

Sveučilišna kemijska nastava u devetnaestom stoljeću

Drago Grdenić

Prirodoslovno-matematički fakultet, Ul. Socijalističke revolucije 8, 41000 Zagreb

Još početkom 19. stoljeća nije na sveučilištima bilo samostalne nastave kemije. Zajedno s ostalim prirodnim znanostima kemija se predavala u okviru medicine i farmacije. Tomu su dva glavna razloga. Prvo, kemija je postala zasebnom znanostu tek na prijelazu iz 18. u 19. stoljeće. Drugo, zanimanje kemičara još nije postojalo pa se za nj nije niti uvodila posebna nastava. Tek kad je poznavanje zakona o kemijskim promjenama unaprijedilo tehnologiju, osobito poljoprivredu i metalurgiju, zvanje kemičara postalo je neophodno potrebno, pa se na sveučilištima proširuje i osamostaljuje nastava kemije.

Presudan poticaj za uvođenje posebne kemijske nastave na sveučilištima dao je J. Liebig svojom nastavnom i znanstvenom djelatnošću na Sveučilištu u Giessenu (1824—1852). Liebigovi bivši studenti i doktorandi osnivali su kemijske laboratorije i vodili nastavu po njegovu uzoru na svojim matičnim sveučilištima u Evropi i Americi. Povezanost nastave s istraživanjem koju je uveo Liebig, postala je temeljem suvremene kemijske nastave, a aktualna je i danas, kao i u Liebigovo vrijeme. U članku se navode vodeći kemijski centri u drugoj polovici 19. stoljeća koje su osnovali Liebigovi učenici, kao i učenici F. Wöhlera (Göttingen), R. Bunsena (Heidelberg), A. W. Hofmanna (Berlin), pa zatim H. Kolbea i kasnije W. Ostvalda (Leipzig). Pod utjecajem tih centara razvila se također i kemija na sveučilištima u Austro-Ugarskoj, kojoj je tada pripadala i Hrvatska sa svojim Sveučilištem u Zagrebu, osnovanim god. 1669. i obnovljenim god. 1874. Posebne društvene i ekonomske prilike uvjetovale su nejednak razvoj pojedinih, pa i starijih sveučilišta u Monarhiji. Mnogi istaknuti kemičari na Sveučilištu u Beču i Grazu započeli su svoju djelatnost na Sveučilištu u Pragu. Među njima i A. Lieben, najistaknutiji austrijski kemičar toga doba, koji je u Beč poveo i svoga praškog suradnika G. Janečka, rođenog Čeha koji je zatim (1879) bio izabran za profesora kemije na Sveučilištu u Zagrebu. Prvi profesor kemije (od 1875. do 1878.) na tom Sveučilištu bio je A. Veljkov, student A. W. Hofmanna u Berlinu i suradnik E. Ludwiga u Beču. A. Veljkov je osnovao Sveučilišni kemijski zavod, učinio predradnje za gradnju novoga Kemijskog zavoda, ali ga je prerana smrt spriječila da tu misao i ostvari. To je učinio njegov nasljednik G. Janeček, podignuvši Kemijski institut (1884) u kojemu se još i danas održava nastava i obavljaju znanstvena istraživanja iz organske i analitičke kemije, te biokemije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Početak devetnaestog stoljeća

Na prijelomu od 18. u 19. stoljeće kemija nije bila poseban predmet u sveučilišnoj nastavi. Veliki kemičari toga doba i osnivači kemijske znanosti, čija su nam imena dobro poznata iz školskih klupa, nisu bili profesori kemije.

Ako su i bili profesori, predavali su kemiju u okviru prirodnih znanosti ili zajedno sa farmacijom i medicinom. Tako je, na primjer, A. L. Lavoisier (1743—1794) bio glavni zakupnik poreza, C. W. Scheele (1742—1786) bio je apotekar, J. Priestley (1733—1804) svećenik-otpadnik, koji je svoje izvanredne pokuse s plinovima izvodio kod kuće. To je činio i H. Cavendish (1731—1810), koji je vrlo malo govorio i nerado predavao. J. Dalton (1766—1844) bio je profesor matematike i prirodne filozofije, a H. Davy (1778—1829) je u londonskoj Royal Institution držao predavanja engleskoj aristokraciji o svojim otkrićima, o čemu bi novine pisale kao o senzaciji prvoga reda. Jedini njegov učenik bio je njegov pomoćnik M. Faraday (1791—1867), pa se ni jedan profesor po uspjehu u nastavi ne može mjeriti s Davyjem. J. J. Berzelius (1779—1848), veliki arbiter svih zbivanja u kemiji u prvoj polovici prošlog stoljeća, predavao je na Sveučilištu u Stockholmu kemiju, farmaciju i botaniku budućim liječnicima, a svoja je istraživanja obavljao u preuređenoj kuhinji s povremenim, isključivo talentiranim suradnicima. Takav jedan suradnik Berzeliusov bio je i F. Wöhler (1800—1882) dobro poznat po sintezi organske tvari iz neorganske — mokraćevine iz amonij-cijanata god. 1828. Kada je Wöhler započeo studij medicine u Marburgu, jedna od briga njegovoga oca bila je da mu nađe stan u kojemu bi, s pristankom gazdarice, mogao raditi kemijske pokuse. Studije je završio u Heidelbergu god. 1823. kao doktor medicine, kirurgije i primaljstva. Njegov profesor, čuveni Leopold Gmelin (1788—1853), savjetovao mu je da radi pokuse i da ne gubi vrijeme slušajući predavanja. I zaista, mnogi njemački profesori često su svojim retoričkim umijećem prikrivali skolastički i metafizički sadržaj svojih predavanja. Zahvaljujući Gmelinu, mladi je Wöhler boravio godinu dana kod Berzeliusa i naučio što i kako treba raditi u laboratoriju, a kao profesor na Sveučilištu u Göttingenu bio je do svoje smrti jedan od najutjecajnijih kemičara prošlog stoljeća.*

U Berzeliusovu laboratoriju još su radili, prije Wöhlera, E. Mitscherlich (1794—1863), jedan od prvih profesora kemije na Berlinskom sveučilištu (osnovanom 1810.), H. Rose (1795—1864), kasnije profesor kemije i G. Rose (1798—1873), profesor mineralogije na istom Sveučilištu. Poslije Wöhlera bio je kod Berzeliusa još G. Magnus (1802—1870), osnivač fizikalnog laboratorija Berlinskog sveučilišta. Na tom sveučilištu tada još nije bilo kemijskog laboratorija pa je Mitscherlich posebno nadarene studente pozivao u kemijski laboratorij Berlinske akademije znanosti, gdje im je pokazivao pokuse i učio ih kako da ih sami izvode.

Kemija se osamostaljuje na sveučilištima

Prilike pod kojima je Wöhler studirao tipične su za tadašnja sveučilišta. Zvanje kemičara još nije postojalo, pa na sveučilištima nije ni bilo posebnog studija kemije. Kemija se predavala kao pomoćni predmet, najčešće zajedno s ostalim prirodnim znanostima. Filozofski fakulteti, kakve znamo još iz nedavne prošlosti, koji su uz filozofiju, povijest, jezike i književnost, gajili matematiku i prirodne znanosti, nastali su tek u drugoj polovici 19. stoljeća.

Medicinski fakulteti pružali su najviše mogućnosti za razvoj kemije na sveučilištima, pa su se mnogi profesori medicine istakli kao kemičari. Ipak,

* Ako izvor biografskih podataka nije posebno naveden, oni su uzeti iz djela J. R. Partingtona¹, G. Buggea², E. Farbena³ ili K. Heininga⁴.

prilike na sveučilištima nisu svuda i u svim zemljama bile jednake, pa svako sveučilište ima svoju povijest kemijske nastave.

Veliku ulogu igrali su tradicija i stupanj društvenog razvoja. Tako zvana industrijska revolucija nije započela istodobno u svim zemljama, niti je izbila jednakom snagom. Ostaci feudalizma sporo su nestajali, a mladi kapitalizam nije pomišljao na planski razvoj. Što se kemije tiče, sve je više dolazila na vidjelo njezina korisnost u privredi, industriji i svakidašnjem životu, pa su se kemijska znanja sve više cijenila i tražila. Pošto je u grubim osnovama riješila pitanje kemijskih elemenata, a pretvorbe tvari razjasnila spajanjem njihovih atoma u molekule, kemija je pružala neiscrpane mogućnosti u preradi sirovina, proizvodnji novih materijala i usavršavanju postupaka za dobivanje metala i kemikalija. Nužnost povećanja prihoda u poljoprivredi i zamjena manufakture tvorničkom preradom biljnih i životinjskih sirovina obećavala je sjajne perspektive stručnjacima sa znanjem kemije. Kemija je konačno izašla iz skromnih, nedavno još alkemističkih privatnih laboratorija i postala izvanredno traženom i potrebnom strukom. Neminovna je bila i reforma njezine nastave na sveučilištima. Tomu zahtjevu svoga vremena prvi je udovoljio njemački kemičar, učenjak i profesor J. Liebig (1803—1873).

Kao ni Wöhler u Heidelbergu još manje je mladi Liebig na Sveučilištu u Erlangenu mogao zadovoljiti svoju silnu želju da se bavi kemijom. Iste godine kad je Wöhler učio kod Berzeliusa u Stockholmu, devetnaestogodišnji Liebig pun oduševljenja činio je svoja prva otkrića kod slavnog J. Gay-Lussaca (1778—1850) u Parizu, presretan što se našao na jednom od izvora kemijske znanosti. Gay-Lussac je tada bio profesor na glasovitoj École Polytechnique, ali se bavio kemijom u svojem privatnom laboratoriju — praktične nastave za studente nije tada bilo ni na toj visokoj školi. Liebig je postao suradnik Gay-Lussaca (kako bi se to danas reklo) na preporuku A. von Humboldta (1769—1859), njemačkog prirodoslovca koji je zajedno s Gay-Lussacom obavljao eudiometrijska mjerenja, kojih je rezultat bio zakon o cjelobrojnim volumnim omjerima kod kemijskih reakcija između plinova. Tek metodom analize kojoj ga je podučio Gay-Lussac, mogao je Liebig ustanoviti da su sve metalne soli što ih je dobio iz »praskavog srebra« zapravo soli jedne te iste kiseline koja se sastoji od »cijanogena i kisika«. Kao što znamo iz povijesti kemije, bilo je to otkriće koje je par godina kasnije dovelo do fundamentalne spoznaje o izomeriji, kako je tu pojavu nazvao Berzelius, jer je Wöhler našao da njegovi cijanati imaju isti sastav kao i Liebigovi fulminati.

U Parizu je Liebig doživio trenutak razvoja kemije vođenog kritičkim duhom francuskih kemičara čiji se egzaktni pristup istraživanju nije razlikovao od pristupa njihovih suvremenika i kolega fizičara kao što su bili D. F. J. Arago, J. B. Biot, S. D. Poisson, A. M. Ampère, A. J. Fresnel i drugi. Shvatio je kako nova kemija napušta tradicionalni eksperiment kojim su se utvrđivale jedino kvalitativne promjene, a uvodi eksperimente koji daju kvantitativne rezultate. Točne metode istraživanja, prije svega kvantitativna analiza, postale su glavno uporište razvoja kemije. U pogledu kemijske nastave, došao je do temeljitog uvjerenja da se kemija mora podučavati u laboratoriju, da se kemija uči bavljenjem kemijom. Obuzet nastojanjem da takvo svoje shvaćanje provede u djelo, vraća se god. 1824. u domovinu. Hessenska vlada, Gay-Lussacovom i Humboldtovom preporukom, postavlja ga za profesora na malom Sveučilištu u Giessenu. Ostvarivanje njegovih planova nije išlo lako, kako zbog male novčane pomoći, tako i zbog otpora ostalih profesora. Ali Liebig nije popustio, uredio je predavaonicu i labo-

ratorij, a petnaest godina kasnije nastavio je jednakim žarom u novom laboratoriju, koji se još i danas može vidjeti u Giessenu kao muzej. Laboratorijska nastava sastojala se od pripremanja i čišćenja reagencija, izolacije tvari iz sirovina, kvalitativne i kvantitativne analize, dakle, od svega onog što je u biti i danas sadržaj studentskih kemijskih praktikuma. Pribor je bio jednostavan, laboratorij skroman, upravo siromašan, pa je od praktikanata zahtijevao mnogo više vještine i spretnosti ruku nego danas. Plinskih plamenika još nije bilo, grijalo se žeravicom, špiritom ili uljem, a sam Liebig pobrinuo se za dobro poznato hladilo i uređaj za elementarnu analizu organskih spojeva.

Liebigov giessenski laboratorij

Sveučilište u Giessenu bilo je malo, lokalnog značenja, pa su sredstva koja je primalo od vlade Velike vojvodine hessenske jedva pokrivala izdatke. Premda je Liebigu s vremenom pošlo za rukom pribaviti veća sredstva, ipak su laboratoriji, koji su se osnivali po uzoru na Liebigov, na većim njemačkim sveučilištima, u mnogome nadmašili giessenski. Jedino je Liebigova ličnost privlačila studente u Giessen. Giessensko sveučilište prestalo je biti stjecište studenata kemije kada je Liebig, god. 1852. oštećena zdravlja, prihvatio poziv da preuzme profesuru na Sveučilištu u Münchenu, da drži predavanja, bez obveze laboratorijskog rada sa studentima, u novosagrađenom, velikom i dobro opremljenom kemijskom institutu.



Slika 1. Liebigov laboratorij u Giessenu prema crtežu W. Trautscholda iz 1842. g.

Giessenski laboratorij iz god. 1842. ovjekovječio je slikar W. Trautschold glasovitim crtežom (slika 1). Nacrtani su tadašnji Liebigovi studenti i doktorandi, bez svog profesora, kako rade u laboratoriju na svojim radnim mjestima.⁵ Laboratorijski stolovi, svojom konstrukcijom i oblikom već najavljuju stil laboratorijskog namještaja koji će uskoro preuzeti kemijski laboratoriji po cijelom svijetu, uz male varijacije sve do naših dana. U stražnjem zidu, koji odvaja predavaonicu od laboratorija, jest digestor u kojemu su se mogli obavljati eksperimenti za vrijeme predavanja. S one strane digestora je A.

Strecker (1822—1871), a od ostalih studenata obratimo još pažnju na onog visokog mladića u cilindru, prvog s desne strane crteža. To je A. W. Hofmann (1818—1892), rodom iz Giessena, gdje je počeo studirati pravo. Privučen Liebigovim predavanjima, koja su tada bila na glasu među studentima, napustio je pravo, završio studij kemije i postao jedan od najpoznatijih kemičara 19. stoljeća. Ako već ni po čemu drugom, ono po reakciji razgradnje amida koja nosi njegovo ime, poznat je i danas studentima.



Slika 2. Zgrada u kojoj je bio smješten Liebigov laboratorij u Giessenu (suvremeni crtež)

Bez sumnje Liebigov laboratorij u Giessenu (slika 2) nije bio prvi laboratorij za nastavu kemije. Povjesničari kemije, osobito oni koji nisu Nijemci, našli su mnogo primjera praktične nastave kemije već u 18. pa čak i u 17. stoljeću. Takvi su na primjer Ashmolean laboratorij u Oxfordu pod konac 17. stoljeća i laboratorij M. V. Lomonosova (1711—1765) u Petrogradskoj akademiji u 18. stoljeću. Poznati historičar kemije J. R. Partington daje prioritet eksperimentalnoj nastavi kemije što ju je početkom 19. stoljeća vodio profesor Thomas Thomson u Edinburghu i Glasgowu. To je onaj Thomson koji je propagirao Daltonovo učenje o atomima u svojoj knjizi koja je izašla prije Daltonove. Profesor G. Janeček koji je izgradio Kemijski zavod Sveučilišta u Zagrebu toliko ga je cijenio da je njegovo ime zajedno s imenima ostalih velikana kemije dao napisati zlatnim slovima kao ures zgradi i poticaj studentima.

No, nije toliko važan prioritet vođenja eksperimentalne nastave kemije, već kakvo joj se značenje davalo, kakav joj je bio program i na koji se način vodila. Da ne duljim o tome, suština povijesne uloge Liebigova giessenskog laboratorija bila je u stapanju nastave s istraživanjem. Svaki Liebigov učenik, čim bi stekao potrebnu vještinu i znanje, radio bi na nekomu znanstvenom problemu što ga je Liebig predložio. Najčešće je to bila izolacija organskih spojeva, analiza njihova sastava ili sinteza. To sudjelovanje studenata u istraživanju što ga je vodio profesor bilo je odlučujuće ne samo za uspjeh nego i za popularnost i ulogu Liebigova laboratorija u reformi sveučilišne kemijske nastave sredinom prošlog stoljeća.

Laboratorije poput Liebigova osnivali su uskoro po svim sveučilištima Evrope i Amerike. Većinom su u njima djelovali Liebigovi učenici i učenici Liebigovih učenika, uvodili i usavršili kemijsku nastavu po Liebigovu uzoru.

Za razvoj kemije bilo je to od velikog značenja, pa se u povijesti kemije govori o genealoškom stablu Liebigova utjecaja kojemu su pripadali gotovo svi istaknuti sveučilišni kemijski centri Evrope i Amerike. Tako, na primjer, i naš zemljak nobelovac L. Ružička (1887—1976) pripada tom stablu, jer je bio učenik nobelovca H. Staudingera (1881—1965), profesora na Visokoj tehničkoj školi u Karlsruheu, kod kojega je i doktorirao, a koji je studirao kod D. Vorländera (1867—1941), učenika slavnog analitičara J. Volharda (1834—1910), učenika i suradnika Liebigova. Veliki broj istaknutih kemičara i nobelovaca koji su studirali kod Liebigovih učenika drugog ili trećeg koljena najbolje svjedoči o snazi i trajnosti Liebigova utjecaja.⁶ Bilo je malo istaknutih sveučilišnih kemijskih centara osnovanih u prošlom stoljeću a da nisu barem posredno naslijedili nešto od Liebigove giessenske tradicije. Vidjet ćemo da to vrijedi i za početak kemijske nastave na tri naša starija Sveučilišta.

Liebigovi učenici u Rusiji

Od šest Liebigovih učenika Rusa na Sveučilištu u Giessenu dva su se posebno istaknula: A. A. Voskresenskij (1809—1880) i N. N. Zinin (1812—1880). Voskresenskij, inače poznat po otkriću kinona, uveo je Liebigove metode nastave na Sveučilištu u Petrogradu, gdje je dugo djelovao kao profesor na Glavnom pedagoškom institutu i odgojio mnoge ruske kemičare od kojih je najpoznatiji D. I. Mendeljejev (1834—1907). Zinin, inače dobro poznat po sintezi anilina redukcijom nitrobenzena (1843), poslije školovanja u Giessenu i putovanja po Evropi, osnovao je laboratorij na Sveučilištu u Kazanju (osnovanom god. 1805) i postao osnivačem poznate kazanjske škole ruskih kemičara među kojima su bili A. N. Butlerov (1828—1886), jedan od osnivača strukturne teorije, i V. V. Markovnikov (1838—1904), učenik H. Kolbea, kasnije profesor Moskovskog sveučilišta, dobro poznat po pravilu koje nosi njegovo ime.⁷⁻⁹

Liebigovi učenici u SAD

U Sjevernoj Americi, još prije osnutka Sjedinjenih američkih država, dakle prije god. 1776., bilo je devet koledža, ali se kemija podučavala samo na tri koledža. To su bili College of William and Mary (1693) u Williamsburgu, koji još i danas postoji, College of Philadelphia (1740), danas University of Pennsylvania, i King's College (1754), danas Columbia University, ali je kemijska nastava bila u okviru medicine, agrikulture i geologije. Prvi predavač kemije, koji se nije školovao za medicinara, bio je B. Silliman (1779—1864) na Yale Collegeu. Kemiju je studirao u Londonu i Edinburghu kao svršeni pravnik. Njegov učenik Amos Eaton (1776—1842) osnovao je (1824) praktičnu nastavu kemije na liceju u Troyu (država New York) poznatom pod imenom Rensselaer School. Laboratorijska nastava što ju je vodio Eaton ne može se usporediti s Liebigovom. Dok su Liebigovi studenti sudjelovali u istraživanju svojega profesora i otkrivali i ispitivali nove spojeve, Eatonovi su studenti radeći pokuse učili tek osnove kemije.^{10,11}

Polovicom 19. stoljeća u kemijskoj nastavi u SAD prednjače Škola za primijenjenu kemiju (School of Applied Chemistry) na Sveučilištu u Yaleu, a koju je osnovao J. P. Norton (1822—1852), edinburški i utrechtski student, i Lawrence Scientific School, koju je pri Harvard Collegeu osnovao Liebigov giessenski student i suradnik E. N. Horsford (1828—1893). Nortona je u Yaleu naslijedio S. W. Johnson (1830—1909) Liebigov Münchenski učenik i jedan od pionira agrikulturne kemije u SAD.¹² Liebigovi i Volhardovi studenti iz SAD, osim spomenute dvojice njih osam, kao i brojni Wöhlerovi studenti,¹³ mnogo su učinili za razvoj kemije u SAD. Ipak, smatra se, da je prava sveučilišna kemijska nastava s one strane Atlantika počela tek djelatnošću I. Remsena (1846—1927) na Johns Hopkins University god. 1876. To je Sveučilište, zajedno s bolnicom, bilo upravo podignuto novcem od sedam milijuna dolara, što ih je darovao J. Hopkins u namjeri da unaprijedi medicinske i prirodne znanosti u SAD. Remsen je bio Liebigov Münchenski student, pa je pretežno radio s Volhardom. Zatim je otišao Wöhleru u Göttingen, ali je radio s njegovim suradnikom R. Fittigom (1835—1910), doktorirao god. 1870., ostao još dvije godine u Tübingenu, gdje je Fittig naslijedio A. Streckera, već spomenutog istaknutog Liebigova učenika. Remsenu se pridružio još jedan Göttingenski student H. N. Morse (1848—1920), pa je kemijski odjel Sveučilišta Johns Hopkins postao vodeći kemijski centar na razini najboljih njemačkih sveučilišta. Broj publikacija premašio je mogućnost objavljivanja u *American Journal of Science*, pa je Remsen osnovao *American Chemical Journal*, koji se kasnije (1913) stopio s *Journal of the American Chemical Society*.

Brojni Remsenovi i Morseovi učenici postali su profesori na američkim sveučilištima, gdje su razvili istraživanje i nastavu, pa se kemija u SAD na prijelomu stoljeća već mogla mjeriti s evropskom. Taj kolosalni razvoj treba među ostalim, pripisati djelatnosti talentiranih mladih ljudi koji su znanje stečeno na brojnim koledžima i sveučilištima prenosili na svoje učenike i suradnike.

Računa se da je u razdoblju od godine 1810. do 1910. na evropskim sveučilištima studiralo kemiju oko 200 američkih studenata,¹² najviše u Berlinu (A. W. Hofmann), Leipzigu (H. Kolbe), Göttingenu (F. Wöhler) i Heidelbergu (R. Bunsen). Ti su sveučilišni centri postali osobito privlačni kada je Liebig napustio Giessen (1852) i preuzeo katedru na Sveučilištu u Münchenu gdje više nije radio u laboratoriju, nego samo držao predavanja. O Wöhlerovu značenju za napredak kemije i sveučilišne kemijske nastave već je ranije bilo govora. O djelatnosti Liebigova učenika A. W. Hofmanna bit će još govora, a sada nekoliko riječi o kemijskim centrima u Heidelbergu i Leipzigu.

Bunsenov laboratorij u Heidelbergu

R. W. Bunsen (1811—1884) bio je učenik F. Stromeyera (1776—1835) u Göttingenu, poznatom po otkriću kadmija (1817). Kao što je njegov učitelj učio kemiju kod L. N. Vauquelina (1763—1829) na Medicinskom fakultetu u Parizu, tako se i Bunsen za vrijeme svojih studijskih putovanja najduže zadržao u Parizu (1832). Međutim, njegovi biografi ne spominju ime niti jednoga istaknutog kemičara koji bi se mogao smatrati uzrom mladom Bunsenu. Bio je originalan i izvanredan eksperimentator, teorijom se nije bavio ali

su njegova otkrića imala duboki utjecaj na teorijsku i fizikalnu kemiju. Nakon osamnaest godina nastavničke djelatnosti (1834—1852) u Göttingenu, Kasselu, Marburgu i Breslauu (gdje se sprijateljio s fizičarom G. R. Kirchhoffom, 1824—1887, s kojim je kasnije u Heidelbergu otkrio spektralnu analizu), naslijedio je L. Gmelina na Sveučilištu u Heidelbergu. Već nakon tri godine napustio je stari laboratorij, što ga je Gmelin osnovao u blagovaonici starog samostana, i uselio se u novi institut izgrađen i opremljen po njegovim uputama, s velikom predavaonicom i laboratorijem od pedeset mjesta. Uz onaj Liebigov u Münchenu bio je to tada najveći laboratorij ne samo u Njemačkoj nego i na svijetu. U mnogim njemačkim gradovima već su bile plinare, a plin se upotrebljavao za rasvjetu ulica i javnih prostorija. U Heidelbergu je plinara podignuta god. 1852., pa je već prilikom otvaranja novog zavoda (1855) Bunsen svojim plinskim plamenikom imao prilike pokazati kako se čađavi plamen gradskog plina može pretvoriti u nenadmašiv izvor topline u kemijskom laboratoriju.* Ta je novost s oduševljenjem primljena zbog velike prednosti nad svim dotadašnjim lampama na špirit ili ulje, što vrijedi, gotovo bez promjene, još i danas.

Najpoznatiji Bunsenovi učenici u Marburgu bili su Englezi E. Frankland (1825—1899), koji je bio također i Liebigov učenik u Giessenu, i fizičar J. Tyndall (1820—1893), a od Nijemaca već spomenuti H. Kolbe (1818—1884), koji je naslijedio Bunsena u Marburgu. Od brojnih Bunsenovih učenika u Heidelbergu skoro svi su vrlo poznati, pa je teško načiniti uži izbor. Za nas su, kao budući profesori, posebno vrijedni spomena H. E. Roscoe (1833—1915), profesor kemije u Manchesteru, Victor Meyer (1848—1897), profesor kemije u Stuttgartu, Zürichu i Göttingenu,** Lothar Meyer (1830—1895), profesor kemije u Tübingenu, čuven po periodičkoj tablici elemenata koju je sastavio nezavisno o Mendeljejevu, ali joj nije dao značenje prirodnog zakona kao Mendeljejev. Poznati analitičar F. P. Treadwell (1857—1918), profesor kemije u Zürichu, bio je Bunsenov »Vorlesungsassistent«. Od Rusa bili su L. N. Šiškov (1830—1908), koji je s Bunsenom napisao djelo o kemijskoj teoriji baruta i F. F. Beilstein (1838—1906) autor poznatog »*Handbucha*« i nasljednik Mendeljejeva na Tehničkom institutu u Petrogradu pošto je ovaj 1867. preuzeo katedru »čiste« kemije na Petrogradskom sveučilištu. Mendeljejev je također bio kraće vrijeme kod Bunsena, a također i Butlerov.

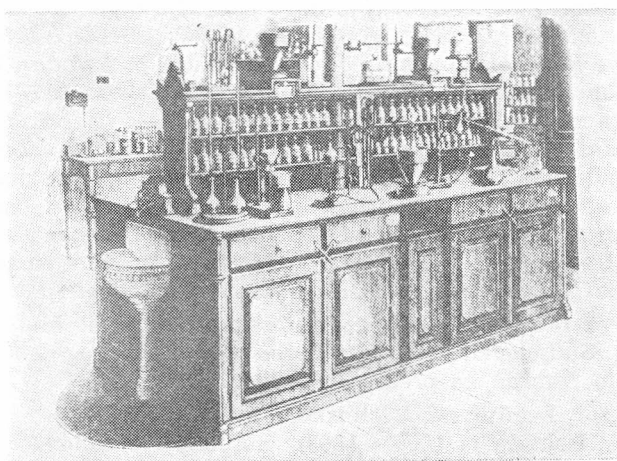
Kad je Bunsen završio (1843) svoja istraživanja o prirodi »Cadetove tekućine« i ustanovio radikal kakodil, prestao se baviti organskom kemijom, a svojim je suradnicima zabranio da se u tu svrhu koriste sveučilišnim laboratorijem. Među ostalim, ta je zabrana bila razlogom da je docent A. Kekulé (1829—1896) privukao studenta A. Baeyera (1835—1917), kasnije nasljednika Liebigova u Münchenu, zajedno s njim napustio Heidelberg i osnovao (1858) laboratorij na flamanskom sveučilištu u Gentu (Belgija), gdje je i postavio formulu benzena (1865). Tako se dogodilo da je za kratko vrijeme (1852—1865) Njemačka ostala bez iole poznatije sveučilišne škole za organsku kemiju.

* Plamenike je po Bunsenovu nacrtu izradio sveučilišni mehaničar P. Desaga. Njegov sin C. Desaga osnovao je u Heidelbergu tvornicu znanstvenih instrumenata koja je još i danas poznata pod tim imenom¹⁴.

** Na poziv Bunsena da ga naslijedi u Heidelbergu, premoren i narušena zdravlja, V. Meyer završio je samoubojstvom cijanovodikom, pa je za Bunsenova nasljednika pozvan iz Münchena njegov bivši učenik E. Erlenmeyer (1825—1909), poznat već početnicima po tikvici čunjasta oblika, inače istaknut organski kemičar i vrlo cijenen nastavnik.

Kolbeov laboratorij u Leipzigu

H. Kolbe, učenik Wöhlerov i Bunsenov, naslijedio je Bunsena u Marburgu (1851) gdje su mu učenici bili, među ostalima, P. Griess (1829—1888) i J. Volhard (1834—1910). Trebalo je da Kolbe preuzme katedru na Sveučilištu u Bonnu, ali zajednička ponuda (1864) Filozofskog i Medicinskog fakulteta u Leipzigu obećavala je veliku dotaciju Saske vlade, pa se Kolbe odlučio za Leipzig. Već god. 1868. svečano je otvorio novi kemijski institut sa 132 praktikantska mjesta, tada daleko najveći nastavni laboratorij na svijetu, dva puta veći od onoga u Bonnu i Berlinu.¹⁵ Liebig je grdio kako je to »viel zu viel«, ali su uskoro sva mjesta bila zauzeta pa je poslije deset godina dograđen novi dio. Bilo je to pravo čudo laboratorijske opreme i komfora u ono



Slika 3. Laboratorijski stol u Kolbeovom laboratoriju u Leipzigu krajem 19. st.

vrijeme (slika 3). Slike Kolbeova laboratorija ušle su u novo izdanje Brockhausova leksikona. Još prvih decenija ovog stoljeća svi su se laboratoriji opremali po uzoru na Kolbeov laboratorij. Tek u posljednje vrijeme novi materijali donekle su zamijenili prijašnje, a brojni instrumenti traže danas nešto drukčiji namještaj. Laboratorijski stolovi kolbeovskog tipa dobro su poznati također i zagrebačkim studentima, jer su još u upotrebi u nekim zavodima. Prirodoslovno-matematičkog i Tehnološkog fakulteta. Učenici Kolbeovi iz lajpciškog razdoblja bili su Th. Curtius (1857—1928), profesor u Kielu, Bonnu i Heidelbergu (od 1910), E. Beckmann (1853—1923) koji se pod utjecajem W. Ostwalda (1853—1932) bavio fizikalnom kemijom, A. M. Zajcev (1841—1910), kasnije profesor kemije u Kazanju. Kolbea je u Leipzigu naslijedio (1885) J. Wislicenus (1835—1902), učenik Liebigova učenika E. N. Horsforda na Harvardu u Cambridgeu (SAD).

A. W. Hofmann u Londonu i Berlinu

Napredak kemije u Njemačkoj pobudio je pažnju engleskih privrednika. Dok su Liebig i njegovi učenici svojim znanjem i metodama snažno utjecali

na razvoj kemijske tehnologije i agrikulture, dotle je u Engleskoj kemija još uvijek pripadala uskomu akademskom krugu. Da bi se nadoknadio zaostatak u tim važnim privrednim granama, osnovan je poseban odbor na čelu s princom Albertom, suprugom kraljice Viktorije, koji je u Londonu osnovao Royal College of Chemistry, s tim da njime rukovodi jedan od Liebigovih učenika. Liebig je predložio A. W. Hofmanna koji je tada (1845) već postao profesor kemije na Bonnskom sveučilištu s dobro opremljenim laboratorijem. S obzirom na dobre odnose obih kraljevskih porodica, Hofmann je dobio dvogodišnju dopust i već iste godine započeo svoju plodnu londonsku djelatnost koja je trajala čitavih 20 godina. Hofmannov laboratorij, koji je god. 1853. postao Royal School of Mines, bio je kolijevka mnogih osnovnih i primijenjenih istraživanja, osobito istraživanja produkata destilacije kamenog ugljena. Njegov engleski učenik i suradnik W. Perkin (1838—1907), otkrićem moveina (1856), prve anilinske boje, otvorio je novo područje organske sintetske kemije neslućene ekonomske važnosti. P. Griess, njegov suradnik Nijemac, otkrio je diazo-spojeve koji nalaze izvanrednu primjenu u proizvodnji boja i bojenju tkanina. Hofmannovi su još londonski učenici F. A. Abel (1827—1902), direktor tvornice baruta u Woolwichu, poznat po postupku za stabilizaciju nitroceluloze, W. Crookes (1832—1919), koji je u mulju olovnih komora otkrio talij, a bolje je poznat po »Crookesovim cijevima«, zatim C. A. Martius (1838—1920), osnivač koncerna Agfa, i mnogi drugi. Ipak, brojna otkrića načinjena pod njegovim rukovodstvom, osobito ona na području kemije katrana kamenog ugljena, nisu uhvatila korijen u Engleskoj. Prihvatili su ih njemački tvorničari, pa je Njemačka postala vodeća zemlja u kemijskoj industriji.

Hofmannova predavačka i organizatorska sposobnost bila je u Londonu vrlo cijenjena*. Sudjelovao je u radu Engleskoga kemijskog društva osnovanog god. 1841. i bio izabran za predsjednika god. 1861.

Kao profesor kemije na Berlinskom sveučilištu od god. 1865., gdje je naslijedio E. Mitscherlicha (1794—1863), Hofmann je osnovao (1876) Njemačko kemijsko društvo koje je imalo izvanredno utjecajnu ulogu za razvoj kemije. Njegov Berlinski kemijski zavod privlačio je studente cijelog svijeta.

Kemija na sveučilištima u Francuskoj

Ne smijemo ni francuske sveučilišne centre ostaviti po strani, pogotovo kada znamo da je Liebiga u kemiju uveo Gay-Lussac na École Polytechnique u Parizu. No, takve sveučilišne kemijske nastave, kakva se razvila u Njemačkoj, nije tada još bilo u Francuskoj. Ali ipak su nove teorije francuskih kemičara, Lavoisierovih mlađih kolega i njihovih sljedbenika, djelovale odlučujuće, ne samo na Liebiga, nego i na sve evropske kemičare. One su se širile zajedno s idejama Francuske revolucije i dopuštale slobodniji način mišljenja, neovisan o autoritetima. Premda u Parizu još nije bilo takvih nastavnih laboratorija kao u Njemačkoj, radovi pariških kemičara potresli su tek uspostavljeni dualistički sustav kemijskih spojeva i tek obnovljenu teoriju radikala. Otkrića J. B. A. Dumasa (1800—1884) o zamjeni vodika u organskom spoju halogenim elementima izazvala su vehementnu reakciju Liebiga, Wöhlera

* Katedra za organsku kemiju na *Imperial College of Science and Technology* u Londonu, koju je do nedavna vodio nobelovac Sir Derek Barton, još i danas nosi Hofmannovo ime.

i Berzeliusa. Teorija tipova koju su s Dumasom razvili njegovi mlađi suradnici A. Laurent (1808—1853) i C. Gerhardt (1816—1856), prethodila je strukturnoj teoriji molekula kojom je kemija konačno postala moderna znanost. I ovaj put su se nove ideje rodile u krugu pariških kemičara i razvijale se dalje u drugim sveučilišnim centrima Evrope.

Gerhardt je bio Liebigov učenik u Giessenu, preveo Liebigov udžbenik kemije na francuski jezik i pokušao urediti studentske laboratorije u Parizu i Strasbourgu po uzoru na giessenski laboratorij. Više uspjeha u organiziranju laboratorijske nastave za studente imao je u Parizu Liebigov učenik H. V. Regnault (1810—1878), a naročito A. Wurtz (1817—1884), koji je svojim otkrićima, brojnim djelima i svojim učenicima izvršio izvanredan uticaj na razvoj kemije u drugoj polovici prošlog stoljeća.

S. Cannizzaro i talijanski kemičari

U Italiji se moderna nastava kemije brzo razvila, a talijanski sveučilišni centri vidljivo su sudjelovali u svim odlučnim trenucima evropske kemije. Najpoznatiji talijanski kemičar prošlog stoljeća bio je S. Cannizzaro (1826—1910). Studirao je u Pisi gdje mu je profesor bio R. Piria (1814—1865) još danas poznat studentima po sintezi aldehida, a manje poznat kao kemičar koji je otkrio salicilnu kiselinu. Cannizzaro je na prvom međunarodnom kongresu kemičara u Karlsruheu (1860) pokazao kako se, na osnovi Avogadrove pretpostavke, može odrediti molekulska težina bilo kojega hlapljivog spoja. Kao što znamo, to je dovelo do konačnog jedinstva kemičara u pisanju kemijskih formula. Cannizzaro je vodio vrlo privlačnu nastavu na sveučilištu u Genovi (1855), Palermu (1861) i Rimu (1871) brojnim studentima i suradnicima. Bilo je to ono herojsko Garibaldijevo doba borbe za oslobođenje i ujedinjenje Italije, kad su nove ideje u znanosti i školstvu nailazile na podršku društvenih reformi i stapale se s općim pokretom naroda za nezavisnost i za međunarodnu afirmaciju. Jedan od učenika Cannizzarova bio je i E. Paterno (1847—1936), profesor na sveučilištu u Palermu i Rimu. Zajedno sa Cannizzarom i sa svojim kolegom H. Schiffom (1834—1915),* profesorom na sveučilištu u Firenzi i Torinu, osnovao je god. 1871. talijanski kemijski časopis *Gazzetta chimica italiana*. Bilo bi nepravedno ne spomenuti još I. Guareschia (1847—1918), profesora na sveučilištu u Sieni i u Torinu, a i giessenske studente A. Sobreroa (1812—1888), profesora primijenjene kemije u Torinu i G. Ciamiciana (1857—1942), učenika H. Willa (1812—1890), Liebigova nasljednika u Giessenu. Ciamician je zatim bio Cannizzarov asistent u Rimu, a kasnije profesor u Padovi i Bologni.

W. Ostwald na Sveučilištu u Leipzigu

Sveučilište u Leipzigu i dalje je privlačilo kemičare. Ali, dok su jedni išli Wislicenusu na organsku kemiju, drugi još u većem broju, posvetili su se fizikalnoj kemiji katedru koje je vodio W. Ostwald (1853—1932), ranije profesor kemije na Politehnici u Rigi (od 1881.).

* To je Hugo Schiff, učenik Wöhlera, općenito poznat po »Schiffovim bazama«. Njegov nećak Robert Schiff (1854—1940) bio je profesor opće kemije u Modeni i farmaceutske kemije u Pisi.

Ostwald je studirao kemiju na Sveučilištu u Dorpatu (estonskom Tartu) kod K. Schmidta (1822—1894), učenika Liebiga, Wöhlera i H. Rosea, koji se najviše bavio fiziološkom kemijom i kemijskim sastavom voda, minerala i stijena. Međutim, Ostwalda su više zanimala zakonitosti po kojima teku kemijske reakcije, nego analize kamenja ili sinteze novih supstancija.¹⁶ Sretna okolnost bila je za Ostwalda, kako je sam rekao, što nije dobio stipendiju za specijalizaciju u Njemačkoj, jer bi tada vrlo vjerojatno dospio u koju od uglednih škola organske kemije. Ovako je sam našao svoj put u fizikalnoj kemiji koja je tada još bila slobodno područje, disciplina koja je tek nastajala u svojoj modernoj verziji i kojoj je upravo Ostwald postao jednim od osnivača. Ostwald je započeo novi pristup kemiji, pristup koji se za par decenija tako ugradio u naša gledanja na kemijske pojave da ga danas smatramo očitim, samim po sebi razumljivim. Kada je god. 1884. pročitao disertaciju mladog Šveđanina S. Arrheniusa (1859—1927) o vodljivosti otopina elektrolita, a u kojoj je autor dao već dovoljno dokaza o postojanju iona u tim otopinama, objasnio je sva ranija svoja mjerenja o jakosti kiselina (1885) i postao prvi odlučni pobornik nove teorije. Još iste godine posjetio je Arrheniusa u Stockholmu. Arrhenius je zatim proveo neko vrijeme u Ostwaldovu laboratoriju (1886) na Sveučilištu u Rigi. Tako je započela veza te dvojice izvanrednih kemičara od povijesnog značenja za razvoj kemije.

Ostwald je uvidio neminovnu potrebu da nova shvaćanja popularizira, da ih učini pristupačnim studentima i, naročito, da ih proširi među kemičarima. Tako je napisao (1883/87) udžbenik »*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*«, udžbenik opće kemije, kemije koja nije ni organska ni anorganska, nego je osnova jednoj i drugoj, jer otkriva opće zakonitosti kemijskih reakcija i tumači svojstva spojeva.* Tim svojim djelom Ostwald je ne samo izložio nova shvaćanja, povezao do tada odvojena znanja, nego je ukazao na potrebu reforme i dopune kemijske nastave na sveučilištima. Do tada su profesori kao predstojnici kemijskih zavoda (ili katedara) uglavnom vodili nastavu cijele kemije. Ono područje kojim su se bavili dominiralo je u nastavi. Području fizikalne kemije, po imenu poznatom već ranije, Ostwald je dao nove sadržaje. Bila je sretna okolnost što je na Sveučilištu u Leipzigu već ranije (1871) osnovana katedra fizikalne kemije. Kad je fizičar G. Wiedemann, koji ju je vodio, preuzeo katedru fizike, Ostwald se odazvao pozivu da ga naslijedi (1887). Time je započelo razdoblje snažnog Ostwaldova utjecaja na kemiju i kemijsku nastavu sve do njegovog umirovljenja (1906) kada je prestao raditi u laboratoriju, ali je nastavio nesmanjenu aktivnost kao popularizator kemije i propagator energijskog monizma — svoje ateističke filozofije.

Ostwaldovo leipziško razdoblje može se usporediti s Liebigovim giesenskim. I Ostwald je, kao i Liebig šezdeset godina ranije, otvorio novo područje, osnovao laboratorij, istraživanje povezao s nastavom i tako preko svojih brojnih učenika kao i putem svojih publikacija, knjiga i govora, snažno

* Razlikovanje organske kemije od anorganske pojavilo se krajem 18. stoljeća. Uspjesi u istraživanju spojeva biljnog i životinjskog podrijetla toliko su obećavali da se prednost davala organskoj kemiji, osobito pod utjecajem Liebiga. Tako je postao običaj da se kemija spojeva mineralnog podrijetla definira kao ona koja nije organska. Francuski kemičari sačuvali su tradicionalnu podjelu na chimie minerales i chimie organique, koju je načinio njihov slavni prethodnik N. Lemery (1645—1715) u svom glasovitom i tad vrlo popularnom *Cours de Chimie* (1675), a po kojoj svaka tvar pripada jednom od tri »carstva« — mineralnom, vegetabilnom ili animalnom.

utjecao na razvoj kemije i kemijske sveučilišne nastave. Ostwald je osnovao (1887) u suradnji s J. H. van't Hoffom (1852—1911), profesorom kemije na Sveučilištu u Amsterdamu (od 1896. van't Hoff je bio profesor na Sveučilištu u Berlinu) časopis za fizikalnu kemiju, pa se ta godina uzima kao početak moderne fizikalne kemije. Studenti iz cijelog svijeta dolazili su na Sveučilište u Leipzig da kod Ostwalda uče fizikalnu kemiju. Najviše je bilo Amerikanaca i Britanaca, mnogo manje Nijemaca, ali su skoro svi kasnije osnovali ugledne fizikalno-kemijske centre.

Među prvim Ostwaldovim asistentima u Leipzigu bili su W. Nernst (1864—1941) i E. Beckmann (1853—1923) imena dobro poznata studentima. Nernst, kasnije profesor u Göttingenu (1894) i Berlinu (1905), dalje je razvio fizikalnu kemiju. Za razliku od Ostwalda, Nernst je u atomima i u ionima vidio realnost, a ne samo način tumačenja pojava.

Ostwaldova knjiga o znanstvenim osnovama analitičke kemije (1894), kao i manje uspjeta knjiga o osnovama anorganske kemije (1900), imale su veliki utjecaj na razvoj analitičke i anorganske kemije, grane koje su se tek počele javljati kao posebni predmeti u nastavi kemije na sveučilištima. G. Krüss (1859—1895) i G. Tammann (1861—1938) profesori anorganske kemije u Münchenu, odnosno u Göttingenu, osnovali su (1892) poseban časopis za anorgansku i opću kemiju što je znatno utjecalo na daljnji razvoj tih grana kemije. Od sveučilišnih centara na prijelazu od 19. u 20. stoljeće treba još spomenuti Kemijski institut Sveučilišta u Zürichu na kom je A. Werner (1866—1919), učenik G. Lungea (1839—1923), A. R. Hantscha (1859—1935), F. P. Treadwella (1859—1918) u Zürichu i M. Berthelota (1827—1907) u Parizu, otvorio nove poglede u anorganskoj kemiji, posebno u kemiji kompleksnih spojeva, i privlačio doktorande iz cijeloga svijeta.

Sveučilišta u Habsburškoj monarhiji

Politika bečkog dvora ostavljala je vidne tragove na cjelokupan prosvjetni i kulturni razvoj zemalja u okviru Monarhije. Posebno se ona očitovala na razvoj sveučilišta tih zemalja, pa tako i na razvoj kemijske nastave, što nas ovom prilikom najviše zanima. Dobro bi došla komparativna studija razvoja sveučilišta u Habsburškoj monarhiji, posebno njihova razvoja u prošlom stoljeću. Koliko mi je poznato, takova studija nije načinjena. U vezi s našom temom zadovoljit ćemo se samo osnovnim podacima o sveučilištima u Austro-Ugarskoj.

Najstarije sveučilište u Habsburškoj monarhiji bilo je Karlovo sveučilište u Pragu koje je god. 1348. osnovao Karlo IV Luksemburški. Slijede sveučilišta u Krakovu (1364) i Beču (1365), a zatim vladari ojačale Austrije zadržavaju i odlažu osnivanje visokih škola u pridruženim joj zemljama. U doba protureformacije isusovački red drži uglavnom sve školstvo u zemljama Austrije i Ugarske, pa vladari austrijski, već prema prilikama, podjeljuju sveučilišna prava i privilegije isusovačkim akademijama i kolegijima. Tako je osnovano Sveučilište u Grazu (1586., potpuno sveučilište od 1863.), u Cluju (Rumunjska), tadašnjem Koložsváru ili Klausenburgu, glavnom gradu Erdelja (Sedmo gradske ili Transilvanije, osnovano 1581., potpuno sveučilište od 1872.), u Lavovu (1661), u Innsbrucku (1677) i Zagrebu (1669., potpuno sveučilište od 1874.). Budimpeštansko sveučilište osnovano je god. 1635. u Trnavi, slovačkom

gradiću pod mađarskom vlašću (Nagyszombat), i preselilo se u Budim (1777) i zatim u Peštu (1784).*

Kao i drugdje tako i u navedenim sveučilištima Habsburške monarhije, do sredine 19. stoljeća, bila je nastava kemije uključena u nastavu medicine i farmacije. I samo Bečko sveučilište zaostajalo je u nastavi prirodnih nauka za drugim evropskim centrima. Bila je to posljedica marija-terezijanske i joze-finske »prosvijećene diktature« u kojoj su prednost imale »kameralne znanosti«, neka sinteza od *Staatslehre* i *Staatsökonomie*, kojima su se odgajali pravnici i knjigovođe, odani činovnici monarhije. Prirodne znanosti imale su mjesto u okrilju medicine, a nad njihovim nastavnim programom bdio je nizozemski katolik-jansenist G. van Swieten (1700—1772), osobni liječnik Marije Terezije. Profesori nisu smjeli slobodno predavati, nego su se morali držati propisanih udžbenika. Broj profesora bio je također točno određen. Tako je Filozofski fakultet Bečkog sveučilišta mogao imati deset profesora od kojih je jedan bio za fiziku, a jedan za prirodopis.** Sveučilište je bilo podržavljeno, profesore je imenovao kralj, a programe i udžbenike propisivalo ministarstvo. Filozofski fakultet imao je zadatak da dopuni gimnazijsku naobrazbu, koja je trajala šest godina, i pripremi studenta za studij prava, teologije i medicine, bio je, kako se to govorilo, »skromna hraniteljica ostalih noćasnih fakulteta«. S tako ograničenim zadatkom Filozofskog fakulteta, Bečko sveučilište zaostalo je za drugim sveučilištima u Evropi. »Četrdesetih godina važio je bečki Filozofski fakultet kao već davno zastario«, piše O. Redlich. Napredniji profesori zahtijevali su reformu po uzoru na njemačka sveučilišta kojom bi Filozofski fakultet imao zadatak da njeguje i razvija znanost. Posebno se to ticalo prirodnih znanosti, fizike i kemije, koje su se podučavale verbalno, bez odgovarajućih laboratorija za studente. Zahtijevala se slobodna nastava, znanstveni rad na fakultetu i moderna, na znanosti osnovana nastava za »gimnazijsko učiteljstvo«.

Još su teže prilike bile na njemačkim sveučilištima u Monarhiji, posebno na sveučilištima u Pragu i Budimpešti. Još uvijek feudalna i aristokratska Habsburška monarhija doživljavala je svoje prve jače potrebe iznutra. Pokrete naroda za ravnopravnost, za svoj jezik i kulturu, predvodila je mlada češka

* Poslije pobjede na Mohačkom polju (1526) Turci su prodrli duboko u Ugarsku, i zauzeli (1541) Budim, njezinu prijestolnicu. Pao je i Esztergom (Ostrogon), pa se sjelo nadbiskupije preselilo u Trnavu, gdje se sklonio i dio mađarskog plemstva. Tamošnji isusovački kolegij dao je podlogu protureformatoru kardinalu P. Pázmányu za osnivanje sveučilišta (Filozofski i Teološki fakultet) koje je god. 1635. potvrdio kralj Ferdinand II. God. 1667. osnovan je Pravni fakultet, a god. 1769. Medicinski fakultet. Kraljica Marija Terezija svojom općom reformom školstva potvrdila je Trnavskom sveučilištu sva prava, što Zagrebačkom nije učinila, nego mu je štoviše, smanjila djelatnost. Trnavskom sveučilištu darovala je u Budimu novosagrađeni kraljevski dvorac i predala mu na čuvanje relikvije sv. Stjepana vraćene iz Zadra (1771). Njezin sin Josip II, da bi preselio vladu iz Požuna (Bratislava) u Budim, uzima dvorac Sveučilištu, a Sveučilište seli u Peštu, odvajajući teologiju i premješta je u Požun¹⁷. Osnivanje sveučilišta u Trnavi (1635) smatraju također i Slovaci početkom svoga visokog školstva.

** U vrlo zanimljivom djelu o Sveučilištu u Beču O. Redlich¹⁸, historičar i dugogodišnji predsjednik Austrijske akademije znanosti, daje ovakovu ocjenu: »So befand sich die Wiener Universität in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in einem eigentümlichen Zustand: die medizinische Fakultät in hoher Blüte, die anderen Fakultäten auf dem Niveau einfacher staatlicher Lehranstalten, die philosophische Fakultät noch immer nichts anderes als ein Übergang vom Gymnasium zum Brotstudium der drei oberen Fakultäten«.

buržoazija i mađarsko liberalno plemstvo, a Češka i Mađarska bile su tada najrazvijeniji dijelovi Monarhije, u mnogo čemu ispred vladajuće Austrije. Kad se 1848. nezadovoljstvo pretvorilo u otvorenu oružanu pobunu, očitovala se sva raznolikost nacionalnih i klasnih interesa, pa je bečka vlada nakon pobjede ponovno uvela apsolutizam. Ali, narodni se preporodi nisu više mogli zaustaviti jer su se stapali s općim razvojem društva: aristokracija je ustupala svoje mjesto buržoaziji. U općoj reformi školstva (1850), koju je provodio ministar prosvjete grof Leo Thun, dvogodišnji filozofski tečaj, obvezatan za sve studente, postaje sedmi i osmi razred gimnazije. Katedre za botaniku, zoologiju, mineralogiju, fiziku i kemiju na medicinskom fakultetu sjedinjuju se s katedrama filološko-historijskim u novi Filozofski fakultet.* Nastava se sjedinila sa znanošću koja se gaji i podučava na istom mjestu, na Filozofskom fakultetu u njegovim institutima i seminarima koji su patili od nedostatka prostorija i opreme. Ali ni profesore, koji bi zadovoljavali postavljenim uvjetima, to jest, da bi mogli voditi istraživanje i održavati nastavu, nije bilo lako naći.

Kemija na Bečkom sveučilištu

Jedan odlični Liebigov učenik otvorio je moderno razdoblje bečke kemije. Bio je to J. Redtenbacher (1810—1870) rođeni Austrijanac s diplomom bečkog Medicinskog fakulteta,²⁰ koji se počeo baviti botanikom,** a zatim studirao kemiju kod H. Rosea u Berlinu i kod J. Liebiga u Giessenu (1840/41). Svojim radovima s Liebigom toliko je došao na glas da ga je kralj Ferdinand I imenovao za profesora na Sveučilištu u Pragu. Tamo je načinio uskoro sva svoja znanstvena otkrića od kojih treba spomenuti akrilnu kiselinu i razjašnjenje prirode već otprije poznatog akroleina. Redtenbacher i A. R. Schrötter (1802—1875), poznat po otkriću crvenog fosfora,²² bili su prvi kemičari članovi tek osnovane (1847) Bečke akademije znanosti.*** Za vrijeme revolucije 1848. Redtenbacher je napustio Prag, a zatim bio pozvan za profesora kemije u Beč gdje je naslijedio (1849) umirovljenog Pleischla. Prostorije u Theresianumu, plemićkom konviktu sagrađenom za kraljice Marije Terezije, nisu bile dovoljne i gotovo sva djelatnost Redtenbacherova, osim nastave, usredotočila se na izgradnju kemijskog instituta. Poslije mnogih administrativnih prepreka, nakon četrnaest verzija plana, gradnja je započela tek god. 1869. Ogorčeni i bolesni Redtenbacher umro je iduće godine, prije dovršenja gradnje.

* Hrvatska je tom reformom dobila samo osmogodišnje gimnazije, tečajevi filozofije na Mudroslovnoj akademiji u Zagrebu bili su ukinuti, a ona pretvorena u Pravoslavnu akademiju, fakultet za pravnike, jedinu visokoškolsku ustanovu u Hrvatskoj¹⁹.

** Postao je asistent na Medicinskom fakultetu kod profesora J. P. Jacquina (1766—1839) sina N. J. Jacquina (1728—1817), koji je pozvan iz Leydena da na Medicinskom fakultetu predaje kemiju i botaniku. Jacquin je bio flogistonist Blackovih nazora, ali svojih priloga kemiji nije dao. Poznat je po suradnji na sastavljanju Austrijske farmakopeje (1775). Njega je (1838) naslijedio A. M. Pleischl, koji se spominje zbog svojih opažanja pojava katalize i unapređenja proizvodnje emaila na limenom sudu (imao je svoju tvornicu). Tom prilikom je kemija, odvojena od botanike, dobila posebnu katedru. Liebig je imao veoma nepovoljno mišljenje o kemiji u Austriji u to doba²¹.

*** Da se podsjetimo, Mađarska akademija znanosti osnovana je 1825, Češka 1890, a Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti u Zagrebu 1866.

Za njegova nasljednika bio je iz Praga pozvan F. Rochleder (1819—1874), njegov nasljednik u Pragu, koji je dovršio gradnju instituta (1872). Rochleder²³ je također bio Liebigov učenik u Giessenu (1842/43), a zatim profesor kemije na upravo osnovanoj (1845) Tehničkoj akademiji u Lavovu. Rochleder i njegov praški suradnik H. Hlasiwetz (1825—1875), kasnije profesor kemije u Innsbrucku (1851—1867) i Beču,²⁴ ubrajaju se među istaknute fitokemičare. Rochleder je prvi izolirao iz broća čisti glukozid alizarina, a iz kofeina dobio bazu »formilin« za koju je Wurtz pokazao (1851) da je metilamin. Rochlederova djelatnost pripada Pragu (1849—1870), iako su i četiri posljednje godine njegova života u Beču ostavile neizbrisive tragove njegove ličnosti koje je u povijesti bečke kemije ostavio i njegov suradnik i asistent Zdenko H. Skraup. Premda je trajala svega godinu dana (1873/74), odredila je put mladog i talentiranog kemičara. Poslije zajedničke publikacije o oksidaciji cinhonina kromnom kiselinom, Skraup je nastavio istraživanja kina-alkaloida i srodnih spojeva. Poznat je po radovima na piridin-karbonskim kiselinama, a također i današnjim studentima po sintezi kinolina (1880). Najveći dio Skraupove djelatnosti kao profesora i učenjaka pripada Sveučilištu u Grazu (1886—1906).²⁵

Z. H. Skraup (1850—1910) rodом je iz Praga, gdje je završio tehničku školu i bio asistent kod profesora H. L. Buffa (1828—1872) bivšeg suradnika Hofmannovog. I on je, eto, u svojoj karijeri prošao put od Praga do Beča kao i njegovi prethodnici Redtenbacher i Rochleder. Oni su, istina, bili Austrijanci, ali je značajno za to vrijeme da je Sveučilište u Pragu davalo istaknute ljude u znanosti, kulturi i privredi za skoro cijelu Austro-Ugarsku.

Kemija na Praškom sveučilištu

Karlovo sveučilište bilo je vodeće sveučilište u Austro-Ugarskoj i jedno od najuglednijih u Evropi. U Češkoj je, osim Sveučilišta u Pragu, bilo razvijeno i ostalo školstvo, posebno stručno školstvo, jer se neposredno ugledalo na uzore u Njemačkoj i Engleskoj, a ne posredno preko Beča i Budimpešte kako je to bilo u našim krajevima. Uz ostale razloge, društveni i ekonomski faktori upućivali su školovane i poduzetne Čehe da dolaze u druge krajeve Austro-Ugarske gdje su osnivali obrt unapređivali poljoprivredu, školstvo, tisak i druge djelatnosti. Nisu to bili samo slavenski krajevi koji Česima duguju svoj napredak u to vrijeme nego su Česi imali veliku ulogu u privrednom i kulturnom napretku same Austrije. Bečka je vlada nastojala održati svoj utjecaj na Praško sveučilište zbog velikog ugleda koje je ono imalo time da je prednost davala profesorima austrijske i njemačke narodnosti. To je izazivalo nemire koji su svoj vrhunac dostigli četrdesetosme i zatim opet iznova izbijali. Česi su odlučno zahtijevali nastavu na češkom jeziku, bilo peticijama caru i kralju Franji Josipu I bilo demonstracijama i štrajkovima. Borba se završila kompromisom: Carolo-Ferdinanda, kako su po latinski zvali Praško sveučilište, razdijelilo se god. 1882. na dva sveučilišta, njemačko i češko.*

* »Während dem deutschen Volkstamme in den österreichischen Ländern vier dem polnischen zwei und dem ungarischen in nächster Zukunft gleichfalls zwei Hochschulen ihre gastliche Pforten öffnen, während dem kroatischen Stamme in kurzem eine vollständige Universität zu Gebote stehen wird, entrathen mehr denn fünf Mil-

Poslije smrti Rochlederove opet je gubitak nadoknadilo Praško sveučilište: za nasljednika bio je pozvan A. Lieben (1836—1914), rodom iz Beča od oca veletrgovca praškog podrijetla.²⁷ Studirao je u Beču slušajući Redtenbachera na Sveučilištu i Schröttera na Politehnici, pri čemu je na poticaj potonjega još kao student objavio dva rada u izvještaju Bečke akademije. Ali, za njegov životni put bio je odlučujući doktorat kod Bunsena u Heidelbergu (1856). Bilo je to već u novom Bunsenovu institutu u doba njegovih najvećih uspjeha kad su uza nj bili Roscoe, Landolt, Lothar Meyer, Pebal, Baeyer, Beilstein i drugi. No, želja za novom kemijom vukla ga je Wurtzu na École de médecine u Parizu gdje je upoznao najbolje predstavnike francuske kemije kao i one iz drugih zemalja, hodočasnike kao što je bio i on, koji su došli na izvore novih ideja. Sprijateljio se s A. Perrotom (1833—1887), A. S. Couperom (1831—1892), Butlerovim i Šiškovim (tada Dumasovim suradnikom), a također i s piscima Prosperom Mériméom (1830—1870) i I. S. Turgenjevom (1818—1884). Iz društva mladih pariških kemičara »Repertoire de Chimie pure et de Chimie appliquée« u kojem je Lieben imao istaknutu ulogu, nastalo je Francusko kemijsko društvo (1857) po uzoru na takvo društvo osnovano u Londonu deset godina prije. Kongres u Karlsruheu (1860) doživio je Lieben poput Mendeljejeva, kao veliku prekretnicu u kemiji. Tri godine kasnije predložio mu je Cannizzaro da ga zamijeni na Sveučilištu u Palermu gdje mu je student bio E. Paterno, da bi zatim (1867) zamijenio profesora Pirijsu u Torinu. Tu je (1869) izradio metodu za određivanje etanola prevođenjem u jodoform (Liebenova reakcija). U to doba (1857/58) su A. Kekulé i A. S. Couper postavili četverovalentnost ugljika kao osnovu za pisanje formula organskih spojeva, pa je Lieben nastojao eksperimentalno utvrditi broj izomera u alifatskom nizu.

Dijelom zbog promjene političkih prilika, a dijelom zbog osobnih razloga, Lieben se odazvao pozivu (1871) Sveučilišta u Pragu i naslijedio Rochledera koji je upravo bio pozvan u Beč. Institut još nije bio izgrađen, pa se Lieben uglavnom bavio adaptacijom neprikladnih i tijesnih laboratorija svojih prethodnika. Već četiri godine kasnije (1875) napustio je Prag da bi na Bečkom sveučilištu zauzeo mjesto preminulog Rochledera. Praško razdoblje Liebena nije bilo znanstveno plodno, ali je obilovalo povoljnim utjecajima na sredinu uznemirenu nacionalnim sukobima. Gradnju kemijskog instituta nije dovršio. Učinio je to tek (1879) E. Linnemann (1841—1886), prije profesor kemije u Brnu, a zatim u Pragu, kao nasljednik Liebenov, poznat po preparaciji manitola redukcijom levuloze Na-amalgamom (1862), po dobivanju alkohola redukcijom kiselinskih anhidrida (1868) i po poliakrilnoj kiselini (1862).

I Linnemannov laboratorij postao je uskoro tijesan i neprikladan, a praška kemija je zbog teških prilika polagano napredovala. Ipak, napredak češke privrede se nije mogao zaustaviti. Ona, u sve manjoj ovisnosti od Beča, odvojila je novac za izgradnju Češkog sveučilišta. Gradnju kemijskog instituta vodio je profesor kemije B. Brauner (1855—1935), poznat kao vatreni zagovornik periodičnog zakona Mendeljejeva, zaslužan za određivanje atomskih težina i za kemiju lantanoida. Učenik F. Štolbea (1839—1911), profesora anorganske

lionen slawischer Böhmen fast vollständig der Möglichkeit, dem edlen Drange ihrer Jugend nach Bildung auf einer Hochschule in der Muttersprache gerecht zu werden.« To je odlomak peticije grada Praga upućene 12 kolovoza 1872. kralju Franji Josipu I kako ju citira J. Goll u svojoj knjizi²⁶.

kemije na praškoj Politehnici, kao i učenik Liebena, Linnemanna i fizičara E. Macha (1838—1916) na Praškom sveučilištu, doktorand Bunsenov u Heidelbergu (1878/79), suradnik H. Roscoea na Owens Collegeu u Manchesteru (1880/82), B. Brauner postao je profesor na češkom Karlovu sveučilištu. Prvi profesor kemije na češkom Karlovu sveučilištu bio je V. Šafařík (1829—1902), tvorac češke kemijske terminologije. Kasnije, uz Braunera, još se istakao B. Raýman (1852—1910) svojim radovima na području kemije šećera.²⁸

Nobelovac J. Heyrowský (1890—1967), nekadašnji Braunerov asistent,²⁹ kaže kako je Brauner polovicu svoga života bio prisiljen da radi u neprikladnim i siromašnim laboratorijima smještenim u stanovima, te kako se njegova vruća želja za velikim i modernim laboratorijem u Pragu ostvarila tek god. 1904. Tada je to bio najveći, ali i posljednji kemijski institut izgrađen u Austro-Ugarskoj, jer su svi ostali sveučilišni centri već bili podigli kemijske institute. No, ostavimo sada Prag i pođimo za Liebenom u Beč.

A. Lieben u Beču

Lieben je sa sobom na Bečko sveučilište poveo kao asistenta Gustava Janečka (1848—1929). Janeček je, poslije farmaceutskog naukovanja i gimnazije studirao kemiju i fiziku na Sveučilištu u Pragu, slušao predavanja Rochledera, Liebena i Macha, i doktorirao (1875) s disertacijom »*Ueber die Elektrolyse des Wassers und das elektrolytische Gesetz Faradays*«. Lieben, međutim, nije privlačila ta tema premda ju je smatrao važnom za tumačenje valencije. On je želio nastaviti istraživanje niza normalnih parafinskih alkohola, započeto u Palermu, kojim je pokazao kako »... von der Ameisensäure ausgehend, die bekanntlich aus den Elementen dargestellt werden kann, der Reihe nach alle normalen Alkohole und Säuren synthetisch erhalten werden können«. Na redu su bili alkoholi sa šest i sedam atoma ugljika, pa je Lieben zajedno s Janečekom dokazao da je kapronska kiselina, koja nastaje oksidacijom normalnog heksil-alkohola, identična kapronskoj kiselini koja nastaje vrenjem.³¹ Iz heksil-alkohola dobivenog od kapronske kiseline, priridili su enantičnu kiselinu i pokazali da je identična onoj koja se dobija oksidacijom enantola. Bilo je to fundamentalno istraživanje u organskoj kemiji jer je potvrđivalo tada novu strukturnu teoriju. To je jedini publicirani Janečkov rad s Liebenom. Poslije toga Janeček je napustio ne samo Liebena i njegovo područje, nego i Bečko sveučilište i otišao za asistenta na Bečku

* O tom Janečkovu radu kao i o njegovu radu o elektrolizi taline alkalnih hidroksida može se nešto doznati iz izvještaja što ga je objavio Lieben o svom laboratoriju³⁰. Ako se sjetimo da je S. Arrhenius (1859—1927) postavio svoju teoriju disocijacije elektrolita tek god. 1887, onda je Janečkov tumačenje elektrolize vode god. 1875. zavrijedilo mnogo više pažnje. Janeček smatra da struja rastavlja vodu na H i HO, a ne na 2H i O, kalij-hidroksid na K i OH, a ne na K, H i O, kako se tada općenito držalo. Janeček, nažalost, svoje rezultate i zaključke iz disertacije nije posebno publicirao, pa su pali u zaborav. J. W. Hittorf (1824—1914) je objasnio (1853/59) prijenos naboja kroz otopinu elektrolita, a F. Kohlrausch (1840—1910) otkrio princip nezavisnog putovanja iona (1879), pa bi bilo zanimljivo usporediti Janečkov pristup (1875) s pristupom njegovih suvremenika. Janečkov vršnjak H. E. Armstrong (1848—1937), profesor u Londonu, učenik Franklanda i Kolbea, bio je još god. 1885. veliki protivnik mišljenja o disocijaciji elektrolita na ione, a Janeček, naprotiv, možda nije bio daleko od modernog tumačenja. Trebalo bi potražiti Janečkovu doktorsku disertaciju i ocijeniti je s toga povijesnog gledišta.

politehniku i tamo se habilitirao (1877) za docenta iz forenzičke kemije. Tim se područjem, uz opću kemiju i farmaciju, bavio uspješno do kraja svoje akademske djelatnosti. Liebenovi suradnici bili su tada S. Zeisel (1854—1933) i L. Haitinger (1860—1945), po imenima dobro poznati organskim kemičarima, prvi po metodi za određivanje metoksila, a drugi po γ -pironu i helidonskoj kiselini. Haitinger je kasnije također napustio Liebenovu privučenu C. Auerom von Welsbachom (1858—1929) ranijim Liebenovim učenikom i Bunsenovim doktorandom (1880), anorganskim kemičarom na istom Institutu. Auer je bio jedan od onih rijetkih kemičara kojima je pošlo za rukom da svoje laboratorijske rezultate sami primijene u industriji i steknu imetak. Haitinger je vodio Auerovu tvornicu »čarapica« za plinsku rasvjetu, »kremenčića« od cerij-željezne legure za upaljače i osmijevih niti za žarulje, smještenu nedaleko od Beča.³²

Kad se Lieben povukao u mirovinu (1906) naslijedio ga je Skraup, pozvan iz Graza.*

Kemija na Sveučilištu u Grazu

U Grazu je tada kemija imala već veliki ugled, ali ne i tradiciju. Od svog osnutka (1586) Sveučilište u Grazu imalo je svoju »jezuitsku epohu« sve do ukinuća reda god. 1773. U suparništvu evangelista i isusovaca da svoj utjecaj pojačaju podizanjem školstva, nadvojvoda Karlo dao je prednost isusovcima uzevši njihovu akademiju za osnovu Gradačkog sveučilišta.³³ Ono je ostalo nepotpuno, bez Pravnog i Medicinskog fakulteta. Kada su sveučilište preuzeli svjetovni svećenici, porasli su izgledi za proširenje nastave. Ali apsolutizam Josipa II razbio je sve nade pretvorivši Sveučilište u Licej (1782) sa zadatkom da podučava »korisna« znanja iz struka potrebnih državi. Ukinute su sve akademske slobode, a udžbenici kojih se trebalo strogo držati, bili su »polizeilich approbiert«. Da bi se smanjio ugled rektora i dekana čak su i njihovi svečani talari i kape prodani na dražbi.³⁴ I tako je nekadašnje Sveučilište bilo pretvoreno u stručnu školu, a razvoj znanosti potpuno zaustavljen. Osobit napredak nije postignut niti onda, kada je car Franjo I vratio Liceju naslov Sveučilišta (1827). Tek četrdesetosma učinila je toliko jak utjecaj na visoko školstvo da je ono napredovalo i u doba apsolutističke reakcije poslije revolucije. No, i tada je razvoj bio spor, pa je Sveučilište u Grazu svoju potpunost postiglo tek god. 1863.** Još ranije (1861), na novoosnovanu katedru za kemiju pozvan je Th. Wertheim (1820—

* Jedan od Skraupovih bečkih suradnika bio je i Liebenov učenik Slovenac Maks Samec (1881—1964), kasnije profesor Sveučilišta u Ljubljani dobro poznat po istraživanju škroba, osobito koloidne kemije škroba.

** Iznosim ovu liniju razvoja Gradačkog sveučilišta s nešto više pojedinosti radi usporedbe sa Sveučilištem u Zagrebu. I zagrebačka »Regia scientiarum academia«, kako ju je reformirala (1776) kraljica Marija Terezija, imala je zadatak školovanja samo odanih činovnika za postojeće državne službe. Ali, dok visoko školstvo Graza poslije četrdesetosme napreduje, Zagreb gubi (1850) i onaj reducirani filozofski fakultet (Teologiju je već kralj Josip II pripojio Sjemeništu), pa je ostao samo Pravni fakultet — Regia academia iuris — kao jedina visokoškolska ustanova u Hrvatskoj sve do obnove Sveučilišta (1874), jedini most kojim se održao kontinuitet visokoškolske nastave u Hrvatskoj od sedamnaestog stoljeća do danas. Svojom nedavnom dvjestogodišnjicom (1776—1976) Pravni fakultet u Zagrebu podsjeća nas, među ostalim i na tu povijesnu činjenicu.

—1864), Rochlederov učenik i suradnik u Lavovu i Pragu (1844—1853), a zatim profesor kemije na Sveučilištu u Budimpešti. Wertheim se spominje u povijesti kemije po tome što je našao alil-sulfid u češnjaku (1844) i trimetilamin u salamuri usoljenih sleđeva (1851). Još poznatiji je, kao što već znamo, po piperidinu što ga je otkrio zajedno s Rochlederom.

Wertheimov dostojni nasljednik bio je slavni L. Pebal (1826—1887). Pebal³⁵ je završio svoje školovanje kod Bunsena u Heidelbergu gdje je doktorirao, a zatim je (od 1857) bio izvanredni profesor kemije na Sveučilištu u Lavovu sve do poziva za redovnog profesora na Sveučilištu u Grazu (1865), gdje je vrlo uspješno djelovao kao kemičar i kao nastavnik sve do svoje tragične smrti (1887).*

Poslije Kongresa u Karlsruheu, na kojemu je sudjelovao i Pebal zajedno s Wertheimom, Hlasiwetzom i Liebenom, bilo je aktualno provjeriti stare i postaviti nove kemijske formule. Prema Cannizzaru trebalo je u tu svrhu odrediti relativnu gustoću plinova i para u odnosu na vodik. Pokazalo se da se za neke spojeve dobivaju apsurdne vrijednosti, pa je bilo kemičara, među njima čak i Dumas (koji je izradio svoju metodu za određivanje gustoće para) koji su posumnjali u općenitu valjanost Avogadrove pretpostavke. Tada su Avogadrove pristalice, prije svega Cannizzaro i Kekulé, a osobito H. Kopp (1817—1892), Liebigov učenik i historičar kemije, objasnili anomalnu gustoću pare disocijacijom molekula na manje molekule. Već je H. E. Sainte Claire-Deville (1818—1881) šezdesetih godina ustanovio pirolizu vodene pare, ugljik-dioksida, klorovodika, sumpor-dioksida i dr. Međutim, uzrok žučnih polemika bila je anomalna gustoća pare amonij-klorida i fosfor-pentaklorida. Ti su se spojevi kondenzacijom njihovih para po Deville-ovoj metodi »vruće i hladne cijevi« opet dobivali nepromijenjeni. Pebal je prvi (1862) pružio očiti dokaz disocijacije amonij-klorida na amonijak i klorovodik pomoću različite brzine difuzije tih plinova kroz azbestnu pregradu u ugrijanoj cijevi, u kojoj se na jednom kraju nalazio komadić amonij-klorida. Deville je osporio dokaz tvrdnjom da je azbest bio uzrok disocijaciji. Kada je nešto kasnije (1864) K. Than (1834—1908), profesor kemije u Budimpešti, modificirao pokus difuzije tako da je umjesto azbesta upotrebio pregradu od stlačenog praška amonij-klorida, dokaz je bio općenito prihvaćen. S fosfor-pentakloridom išlo je mnogo teže. Tek je Wurtz (1873) dokazao disocijaciju time da ju je potisnuo po zakonu o djelovanju masa dodavanjem fosfor-triklorida.

Spominjem ovo poglavlje povijesti kemije s više pojedinosti zato da bih pokazao kako je znanstveni rad Pebala na Sveučilištu u Grazu imao vidnu ulogu u rješavanju osnovnih pitanja tadašnje kemije. Osim toga, Pebal je otkrio i pravu prirodu Davyeva »euklorina« — smjese klora i klor-dioksida, i pokazao da je ClO_2 ispravna formula klor-dioksida, a ne Cl_2O_4 , kako se tada uzimalo. Pebal se također istaknuo svojim istraživanjima u organskoj kemiji.

Za Gradačko sveučilište stekao je Pebal najviše zasluga gradnjom Kemijskog instituta. Ministarstvo u Beču još god. 1850. potvrdilo je prijedlog o njegovu osnivanju, ali planove je odobrilo tek 1873. a gradnju u proljeće god. 1874. Gradnja Instituta završila se god. 1878. Izradba planova oduljila se i zato što je Pebal nastojao da iskoristi sva dotadašnja iskustva i da

* Pebala je bodežom usmratio slaboumni institutski sluga, pošto je bio otpušten, očekavši ga u mraku iza vratiju njegova stana.

uveđe tehničke novosti što veće trajnosti. U tome je i uspio, pa se Kemijski institut Sveučilišta u Grazu u to doba smatrao najuspješnijim u Evropi.*

Za nasljednika Pebalova bude pozvan Skraup, tada već profesor (od 1886) na Visokoj tehničkoj školi u Grazu.** On je u tim izvanrednim uvjetima razvio vrlo plodnu djelatnost sve do svojega povratka u Beč (1906).

Zahvaljujući djelatnosti mnogih istaknutih učenjaka i profesora opća znanstvena i intelektualna razina Gradačkog sveučilišta bila je na velikoj visini. Tu je profesor bio i fizičar E. Mach do svojega odlaska u Prag (1867), zatim L. Boltzmann (1844—1906), redovni profesor fizike (1876—1890), a zatim nasljednik J. Stefana (1835—1893) u Beču, nadalje C. Doelter (1850—1930) i K. F. Peters (1825—1881) profesori mineralogije, C. Eittingshausen (1826—1897) osnivač paleobotanike, A. Meinung (1873—1920) i A. Riehl (1844—1924) profesori filozofije i osnivači »gradačke filozofske škole«, kao i mnogi drugi.*** Radikalno nastojanje oko jedinstva znanosti i nastave u samom početku modernog razdoblja Gradačkog sveučilišta dalo je već na početku ovog stoljeća vrhunski rezultat. F. Pregl (1869—1930) bio je u Grazu profesor medicinske kemije, a god. 1923. dobio je Nobelovu nagradu za kemijsku mikroanalizu. Na tom području glasovit je i F. Emich (1860—1940) također profesor kemije u Grazu. Još za Pebala napredovala je i farmacija i dosegla svoj veliki uspon u radovima O. Loewia (1873—1961) profesora farmakognozijske i dobitnika Nobelove nagrade (1936). Pa i bečki profesor J. Wagner-Jauregg (1857—1940) nobelovac za medicinu i fiziologiju (1927) započeo je kao profesor u Grazu. I fizika na Sveučilištu u Grazu imala je Nobelovce među profesorima. Bili su to E. Schrödinger (1887—1961) i F. Hess (1883—1964).

Kemija na Budimpeštanskom sveučilištu

Kraljica Marija Terezija bila je vrlo blagonaklona prema Pázmányevu sveučilištu.¹⁷ Ostavila mu je u nasljedstvo sav imetak što ga je ono imalo u Trnavi dok je pripadalo isusovcima, a preselivši ga u Budim dala mu je nove privilegije. Svojom reformom nije ograničila nego pomogla njegov razvoj, uvela nove korisne kolegije, kao što su matematika i mehanika, zahtijevala zornu obuku prirodnih znanosti, naredila podizanje Botaničkog vrta i Zvezdarnice, fizikalnih kabineta, zooloških i mineraloških zbirki, biblioteke i drugih institucija. Zahtijevala je od profesora da daju prijedloge za unapređenje svoje struke i privrede i da sudjeluju u javnom životu. Za

* Prema Lotharu Meyeru, piscu već spomenutog nekrologa, Wurtz je u svojem izvještaju Francuskoj vladi o stanju prirodoslovnih instituta u Njemačkoj i Austriji, do pojedinosti opisao Pebalov kemijski institut u Grazu.

** Skraup je u to vrijeme dobio više ponuda od kojih njegov biograf H. Schröter spominje ponudu Sveučilišta u Pragu, Visoke škole za obradbu tla (»Bodenkultur«) u Beču, i Visoke tehničke škole u Grazu kojoj se i odazvao. Kažu, da ga je prije, dok je još bio privatni docent u Beču, pozvalo Sveučilište u Zagrebu i ponudilo mu katedru kemije, ali pisani podaci o tome do sada nisu nađeni. Kao što znamo, pozivu se odazvao A. Veljkov (1875) i zatim G. Janeček (1879).

*** Malo je poznato da je kod Boltzmannova u Grazu god. 1887. bio i S. Arrhenius nakon godine provedene kod W. Ostwalda u Rigi i F. Kohlrauscha (1840—1910) u Würzburgu. U to doba na Sveučilištu u Grazu bio je i mladi W. Nernst kod fizičara A. Eittingshausena (1850—1932) i u suradnji s njime otkrio termički analog Hallovom efektu.

poširenje sveučilišne nastave na tehničko i privredno područje zauzima se i Josip II, pa je u okviru Filozofskog fakulteta osnovao »Institutum Geometrico-Hydrotechnicum« kao začetak školovanja inženjera građevinarstva. Spomena je vrijedan i državni propis o sveučilišnoj nastavi (1779) prema kojemu katedru može voditi samo ona osoba koja se istaknula u znanosti i nastavi.

Mađarsko plemstvo odupiralo se prosvjetiteljskim reformama. One su išle u prilog građanstva, ali su bile germanizatorske. Poslije smrti Josipa II, u doba Francuske revolucije, našlo se mađarsko i austrijsko plemstvo na istoj reakcionarnoj strani, pa je pobuna mađarskih jakobinaca, inače usko vezana uz Peštansko sveučilište, bila krvavo ugušena (1795). Akademske slobode su ukinute, znanstveno istraživanje na Sveučilištu više nije bilo poželjno, a školovanje činovnika po propisanom nastavnom gradivu bio je jedini zadatak Sveučilišta. Vlada imenuje profesore odane režimu što izaziva opetovane sukobe na nacionalnom planu, a Peštansko sveučilište, kao i Praško u to doba, traži ne samo vraćanje akademskih sloboda nego i nastavu na narodnom jeziku. Karakterističan je zahtjev za »potpunom slobodom učenja i podučavanja«, prema kojoj student sâm bira profesora čija predavanja želi slušati. Već krajem ožujka 1848. g. uveden je na Sveučilište mađarski jezik umjesto latinskoga. Početkom travnja prvo predavanje iz kemije na mađarskom jeziku održao je K. Nendtvich (1811—1892), do tada profesor na Politehničkoj školi koja je par godina prije toga počela djelovati nakon dugog pogađanja s Bečkom vladom. Nendtvich, završivši školovanje kao liječnik, bio je Mitscherlichov student i poslije se bavio jedino kemijom. Bio je osnivač mađarske kemijske terminologije i pisac mađarskih kemijskih udžbenika. Bio je prvi kemičar član Mađarske akademije znanosti.³⁶

Značajna je prednost koju je Tehnička škola imala u kemiji pred Sveučilištem. Napredak kemije nije ovisio jedino o medicini, s kojom je na Sveučilištu bila povezana, nego i o privredi koja je poticala razvoj tehnologije, rudarstva i poljoprivrede. Osim toga, prirodne znanosti, među njima i kemija, imale su više slobode na akademijama i višim školama nego na Sveučilištu. Ugarskoj kraljevini pripadao je veliki teritorij zapadno od Karpata koji je obuhvaćao kneževinu Erdelj, današnju rumunjsku Transilvaniju, područje bogate rudarske proizvodnje, osobito ugljena i željeza, a odavno na glasu po zlatonosnim sulfidnim rudama. Pod Ugarskom bilo je također i Slovačko rudogorje, područje podno Visoke Tatere, također na glasu po rudnom bogatstvu. Metalurgija, dobivanje i prerada zlata i srebra, porculan i ostala keramika, prerada poljoprivrednih sirovina, vinarstvo i pivarstvo, davali su mogućnost primjene kemije i drugih prirodnih znanosti. Imajući to pred očima razumljivo je osnivanje Rudarske akademije u Banskoj Štiavnici, tadašnjoj mađarskoj Selmechányi (Schemnitz) u Slovačkom rudogorju god. 1732, prvog visokoj rudarskoj školi u Evropi i, po svojoj prilici, prvog školi s redovitom nastavom kemije.* Uz tu akademiju vezano je otkriće telura u mineralu silvanitu (zlato-srebro-teluridu). Otkrio ga je P. J. Müller von Reichenstein (1740—1825) direktor erdeljskih rudnika i nekadašnji učenik Akademije u Banskoj Štiavnici, a otkriće potvrdio M.

* Mađarski pisci³⁷ pridaju veliko značenje ulozi Rudarske akademije u Banskoj Štiavnici za razvoj tehničkog školstva time što je smatraju pretečom tehničkih i politehničkih visokih škola u Evropi. Ta Akademija, kao i peštanski Institutum Geometricum Hydrotechnicum, bili su, kažu, uzor Ecole Polytechnique, što ju je Napoleon god. 1794. osnovao u Parizu.

H. Klaproth (1743—1817) u Berlinu. Nezavisno o Mülleru, otkrio je telur također i P. Kitaibel (1757—1817), profesor botanike i kemije na Peštanskom sveučilištu, istraživač flore i mineralnih voda.³⁸

Nastojanje da se znanost primijeni u tehnici i industriji bilo je u Mađarskoj vrlo naglašeno. U izrazito feudalnoj i aristokratskoj sredini, kakva je bila Mađarska, građanstvo je nalazilo svoju afirmaciju u tehničkom naporu. Mađarski inženjeri već su u drugoj polovici prošlog stoljeća dostigli svoje evropske kolege, osobito u elektrotehnici, strojarstvu i metalurgiji. Tu je suparništvo Beča bilo naročito uporno. Poslije niza zahtjeva i peticija, zatim i sabirnih akcija koje je vodio vođa mađarskog nacionalnog pokreta L. Kossuth (1802—1894), Tehnička škola bila je otvorena god. 1846, postala je Politehnikum (1857), ali nije bila priznata kao visoka škola. Istom poslije austro-ugarske nagodbe Politehnika bude unapređena u Tehničko sveučilište (1871), koje već god. 1907. dobiva Odsjek za kemijsko inženjerstvo.

Prava oduzeta Peštanskom sveučilištu poslije ugušene revolucije god. 1848. opet su se postepeno vraćala. Th. Wertheim, koji je naslijedio Nendtvicha na katedri za kemiju (1853), a koji je predavo njemački jezik, otišao je za profesora u Graz (1860). Na njegovo mjesto bio je pozvan dvadesetpetogodišnji K. Than (1834—1908), tada asistent Redtenbacherov u Beču, rođeni Mađar iz Starog Bečeja. Istaknut učenjak, K. Than bio je dominantna ličnost mađarske kemije sve do kraja prošlog stoljeća.

K. Than, kao i mnogi kemičari u Austro-Ugarskoj, učio je farmaciju kao apotekarski naučnik, a uz to, zahvaljujući pomoći dobrotvora, završio gimnaziju, studirao medicinu, a zatim diplomirao kemiju na Filozofskom fakultetu u Beču. Preporukom Redtenbachera omogućeno mu je usavršavanje kod Bunsena u Heidelbergu (1858). U Parizu je bio kod Wurtza, a nakon povratka u Beč habilitirao se za docenta, da bi zatim bio izabran za profesora kemije na Filozofskom fakultetu u Budimpešti. Tu se opet odigrala već poznata scena stvaranja moderne sveučilišne nastave kemije u svojoj peštanskoj verziji. Than je započeo predavanja na starom Medicinskom fakultetu u vrlo oskudnim uvjetima. Ministar prosvjete J. Eötvös otac glasovitog fizičara L. Eötvösa (1848—1919), mnogo je učinio za modernizaciju mađarskog školstva i bio vrlo sklon ispunjenju Thanovih planova za gradnju Sveučilišnoga kemijskog instituta. Poslije višegodišnjih studija i obilaska mnogih evropskih sveučilišta, Than je završio gradnju novog Instituta god. 1872. Bio je to u to doba najmoderniji institut u Evropi, uzor za gradnju mnogih sveučilišnih kemijskih instituta među kojima su bili rimski, bostonski, birminghamski i zagrebački kemijski instituti. Kao i Pebal u Grazu, tako je i Than bio odlučan pristalica Cannizzarova prijedloga za određivanje kemijskih formula, pa je sudjelovao u razrješenju anomalne gustoće pare amonij-klorida, kako smo već bili spomenuli. Osim toga on je, suprotno Devilleu, pokazao da se miješanjem klorovodika i amonijaka pri 360 °C ne povisi temperatura i tako na drugi način potvrdio disocijaciju pare amonij-klorida. Than je otkrio karbonil-sulfid (1867), bavio se termokemijom i analizom mineralnih voda.*

* Radi potreba nastave kemije za farmaceute i medicinare, osnovan je i drugi kemijski institut (1882), koji je kasnije uselio u prostorije Tehničkog fakulteta kada je ovaj dobio novu zgradu (1909). Vodio ga je profesor B. Lengyel (1844—1913), ranije Thanov suradnik, Bunsenov doktorand (1870), vrstan analitičar (mineralne vode, na-

Kemija na Tehničkom sveučilištu u Budimpešti također je brzo napredovala. Pored Nendtvicha zasluge za to imaju V. Wartha (1844—1914) i L. Ilosvay (1851—1936). Wartha je također doktorirao kod Bunsena u Heidelbergu, a zatim se habilitirao u Zürichu, da bi god. 1870. postao prvim profesorom kemijske tehnologije na Tehničkom sveučilištu u Budimpešti. Zaslužan je za unapređenje industrije keramike i vinarstva. Ilosvay, Nendtvichov nasljednik, bio je farmaceut po školovanju, ali je doktorirao iz kemije, bio na usavršavanju kod Bunsena u Heidelbergu (1880), kod Baeyera u Münchenu, a zatim kod M. Berthelota (1827—1907) u Parizu, a od god. 1882. bio je profesor opće kemije na Tehničkom sveučilištu u Budimpešti. Kao rektor toga Sveučilišta započeo je gradnju nove zgrade za Kemijski odjel na Gellértu (1904). Još i danas poznat je po Griess-Ilosvayevom reagensu za dokazivanje nitrita u vodi.³⁹ Početkom stoljeća osnovane su nove katedre i to za elektrokemiju (1905), za tehnologiju poljoprivrednih proizvoda (1908) i za organsku kemiju (1913).

Ne bismo smjeli zaboraviti kemiju na Sveučilištu u Cluju (Rumunjska), tadašnjem Kolozsváru, koje je svoj kemijski institut izgradilo god. 1883., godinu dana prije zagrebačkog. Institut je imao 38 praktikantskih mjesta i predavaonicu za 174 slušača. Prvi profesor kemije bio je A. Fleischer (1845—1877), Thanov učenik koji je u Bonnu s Kekuléom otkrio da je karvakrol izomer timola (1873). Naslijedio ga je R. Fabinyi (1849—1920), učenik Wislicenus, Baeyera i Bunsena, koji je također bio organski kemičar, a poznat je po udžbeniku teorijske kemije. Bio je osnivač prvoga mađarskog kemijskog časopisa »*Vegyatani Lapok*« koji je počeo izlaziti u Kolozsváru (1882) i jedan je od osnivača Mađarskoga kemijskoga društva.

Kemija na Sveučilištu u Zagrebu

Iste godine (1871) kad je Budimpeštanska politehnika dobila sva prava Sveučilišta, imenovan je asistent dr Aleksandar Veljkov (1847—1878), Srbin podrijetlom iz Srijema,* za docenta na katedri za kemiju koju je tada još vodio K. Nendtvich.

Godine 1869. objavio je A. Veljkov kratko priopćenje o nitro- i amido-derivatima cijannaftila u časopisu Njemačkoga kemijskog društva osnovanom godinu dana prije, s napomenom da su istraživanja učinjena u laboratoriju Berlinskog Sveučilišta.⁴⁰ To znači da je Veljkov, poslije dvogodišnjeg studija u Budimpešti, bio na usavršavanju kod A. W. Hofmanna, i to u vrijeme kada je ovaj preuzeo kemijsku katedru Berlinskog sveučilišta nakon povratka iz Londona (1865). Četiri godine kasnije javio se Veljkov u istom časopisu ali ovaj put iz kemijskog laboratorija profesora E. Ludwiga (1842—

mirnice), pisac udžbenika i popularizator kemije. Poslije Thanove smrti osnovan je i treći Kemijski institut (podjelom Thanova instituta) za nastavu kemije pod vodstvom profesora G. Buchböcka (1869—1935), a Thana je naslijedio njegov suradnik L. Winkler (1863—1939), istaknuti analitičar, poznat po svojim priložima tehničkoj analizi³⁶.

* Da danas nešto više znamo o A. Veljkovu, prvom profesoru kemije na obnovljenom Sveučilištu u Zagrebu šk. god. 1875/76. treba zahvaliti istraživanjima dr Ilinke Senčar-Čupović, znanstvenog asistenta Zavoda za povijest znanosti JAZU u Zagrebu (*Croat. Chem. Acta* 50 Supplementum (1977) S45).

—1915) na Bečkom sveučilištu* kratkom publikacijom o berilijevu kloro-platinatu.⁴¹ God. 1874. objavio je još tri kratka rada slične tematike sa ciljem da primjenom pravila o izomorfiji dokaže da berilij pripada zemnoalkalnim, a ne zemnim metalima. Berilij se, naime, dugo smatrao metalom srodnim aluminiju. Još je god. 1881. Brauner zagovarao pripadnost aluminiya drugoj skupini u tablici Mendeljejeva. God. 1884. L. F. Nilson (1840—1899), otkrivač skandija, dokazao je da je BeCl_2 ispravna formula berilij-klorida, ali je još god 1878. pisao Be_2O_3 za berilij-oksidi. Veljkov računa s 9,4 kao atomskom težinom berilija, ali njegovi rezultati nisu naišli na odgovarajuću pažnju. On napušta ta istraživanja i iduće se godine (1875) vraća na Politehniku u Budimpeštu.** Tamo, međutim, nije dugo ostao. Odazvao se pozivu Sveučilišta u Zagrebu gdje je izabran za izvanrednog profesora kemije na Filozofskom fakultetu. U proljeće god. 1876. uredio je Kemijski zavod u kući u Novoj Vesi br. 1 gdje je započeo s predavanjima i vježbama.*** Nastava kakvu je vodio Veljkov jamačno je bila dobra, jer je bila suvremena. To možemo tvrditi zato jer je Veljkov imao dobro školovanje na velikim sveučilištima i pod vodstvom istaknutih kemičara, a posebice pak zato jer je i sâm sudjelovao u razvoju kemije svojim istraživanjima što dokazuju njegove publikacije. Bili su, dakle, sjajni izgledi da Veljkov prenese i presadi evropsku kemiju na novo Zagrebačko sveučilište. Na žalost, umro je nakon nepune tri godine predanog rada, poštovan i cijenjen kao profesor, učenjak i građanin Zagreba.

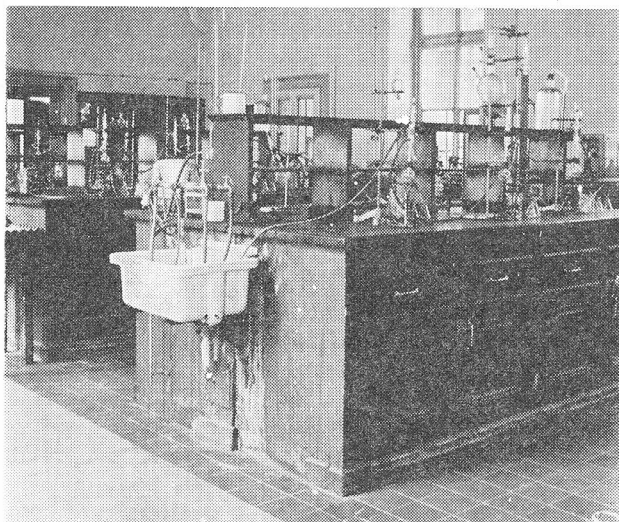
Već god. 1879. kemijsku katedru na Filozofskom fakultetu u Zagrebu preuzeo je dr Gustav Janeček pozvan iz Beča gdje se upravo habilitirao iz forenzičke kemije.^{42,43} Prva mu je briga bila da podigne »Lučbeni zavod«. Prilike su tada već bile bolje od onih kada je nastupio Veljkov, jer su se već podmirili najpreči zahtjevi novog Sveučilišta, a veći broj studenata nije dopuštao odlaganje gradnje. Broj studenata koji su slušali kemiju još je više porastao kada je zalaganjem Janečekovim god. 1882. otvoren Farmaceutski tečaj na Filo-

* U to doba profesor A. Lieben vodio je jedan dio, a profesor L. Barth drugi dio Sveučilišnoga kemijskog instituta u Beču. Zbog velikog broja studenata kemije, osnovan je (1874) za studente medicine treći kemijski institut pod vodstvom profesora E. Ludwiga. Ludwig je bio Redtenbacherov učenik, nastavio je studij kod Bunsena u Heidelbergu i kod Hofmanna u Berlinu, a bio je poznat po analizama mineralnih voda (među njima i vode Varaždinskih toplica i svih toplica Bosne i Hercegovine) kao i po udžbeniku medicinske kemije. Najpoznatiji učenik profesora Ludwiga bio je R. A. Zsigmondy (1865—1929), docent na Tehničkoj visokoj školi u Grazu (1893), profesor anorganske kemije na Sveučilištu u Göttingenu (1907) i dobitnik Nobelove nagrade za kemiju (1925). Zsigmondyev suradnik (i zet) bio je E. Hückel, kasnije asistent P. Debye (1884—1966) u Zürichu.

** Možemo samo nagađati razloge zbog kojih je Veljkov napustio ta istraživanja. Vjerojatno je imao neuspjeh u namjeri što ju je najavio u publikaciji o berilij-platinkloridu⁴¹ ovim riječima: »Diese eben mitgetheilten Tatsachen werden Material liefern zur Feststellung des Atomgewichtes des Berylliums, wenn sich die analog zusammengesetzten Platindoppelsalze des Calciums und Strontiums als isomorph mit dem des Berylliums erwiesen, die darauf zielenden Untersuchungen sind im Gange.« Tada su, naime, bili poznati jedino kriteriji izomorfije što ih je postavio E. Mitscherlich (1819), ali još nisu bili poznati uvjeti izomorfije koje je formulirao (1926) V. M. Goldschmidt (1888—1947), a koji su kod ionskih struktura određeni omjerom ionskih radijusa. Budući da je kalcijev ion oko tri puta veći od berilijeva, berilijevi spojevi nisu izomorfni kalcijevima.

*** Kuća još i danas postoji i u dobrom je stanju. U povodu 100. obljetnice početka sveučilišne kemijske nastave u Zagrebu, 21. travnja 1976, na kući su postavili spomen-ploču Sveučilište u Zagrebu, Hrvatsko kemijsko društvo, Farmaceutsko društvo Hrvatske i Zavod za povijest znanosti JAZU.

zofskom fakultetu. Kad više ni dvorišni dio kuće u Novoj Vesi nije mogao smjestiti sve »praktikante«, došlo je do ostvarenja već prije donešene odluke o gradnji Instituta koju je još Veljkov ishodio. Odobreno je bilo 60—70 tisuća forinti, a grad Zagreb je već prije poklonio gradilište iza palače Jugoslavenske akademije na današnjem Strossmayerovu trgu. Gradnja je započela u travnju god. 1883., a u veljači 1884. Zavod je već bio svečano otvoren.



Slika 4. Detalj studentskog laboratorija Zavoda za organsku kemiju i biokemiju PMF-a u zgradi na Strossmayerovom trgu 14, sa stolovima iz Janečekovog vremena

Janeček je vrlo temeljito pripremao gradnju,* a arhitekt Bollé uvažio je sve njegove zahtjeve za »međusoban raspoređaj pojedinih prostorija«. Skromna svota nije mu dopuštala da ispuni sve svoje želje i namjere. »Dobro mi je došlo — piše Janeček — što sam od prije na oči poznao skoro sve laboratorije srednje Europe, većinu onih na sjeveru, a i više njih u Rusiji«. Posebno ističe da je imao prilike da »dozvolom visoke vlade« pregleda laboratorij Budimpeštanskog sveučilišta u ljetu god. 1882. što ga je, kako već znamo, podigao profesor K. Than deset godina prije. I danas, u doba mehanizacije, betona, stakla i sintetskih materijala, imponira brza izgradnja i opremanje laboratorija (slika 4). »Lučbeni zavod« bio je izgrađen i predan na upotrebu za svega godinu dana. Bio je to prvi sveučilišni kemijski institut u nas, a čini se i prvi na Balkanu izgrađen u tu svrhu. Još se nije ni opremio onako kako je Janeček zamislio, a već je tehnika nudila nova rješenja. Još u podrumu nije bio montiran dinamo s plinskim motorom, a već je Zagreb dobio električnu rasvjetnu mrežu. Uskoro je postao, a zatim i ostao trajno tijesan studentima i nastavnicima, do nedavna pregrađivan i adap-

* »Brižnoj uvidavnosti Njegove Preuzvišenosti tadašnjega bana grofa Ladislava Pejačevića a ne manje i svesrdnom zauzimanju predstojnika odjela za bogoštovje i nastavu gospodina dra Pavla Muhića ima se zahvaliti, što je pisatelj ovih redaka još iste godine 1881. ovlašten, da u dogovoru sa ovdašnjim arhitektom i graditeljem prvostolne crkve gosp. H. Bolléom izradi neke predradnje za naumljenu gradnju«. Tako je pisao Janeček u prigodnoj brošuri⁴⁴.

tiran, s mnogo starog namještaja, ali neprekidno u pogonu. Arhitektonski kopija, ali svojedobno stilska i moderna građevina, Lučbeni zavod postao je spomenik staroga Zagreba, a kad jednom prestane biti laboratorij* neka ostane kao svjedok banovanja Ivana Mažuranića kada se u Hrvatskoj stvaralo građansko društvo i kada se nacionalna sloboda javila kao vizija ekonomske neovisnosti o Beču i Pešti, koju Hrvatska može postići svojim školama i znanošću, svojom poljoprivredom i industrijom.

Janeček se bio dobro pripremio za održavanje laboratorijske nastave. Liebigov utjecaj na programe kemijske nastave bio je još vrlo svjež, pa se pažnja poklanjala kemijskim vježbama tokom kojih su studenti rješavali analitičke i preparativne zadatke manje ili više samostalno. Svoj »Leitfaden« za studentske vježbe što ga je tiskao u Beču (1879) izdao je kao »Rukovodnik za kvalitativnu kemijsku analizu neorganskih tvarina« god. 1883., još dok se gradio Zavod (god. 1907. izašlo je drugo izdanje). God. 1890. izašla je Janečekova »Obća teoretička i fizikalna lučba« kao prva polovica prvog dijela knjige pod naslovom »Tvar i atomistički nazor o njezinom sastavu«. Očito je Janeček zamislio suviše opsežno djelo, pa ga je napredak kemije pretekao u pisanju. Ipak, od zamišljenog velikog udžbenika nije odustao, pa god. 1919. izlazi njegova »Kemija I, Opći dio« (štampana kao rukopis u Obrtničkoj zadružnoj tiskari u Zagrebu). Ovaj uvodni dio udžbenika odlično je pisan, pa se još i danas s interesom čita. Šteta što Janeček nije uspio završiti zamišljeni udžbenik. Taj je zadatak deset godina kasnije obavio F. Bubanović (1883—1956) svojim udžbenikom za medicinare u tri knjige pod neosporno jakim utjecajem Janečekovim, čiji je bio asistent, a zatim docent (1914—1920).

Na znanstvene radove Janečekove trebalo bi se posebno osvrnuti. Poslije rada o heksilnom alkoholu i enantičnoj kiselini zajedno s Liebenom, Janeček se sasvim okrenuo praktičnim pitanjima kao što su transport nitroceluloze, impregnacija željezničkih pragova, sastav litografskog kamena, analiza repe, kave, vodovodne vode. Zatim se opet vratio osnovnim pitanjima kemije, kao što su elektroliza fosfornih kiselina, međusobne reakcije metalnih soli, sastav prirodnih organskih spojeva i dr. Veći broj radova bio je iz područja sudske kemije i farmacije. Nešto radova ostalo je neobjavljeno, a nešto ostalo u obliku disertacija njegovih doktoranada kojih je bilo dvadesetak.**

* Zadirkuje Janečekov optimizam, a još više njegova upornost i uspješnost. Već god. 1914., tek što je izgrađena Sveučilišna biblioteka, počinje Janeček gradnju novoga kemijskog zavoda (danas Marulićev trg 20) pri čemu mu je pomogao profesor J. Domac, i dovršio ga je god. 1919. Ali, Ministarstvo prosvjete dodjeljuje većinu prostorija Kemijskoj katedri tek osnovane Visoke tehničke škole. Ostale prostorije dobila je botanika i farmakognozija. Bio je to drugi kemijski institut izgrađen u Zagrebu u razdoblju od 36 godina. Takvim uspjehom ne može se pohvaliti niti jedan naš profesor kemije poslije Janečka.

** Možda je danas već zakasnilo pitanje o Janečekovoj ostavštini, prije svega o knjižnici, rukopisima i korespondenciji, koja je sudeći po životu i djelatnosti, morala biti vrlo bogata. Tako na primjer, spominje se trajna korespondencija s fizičarom E. Machom, Janečekovim profesorom u Pragu. Poslije prvoga svjetskog rata Janeček se povukao, a zatim je bio zaboravljen. Janeček je bio pravi član Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti već 1887. a bio je i njezin predsjednik od 1921. do 1924. Rektorom Sveučilišta bio je Janeček škol. god. 1903/09, a dekanom Filozofskog fakulteta tri puta, 1885/86, 1895/96, i 1906/07. Nije, dakle, bio po strani od našega sveučilišnog i znanstvenog života, pa bi njegova cjelovita ličnost mogla biti zahvalna tema jedne kulturno-povijesne studije.

Bili bismo nepravedni a ne samo nepotpuni, kada ne bismo spomenuli i Janečekove zasluge za farmaciju. Kroz farmaciju je on i postao kemičar, prva iskustva i znanja o kemikalijama i drogama stekao je u apoteki u svojoj ranoj mladosti, pa ih je njegovao cijelog svojega radnog vijeka. Osim toga, objektivni faktori poticali su ga na to, poziv »ljekarnika« bio je tada u našim krajevima mnogo potrebniji i traženiji od poziva kemičara. Zato je Janeček osnovao već spomenuti Farmaceutski tečaj, koji se kasnije razvio u Odsjek i bio svojedobno jedina ustanova za studij farmacije na Balkanu. Da bi se ostvario studij farmacije, trebalo je osnovati i nastavu farmakognozije. To je učinio dr Julije Domac (1853—1928). Na prijedlog Janečeka Domcu su najprije bila povjerena predavanja, a zatim je bio izabran za profesora (1896) i predstojnika Zavoda za farmakognoziju što ga je sam osnovao.*

Kemija na Univerzitetu u Beogradu

Poslije oslobođenja od turske vlasti (1833) Srbija se preporodila. Svuda se nastojalo što prije izaći iz privredne i kulturne zaostalosti. Mlado građanstvo, koje se suprostavljalo nazadnim vladama, vidjelo je u školstvu i znanosti najjači oslonac napretku zemlje. U Beogradu je osnovan *Liceum* (1838), *Društvo srbske slovesnosti* (1842), *Srbsko učeno društvo* (1864) kao osnova *Srbske akademije nauka* (1887). Licej je pretvoren u *Veliku školu* (1863), koja je god. 1905. postala *Beogradski univerzitet*.

Nastava kemije na Liceju bila je još u okvirima nastave fizike, ali poslije reforme Liceja (1853) kemija se posebno predavala.** Prvi profesor kemije bio je Mihailo Rašković (1827—1872), koji je kemiju studirao u Pešti i Pragu. Posebno treba istaknuti da je on već god. 1855. u Liceju osnovao i vodio laboratorijsku nastavu. Kad je Licej postao Velika škola (1863), kemijski laboratorij preselio se u drugu zgradu, proširio se i postao kasnije Hemijski institut.

* Uspomenu na ličnost profesora Domca bi također trebalo obnoviti. I on je počeo s farmacijom, ali u apoteci svojega oca (Vinkovci). Studij farmacije u Beču spojio je sa studijem kemije gdje su mu profesori bili Schneider i Rochleder. Zatim je volontirao (1875/76) u Liebenovu laboratoriju, kada je ovaj preuzeo Kemijski institut II, došavši iz Praga s Janečekom. U osobnoj drami izbora između kemije i farmacije, između profesora i apotekara, odbio je ponuđeno mu mjesto Liebenova asistenta i vratio se u Vinkovce. Konačno se ipak odlučio za znanost, prodao od oca naslijeđenu apoteku (1879), otišao Pebalu u Graz i tamo doktorirao (1880) s disertacijom »*Die Oxydationsproducte des Hexylens aus Mannit*«. Slijede dvije godine suradnje s Liebenom u Beču ali bez publikacije (?), a zatim službovanje na realkama u Zemunu i u Zagrebu. Janečekov poziv na Farmaceutski tečaj vratio je Domca farmaciji i on postaje osnivač naše sveučilišne farmakognozije. Domac je napisao udžbenik organske (1893) i anorganske kemije (1901) za realke. Samo školovanje farmaceuta ne bi bilo dovoljno za napredak farmacije i apotekarstva u Hrvatskoj. Zato je Janeček preveo latinski tekst Mađarske farmakopeje na hrvatski jezik (1888), a onda je zajedno s Domcem napisao novu farmakopeju na hrvatskom i latinskom jeziku (1901). Bio je to jedan od onih odlučnih podviga kojima su Hrvati otvarali put znanosti stvaranjem svoje terminologije, bitnog uvjeta za razvoj nacionalne kulture i za ravnopravno sudjelovanje u znanosti.

** Većinu podataka o Sveučilišnoj nastavi kemije u Srbiji uzeo sam iz odličnog prikaza što ga je napisao profesor Vukić M. Mićović⁴⁵.

Raškovića je na Velikoj školi naslijedio Sima M. Lozanić (1847—1935), njegov nekadašnji učenik.⁴⁶ Kao svršeni pravnik studirao je kemiju (tri semestra) na Sveučilištu u Zürichu kod profesora J. Wislicenusa (1835—1902) i zatim (pet semestara) na Sveučilištu u Berlinu kod profesora A. W. Hofmanna. Tu je izradio tri rada iz organske kemije i objavio ih u *Berichte*. Nakon povratka u Beograd (1872) Lozanić je u nastavu uvodio sve ono što je naučio od svojih profesora, prije svega od Hofmanna, i organizirao laboratorij s dvanaest praktikantskih mjesta i predavaonicu za šezdeset slušača u kojoj je držao predavanja s pokusima. Bilo je to u ono vrijeme, kad je A. Veljkov u Novoj Vesi u Zagrebu uređio prvi sveučilišni laboratorij. Nije isključeno da su se Lozanić i Veljkov sreli kod Hofmanna (1869/70) ili je Veljkov upravo napustio Berlin kada je Lozanić tamo započeo svoj studij. Uostalom, Janeček i Lozanić sigurno su se poznavali i dopisivali. Janeček je bio prvi kemičar član Jugoslavenske akademije u Zagrebu i na njegov prijedlog birani su ugledni kemičari za dopisne članove. Lozanić je već god. 1894. izabran za dopisnog člana Jugoslavenske akademije u Zagrebu. Njegova rasprava u Radu (1897) o broju izomera parafinskih homologa danas je aktualna u svezi s teorijom grafova, pa Lozanića otkrivamo kao teorijskog organskog kemičara. Inače, poznat je po svojim sintetskim radovima u organskoj kemiji, po brojnim analizama mineralnih voda, kao propagator agrikulturne kemije. Veliki kemičar, neumoran kao profesor i kao društveni radnik (ministar i državni savjetnik) Lozanić je bio utemeljitelj kemije i sveučilišne kemijske nastave u Srbiji.

Uz Lozanića bio je profesor kemije na Velikoj školi (od 1894.) još Marko T. Leko (1853—1932), upravnik Državne hemijske laboratorije u Beogradu.⁴⁷ On se povukao u mirovinu kao izvanredni profesor kada je osnovan Univerzitet (1905). Leko je doktorirao (1875) na Sveučilištu u Zürichu kod Victora Meyera s disertacijom o konstituciji amonijevih spojeva i salmijaka. M. T. Leko bio je osnivač Srpskoga hemijskog društva god. 1897. i njegov prvi predsjednik.

Od beogradskih kemičara izvan Univerziteta spomenimo još Milorada Jovičića (1868—1937). Jovičić je bio profesor kemije na gimnaziji, neko vrijeme na Velikoj školi, a zatim na Vojnoj akademiji.⁴⁵ Studirao je u Münchenu i doktorirao (1893) u Leipzigu. Bio je aktivan na različitim područjima kemije. Jugoslavenska akademija u Zagrebu izabrala ga je za dopisnog člana (1905).

Treba istaknuti da se već na Liceju, uz nastavu kemije, održavala i nastava kemijske tehnologije. Profesor Rašković imao je svestrano kemijsko školovanje (završio je također i rudarstvo u Chemnitzu, Příbramu i Freibergu) i uspješno je održavao obje nastave. Njegovi nasljednici to su također činili, a Lozanić je napisao i udžbenik kemijske tehnologije. Pod kraj 19. stoljeća nastava kemijske tehnologije na Velikoj školi dobila je veću važnost, ali se osamostalila (1908) tek na Tehničkom fakultetu Univerziteta pod vodstvom Koste Todorovića, koji je diplomirao na Politehnici u Karlsruheu. Bili su to počeci današnjega Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.⁴⁸ Ali ne samo to. Oni pokazuju da je nastava kemijske tehnologije nastala u Beogradu na Liceju, odnosno Velikoj školi, i da je nastala uz nastavu kemije. Kemijska tehnologija kao predmet visokoškolske nastave u Beogradu usmjeravala je kemičare na djelatnost u mlinarstvu, pro-

izvodnji baruta, rudarstvu, metalurgiji, lijevanju i obradi metala, proizvodnji tekstila i kože, i unaprijedila te grane u Srbiji.*

Kemija na Univerzi u Ljubljani

Visoko školstvo u Slovenaca započelo je pod okriljem isusovaca kao i u svim zemljama gdje je protureformacija nastojala stati na put širenju protestantizma.⁵⁰ U Ljubljani je u 17. stoljeću isusovački Kolegij održavao višu nastavu iz teologije, a početkom 18. stoljeća javljaju se nastojanja nekih pravnika i liječnika da ostvare nezavisnu visokoškolsku nastavu, ali bez uspjeha. Josip II ukinuo je ne samo teološki nego i filozofski dio Kolegija, pa su ostali samo medicinsko-kirurški tečajevi. Za vrijeme Napoleonove okupacije u Ljubljani, kao glavnom gradu ilirskih provincija, otvorena je *prva slovenska visoka škola* (1810—1813) s tečajevima medicine, prava i tehnologije. Poslije nje ostao je dvogodišnji *Licej* kao priprema za sveučilišne studije. Austrijskom reformom školstva (1850) produljena je nastava u gimnazijama na osam godina, a Licej ukinut. U drugoj polovici 19. stoljeća zahtjev za Sveučilište u Ljubljani postao je dio političkog programa Slovenaca u borbi za njihovu nacionalnu ravnopravnost u Austro-Ugarskoj. Taj se program nije nikada ostvario, jer je Austro-Ugarska propala, a Ljubljansko sveučilište osnovano je odmah poslije toga u Kraljevini S.H.S. god. 1919.

Nastava kemije na Univerzi u Ljubljani počela je šk. god. 1919/20 sa već spomenutim dr M. Samecom kao prvim redovitim profesorom. Kemijski laboratoriji smjestili su se u podrumskim prostorijama Ljubljanske realke. Realca je tada već imala tradiciju u nastavi kemije — od god. 1852. kemija je bila samostalni predmet na realki. U njenom laboratoriju profesori su obavljali analize za rudnike, željezare i talionice.** Podrumi su

* Na Sveučilištu u Zagrebu, kao što znamo, prevagnula je farmacija nad tehnologijom, koja pri osnivanju kemijske nastave nije bila uvedena. Nastava kemijske tehnologije javlja se u Zagrebu tek dvadesetih godina ovoga stoljeća na Tehničkoj visokoj školi (1919) zastupljena profesorom F. Hanamanom (1878—1941), diplomiranim (1899) inženjerom tehnologije na bečkoj Politehnici i doktorom tehničkih znanosti (Berlin-Charlottenburg, 1913). Uoči osnivanja kemijske nastave na Sveučilištu u Zagrebu (1874) predložio je C. O. Čech⁴⁹ osnivanje Politehlike kao stvarne veze između Sveučilišta (znanost) i industrije (primjena), ali ga nitko nije slušao. Njegovi dokazi o značenju kemije za razvoj privrede u Hrvatskoj u biti još i danas vrijede i trebalo bi da ih pročita svaki ekonomist. Sveučilišni kemijski institut, piše Čech, koji bi gajio kemiju i tehnologiju, bio bi dobar također i za pomoć kod sudskih istraga, kao i za to da farmaceutima, naprednim poljoprivrednicima i komercijalistima pruži osnovno obrazovanje iz kemije. No, svijest o takvoj ulozi znanosti nije tada u Hrvatskoj još bila dovoljno jaka.

** Rudarstvo i metalurgija bili su u Sloveniji razvijeni od davnine, pa je razumljiva ranija pojava kemije. Posebno mjesto imala je Idrija sa svojim rudnikom žive⁵¹. U 18. stoljeću osnovana je u Idriji Viša škola za kemiju i metalurgiju na kojoj je profesor kemije bio glavni rudnički liječnik G. A. Scopoli (1721—1788) poznati prirodoslovac podrijetlom iz Tirola. Za petnaest godina svojega boravka u Idriji Scopoli je napisao 21 znanstveno djelo od kojih je posebno poznata rasprava o bolesti rudara izloženih trovanju živom, o flori i o kukcima Slovenije. Nepriznat i ogorčen napustio je Idriju i postao profesor na već spomenutoj rudarskoj Akademiji u Banskog Štiavnici, a zatim na Sveučilištu u Paviiji, gdje je i umro. Scopolija je u Idriji, zagovorom van Swietenena, naslijedio Bretonac B. Hacquet (1739—1815) koji je bio zaslužan za rudnik i napisao također mnogo prirodoslovnih rasprava o Idriji, Sloveniji i Dalmaciji.

bili preuređeni velikim financijskim naporima, jer državnih dotacija nije bilo. U njima su se održavale vježbe za studente Filozofskog fakulteta (kemičari i ostali prirodoslovci), Tehničkog fakulteta (tehnolozi i rudari) i Medicinskog fakulteta. Neumorni profesor Samec i zatim njegov suradnik, organski kemičar profesor dr Marij Rebek, neprekidno su vodili borbu za sredstva za gradnju i opremanje laboratorija. Često je i sam opstanak kemijskog odjela dolazio u pitanje, osobito kritičnih godina 1927. i 1933. Ipak, znanstveni i nastavni temelji postavljeni u to vrijeme omogućili su izvanredno brz i uspješan razvoj kemije na Ljubljanskoj univerzi poslije oslobođenja u novoj državi SFRJ.

Da završim. Kemija na sveučilištima u nas nastala je na isti način kao i na svima drugim novijim sveučilištima u svijetu: bila je presađena iz starijih i uglednih kemijskih središta Evrope. Ističem, iz istih onih središta iz kojih su je prenosila i sveučilišta drugih zemalja u prošlom stoljeću. Naši Veljkov i Janeček, Rašković, Lozanić i Leko, naš Samec, prenijeli su kemiju iz sredina koju su stvorili Liebig, Dumas i Bunsen, i njihovi učenici Wurtz, Hofmann i V. Meyer. Početak ovog stoljeća donio je teškoće, ali nije prekinuo niti koje su vezale naša sveučilišta sa svjetskim centrima. Danas se kemija u nas potpuno afirmirala kao dio svjetske znanosti zahvaljujući otvorenim vezama s istaknutim sveučilištima i znanstvenim institucijama cijeloga svijeta. Nedostaje još afirmacija naše kemije kao dijela naše privrede, odgovarajuće sudjelovanje naše tehnologije i inženjerstva u industriji. Sveučilište u Zagrebu sada je u prilici da opet nakon sto godina učini povijesni korak za napredak nastave kemije, tehnologije, inženjerstva i farmacije, u skladu s našim današnjim razvojem i potrebama.

Zahvala. Veliku hvalu dugujem dr Mirjani Gross, profesoru hrvatske povijesti na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, čije su primjedbe, koje sam sve prihvatio, uvelike popravile povijesni dio teksta. Na pažljivom čitanju rukopisa i mnogim ispravcima zahvaljujem također dr Adolfu Režeku, profesoru kemije na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i dr Ilinki Senčar-Čupović, znanstvenom asistentu Instituta za povijest znanosti JAZU u Zagrebu.

LITERATURA

1. J. R. Partington, *A History of Chemistry*, Vol. IV, MacMillan and Co, Lt., London, 1964.
2. G. Bugge, (herausgegeben von), *Das Buch der grossen Chemiker*, 2. Band, Verlag Chemie, GMBH, Weinheim/Bergstr., 1955.
3. E. Farber, (Ed.), *Great Chemists*, Interscience Publishers, New York and London, 1961.
4. K. Heining, (herausgegeben von), *Biographien bedeutender Chemiker*, 2. Auflage, Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1970.
5. A. W. Hofmann, *Heinrich Will — Ein Gedenkblatt*, Ber. 23 IV (1890) 852.
6. H. von Dechend, *Justus von Liebig in eigenen Zeugnissen und solchen seiner Zeitgenossen*, Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1953.
7. B. N. Menšutkin, *Himija i puti ee razvitija*, Izdateljstvo Akademii nauk SSSR, Moskva i Leningrad, 1937.
8. H. M. Leicester, *The History of Chemistry in Russia prior to 1900*, *J. Chem. Educ.* 24 (1947) 438.
9. S. I. Voljfkovič i V. S. Kiselev (otv. redactory), *75 Let periodičeskogo zakona D. I. Mendeleeva i Ruskogo himičeskogo obščestva*, Izdateljstvo Akademiji nauk SSSR, Moskva i Leningrad, 1947.
10. H. S. van Klooster, *The Beginnings of Laboratory Instruction in Chemistry in the U. S. A.*, in T. L. Davis (Ed.), *Chymia*, Vol. 2, University of Pennsylvania

- Press, Philadelphia, 1949, p. 1. Vidi također: H. G. Good, *On the Early History of Liebig's Laboratory*, *J. Chem. Educ.* **13** (1936) 557.
11. L. C. Newell, *Chemical Education in America from the Earliest Days to 1820*, *J. Chem. Educ.* **53** (1976) 402. Vidi također: R. Belcher, *200 Years of Anglo-American Analytical Chemistry*, *Chem. Brit.* **12** (1976) 387.
 12. H. S. van Klooster, *Liebig and His American Pupils*, *J. Chem. Educ.* **33** (1965) 493,
 13. H. S. van Klooster, *Friedrich Wöhler and His American Pupils*, *J. Chem. Educ.* **21** (1944) 158.
 14. G. Lockemann, *The Centenary of the Bunsen Burner*, *J. Chem. Educ.* **33** (1956) 20.
 15. H. Kolbe, *Das Chemische Laboratorium der Universität Leipzig und die seit 1866 darin ausgeführten chemischen Untersuchungen*, F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1872.
 16. F. G. Donnan, *Ostwald Memorial Lecture*, *J. Chem. Soc.* (1933) 316.
 17. A. Hekler, *L'Université de Budapest — Die Universität Budapest*, Fritz Lindner, Bâle, 1935. Vidi također: J. Kornis (redigé par), *Le tricentenaire de l'Université royale hongroise Pierre Pázmány de Budapest*, Budapest, 1936; J. László, *Eötvös Loránd University of Budapest*, Budapest, 1970.
 18. O. Redlich, *Die Universität Wien*, Lindner-Verlag, Düsseldorf, 1929.
 19. J. Šidak, (glavni urednik), *Spomenica u povodu proslave 300 godišnjice Sveučilišta u Zagrebu*, sv. I, Sveučilište u Zagrebu, 1969.
 20. M. Kohn, *Joseph Redtenbacher*, *J. Chem. Educ.* **24** (1947) 366.
 21. J. Liebig, *Der Zustand der Chemie in Oesterreich*, *Ann.* **25** (1838) 339.
 22. Ad. Lieben, *Anton Schrötter*, *Ber.* **9** (1876) 90. Vidi također: M. Kohn, *The Discovery of Red Phosphorus (1847) by Anton von Schrötter (1802—1875)*, *J. Chem. Educ.* **21** (1944) 522.
 23. H. Hlasiwetz, *Friedrich Rochleder*, *Ber.* **8** (1875) 1702. Vidi također: M. Kohn, *Friedrich Rochleder (1819—74)*, *J. Chem. Educ.* **31** (1954) 317.
 24. M. Kohn, *Heinrich Hlasiwetz (1825—1875)*, *J. Chem. Educ.* **22** (1945) 55.
 25. H. Schrötter, *Dem Andenken an Zdenko Hans Skraup*, *Ber.* **43** (1910) 3683.
 26. J. Goll, *Rozdeleni Pražské University Karlo-Ferdinandovi roku 1882 a počátek samostatné University České*, Prag, 1908.
 27. S. Zeisel, *Adolf Lieben*, *Ber.* **49** (1916) 835. Vidi također: M. Kohn, *A Chapter of the History of Chemistry in Vienna*, *J. Chem. Educ.* **20** (1943) 471.
 28. F. Kavka (redakce), *Stručné dejiny University Karlovy*, Universita Karlova, Praha, 1964.
 29. J. Heyrovský, *Professor Bohuslav Brauner died February 15th 1935*, *Coll. Czech. Chem. Comm.* **7** (1935) 52. Bibliografija Braunerovih publikacija, *ibid.* **2** (1930) 24.
 30. A. Lieben, *Mittheilungen aus dem Universitätslaboratorium zu Wien*, *Ber.* **3** (1875) 1017.
 31. Ad. Lieben und G. Janecek, *Ueber normalen Hexylalkohol und normale Oenanthylsäure*, *Ann.* **187** (1877) 426.
 32. J. D'Ans, *Carl Freiherr Auer von Welsbach*, *Ber.* **64** (1931) 59.
 33. F. von Krones, *Geschichte der Karl Franzens-Universität in Graz, Festgabe zur Feier ihres Dreihundertjährigen Bestandes*, Graz, 1886.
 34. J. R. Möse (Herausgeber), *Die Universität Graz 1972. Ein Fünfjahr-Buch, Förderungsfonds der Universität Graz*, Graz, 1972. Vidi također od istog urednika i izdavača: *Die Universität Graz, Jubiläumsband 1827—1977. Ein Fünfjahr-Buch*, Graz, 1977.
 35. L. Mayer, *Dr. Leopold von Pebal*, *Ber.* **20** (1878) 31.
 36. F. Szabadváry és Z. Szökefalvi-Nagy, *A Kémia Története Magyarországon, (Povijest kemije u Mađarskoj)*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972.
 37. F. Szabadváry, *Reflections on the Present and Future of the History of Science*, *J. Chem. Educ.* **48** (1971) 283.

38. M. E. Weeks, *Discovery of the Elements, 7th Ed.*, Chemical Education Publishing Co., Eaton, Pa., 1968.
39. F. Szabadváry, *History of Analytical Chemistry*, Pergamon Press, Oxford, 1966.
40. A. Welkov, *Ber.* 2 (1869) 407.
41. A. Welkov, *Beryllium-Platinchlorid, Ber.* 6 (1873) 1288.
42. G. Flumiani, *Gustav Janeček, Ljetopis Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti*, 49 (1937) 225.
43. D. Batistić i A. Mirković (urednici), *Jubilarna spomenica prof. dr. Julija Domca i prof. dr. Gustava Janečeka*. Izdaju: Apotekari Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, Novi Sad, 1924.
44. G. Janeček, *Lučbeni zavod Kr. hrvatskog sveučilišta Franje Josipa I. u Zagrebu*, Knjigotiskarski i litografski zavod C. Albrechta, Zagreb, 1885.
45. Vukić M. Mičović, *Hemija u Srbiji, Glasnik Hemijskog društva* (Beograd), 37 (1972) XXXIX.
46. V. M. Mičović, *Sima M. Lozanić, Glasnik Hemiskog društva Kraljevine Jugoslavije*, 6 (1935) 73. Vidi također: Đorđe M. Dimitrijević, *Sedamdesetpet godina Srpskog hemijskog društva 1897—1972, Glasnik Hemijskog društva* (Beograd), 37 (1972) XV.
47. S. Miholić, *Dr Marko T. Leko, Glasnik Hemiskog društva Kraljevine Jugoslavije*, 3 (1932) 127. Vidi također: M. Krajčinović, *Marko T. Leko* (17. IX 1853 — 3. XI 1932), *Arhiv za hemiju i farmaciju* 7 (1933) 33.
48. S. Šušić (urednik), *50 godina rada Tehnološko metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu*, Beograd, 1975.
49. Carl Otakar Čech, *Die Chemie an der Kaiser Franz Josefs — Universität zu Agram*, Selbstverlag, Prag, 1874.
50. R. Modic (glavni urednik), *Petdeset let Slovenske univerze v Ljubljani 1919 — 1969*, Izdala Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 1969.
51. Ivan Mohorič, *Rudnik živega srebra u Idriji. Zgodovinski prikaz nastanka, razvoja in dela 1490—1960*, Izdal Mestni muzej v Idriji, 1960.

Chemical Education at Universities in the Nineteenth Century

Drago Grdenić

At the beginning of the 19th century chemistry was not an independent subject at universities. Like other natural sciences it was rather a part of medicine or pharmacy. There were two main reasons for that. Firstly, chemistry was not treated as natural science in going from the 18th to 19th century. Secondly, a chemist was not an occupation and therefore there was no chemical education as such. Only when the knowledge about chemical transformations had advanced to technology, and particularly agriculture and metallurgy, did a chemist become indispensable and chemical education more important and independent.

The decisive impetus in introducing independent chemical education at universities was given by J. Liebig, who was engaged both in teaching and in researching at the University of Giessen (1824—1852). Liebig's students were founding chemical laboratories and teaching according to his model at their universities in Europe and America. The link between education and scientific research introduced by Liebig has become the foundation of modern chemistry teaching and has left to our days. The leading chemical centres in the second half of the 19th century, founded by Liebig's disciples, as well as by those of F. Wöhler (Göttingen), R. Bunsen (Heidelberg), A. W. Hofmann (Berlin), then H. Kolbe and later W. Oswald (Leipzig), are described. Under their influence chemistry at universities in the Austro-Hungarian monarchy was developed. One of those was also the University of Zagreb, Croatia, founded in 1669 and renewed in 1874. Specific social and economic circumstances caused an uneven development of some universities including the oldest ones, in the Monarchy. Many outstanding chemists at the universities in Vienna and Graz started their activity at the University of Prague. Among them A. Lieben, the most outstanding Austrian chemist of the time, who

brought to Vienna his collaborator from Prague, G. Janeček, a born Czech, who was later (1879) elected the professor of chemistry at the University of Zagreb. The first professor of chemistry at that University was actually A. Veljkov, a student of A. W. Hofmann in Berlin and assistant of E. Ludwig in Vienna. A. Veljkov founded the first University Chemistry Department. He also made plans for a new building, but he died too soon. The new institute was opened by Veljkov's successor G. Janeček. In this building teaching and scientific research have been performed continuously since 1884. At the present time, departments of organic chemistry and biochemistry, and analytical chemistry are situated in this building.

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
UL. SOCIJALISTIČKE REVOLUCIJE 8
41000 ZAGREB