

# iz naših knjižnica

Uređuje: Danko Škare

## O nekim kemičarima, jednom fizičaru i njihovim djelima

(Kratak pregled povijesne građe Centralne kemijske biblioteke Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)

J. Požar i B. Maravić\*

Fizičko-kemijski zavod, Kemijski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac 102a, Zagreb

\* Centralna kemijska biblioteka, Kemijski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac 102a, Zagreb

U časopisu *Kemija u industriji*, među prvim člancima u rubrici Iz naših knjižnica objavljen je članak o Centralnoj kemijskoj biblioteci, središnjoj knjižnici Kemijskog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.\*

Centralna kemijska biblioteka nastala je spajanjem zavodskih knjižnica Kemijskog odsjeka i ima kontinuitet dulji od 120 godina, točnije od 1884. godine kada je tadašnji Lučbeni zavod Kraljevskog hrvatskog Sveučilišta u Zagrebu preseljen u novu zgradu na Strossmayerovom trgu 14 (nekada Akademijском trgu 14).

Knjižnični fond, dislociran po pojedinim zavodima, u potpunosti je objedinjen tek u rujnu 2005., nakon dugo očekivanog preseljenja Kemijskog odsjeka, a time i Centralne kemijske biblioteke u novu zgradu na Horvatovcu. Centralna kemijska biblioteka jedna je od većih kemijskih knjižnica u Hrvatskoj, a svojim fondom pokriva područje kemije te djelomično fizike, matematike, kemijskog inženjerstva i tehnologije, medicine i drugih srodnih znanosti. Kao visokoškolska knjižnica otvorenog tipa ponajprije je namijenjena znanstveno-nastavnom osoblju Kemijskog odsjeka, studentima kemije svih stupnjeva, ali i ostalim djelatnicima i studentima matičnog fakulteta, srodnih fakulteta i instituta, istraživačima iz kemijske i srodnih industrija, odnosno svim potencijalnim korisnicima.

Nakon preseljenja biblioteke izdvojena su i zaštićena brojna djela čija izdanja sežu do samih početaka kemijske znanosti u Hrvatskoj.\*\* Zbog iznimne znanstveno-povijesne vrijednosti koju ta građa ima za Prirodoslovno-matematički fakultet, ali i Sveučilište u Zagrebu smatrali smo potrebnim napisati nekoliko riječi o nekima od naslova i o njihovim autorima te na taj način prezentirati zaštićeni fond naše biblioteke. Namjera rada nije bila pružiti iscrpne biografske podatke o svakom autoru, već navesti samo najveća postignuća i najosnovnije životne činjenice kao i poneke zanimljivosti vezane uz te uistinu velike i značajne ljude.

Najstarija knjiga iz područja kemije u fondu Centralne kemijske biblioteke jest priručnik Leopolda Gmelina: *Handbuch der Orga-*

*nischen Chemie (Priručnik organske kemije)* iz 1848. godine. Danas pomalo zaboravljen Leopold Gmelin (1788.–1853.) u svoje je vrijeme bio ugledni kemičar i sveučilišni profesor. Studirao je medicinu i kemiju na sveučilištima u Göttingenu, Tübingenu i Beču. Nakon završena doktorata 1813. godine postaje docentom, a ubrzo i izvanrednim te redovitim profesorom medicine i kemije Sveučilišta u Heidelbergu.

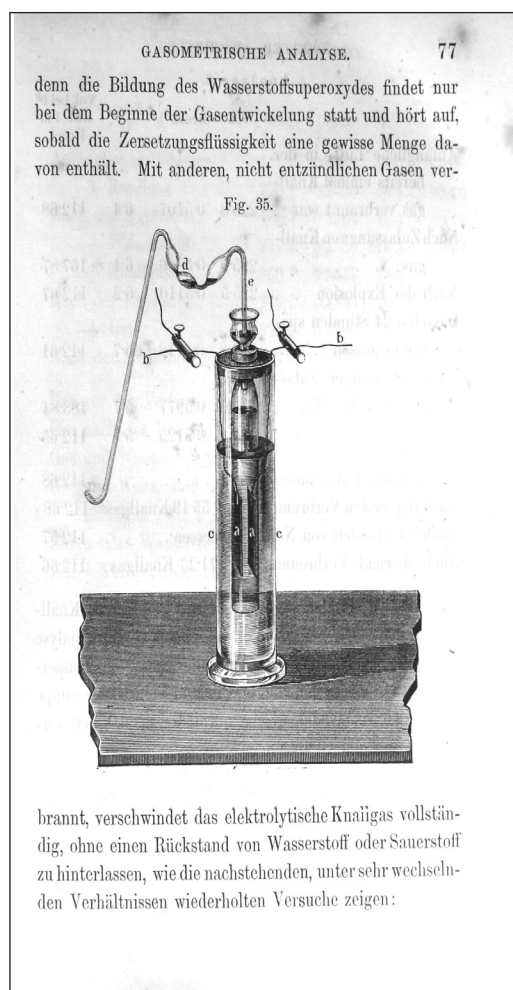
Leopold Gmelin u kemiju uvodi pojmove keton i ester, prvi dokazuje prisustvo klorovodične kiseline u želučanim sokovima te razvija test za otkrivanje bilirubina u mokraći. Poznat je i po otkriću kalijeva fericijanida. Autor je mnogobrojnih udžbenika i priručnika iz područja anorganske, organske i opće kemije čija se brojna izdanja mogu pronaći u Centralnoj kemijskoj biblioteci.

Na mjestu sveučilišnog profesora kemije u Heidelbergu naslijedio ga je mnogo poznatiji Robert Wilhelm Bunsen (1811.–1899.). Bunsen je završio studij kemije u Göttingenu doktoriravši sa samo 19 godina. Ubrzo biva promoviran u profesora kemije na Sveučilištu u Göttingenu te započinje opsežan rad na području kemije arsena ne bi li pronašao odgovarajući protuotrov. Izlažući se velikoj opasnosti najzad uspijeva. Valja spomenuti da su ga istraživanja arsenovih spojeva u nekoliko navrata umalo stajala života, a zbog eksplozije u laboratoriju izgubio je i vid na jednom oku. Sredinom 19. stoljeća, po dolasku u Heidelberg, započinje Bunsenovo najplodnije znanstveno razdoblje. Naime, uključivanjem grada u sustav plinske rasvjete dolazi na ideju o konstrukciji jednostavnog plinskog plamenika koji će postati sastavni dio svakog suvremenog laboratorija i oruđe njegovog najvećeg znanstvenog postignuća – emisijske atomske spektroskopije. Ispitujući emisijske spektre mnoštva poznatih elemenata, Bunsen u suradnji sa profesorom fizike Gustavom Kirchoffom dolazi do zaključka da svaki element ima karakterističan linijski spektar. Primjenom emisijske spektroskopije otkriva dva nova elementa – rubidij i cesij.

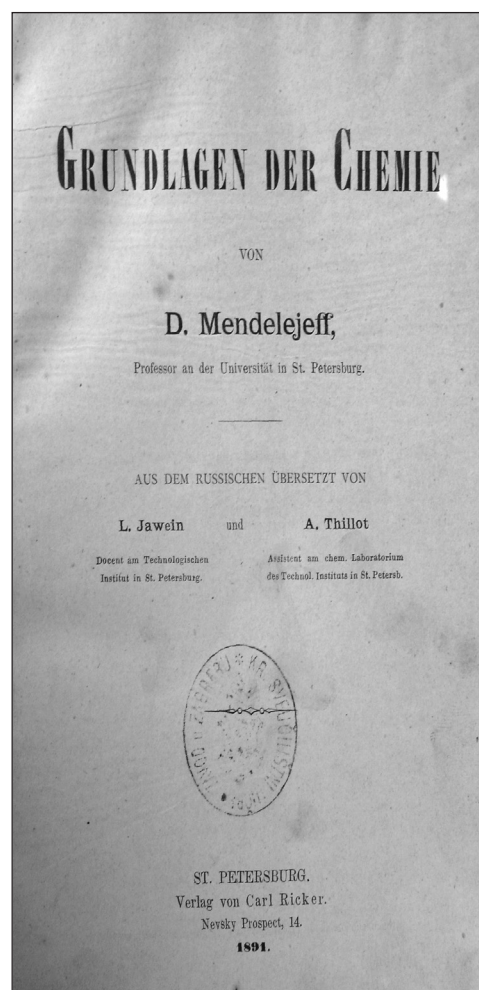
Knjiga Roberta Bunsena *Gasometrische Methoden (Metode mjerenja plinskih svojstava)* koja se nalazi u fondu Centralne kemijske biblioteke drugo je dopunjeno izdanje naslova iz 1877. godine u kojemu autor daje detaljan opis postupaka dobivanja, prikupljanja i analize različitih plinovitih supstancija. Naglasak je u knjizi na postupcima određivanja gustoće plinova, apsorpcijskih koeficijentata plinova u različitim tekućinama, određivanju toplina sagorijevanja, plamišta, zapaljivosti te eksplozivnosti različitih plinskih smjesa. Knjiga je pisana jednostavno, sažeto i pregledno. Bogato je ilustrirana slikama aparatura i uređaja popraćenih detaljnim tekstualnim objašnjenjem. Dobar dio teksta posvećen je računu i obradi eksperimentalnih podataka.

\* V. Jadrijević, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Centralna kemijska biblioteka, *Kemija u industriji* 47 (1998) 471–475

\*\* Radi se o djelima svjetski poznatih kemičara, objavljenima u razdoblju od 1848. do 1905., koja su se koristila u Hrvatskoj. Kako je sveučilišna nastava kemije utemeljena 1876., ova djela su rabili malobrojni hrvatski kemičari, profesori na realkama i realnim gimnazijama u Hrvatskoj, a kasnije i sveučilišni profesori kemije.



Slika 1 – Uređaj za elektrolizu, R. Bunsen, Gasometrische Methoden



Slika 2 – Preslik naslovnice njemačkog izdanja Mendeljevljeva udžbenika *Osnove kemije*

U laboratoriju Gustava Kirchoffa i Roberta Bunsena tijekom pedesetih godina 19. stoljeća djelovao je kao stipendist Dmitrij Ivanovič Mendeljejev (1834.–1907.). Mendeljejev je studirao u Moskvi i Petrogradu. Nakon završetka studija putuje u Francusku i Njemačku gdje se usavršava i stječe iskustvo surađujući s vodećim europskim kemičarima. Sudjeluje i na kongresu kemičara u Karlsruheu 1860. godine na kojemu Stanislaw Cannizzaro drži izlaganje o "atomskim težinama", koje će imati presudan utjecaj na Mendeljejev znanstveni rad i formulaciju periodnog zakona. Mendeljejev se 1866. godine vraća u Petrograd na mjesto sveučilišnog profesora kemije. Prvi periodni sustav sastavlja 1869., dopunjavajući ga 1871. godine s tada još neotkrivenim elementima. Po njihovu otkriću postaje najslavniji kemičar na svijetu.

Napisao je udžbenik *Osnove kemije* koji je preveden na njemački i engleski jezik. Njemački prijevod knjige pod naslovom *Grundlagen der Chemie* iz 1891. godine sastavni je dio fonda Centralne kemijske biblioteke. Naslov, koji obuhvaća više od 1100 stranica teksta, uglavnom daje detaljan pregled kemijskih elemenata, njihovih svojstava i spojeva. Stoga bi ga danas prije mogli okarakterizirati kao udžbenik anorganske kemije. Od cjelokupnog sadržaja knjige najzanimljivije je poglavlje o periodnom sustavu elemenata, u kojemu Mendeljejev objašnjava periodičnost kemijskih svojstava, razvoj periodnog sustava te dokaze koji se mogu navesti u prilog njegovoj teoriji. Osobitost djela čine i autorove opširne napomene, koje nerijetko zauzimaju i čitavu stranicu, te originalan i neposredan stil pisanja.

Među važnijim djelima na policama biblioteke može se naći i knjiga *Die mechanische Wärmetheorie* (*Mehanička teorija topline*), njemačkog fizičara Rudolfa Clausiusa (1822.–1888.) koji je u potpunosti izmijenio znanstvenu sliku svijeta. Razmatrajući znanstveni rad S. Carnota sredinom 1860-ih Clausius dolazi do epohalnog zaključka o stalnosti ukupne energije Svemira. Uvodi pojam entropije, fizikalne veličine koja se tijekom svakog spontanog procesa u Svemiru povećava. Dao je i znatan doprinos kinetičkoj teoriji plinova revidirajući jednostavan model plina uvođenjem rotacijskih, vibracijskih i translacijskih stupnjeva slobode.

U spomenutoj knjizi, od koje je nažalost samo drugi svezak od ukupno tri prisutan u biblioteci, Clausius električne pojave objašnjava termodinamičkim principima u okviru atomističke teorije. Pri tome detaljno obrađuje dielektrike, vodljivost elektrolita, elektrokemijske članke i termoelektrične pojave. Rudolf Clausius gotovo je čitav radni vijek proveo u Njemačkoj predavajući redom na sveučilištima u Berlinu, Würzburgu i Bonnu. Od 1855. do 1867. bio je predavač na sveučilištu u Zürichu.

Za uvođenje termodinamičkih principa u kemiju zaslužan je Friedrich Wilhelm Ostwald (1853.–1932.), utemeljitelj fizikalne kemije. Ostwald je rođen u Rigi, a studij kemije završava u Dorpatu. Godine 1881. postaje profesorom kemije u Rigi. Na poziv Sveučilišta u Leipzigu odaziva se 1887. godine. Odmah po dolasku u Leipzig započinje s vježbama iz napredne kemije i fizičko-kemijskim praktikumom – tečajem kojeg će završiti svi značajniji ke-

mičari toga doba. Godine 1897. osniva u Leipzigu poznati Fizičko-kemijski institut – prvu znanstvenu školu moderne fizikalne kemije. Napisao je mnoge udžbenike opće, fizikalne i anorganske kemije te pokrenuo prvi časopis iz područja fizikalne kemije (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, 1887.). Na znanstvenom planu najznačajniji su Ostwaldovi radovi iz područja brzina reakcija hidrolize soli i estera, provodnosti kiselina, konstanti ravnoteže, disocijacije vode, viskoznosti tekućina i kemijske kinetike. Dobitnik je Nobelove nagrade za kemiju 1909. U Centralnoj kemijskoj biblioteci valja istaći sljedeće Ostwaldove naslove iz opće kemije: *Lehrbuch der allgemeinen Chemie* iz 1885. godine te *Grundriss der allgemeinen Chemie* iz 1889. godine.

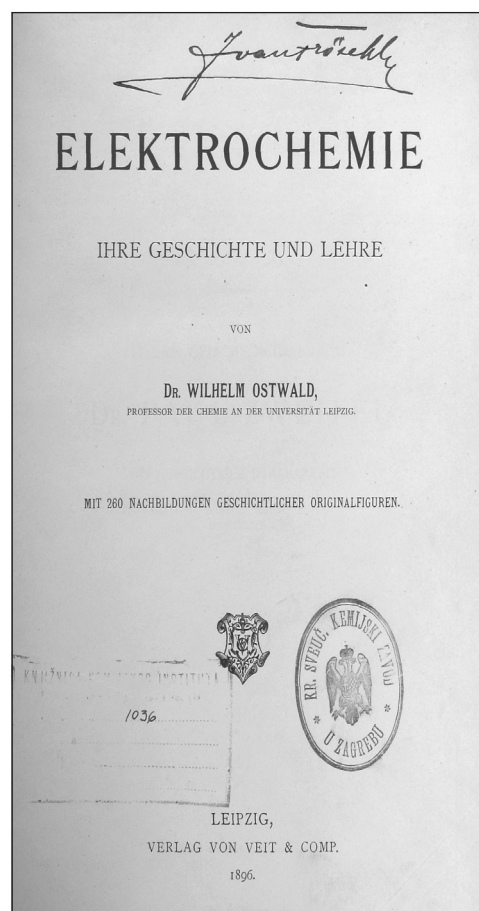
*Lehrbuch der allgemeinen Chemie* (Udžbenik opće kemije) prvo je izdanje naslova u dva volumena u kojemu je dan opsežan pregled gotovo svih područja kemije. Djelo započinje s atomskom teorijom, određivanjem "atomske težine" te pregledom kemijskih elemenata i njihova otkrića. Potom detaljno obrađuje svojstva triju agregatnih stanja s naglaskom na termodinamiku, kinetičku teoriju plinova i spektroskopiju. U drugom volumenu teme su termokemija, fotokemija te elektrokemija (elektrokemijski članci i vodljivost elektrolita), kinetika i kemijska ravnoteža. Naslov *Osnove opće kemije*, *Grundriss der allgemeinen Chemie* slijedi isti koncept, međutim u mnogo manjem opsegu.

U oba naslova prisutan je izrazito fizikalni i suvremeni pristup kemiji s opsežnim povijesnim uvodom u određenu temu. Tekst nikada ne nudi gole činjenice, već teorijskim i praktičnim razmatranjem problema nastoji čitatelja naučiti znanstvenom promišljanju i pristupu kemiji. Ostwald također ne izbjegava pitanja na koja tadašnja znanost nije znala odgovoriti, navodeći sve nelogičnosti i neslaganja teorije i eksperimenta. U tekstu *Osnova kemije* mogu se naći tada najnovije Arrheniusove i Gibbsove spoznaje, samo godinu dana poslije njihova osvanuća, što svjedoči o iznimnoj aktualnosti udžbenika. Čitajući ga danas, gotovo nije za povjerovati da se radi o knjizi napisanoj prije više od stotinu godina. Pored spomenutih naslova u biblioteci se može naći i Ostwaldovo djelo *Einführung in der Chemie* (Uvod u kemiju), u osnovi kratak, znanstveno-popularan pregled kemije za srednjoškolsku izobrazbu i samoizobrazbu, kako u podnaslovu i stoji.

Iz područja fizikalne kemije biblioteka posjeduje dvije Ostwaldove knjige: *Elektrochemie (Elektrokemija)* iz 1896. godine te nekoliko izdanja priručnika iz praktične fizikalne kemije *Physiko-Chemische Messungen* (Fizičko-kemijska mjerenja). Djelo *Elektrokemija* koje se proteže na više od 1100 stranica, sveobuhvatni je prikaz povijesnog razvoja discipline i tadašnje, suvremene elektrokemije. Pisano je kronološki i problemski u nastojanju, da kako u predgovoru stoji, "početniku olakša studij ovog znanstvenog područja". Knjiga započinje Galvanijevim i Voltinim pokusima, potom obrađuje elektrokemijske teorije i rad Michaela Faradaya, vodljivost elektrolita i elektrokemijske članke. Zadnje poglavlje posvećeno je teoriji elektrolitne disocijacije i njezinu tvorcu Svanteu Arrheniusu za čiju je znanstvenu afirmaciju Ostwald najviše i zaslužan.

U nastojanju da približi znanstveni rad mnogih kemičara javnosti, Ostwald pokreće i vodi seriju klasika egzaktnih znanosti (*Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften*). Izdanja spomenute serije u knjižnici obuhvaćaju prve radove C. M. Guldburga i P. Waagea iz područja kemijske kinetike, Hittorffove radove iz područja vodljivosti elektrolita te elektrokemijska istraživanja Humphryja Davyja.

Ostwaldov suradnik Svante August Arrhenius (1859.–1927.) rođen je u Uppsali, gdje je i završio studij. Doktorirao je u Stockholmu na osnovi mjerenja vodljivosti elektrolitnih otopina 1884. Njegova doktorska disertacija, prihvaćena prvotno sa skepsom, donijela mu je, nakon Ostwaldova osobna zauzimanja, svjetsku slavu. Godine 1886. na Ostwaldov poziv prelazi na Sveučilište u Rigi. Sljedećih nekoliko godina provodi u Njemačkoj i Nizozemskoj surađujući s Kohlrauschom, Nernstom, van't Hoffom i Boltzmannom. Po povratku u Švedsku 1891., promoviran je u predavača, a



Slika 3 – Preslik naslovnice Ostwaldova udžbenika elektrokemije

potom 1895. u profesora fizike na Sveučilištu u Stockholmu. Od 1905. godine do smrti obnaša dužnost ravnatelja Nobelovog instituta za fizikalnu kemiju u Stockholmu. Najveći je njegov doprinos kemiji teorija elektrolitne disocijacije. Značajan je i njegov prilog kemijskoj kinetici (Arrheniusova jednadžba ovisnosti brzine reakcije o temperaturi) i kemijskoj imunologiji. Arrhenius je prvi definirao tzv. učinak staklenika. Godine 1903. dodijeljena mu je Nobelova nagrada za kemiju.

Autor je Udžbenika iz elektrokemije čiji se njemački prijevod, *Lehrbuch der Elektrochemie* iz 1901. godine nalazi u Centralnoj kemijskoj biblioteci. Za razliku od Ostwaldovog udžbenika elektrokemije Arrheniusov je znatno sažetiji s vrlo kratkim povijesnim pregledom. Ima i mnogo sadržaja koji se ne dotiču izravno elektrokemije, poput sniženja ledišta i povišenja vrelišta tekućina uz prisustvo otopljenih tvari ili osmotskog tlaka otopina. Međutim glavna je tema knjige elektrolitna disocijacija, kojoj su posvećena čak tri poglavlja. Uvrštavanje koligativnih svojstava u tekst udžbenika stoga je posve razumljivo. Knjiga, upravo stoga što ju je napisao sam tvorac teorije elektrolitne disocijacije, jedne od važnijih, revolucionarnih teorija u kemiji, ima izniman značaj za povijest kemijske znanosti, a svakako i za Centralnu kemijsku biblioteku.

Elektrokemiju je značajno unaprijedio još jedan Ostwaldov suradnik, Walther Hermann Nernst (1864.–1941.), profesor fizikalne kemije na Sveučilištu u Berlinu i osnivač kemijskih instituta u Berlinu i Göttingenu. Doktorirao je kod znamenitog fizičara F. Kohlrauscha. Poznat je po jednadžbi za razliku potencijala u elektrokemijskom članku (elektromotivnost ili elektromotorna sila), zakonu raspodjele otopljenih tvari u tekućinama koje se ne miješaju te

Nernstovu toplinskom poučku ("treći stavak termodinamike"). Dokazao je Einsteinovu teoriju o toplinskim kapacitetima čvrstih tvari i definirao fotokemijski ekvivalent te predložio teoriju lančanih reakcija u fotokemiji (temeljem lančane reakcije klora s vodikom). Godine 1920. godine dodijeljena mu je Nobelova nagrada za kemiju.

Njegovo djelo *Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroscchen Regel und Thermodynamik* (Teorijska kemija sa stanovišta Avogadrove hipoteze i termodinamike) bilo je dugi niz godina vodeći svjetski udžbenik fizikalne kemije i doživilo brojna izdanja i prijevode. U fondu biblioteke postoji nekoliko izdanja navedenog udžbenika. Riječ je o sveobuhvatnom prikazu fizikalne kemije (više od 770 stranica) s naglaskom na mikroskopsku, molekularnu sliku materije u okviru atomističke teorije i kemijsku termodinamiku, posebice termodinamiku elektrokemijskih članaka za čiji je razvoj najzaslužniji Nernst osobno. Nernst, kako u uvodu stoji, u čitavom udžbeniku nastoji uskladiti i pomiriti "Avogadrovu hipotezu" i "zakone energetike".

Za tehnološku primjenu kemijske termodinamike, posebice na reakcijama u plinskoj fazi, uvelike je zaslužan Fritz Haber (1868.–1934.). Haber je rođen u Wroclawu (Breslau), a studirao je kemiju u Heidelbergu i Berlinu. Godine 1894. prihvaća mjesto asistenta iz područja kemijske tehnologije u Karlsruheu, ubrzo postaje naslovnim docentom, a 1906. profesorom fizikalne kemije i elektrokemije te direktorom novoosnovanog instituta u Karlsruheu. Godine 1911. imenovan je direktorom Instituta za fizikalnu kemiju i elektrokemiju u Berlinu na čijem čelu ostaje do 1933. godine.

Na početku znanstvene karijere bavi se problematikom razgradnje i izgaranja ugljikovodika, potom ravnotežom i kinetikom elektrodnih reakcija i kemijskom tehnologijom. Najpoznatiji je po radu na području termodinamike plinskih reakcija, osobito po postupku fiksacije dušika u amonijak, koji razvija u suradnji s Carlom Boschom. Haber-Boschov postupak proizvodnje amonijaka iz dušika i vodika omogućio je snažan razvoj industrije umjetnih gnojiva, ali i njemačke vojne industrije produživši prvi svjetski rat. Fritz Haber, iako podrijetlom Židov, bio je vatreni njemački domoljub i nažalost sudjelovao u razvoju njemačkog kemijskog oružja tijekom prvog svjetskog rata. Nagrađen je Nobelovom nagradom za kemiju 1918. godine.

Autor je nekoliko knjiga među kojima se ističe naslov *Termodinamik technischer Gasreaktionen* (Tehnička termodinamika reakcija u plinskoj fazi). Prvo izdanje navedene knjige iz 1905. godine dio je fonda biblioteke. Naslov obuhvaća kratak pregled termodinamike i termodinamičko tumačenje niza različitih, tehnoloških važnih reakcija u plinskoj fazi. Valja spomenuti da u knjizi po prvi put opisuje i prve vlastite pokuse sinteze amonijaka iz elemenata uz željezo kao katalizator.

Pored djela spomenutih, značajnijih autora zaštićeni fond Centralne kemijske biblioteke obuhvaća više od stotinu naslova izdanih



Slika 4 – Fotografija Kohlrauscha i njegovih suradnika. Stoje s lijeva na desno: Heydweiller, Rasch, Arrhenius, Nernst. Sjede s lijeva na desno: Palazzo, Kohlrausch, Sheldon

od druge polovice devetnaestog do početka dvadesetog stoljeća iz različitih područja fizike, kemije i medicine. Brojna je literatura iz medicinske higijene, sudske kemije i kemijske tehnologije. Svi se naslovi naravno mogu dobiti na uvid u Centralnoj kemijskoj biblioteci ili vidjeti u sklopu stalne postavne povijesne kemijske literature u predvorju Kemijskog odsjeka.

#### Literatura:

1. *I. Asimov*, Biographische Encyclopaedie der Naturwissenschaften und der Technik, Herder, Freiburg, 1973.
2. *D. Grdenić*, Povijest kemije, Novi Liber, Školska knjiga, Zagreb, 2001.
3. Leksikon nobelovaca: 1901.–2002., Nart trgovina, Zagreb, 2003.
4. The New Encyclopaedia Britannica – Micropaedia: ready reference; volumes 1-8, Encyclopaedia Britannica, Inc., Chicago, 1995.
5. 120 godina nastave prirodoslovlja i matematike na Sveučilištu u Zagrebu: spomenica PMF, Prirodoslovno-matematički fakultet (ur. Ž. Kućan), Zagreb, 1996.
6. Spomenica Prirodoslovno-matematičkog fakulteta: 1874.–1974.: prilikom stogodišnjice organiziranog znanstvenog i nastavnog rada iz prirodnih i matematičkih znanosti, Sveučilište u Zagrebu (ur. V. Kochansky-Devidé), Zagreb, 1974.
7. <http://nobelprize.org/chemistry/laureates/>