	Biogeog-ráfia	Kozmo-biológia	Biológiai rendszerek

1. ábra

Természettudományok rendszere az anyag szerkezeti szintjei és mozgásformái alapján

A XX. század második felétől kezdve a különböző tudományok továbbfejlődése, tagozódása mellett megfigyelhető a határterületek összeolvadása, köztes tudományok (interdiszciplínák) kialakulása. A tudományon belüli tagolódás anélkül, hogy ez a bővülés a szakok szükségtelen burjánzásához vezetne, képezi a tudomány szerkezeti fejlődésének a jövőjét⁶ [3]. De erre az időszakra jellemző a technikával kapcsolatos, műszaki tudományokkal szemben jelentkező, szkeptikus hangok felerősödése is.

A vegyészet tagozódása, a kémia ágazatai: általános, analitikai, fizikai kémia, szerves, technológiai kémia. *Határterületi fő szakágak:* biokémia, geokémia, kémiai fizika, környezeti kémia, kohászat, kristálykémia, molekuláris biológia, úrkémia. *Álágazatok:* elektrokémia, gyógyszerkémia, fotokémia, komplex vegyületek kémiája, műanyagkémia, mezőgazdasági és élelmiszer kémia, klinikai kémia, kolloidika, felületaktív anyagok és kozmetikumok kémiája, (kémiai)termodinamika, reakció kinetika, spektroszkópia, kvantummechanika, molekulászerkezet, kvantumkémia, szén és kőolaj (petrol) vegyészet, szerves kémiai technológia, A felsorolt ágazatok és szakágak ma már önálló tudományoknak is tekinthetők. Annyira fontosak és terjedelmesek, hogy néha indokolt mindegyiket különálló tudományként is kezelni, még ha közöttük átfedések is jelentkeznek.

A vegyészet ágazatainak tetemes része az életem kémia (biokémia) és a kémiai fizika között helyezkedik el. Az egyes tudományterületeken belül⁷ [4] ismeretáramlás megy végbe és ebben a befolyás-áramlásban hierarchia tapasztalható, amelyet a múlt század hetvenes-nyolcvanas éveiben kezdtek tanulmányozni. Részletezésük túllépi ezen bemutatás kereteit.

A kémia különleges jelentősége. A gazdaság minden ágába behatol a kémia – erőteljes „kemizációnak” vagyunk a tanúi –, elősegítve az anyagok és energiák legkedvezőbb, ésszerűbb és gazdaságosabb, legveszélytelenebb, szigorúan szabályozott felhasználását. Sajnos, pénzügyi előnyökért sok vállalkozó igyekszik kibújni egyes fenti kötelezettségek alól.

A kémia gyakorlati felhasználása rendkívül sokrétű, mert a vegyiparon kívül is csaknem valamennyi (más) iparágban a gyártási folyamat során vegyi átalakulások mennek végbe. A vegyiparban (többek között): műanyagok, ioncserélők, adszorbensek és festékek gyártása, gyógyszergyártás, vegyszergyártás, különös te-

⁶A szerzőt is megérintette az óhaj, hogy a vegyészet és a nyelvészet közötti kapcsolat kialakíthatóságát vizsgálja.

⁷Tudománymetriai vagy szcientometriai vizsgálatok alapján.

kintettel az alapvető vegyi anyagok előállítására: savak, lúgok, sók, de ide sorolhatjuk a műtrágyákat, rovar- és gyomirtó szereket, felületaktív-anyagokat, kozmetikumokat, kőolajipari termékeket, az elektrokémiai ipar és a galvanizálási folyamatok termékeit. A műanyagipar és a gyógyszeripar óriási számban és nagy mennyiségben állít elő mesterségesen természetben található, sőt ott elő sem forduló anyagfajtákat. Más iparágak is vegyészet függők: papírgyártás, kerámiai ipar, üveggyártás, cementgyártás, bőrcserzés, kelmefestés, vizek kezelése és tisztítása, élelmiszergyártás, kenyérsütés, legváltozatosabb tészták, sütemények készítése, gyümölcsérlelés és zöldség, gyümölcs tartósítás, kohászat, fémelőállítások, stb. A vegytannak fontos szerepe van a biológiában, fizikában és földtanban is, mert egyrészt az élő szervezetben lejátszódó folyamatok, vegyi átalakulások közvetítésével valósulnak meg, másrészt a fizika nagyszámú új vegyületnek különleges fizikai sajátosságait tanulmányozza.

3. A VEGYÉSZET NEGYEDÉVEZREDES RAGYOGÓ EREDMÉNYEI

3.1. Az elméleti kémia árnyoldalaktól sem mentes diadalmenete

A vegyészetnek az alapját az emberi tevékenység által ősidőktől felhalmozott – termelési és elgondolásbeli – tapasztalatok, a középkori orvosok, bányászok és más mesteremberek valamint az alkimisták által végzett megfigyelések, majd az újkorban, a természettudományok kialakulásától kezdve a vegyi anyagok és reakciók megismerése érdekében tudatosan végzett kísérletek és elképzelések eredményei képezik. A tudományos kémia megteremtője Robert Boyle (1627–91), melyet az 1661-ben megjelent „The Sceptical Chemist” (A kételkedő vegyész) című könyve fémjelez. A kémia ettől kezdve vált nagykorúvá, mégis ő ihlette a tudományos szempontból hibás flogiszton elmélet kialakulását (1. árnyoldal), melyet a Lavoisier-féle antiflogiszton-elmélet csak majdnem másfél század után tudott végérvényesen legyűrni, megteremtve a korszerű kémia alapjait.



Az alkimista műhelye



Robert Boyle⁸



Lavoisier házaspár^{8a}



J. Dalton



J. J. Berzelius

A. Lavoisier (1743–94) a francia forradalom áldozatává vált. Felesége, aki kísérleteiben is társa volt, a Francia Akadémia kiadásában megjelentette összes vegyészeti munkáit, utánjárásának köszönhetően férjét rehabilitálták. Kiváló kísérletező és értelmező elme volt, eredményeinek egy része filozófiai szempontból is nagyra értékelt, de szeretett mások tollaival is ékeskedni, jóllehet nem szorult erre rá, igaz a közlések módja és etikája ekkor kezd még csak kialakulni (elsőbbégi viták, 2. árnyoldal).

Tanai Magyarországon, sőt Erdélyben is hamar ismertté váltak. Nyulas Ferenc orvos-vegyész 1800-ban, 210 évvel ezelőtt, három kötetben jelentette meg Kolozsváron az első magyar nyelvű kémia és analitikai kémiai könyvet [5], amelyben már hivatkozott Lavoisier eredményeire.

J. Dalton (1766–1844) a korszerű atomelmélet megteremtője, melynek alapján J. Gay-Lussac (1778–1850) megfogalmazza a gáztörvényeket és A. Avogadro, (1776–1856) megalkotja azt a hipotézisét, mely szerint a gázalmazállapotú elemek kétatomosak. Ezt a megállapítást a korszak legnagyobb vegyésze, J. Berzelius (1779–1848) hevesen támadta (3. árnyoldal). Mindketten már eltávoztak az élők sorából, de a molekulatömegek pontos és biztos meghatározását még mindig negatívan befolyásolta az Avogadro-tétel tagadása. Az elemek felfedezésének folyamatát végigkíséri a hibás kimutatások és döntések sorozata (4. árnyoldal). H. Davy (1778–1829) elektrolízis útján állít elő új elemeket, felfedezi Faradayt és segíti, de később mind inkább akadályozza elismertetését (5. árnyoldal). M. Faraday (1791–1867), korának nemcsak legkiválóbb kísérleti fizikusa volt, de a vegyészet területén is sok maradandót alkotott. Ő rakta le az elektrokémia alapjait.

⁸ korabeli festmény. ^{8a} David festménye, Rockefeller gyűjtemény

R.W. Bunsen (1811–1899) G.R. Kirchoffal (1824–1887) együtt spektroszkópot szerkesztett és a színképelemzés segítségével több ismeretlen elemet fedezett fel. Felhívta a figyelmet arra, hogy milyen nagy szerepet tölt be a kémia fejlődésében a fizika és matematika eredményeinek felhasználása és alkalmazása. Nagyon sok magyarországi, vegyészet iránt érdeklődő fiatal dolgozott intézetében. Közöttük volt Than Károly (1834–1908), akit 150 évvel ezelőtt nevezték ki professzornak. Budapesten neves tanszéket alapított és megszervezte az egyetemi vegyészeti kutatásokat.

1860-ban Cannizzaro Stanislao (1826–1910) Karlsruheban levezényelte az első Nemzetközi Vegyész-konferenciát, melynek nagy szerepe volt Avogadro tételének általános elfogadtatásában [6]. 1869-ben nagy számú elem felfedezése és atom- (illetve molekula-) tömegeinek ismerete alapján D. I. Mengyelejev (1834–1907) rendszerezte az elemeket, megfogalmazva az elemek periodicitási törvényét. Érdemei óriásiak. L. Meyer (1830–1895) is hozzájárult a periodicitás törvényének bizonyításához, igyekeztek elhallgatni hozzájárulását (6. árnyoldal).

Justus Liebig (1803–1873) korának legkiválóbb oktató vegyésze. Fr. Wöhler-el együtt koruk kiváló szerves kémikusai.



J. L. Gay-Lussac



M. Faraday



R. W Bunsen



Than Károly



S. Canizzaro



J. Liebig



F. Wöhler



D. I. Mengyelejev



H. Le Châtelier



J. W. Gibbs



Guldberg és Waage archépe



Svante Arrhenius



J.H. van't Hoff



W. Ostwald

Az ammónium-fulminát és ammónium-cianát, valamint karbamid összetételének vizsgálata során Berzelius tisztázó véleménye révén felfedezték az izoméria jelenségét. Wöhler (1800–1882) a karbamid mesterséges előállításával bebizonyította az életerő elméletének (vis vitalis) tarthatatlanságát. K. R. Fresenius (1817–1897), Liebig tanítványa és az analitikai kémia megteremtője volt. Minőségi elválasztásokat tárgyaló könyve nagyon sok kiadást ért meg és nyolc nyelvre fordították le – 1868-ban magyarra is. 1862-ben kiadta a „Zeitschrift für analytische Chemie” című folyóiratot, s ezzel beindította a szakfolyóiratok egymás utáni megjelenését. A továbbiakban a műszeres elemzések is mind szélesebb körű felhasználást nyernek.

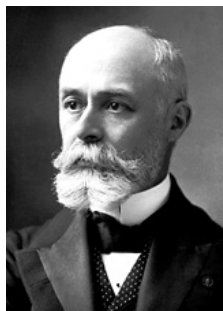
A XIX. század második felével kezdődően kialakul a C.W. Guldberg (1836–1902) és P. Waage (1833–1900), S. Arrhenius (1859–1927), J.H. van't Hoff (1852–1911) és W. Ostwald (1853–1932) által fémjelzett klasszikus fizikai kémia is, mely meghatározó szerepet játszott a kémia minden ágának gyors fejlődésében. A XIX. század közepétől sok kutató a németországi egyetemeken tanul. Pl. az amerikai J.W. Gibbs (1839–1903), is tanulmányai befejeztével visszatér az Egyesült Államokba és kiváló művelőjévé válik a heterogén egyensúlyoknak. H.Le Châtelier (1850–1936) kidolgozza a legkisebb kényszer elvét. Az első fizikai Nobel-díjat 1901-ben W.K. Röntgen (1845–1923) kapta a róla elnevezett nagyenergiájú sugárzásért. A radioaktivitás felfedezéséért és törvényeinek megállapításáért 1903-ban hárman kapták megosztva: H.A. Becquerel (1852–1908), P. Curie (1859–1906), és M. Curie (Sklodowska). Marie Curie (1867–1934) kémiai Nobel-díjat is kap 1911-ben további radioaktivitással kapcsolatos kutatási eredményeiért. Lánya, Irène Joliot-Curie (1897–1956), férjével, F. Joliot-Curie-vel (1900–1958) együtt 1935-ben kap vegyészeti Nobel-díjat. A radioaktivitás lényegi magyarázatának megadásához elsősorban Lord E. Rutherford (1871–1937) angol fizikus járult hozzá, 1908-ban ezért kémiai Nobel-díjat kapott, aki a XX. század legnagyobb kísérleti fizikusa volt. Korszakalkotó az a felfedezése, hogy a kisméretű, nagytömegű, pozitív töltésű atommag körül keringenek az ugyancsak kisméretű de kisméretű elektronok.



K.R. Fresenius



W.K. Röntgen



H.A. Bequerel



P. Curie



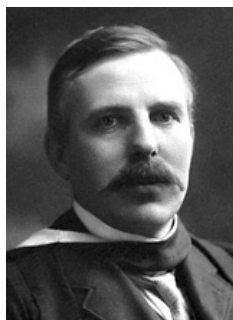
M. Curie Sklodowska



I. Joliot-Curie



F. Joliot-Curie



E. Rutherford



N.H. Bohr



E. Schrödinger

Az atom kvantált belső szerkezetének kidolgozása Niels H. Bohr (1885–1962) dán fizikus nevéhez fűződik, aki 1922-ben kapott fizikai Nobel-díjat. A kvantummechanika alapjainak lerakása a század harmadik és negyedik évtizedében történik. Ez főként E. Schrödinger (1887–1961), L. de Broglie (1892–1987), P. A. Dirac (1902–1984), W. Pauli (1900–1958) nevéhez fűződik.

1901-től, a következő 110 évben már elsősorban a vegyészeti, fizikai és orvosi Nobel-díjak jelzik a vegyészet legújabb felfedezéseit, együtt azokkal a kiváló egyetemi és kutató intézeti eredményekkel, amelyek a mai csúcscsúcsra emelték a kémiát. Ez a felfedezés-áradat nagyon sok áldozatot is követelt, hisz a több milliós számban nyert új vegyületnek az előállítása és sokrétű vizsgálata nagy veszélyeket rejtett magában (7. árnyoldal), de még ma is megbetegedéseket, sőt életeket követelhetnek a körültekintés nélkül végzett vizsgálatok és ipari műveletek.

3.2. Az ipari forradalom (IF) és szorosan kapcsolódó alkalmazott vegyészet, buktatókban is rendkívül gazdag, negyedévezredes története

A gőzgép az ipari forradalom kulcsa, de a szénbányászat, vaskohászat, az öntöttvas- és acélgyártás a további óriási fejlődés alapját képezte (ez többek között H. Bessemer (1813–1898), C.W. Siemens (1823–1883), P. Martin (1824–1915) és A. G. Eiffel (1832–1923) nevei fémjelezték).

Az alap (AL) és alkalmazott kutatás (ALKU) az ipari forradalom, valamint a vegyipar (VEI) igényeire is válaszol. A VEI fejlődése már a XVII. században is kitapintható. Az alapkutatás, az alkalmazott kutatáshoz hasonlóan, a redoxi és égési folyamatok vizsgálatára, a gázok fizikai-kémiai sajátságainak meghatározására irányul. A gyors fejlődés, valamint a szappangyártás, a textilipar igényei kihozták az első energiaválságot – a fára alapozott energiatermelés csődjét, melyet viszonylag könnyen ki lehetett küszöbölni. A gőzgépet számos más gép feltalálása és gyártása követte. A VEI számtalan új eljárást alkalmazott. Pl.: piritpörkölés, ólomkamrás kénsavgyártás, N. Leblanc (1742–1806) féle szódagyártás, mangándioxid visszanyerés, E. Solvay (1838–1922) által bevezetett szódagyártás, tökéletesített ellenőrzési módszerek, é. i. t. A melléktermékek kellemetlen sajátságaira még kevés figyelmet fordítottak, a munkás egészsége, sőt élete sem jelentette a legnagyobb értéket. mindig csak a legszükségesebbre terjedt ki a figyelem, de ez hozzájárult a súlyos problémák megoldásához is. Mindezekben Nagy-Britannia járt az élen. A XIX. sz. végére már hatalmas gyártelepek épültek, kutatási részlegekkel is. A vegyész(VE)- és vegyészmérnök(VEM) képzésre is mind nagyobb súlyt helyeztek. Előtérbe került a nagyon olcsó nyersanyagok felkutatása. A profit utáni hajsza diktálta a bizonyos mértékben bebiztosítatlan fejlődést.



H. Bessemer



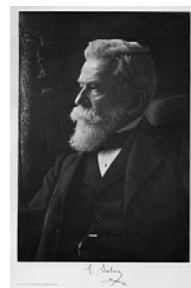
C.W. Siemens



P. Martin (bélyeg-
kép)



A.G. Eiffel



E. Solvay



C. M. Hall



P. L. Héroult



K. J. Bayer



A.R. Hantzsch



Carothers

Új áramfejlesztők, elektrolizáló berendezések – NaOH és Al előállításra – valamint a kontakt kénsavgyártás, műtrágyagyártás, szerves festékgyártás bevezetése növeli a változatosságot. Érdekes módon a Héroult-Hall eljárásnak két feltalálója – Ch. M. Hall (1863–1914) amerikai vegyész és P. L. Héroult (1863–1914) francia mérnök-üzletember – ugyanabban az időben jutottak el munkájuk eredményéhez, mint ahogy ugyanabban az évben születtek és 51 évesen haltak meg. Az elektrolízishez szükséges tiszta Al_2O_3 -at (ipari nevén: timföld) K.J. Bayer (1847–1904) német vegyész által 1892-ben kidolgozott módszere alapján nyerték bauxitból. Mivel Magyarország bauxitban gazdag, a XX. században sokáig előkelő helyet foglalt el a világ bauxit-feldolgozásában.

Fejlődik a műselyem és műgyapot gyártás, a kaucsuk és gumiipar, bakelit, nylon, polivinilklorid, polietilén, stb. előállítás (műanyaggyártás), a kőolaj-fűrés és desztilláció, festékgyártás. J. P. Griess (1829–1888) német vegyész, felfedezi az aminok diazotálási reakcióját. Az anilin vegyületek nem egy váratlan termék keletkezésével szolgáltak (pl. 1866-ban a robbanékony anilin-diazónium-nitrát: $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\cdot\text{HNO}_3$, 1877-ben élelmszerszínezékként felhasznált vajsárga). A diazotálás, diazónium elnevezéseket A. R. Hantzsch (1857–1935) német szerves kémikus 1895-ben vezette be. W. H. Carothers és J. A. Nieuwland (1878–1936) előállította a klórozott butadiént (kloroprén), mely nagyon könnyen polimerizálódott kaucsukszerű anyaggá. Ezt neoprén-

nek nevezték el és 1932-től gyártják. W. H. Carothers (1896–1937) által javasolt emulziós polimerizációs módszer, a műkaucuk és más műanyagok (pl. nylon) előállításánál is kitűnően alkalmazható volt. Ragyogóan felfelé ívelő tudományos pályájának érthetetlen öngyilkossága vetett véget. F. Fischer (1877–1947) és H. Tropsch (1889–1935) kidolgozta a benzin szintézisét szénből (XX. sz.), valamint F. Haber (1868–1934) C. Bosch-al (1874–1940) az ammónia szintézist.

A robbanóipar nagyon sok veszélyt rejtett magában és ma is szedi áldozatait. Kezdetei Kínába vezetnek. A kialakított fegyverek és robbanóanyagok Európában és a gyarmatokon terjedtek el, de nem csak biztonsági és fejlesztési célokra, hanem emberek és országok leigázására használták. A XIX. sz. közepétől mind hatékonyabbak a robbanóanyagok. A. Nobel (1833–1896) – a Nobel-díj megalapítója – széleskörű kutatásokat végzett ezen a téren és kiváló újításokat vezetett be. A robbanó ipari kutatások ösztönzője: a haditechnika és békés szükségletek. A robbanóiparhoz kapcsolható, a rakétaiparnak hajtó tölteteit előállító és működtető részlegei. A rakéta-KU és -ipar eredményei nemcsak a mérnökök és fizikusok tudását tükrözik, hisz a rakéták vegyész közreműködés nélkül aligha emelkedtek volna a magasba (1. ábra). A vegyi hadviselés (klórgáz: 1915. április 22., iperit: 1917-től) nagy mértékben rontotta a vegyészekről alkotott kedvező véleményt. A világ vegyészei határozott álláspont kialakítására kéne törekedjenek a hadiipari kutatással és termeléssel kapcsolatban.



F. Haber



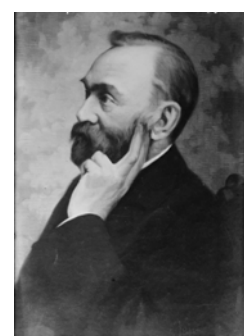
C. Bosch



F. Fischer



H. Tropsch



A. Nobel

4. A KÉMIA EGYOLDALÚ, HÁTRÁNYOS MINŐSÍTÉSÉRŐL

Az előző fejezetekből nyilvánvalóvá vált a tudománynak és azon belül a vegyészetnek különleges, sőt meghatározó szerepe az emberiség alapvető problémáinak megoldásában. Az elméleti és alkalmazott kémia negyed évezredes diadalútja további ragyogó eredmények elérésének záloga, főleg ha a tudomány visszaszerzi megálmodott, eredeti ragyogását.

4.1. A vegyészet hátrányai

El kell ismerni azt is, hogy az ipari és mezőgazdasági termelésnek vannak árnyoldalai, kellemetlen hatásai az emberekre és a környezetre. A vegyészet történetét ember által okozott sorozatos vegyipari katasztrófák is jellemzik. Több olyan súlyos tragédiát okozó ipari balesetet ismerünk, melyek rengeteg ember életét követelték, és jóvátehetetlen károkat okoztak a környezetben is⁹.

⁹ A közelmúltban lejártszódtak közül megemlítendő: i) A Sandoz cég Bázeli melletti üzemének kigyulladásával járt, hogy hosszú időre és nagy távon elszennyezte a Rajnát. ii) A 800 ezer lakosú indiai Bhopalban, 1984 decemberében, egy növényvédő szerek gyártó üzeméből kiáramló mérgező gáz (metil-izocianát) több mint 2500 ember halálát okozta és sokan megvakultak. A termelő rendszerbe figyelmetlenségből bekerült víz vezetett a metil-izocianát képződéséhez. iii) Az üzemekben rendkívül sok, viszonylag kisebb robbanás is történik. Ezt követően kisebb-nagyobb tüzek keletkeznek, eloltásuk során sokféle mérgezés léphet fel s újabb robbanások követhetik egymást. iv) 1986. április 26-án a csernobili atomerőműben bekövetkezett robbanás közvetlen kiváltó oka felelőtlen emberi beavatkozás volt. Az irányító személyzet engedély nélkül végzett kísérletet, amelynek során kikapcsolta a biztonsági berendezést. A robbanást követően tűz keletkezett, és annak eloltásáig radioaktív anyagok kerültek a légkörbe. v) Becslések szerint csak a XXI. század néhány éve alatt több mint 200 000 tonna olaj ömlött a tengerekbe baleset vagy emberi mulasztás következtében, mely a tengervíz és part élővilágát rendkívüli módon veszélyezteti. A Mexikói-öbölben az angol tengeralatti kőolaj kitermelés jelenlegi (2010. május-júniusi) katasztrófája minden eddigi olajszennyezést felülmúl. vi) Napjainkban is történnek súlyos gyári balesetek, pld. 09.01.22-én a belgiumi Mouscron-ban, a francia határ közelében, egy kozmetikai cikkek adalékanyagait előállító vegyi üzemben 2-en súlyosan, 4-en könnyen megsebesültek a robbanástól és az azt követő tüztől. A helyszínen

A kellő szakmai ismeretek híján túlzott mértékben adagolt műtrágyák és kémiai növény-védőszerek kedvezőtlen hatása oda vezetett, hogy világszerte romlott a kémia társadalmi megítélése. A folyók, tavak elszennyeződéséért, az erdők pusztulásáért a vegyipart teszik felelőssé – ebben néha van is némi igazság. A vegyigyárak tulajdonosai nem tettek meg mindent a környezet védelméért, esetleg csak annyit, amennyit az állam, az ellenőrzéssel megbízott intézetek illetve a társadalom megkövetelt és kiharcolt. A tulajdonosoknak magas profit utáni hajszája rendkívüli veszélyforrást képez. Sajnálatosak ezek a történések, de elsősorban a megítélés téves és az emberi közösség nem akar szembenézni a valósággal és az ehhez kapcsolódó valódi feladatokkal.

4.2. Az elismertségért

A társadalomnak, a más foglalkozásúaknak, a fiatalságnak kémiával szembeni idegenkedése, kedvezőtlen, háttérbeszorító megítélése egyáltalán nem célravezető, hisz ez imázsrontással jár s ezzel a vegyész, vegyipari foglalkozások, sőt a műszakiak egy része a nem vonzó pályák közé kerülnek, nő a társadalomtudományok elszívó hatása és mind nagyobb veszélybe kerül a vegyész szakember ellátás, mely súlyos, negatív gazdasági hatást eredményezhet. Sajnálatos, hogy a társadalom, a más foglalkozásúak, főleg a nem-műszakiak, igyekeznek háttérbe szorítani a kémiát. A környezet szennyeződésével, a nyersanyag- és energiaforrások kimerülésével, mérgezési esetekkel, üzemi balesetekkel kapcsolatos jelenségek bűnbakjaként nagyon egyszerű volt a vegyészeket és vegyészmérnököket tenni felelőssé, mert a kémiai ismeretek a nem vegyészeti alapképzettségű személyeknél bizonytalanok. Egyesek még az értelmiségiek sorából is büszkék tájékozatlanságukra. Ezért mindennapi életünkben a „kémia mindenhatósága” sokak számára felismerhetetlen.

A tanuló ifjúság a könnyebb életet és megfelelő jövedelmet biztosító szakmát választja. Az iskolában is minél kevesebb erőráfordítással akar előrehaladni, élvezve a szülők támogatását is, pedig az igyekvő gyerekeknek lehetőséget kéne biztosítani látókörük szélesítésére, sőt ösztönözni is kéne erre őket. A kis mértékben ismert, veszélyesebb, felelős magatartást követelő és sok tudást igénylő, de kisebb jövedelmű szakmákat másokra igyekeznek hagyni. Elmondható, hogy nem elég racionálisan érvelni a vegyészet központi szerepe mellett, hanem hatni kell az emberek érzelmeire is – meg kell kedveltetni velük a kémiát. Az általános és középiskolában a fiatalságot érthetően és érdeklődést keltve kell rávezetni a kémia és természettudományok eredményeire, hogy világosan lássák, a vegyészeti műveletek ésszerű és veszélymentes alkalmazásának elengedhetetlen szerepe van az életszínvonal megőrzésében, a társadalmi jólét megóvásában, sőt emelésében. Ezzel a kémiát megbecsülő, értékelő emberré válik a tanuló, függetlenül attól, hogy milyen pályát fog választani.

A kémia oktatását mindhárom szinten – alap, közép és felső fokon – a „mélyrepülés” jellemzi, ami erősíti a torzképek és negatív vélemények kialakulását. Évtizedek óta világszerte folyik a vita a kémia imázsának romlásáról [7a, 7b, 8a, 8b] a). A kémiával kapcsolatban észlelhető idegenkedés, kedvezőtlen megítélés az utóbbi évtizedekben jelentkezett elsősorban a világsajtó indokolatlan vegyészet ellenes propagandája miatt, mely a 89-es változásokat követően hozzánk is begyűrűzött, megtépázva társadalmunkban a kémiáról alkotott képet. A Magyar Kémikusok Egyesülete vállalta, hogy megkísérli a vegyészet társadalmi elismertségének helyreállítását, a vegyész munka fontosságának elismertetését, az alkotó munka fokozottabb megbecsülését, a

vezényelt több mint 200 tűzoltó, 3 órán át, küzdött a lángokkal. vii) 2009. július 31-én, az AEÁ-ban, közel a mexikói határhoz, sorozatos robbanások történtek egy vegyi üzemben, veszélyeztetve a közeli város levegőjét.

Tömeges vagy kisebb körre kiterjedő mérgezések: A vegyületek zöme, az elemek egy része, körülményektől függően mérgező, roncsoló hatású, vagy egyáltalán ártalmatlan lehet. A továbbiakban felsorolunk néhány közismert, erőteljes és nagyon gyakori mérgező anyagot: – CO (szintelen, szagtalan, a szén tökéletlen égésekor keletkezik), – KCN, HCN (nagy mennyiségben az arany feldolgozásnál használatos). A nagybányai „Aurul” üzem ciános tárolójának meghibásodása, a Tisza halállományát mérgezte. Verespatakon az őriástároló esetleges megépítése rendkívüli veszélyforrást jelentene, – CH₃OH, CH₂O és más szerves vegyületek, – Pb (a leggyakoribb nehézfém, különbözik a negyedik oszlop többi elemétől, a C, Si, Ge, Sn-től), – Hg gőzök (I. Newton, valószínű súlyosan mérgeződött, mivel amalgamált ezüst tükreivel egy laboratóriumban aludt, J. Heyrovsky viszont a laboratórium rendszeres szellőztetésével kivédte a mérgezést.) – Hg vegyületek (nagyon mérgezőek), – A Cd gőzei, – As vegyületek (sokakat megmérgeztek arzén tartalmú ételekkel, lehet hogy a száműzött Napoleont is), – HF (a bőrt, lágyrészeket megtámadja, a csontig hatol), – halogének, – HCl (a gáz viszonylag nagyobb töménységben), – a Se (nem túl kis mennyiségben), – Te és Pu, – CO₂, nagy (>8%) töménységben, megszakításokkal viszont epilepsziás roham leállítására használható. – A gyakori gombamérgezések fő okozói: az aflatoxin B₁, α-amanitin, L-(+)-muszkarin és penitrem A. Nagyon erős szintetikus mérge a már közismert dioxin és paration. – A növényi mérgek közül különösen erős mérgek az atropin, cymarin, nikotin, ricin, sztrichnin, tubocurarin, melyek zöme alkaloida. – A baktériumoktól származó, főleg nagy molekulatömegű proteinek az eddig ismert legerősebb mérgek, mint a botulin, batrachotoxin, β-bungarotoxin, ciguatoxin, maitotoxin, palytoxin, taipoxin és a tetanusz.).

szellemi tőke jobb hasznosítását. Nincsen szükség arra, hogy ez a tevékenység védekező és visszavonuló legyen, hisz a vegyésztársadalom megvalósításai dicséretesek.

A kémia oktatása alapvető, felelősségteljes feladat. Elődeink, a nyugati világ, igyekezett maximumot nyújtani. A 250 év alatti fejlődés ezt bizonyítja. Jelenleg az a középiskolai oktatás elégtelen – perspektivikusan a vegyészet alábecsülésének fő forrása. Az egyetemi oktatás színvonala csökken az alacsony középiskolai szint miatt, főleg az első éven, de azért is, mivel kevés elkötelezett vegyészhallgató iratkozik be¹⁰. Magyarországon a kémia a felsőoktatásban újraértékelte önmagát, a Bologna-folyamatra adott válaszában, gyümölcsözőbb kapcsolatok kialakításával a klasszikus és újszerű társtudományokkal és iparágakkal. A kémiai oktatás a kutatás, az anyag-, agrár-, orvos-, környezettudomány és a széles értelemben vett vegyipar fejlődése érdekében hasznosul. Remélhetőleg ennek révén maradhat a kémia továbbra is az emberi jólét biztosításának egyik meghatározó és nélkülözhetetlen összetevője.^{11,12}

4.3. Világproblémák megoldása vegyész hozzájárulással

Első számú világprobléma az emberiség túlélésének biztosítása, mely vegyész hozzájárulás nélkül nem képzelhető el. A világ energia gondjainak megoldása, a globális felmelegedés elkerülése, a túlélés elsőrendű feltételeit képezik, és vegyész beavatkozást igényelnek. Az energiaválság az égethető szén, kőolaj és származékaik korlátozott mennyisége miatt jelentkezik. Az atomenergia nem tudja biztosítani a hiányzó energiát, habár legbiztonságosabban nyerhető.



Rakéta



Oláh György



Füstokádó



Vegyészettel
a fenntartható világért

¹⁰ A Bolognai folyamatra való áttérés sem zökkenőmentes, s a nem jól kidolgozott rendszer újból sújtja a vegyészet reményeit, elherdálva az elődök múltban összegyűjtött tapasztalatait. Emellett fenyeget az a veszély, hogy a társtudományok szinte felszívják a kémiát, mint a homok a vizet, mely ezáltal fokozatosan veszít autonómiájából. A matematika esetében is, mely behatolt a tudomány és a mindennapi élet szinte valamennyi területére, ugyanakkor kizárólag matematikát hallgató diákok már alig vannak az egyetemeken.

¹¹ A vegyészek és vegyészmérnökök alkalmazásakor szigorú munkavédelmi és emberiségbarát szabályok betartatására kell törekedni, a veszélyességi kockázatokat elismerni és honorálni kellene.

¹² A Bologna-folyamat során lineárisan egymásra épülő többciklusú rendszer alakul ki. Ennek alapja a 3-3,5 éves alapképzés, ezt követi a 2-2,5 éves mesterképzés és a piramis csúcsán áll a 3 éves doktori képzés és a PhD tudományos fokozat megszerzése (De emellett nagyon biztató, hogy megjelentek a klasszikus kémiára épülő, vagy azzal nélkülözhetetlen, szoros kapcsolatokat fenntartó és erősítő újabb tudományágak: a *környezettudomány* (*environmental science*), az *anyag-tudomány* (*material science*). Mindkettő kutatási és alkalmazási (elméleti és gyakorlati) irányultságában is létezik: környezetkutató és környezetmérnök, anyagkutató és anyagmérnök. A biológia területén megerősödött a *molekuláris biológia* (*molecular biology*), ami több mint a biokémia, de legalább annyira kémia, a másik (gyakorlati) irányban kialakult a *bio-mérnök* (bioengineering vagy biochemical engineering) és az egészségügyi mérnök (biomedical engineering) szakma. Ezen kívül lehetőségként a kereszthatások nagy száma is figyelembe veendő.

A tanár, kiváló döntés alapján, csak szakpárban kaphat – kizárólag mester szinten – oklevelet. A leendő kémiatanár kezdeti tanulmányait kémia alapszakon, és még az alapképzésben megszerzi hozzá tervezett második szaktárgya kreditjeinek egy részét, s a mesterképzési szakaszban egyenlíti ki a két tárgy pontszámát és szerzi meg a tanári mesterséghez szükséges összes kreditszámot. De kezdheti egy másik szakkal a felkészülést, és később egészíti ki kémiával – tehát nincs fő- és mellékszak.

A vegyészmérnökképzésnél is új határok jelentkeznek, továbbra is meg kell tartani a törzsanyagot, de rugalmasan alkalmazkodni kell a változó társadalmi környezethez és követelményekhez.

A jövő tüzelőanyagai kapcsán: Mind erőteljesebb a hajsza az újabb energiaforrások után. Valójában ez nem biztosít gyógyírt. Csak a megújuló természeti források (nap, szél, víz, geotermikus stb. energia) hasznosítása nyújt biztos energia többletet.

Kutatások folynak a hidrogén-alapú gazdaság kialakítására, mely egy drámai váltást feltételez. Elvileg minden hidrogéntartalmú vegyület alapanyagnak tekinthető, de a hatalmas mennyiségben rendelkezésre álló víz felhasználása a legindokoltabb. Az energia tárolását, szállítását a nagy nyomású hidrogéngáz, illetve cseppfolyós H (nagyon alacsony hőmérsékletű) segítségével képzelik el. A levegő oxigénjével a hidrogént energiatermelő folyamat révén vízzé alakítják, a közismert reakció alapján:



A hidrogén felszabadítása vízből katalizátor nélkül nagyon energiaigényes. Cél: minél kisebb energia befektetéssel nyerni a hidrogént. Ebben az irányban kiterjedt kutatások folynak. Biztatóak a napenergiával közvetlenül bontható víz hidrogén termelésével kapcsolatos vizsgálatok eredményei.

Oláh György kutatásai is kapcsolódnak az energiatermeléshez és a hidrogénhez, melyből nem csak vizet, hanem metanolt állítana elő széndioxiddal. A végbemenő átalakulás:



A metanol nagyon előnyös energiaforrás de értékes vegyészeti alapanyag is. Látható, hogy *A világ energia gondjai vegyészeti hozzájárulás nélkül nem oldhatók meg*. Oláh György (1827-), Nobel-díjas professzor e javaslata alapján az emberiség kifogyhatatlan szénforráshoz juthatna, ha sikerülne megállapítani azokat a reakció körülményeket, amelyek a légköri, viszonylag kis mennyiségű, széndioxid hidrogénezéséhez vezetnének, hisz ez a széndioxid a kőolaj- és földgázkészletek kimerülése esetén is mindig rendelkezésre fog állni, az üvegházhatás is csökken, s így épp-úgy a széndioxid cirkuláltatásával tudunk energiát előállítani, mint a növények.

Az ipari forradalmat követően a levegő szennyeződése mind nagyobb mértékűvé vált és több olyan gáz került a légkörbe, amelynek melegház (üvegház) hatása, vagy mérgező, pusztító és egészségre ártalmas tulajdonsága van. Legerőteljesebb melegházhatást a vízgőznek és a széndioxidnak tulajdonítanak, mivel az emberi tevékenységek során ez a kettő keletkezik a legnagyobb mennyiségben. A CO₂ főleg a tüzelőanyagok (szén és kőolaj) elégetése és a karbonátok izzítása (mész- és cementgyártás) során keletkezik. A vízgőz többek között kőolajtermékek és szénhidrátok elégetésével, nedves anyagok szárításával növeli a levegő páratartalmát, de a mind nagyobb öntözött mezőgazdasági terület kialakítása is ebben az irányban hat, csökkentve ugyanakkor a talajvízszintet és a folyók hozamát is.

Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testületének jelentése alapján az ember tevékenysége nyomán megváltozott, illetve folyamatosan változik a légkör finom összetétele és nő a hőmérséklete.

4.4. A vegyipar környezetre gyakorolt hatása

Hatása rendkívül sokrétű és a fejlett országokban a figyelem középpontjában van. A XX. században, a levegőből kivonható hat gáz (N₂, O₂, Ne, Ar, Kr, Xe) mind szélesebb körű felhasználást nyer. Mivel a légköri készlet óriási, egyelőre nem módosul a levegő ezekre vonatkozó összetétele. A nitrogén felhasználása azért jelenthet problémákat, mivel kiinduló anyaga 4 nagyon nagy mennyiségben gyártott alapterméknek – ammónia, salétromsav, ammóniumnitrát és karbamid. A kénsavat, mint a vegyipari termékek listavezetőjét, óriási s mind növekvő mennyiségben állítják elő (pl. 1900-ban 4 billió t., 1986-ban 145 bt). Ennek a terméknek a mennyisége az adott ország ipari termelésének és fejlettségének fokmérője. Hatalmas üzemek biztosítják a szükségletek fedezését. A legnagyobbak az USA-ban (2000 t /nap) működnek a legkisebb kénszennyeződés (kéndioxid + kénsav köd) kibocsátásával, mely nem haladhatja meg a felhasznált kén 0.3%-át. Más országokban kisebbek az üzemek és nagyobb a légszennyezés. Ezt elkerülendő, figyelmes környezetvédelmi szabályozásra van szükség.

Általában nem a nagyvállalatokkal, hanem a kisebb, tökeszegény, s részben ezért a környezetvédelmen spórolni próbáló kisüzemek jelentik a fő veszélyt. Olyan vállalkozások, amelyek (a romániai Aurulhoz hasonlóan) rövid idő alatt a lehető legnagyobb nyereségre törekednek. Jelenleg a környezetbiztonság leggyengébb pontjának a laza ellenőrzést tartják. Nagy gondot jelent a tengerek egyre fokozódó szennyeződése, mindenek előtt mezőgazdasági eredetű hulladékok és fossziliák égési maradékai révén. Algaszönyegek megjelenése a part mentén gyakran az ökológiai katasztrófa látható jelzése, mely később a tenger-fenéken fejeződik be.

A világszerte mintegy 200.000 négyzetkilométer kiterjedésű tengerfenéken keletkezett oxigénhiány következtében már szinte lehetetlen az élet. 1995. és 2008. között csaknem megnégyszereződött – 44-ről 169-re emelkedett – az emberek által előidézett oxigénmentes övezetek száma, közölte a Környezetvédelmi Világalap (WWF). A Balti-tenger vize napjainkban nyolcszor olyan nagy mennyiségű foszfort és négyszer annyi

nitrogént tartalmaz, mint száz évvel ezelőtt. A WWF adatai szerint a Balti-tengeren kívül „holt övezetek” található még a japán partoknál, a Mexikói-öbölben, a Fekete-tengeren és az Adrián is. A túlzott méretű lehalászás és a klímaváltozás mellett az oxigénhiány jelenti a 21. században a világtengereket fenyegető legnagyobb veszélyt.

El kell kerülni az ökológiai rendszer túlterhelését, biztosítva ezáltal a fenntartható fejlődést (ábra – a vegyészet a fenntartható világért) . Bármely szándékos, kontár jellegű beavatkozás a természet rendjébe – legyen az a legjobb szándékú is – súlyos következményeket, káros mellékhatásokat vonhat maga után.

5. SZAKIRODALOM

- [1] Y. Maréchal (2008): *From physics to biology: A journey through science accompanying the hydrogen bond and the water molecule* in J. Molecular Str.V. 880, p.38-43
- [2] Máthé János (1974): *Az anyag szerkezete*, Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár, 11 old..
- [3] Muzsnay Cs. (2008): *Vegy szerkezetekre visszavezethető nyelvészet I .Az analógiák egyszerű szógráfjai*, XIV. Nemzetk. Vegykonf, Kolozsvár, 2008. nov. 14, 176-180 old. és II. *Teljes betű és jelkészlet szógráfjai, 2-4 betűs szavak gyakorisága* A Magyar Tud. Napja Erdélyben, EME, Természettudományi Szakosztály, 2008. november 22., 20—21 old.
- [4] Braun T., Bujdosó E., (1982): *Analitikai kémia a tudománymetria tükrében*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [5] Nyulas Ferenc (1800): *Az Erdély országi orvos vizeknek bontásáról közönségesen* Nyomtatta Hochmeister Márton Kolozsváratt, 1-3 Kötet.
- [6] Balázs Lóránt (1996): *A kémia története I-II*, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- [7a, 7b] a) Pavláth Attila (2008): *A technológia mérőföldkövei kémikus szemmel* című poszter kiállítása, Kolozsvár, november 13-28; b) Pavláth Attila (2008): *A kémia elismerésének hiánya. Miért és mit tehetünk.?*, XIV. Nemzetközi Vegyészkonferencia, nov. 13-15, Kolozsvár, 12-14 old.
- [8a, 8b] a) Liptay György (2007): *Kedves Olvasónk!* Természet Világa 1. különszám 2. old.; b) Liptay György szerkesztésében: Természet Világa 2005. év 1. különszáma és a 2007. év 1. különszáma.
- [9] Bazsa György (2007): *Bolognától Bolognáig. A kémia „újradefiniálása” a magyar felsőoktatásban (?)*, Természet Világa, 1. különszáma, 109 old..