



KEMIJA U NASTAVI

Uređuje: Nenad Raos

DOI: 10.15255/KUI.2017.022

KUI-7/2018

Stručni rad

Prispjelo 9. lipnja 2017.

Prihvaćeno 19. srpnja 2017.

Etimološki pristup učenju kemije

N. Raos*

Ovo djelo je dano na korištenje pod
Creative Commons Attribution 4.0
International License



Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, p.p. 291, 10 001 Zagreb

Sažetak

Etimološki pristup učenju kemije je u tome da ne objasnimo samo što ime ili termin znači nego i da ukažemo na njegovo izvorno značenje te objasnimo kako je našao svoj put do kemije. U članku se razmatra povijest anorganske kemije kroz povijest imenovanja kemijskih elemenata. Povijest pak organske kemije otkriva, upravo kroz imena spojeva, da se temeljila prije svega na izolaciji čistih tvari iz prirodnih materijala. Etimološki pristup učenju kemije olakšava usvajanje kemijske nomenklature i terminologije te povezuje kemiju s drugim djelatnostima (filologijom, historiografijom, ekonomijom, politikom).

Ključne riječi

Nastava kemije, povijest kemije, jezikoslovlje, kemijska nomenklatura, kemijska terminologija

Uvod

Etimologija, znanost o podrijetlu ("korijenima") riječi, nije korisna samo u filologiji, što se samo po sebi razumije, nego i u drugim znanstvenim disciplinama poput etnologije i historiografije. Tako iz spoznaje kako je riječ "jarbol" latinskog podrijetla (lat. *arbor* = stablo), možemo zaključiti barem dvoje. Prvo je da Hrvati nisu izvorno pomorski narod nego da su pomorsku vještinu naučili od latinskih naroda koji su prije njih obitali na obalama Jadranskoga mora. Drugi zaključak koji se može izvesti iz korijena riječi "jarbol" je da se jarbol izrađivao od jednog komada drva, točnije od borova debla.

I riječi koje rabe kemičari, bilo kao dio sustavne međunarodne (IUPAC-ove) nomenklature,¹⁻³ bilo kao dio neslužbenog, više kolokvijalnog nazivlja, imaju kao sve druge riječi svoju etimologiju.^{4,5} Budući da se termini u kemiji većinom temelje na grčkom i latinskom jeziku, koje malo koji kemičar poznaje, oni se počesto rabe kao gotove fraze čije pravo značenje ostaje skriveno. Stoga se učenje kemijskih termina učeniku čini kao učenje magijskih formula: metan, etan, propan, butan, orangutan... Zašto se supstituenti na benzenskom prstenu označavaju kao *ortho*-, *meta*- i *para*-? Zašto se jedni izomeri oko dvostruke veze zovu *cis*, a drugi *trans*? (Sve su to prijedlozi u grčkom, dotično latinskom jeziku.) S čime da učenik poveže ime salicilne ili benzojeve kiseline, glicina i glicerola, helija i rutenija? Ono što ne razumijemo teško ćemo (ako ćemo) naučiti. To naročito vrijedi za učenje riječi, kako u stranom tako i u materinskom jeziku.

Svrha ovog članka je da ukaže na taj problem pri učenju kemije. Nastavnik koji ukazuje na osnovno značenje kemijskih imena i pojmova pomaže učenicima da ih lakše usvoje, a isto otvara put prema dubljem razumijevanju kemije, posebice njezine povijesti te nekadašnjeg i sadašnjeg društvenog konteksta njezina djelovanja. Jer baš kao u slučaju riječi "jarbol", imena kemijskih elemenata i spojeva otkrivaju nam povijest njihova otkrića, pa i stanje kemijske znanosti u doba kada su prepoznati kao zasebne tvari.

Kemijski elementi

Povijest otkrića kemijskih elemenata⁵⁻⁷ možemo podijeliti na tri razdoblja. U prvom razdoblju, koje se proteže od davnina do početka 16. stoljeća, kemijski su elementi bili tvari kao i sve druge, pa su se tako i imenovali. U drugom razdoblju, razdoblju mlade kemije, kemičari počinju otkrivati nove metale (arsen, bizmut, antimon) te ih potom tražiti u prirodi, posebice u mineralima. Tim je otkrićima bitno pridonio razvoj kemijske analize. Posljednje, treće razdoblje, koje traje negdje od sredine prošloga stoljeća, doba je elemenata dobivenih nukleosintezom. Njih se više ne nalazi u prirodi, pa njihovo otkriće ne pripada kemiji nego fizici.

Svojstveno je za elemente otkrivene u prvom, a dobrim dijelom i u drugom razdoblju da su imena dobivali prema nekom karakterističnom svojstvu ili pak po svome podrijetlu. Tako latinska riječ *aurum* ima korijen u riječi *aurora* (zora), što znači da je zlato metal boje (rujne) zore. (Tome sam se na svoje oči osvjedočio u Bolu, na otoku Braču. Zlatni Rat doista sija poput zlata obasjan prvim zrakama sunca.) Bakar, *cuprum*, dobio je pak ime po svome po-

* Dr. sc. Nenad Raos
e-pošta: raos@imi.hr

drijetlu, *aes cyprium* (ciparska mjed). Drugim riječima bakar za Rimljana nije bila nekakva posebna tvar nego tek vrsta vrlo fine mjedi koja se dobiva iz rudnika na otoku Cipru.* Još je bolji primjer slitina srebra s 20 – 30 % zlata (egipt. *azem*, lat. *electrum*), koju su u antici smatrali posebnim metalom a Grci joj dali ime po boji jantara, kojeg su također zvali *elektron*.

Ta nam dva primjera pokazuju kako se u starini kemijski elementi nisu poznavali kao posebne tvari, pa se ni u jeziku nisu tako tretirali. Vino plavac dobilo je ime, poput zlata (*aurum*), prema boji grožđa iz kojeg se pravi, a paški sir, poput *aes cyprium*, prema otoku s kojega potječe. Riječ *kemija* pak, prema istom etimološkom načelu, dolazi od imena Egipta (Heme, Keme ili Kime), odakle potječe "egipatska nauka".^{8,9}

Kemijska revolucija, ona Lavoisierova, ogleda se i u imenima novootkrivenih elemenata. Vodik (franc. *hydrogène*) i kisik (franc. *oxygène*) dobili su ime po kemijskim, pravo rečeno strukturnim, ne fizikalnim svojstvima.** U imenu prvog krije se važno otkriće da voda nije element (kako se mislilo sve do 18. stoljeća), nego da se može rastaviti na još jednostavnije tvari, vodik i kisik. Ime pak kisika (grč. *oxys* = kiselina) ukazuje na Lavoisierovu, već odavno napuštenu teoriju kiselina, prema kojoj kiseline nužno sadržavaju kisik (pa se zbog toga klor dugo smatrao oksidiranom (deflogistoniranom) solnom (murijatičnom) kiselinom). Ime dušika (franc. *azote*) ukazuje pak na analizu zraka i Lavoisierove fiziološke pokuse (slika 1).

I drugi elementi dobivaju imena po svojstvima, uglavnom fizikalnima, poput klora (grč. *chloros* = žutozelen) i broma (grč. *bromos* = smrdljiv). No imenovanje elemenata po bojama, indija (prema indigu), rubidija (lat. *rubidum* = crven) i cezija (lat. *caesium* = nebeski plav) otkriva nam pak da je atomska spektralna analiza postala dominantna metoda za otkrivanje elemenata, budući da navedene boje pripadaju solima rečenih elemenata u plamenu.^{10,11} U tom je pogledu najpoznatiji helij, koji je otkriven prije na Suncu (grč. *helios*) nego na Zemlji.

No u imenima kemijskih elemenata ne vidi se samo razvoj kemijskih metoda i pojmova. Buđenje nacionalne svijesti u europskih naroda nakon napoleonskih ratova, a posebice ratovi za nacionalno oslobođenje i afirmaciju sredinom 19. stoljeća našli su svoj odraz i u kemiji.¹²⁻¹⁴ Novi elementi (germanij, galij, francij, polonij, rutenij) dobivaju imena prema zemljama kemičara koji su ih otkrili ili pak po prepoznatljivim obilježima tih zemalja (renij po Rajni, lutecij po Luteciji, Parizu), jer je u to doba očito bilo važnije proslaviti zemlju nego otkrivača. Tek u 20. stoljeću novootkriveni, uglavnom transuranijski elementi dobivaju imena u

* Slično je i u drugim jezicima. Poput latinske riječi *aes* grčka riječ *halkos* i slavenska *mjed* pokriva bakar i njegove slitine. U ruskom je *mjed* (мед) ime za Cu. Bakar je pak riječ turskog podrijetla (*bakyr*), jer je otuda očito dolazila naročita vrsta "fine mjedi".

** Izvođenje imena kemijskih elemenata iz grčkog, a ne recimo iz Lavoisierova materinskog i u to doba vrlo raširenog francuskog jezika, treba tražiti u tadašnjoj modi klasicizma kako u Francuskoj tako i u drugim europskim zemljama. Lavoisierova supruga Marie Anne Pierette Lavoisier r. Paulze bila je slikarica, učenica glasovitog klasicističkog slikara Jacquesa Louisa Davida. David je autor i portreta supružnika Lavoisier (1788.) koji je upotrebljen kao predložak za ilustraciju u ovome članku.



Slika 1 – Odakle dušiku ime: Lavoisier je utvrdio 1777. godine da se zrak sastoji od dva plina, jedan je pogodan za disanje, a drugi nije. Ilustrirala Maja Raos Melis.²⁴

Fig. 1 – The name of nitrogen (*azote*): in 1777 Lavoisier discovered that air is composed of two gases, one is suitable for breathing, the other is not. Illustrator: Maja Raos Melis.²⁴

slavu kemičara, a još više fizičara (rutherfordij, roentgenij, kopernicij). Nakon završetka Drugoga svjetskog rata istaknuti su fizičari (Einstein, Bohr, Oppenheimer) postali naime medijske zvijezde. Razlog se daje iščitati iz činjenice da je trebalo nekako opravdati razvoj nuklearnog oružja, a to se najbolje moglo učiniti tako da se pokaže kako iza njege stoje najbolji umovi čovječanstva, a ne vojnici i političari sa svojim sumnjivim interesima.

Nacionalizam 19. stoljeća očituje se i u pokušaju stvaranja vlastite, nacionalne kemijske terminologije. Imena najvažnijih elemenata prevode se na vlastite jezike: vodik (njem. *Wasserstoff*), kisik (njem. *Sauerstoff*), dušik (njem. *Stickstoff*), ugljik (njem. *Kohlenstoff*), što se lako prihvaća, no ne prihvaćaju se ekstravagancije kao imenovanje fosfora *svjetlikom*, fluora *jedikom*, klora *solikom*, broma *smrdikom* ili kalija *lužikom*.^{15,16} Šulekovo ime *kremik* za silicij forsira Bubanović (kremična kiselina, kremični dvokis), vjerojatno pod utjecajem njemačkog jezika (*Kieselsäure*), no ono se ne održava. Najnoviji pokušaji da se za sve kemijske elemente uvedu potpuno hrvatski nazivi ostali su samo u pokušaju. Unatoč buđenju hrvatske narodne svijesti nakon uspostavljanja hrvatske nacionalne države 90-ih godina prošloga stoljeća, na pokušaje uspostavljanja sasvim novih jezičnih standarda hrvatskog stručnog (kemijskog) jezika¹⁷ ipak trebamo gledati kao na povijesni anakronizam. Stoga je posve nerealno očekivati da će ono što nije uspjelo Šuleku u 19. uspjeti Bulcsúu Lászlóu u 21. stoljeću, posebice kada se uzme u obzir stoljetna tradicija učenja kemije u Hrvatskoj.

Organski spojevi

Za razliku od drugih prirodnih znanosti kemija ima vrlo dobro razrađen sustav nomenklature. U biologiji imenovanje biljnih i životinjskih vrsta olakšava binominalna ("dvoimena") nomenklatura (npr. *Homo sapiens* za čovjeka), no u tome se sustavu ništa bitno nije promijenilo od 18. stoljeća kada ga je uveo Linnaeus. U mineralogiji nikakvo sustavno imenovanje minerala nije predloženo, a još manje uvedeno – razlog tome je očito mnogo karakteristika koje tvar iz prirode mora ispuniti (kemijski sastav, kristalna modifikacija, tvrdoća, boja, oblik (habitus) kristala...) da bi se mogla prepoznati baš kao taj mineral. No u organskoj je kemiji sustavna nomenklatura mnogo olakšana činjenicom što je svaki spoj posve definiran ugljikovodičnim kosturom i supstituentima na njemu; kemijska se nomenklatura dakle svodi na sustavan i jednoznačan opis molekularne strukture. No kako izvesti taj opis?

Ima sedam osnovnih načina ("broadly speaking") imenovanja organskih spojeva (tablica 1),¹⁸ koji nisu svi dopušteni u međunarodnoj sustavnoj, IUPAC-ovoj nomenklaturi. No tu je zamka. IUPAC-ova je nomenklatura često nepraktična. Osnovi zakon lingvistike kazuje da bilo što što se kaže ili napiše teži ekonomičnosti i ekspresivnosti. (Reci kratko i jasno!) Ta je nomenklatura jasna, ali nije kratka. Stoga se i dalje rabe imena izvan sustava, bilo zbog svoje kratkoće bilo zato što su se već udomačila (voda umjesto divodikov oksid ili oksidan, formaldehid umjesto metanal, limunska kiselina umjesto 2-hidroksipropan-1,2,3-trikarboksilna kiselina i sl.). Takva su se ("trivijalna") imena udomačila u biokemiji.

No kakva god nomenklatura bila ona se mora temeljiti na tradiciji, na prirodnom razvoju jezika. Stoga u svakoj kemijskoj nomenklaturi nalazimo riječi koje su odnekud došle (metil, propil, amino, tio, neo...) izgubivši izvorni smisao. (Predložena je i nomenklatura bez ikakve veze s tradicionalnim imenima organskih spojeva,¹⁹ no ona nije prihvaćena.^{20,21}) Stoga treba sagledati etimologiju da bi se kemijsko ime do kraja razumjelo.

Mnoga trivijalna imena počinju prefiksom *gli-* ili *glu-* (glukoza, glikol, glicin, glicerol, glikogen). On potječe od grčke riječi *glykys* = sladak, pa iz toga zaključujemo kako je riječ o slatkim tvarima. No stari naziv za glicin, *glikokol* (grč. *glykys* + *kolla* = tutkalo) govori nam da se dobiva iz tutkala, hidrolizom želatine (Nijemci su *glikokol* nadobudno preveli u *Leimsüss*). Stoga trivijalno ime najjednostavnije aminokiseline otkriva više nego što smo se nadali. Oda je nam svoje proteinsko podrijetlo te ukazuje na činjenicu da se od drugih aminokiselina razlikuje slatkim okusom. (Kušanje pripravaka bila je u to doba legitimna analitička metoda!)

Kao i ime glicina, i imena drugih organskih spojeva odaju svoje podrijetlo. Salicilna kiselina potječe od vrbe (lat. *salix*), točnije iz vrbine kore, iz koje je izoliran salicin, sredstvo protiv vrućice. Benzojeva je kiselina dobila ime po biljci *Styrax benzoides*, u čijoj se smoli nalazi rečena kiselina i njezini esteri. Od toga su osnovnog imena nastala imena praktički svega što sadrži šesteročlani aromatski prsten (benzen, benzil, benzoil, dibenzil, dibenzoil, benzidin, benzamid, benzanilid...). Octena se kiselina dobiva naravno iz octa, mravlja iz mrava (destilacijom), mliječna iz mlijeka, maslačna iz (užegloga) maslaca, jabučna iz jabuke, limunska iz limuna. Cijan (grč. *kyaneos* = crvenkasto modar, mrk) ukazuje pak na činjenicu da je berlinsko modrilo²² njegov koordinacijski kompleks. Ni nastavak *-il* (*-yl*) nije se našao slučajno. On potječe od grčke riječi *hyle* = tvar (metil = tvar iz metana, metanska građa). Korijen acet ukazuje pak na vezu s octenom kiselinom (*acidum aceticum*), a korijen form s mravljom (*acidum formicicum*), pa se svi spojevi s tim korijenom (acetaldehid, acetilen, formaldehid, formamid) mogu smatrati derivatima rečenih kiselina.

Ti nam primjeri pokazuju da su temeljni organski spojevi u 19. stoljeću otkrivani izolacijom iz prirodnih materijala, da bi se potom prevodili u derivate jednostavnim reagensima (kiselinama, lužinama, kalijevim permanganatom, jodom, bakrovim(II) oksidom i sl.). Tako su nastajali njihovi alde-

Tablica 1 – Sedam načina imenovanja organskih spojeva¹⁸
Table 1 – Seven ways to name organic compounds¹⁸

Vrsta imena Kind of names	Primjer Example	Formula Formula
funkcijsko ime functional name	neopentan neopentane	(CH ₃) ₄ C
supstitutivno ime substitutive name	1,1,1-trimetiletan 1,1,1-trimethylethane	(CH ₃) ₄ C
aditivno ime additive name	etilen-oksidi ethylene oxyde	(CH ₂) ₂ O
zamjensko ime replacement name	tiofenol thiophenol	C ₆ H ₅ SH
konjunktivno ime conjunctive name	bifenol biphenol	C ₆ H ₅ -C ₆ H ₅
raciofunkcijsko ime ratiofunctional name	etilni alkohol ethyl alcohol	CH ₃ CH ₂ OH
obično (trivijalno) ime common (trivial) name	glicin glycine	H ₂ NCH ₂ COOH

hidi, alkoholi, kiseline i esteri dok je ugljikovodični kostur ostao očuvan, što je na kraju dovelo do teorije radikala kao "nepromjenjivih" dijelova molekule. U tom svjetlu treba razumjeti i značenje riječi *lučba* (usp. njem. *Sheidekunst*), jer je osnovna grana kemije u to doba bila analitika. Stoga se napuštanje te riječi i uvođenje sustavne (strukturne) kemijske nomenklature može shvatiti kao pobjeda organske sinteze, jer za spoj dobiven totalnom sintezom nema potrebe, a počesto ga nije ni moguće dovoditi u vezu s nekom biljkom ili životinjom. ("Od biljevine i životinjske kemije postala je kemija ugljikovih spojeva", kaže Bubanović konstatirajući da je poznato 150 000 spojeva dobivenih sintezom no "tek neko par stotina" izoliranih "iz svih bilina i životinja".)²³ No sustav sufiksa i prefiksa u njihovim imenima vraća nas na kemiju prohujalih stoljeća. Sufiks *-ol* za alkohole dolazi od Paracelsusova naziva za alkohol, *alcohol vini* = vrlo fina tvar iz vina (ar. *al-kohl* = fini prah, korišten kao puder u kozmetici), a to pak ukazuje na činjenicu da je Paracelsus zagovarao upravo arapsku, Aviceninu, protiv tada u Europi općenito prihvaćene rimske, Galenove medicine.

Primjena u nastavi

Namjera ovog priloga nije da bude prikaz povijesti kemije ili povijesti kemijske nomenklature i terminologije. Još mu je manje namjera da bude etimološki rječnik kemijskih imena i pojmova. To bi uostalom bilo previše za očekivati od tako kratkog napisa. Namjera mi je prije svega bila dati putokaz nastavniku u inventivnoj prezentaciji nastavnih sadržaja te ga ohrabriti u prikazivanju kemije u malo širem svjetlu. Kemija nije samo prirodna znanost nego i civilizacijska tekovina koja utječe na sredstva za proizvodnju, na gospodarstvo, na kulturu i politiku.* Stoga smatram kako se ne bi trebala obraditi nijedna nastavna cjelina a da se ne prikaže njezin širi, kako povijesni tako i kulturni, a prije svega jezični okvir. Jer najveća je zapreka učenju kemije njezino izdvajanje iz općih društvenih i povijesnih tokova, pa se onda učeniku čini da je kemija nečija izmišljotina.

Učenike bi se trebalo poticati da iz imena kemijskog elementa ili spoja zaključuje o njegovim fizikalno-kemijskim svojstvima, dobivanju i slično. Primjerice:

• Kakve je boje klor? • Zašto su zlato i helij "plemeniti"? • Zašto se živa zove živa? • Je li ime "dušik" za element pro-

tonskog broja sedam opravdano? A ime azote? • Je li kisik kiseo? • Jesu li radij i radon radioaktivni elementi? • Koji se elementi kriju iza starih (Šulekovih) imena *vapnik*, *gorčik*, *težik*, *sodik* i *glinik*? • Što možeš reći o arsenu na temelju njegova ruskog imena *mišjak* (мышьяк)? • Koji se mineral krije iza imena *slankamen*? • Što je *mjedov kis*? • Na koji način nastaje pirofosforna kiselina iz fosforne kiseline? • Kako se iz živoga vapna dobiva gašeno? Koje je od ta dva vapna oksid, a koje hidroksid? Zašto? • Oksidi nemetala zovu se i kiselinski anhidridi. Zašto? • Iz bijele magnezije (lat. *magnesia alba*) nastaje žarena magnezija (lat. *magnesia usta*). Jedna od tih "magnezija" je magnezijev karbonat. Koja? Što je po kemijskom sastavu druga "magnezija"? • Što se može zaključiti o reaktivnosti alkana iz njihova starog imena, parafini? • Može li se iz riječi aldehid zaključiti da aldehidi nastaju oksidacijom alkohola? • Kakav okus ima glicerol? • Vinari znaju patvoriti vino vrlo otrovnim etilenglikolom (glikolnim antifrizom). Zašto? • Iz čega nastaju disaharidi maltoza i celobioza? Što se iz toga može zaključiti o njihovoj strukturi? • Koja žlijezda izlučuje adrenalin (koji se istoiznačno zove i epinefrin)?

Traženjem odgovora na ta pitanja učenici se mogu zainteresirati za kemiju, a svakako će im pomoći u usvajanju stručnog jezika kemičara.

Mogu se upriličiti i igre riječima u kojima bi se analizirala imena elemenata i spojeva koje bi predlagao nastavnik ili učenici te razmatrala povijesna i trivijalna imena (npr. *alcaligène* za dušik, karbolna kiselina za fenol, umjetna svila za regeneriranu celulozu). Lijep je primjer i barbiturna kiselina. Kiselinu je dao ime njemački kemičar Adolf von Baeyer, koji ju je otkrio, prema svojoj djevojci Barbari. To ime baš ništa ne kazuje o strukturi, fizičko-kemijskih svojstvima i fiziološkom djelovanju te kiseline, no ipak je sretno odabrano. Njezine soli, barbiturati služe naime u medicini kao hipnotici, pa im ime asociira na brižnu žensku osobu.

Nema sumnje da takav pristup učenju kemije zahtjeva snalažljivost i domišljatost. Stoga bi bilo najbolje upriličiti neku vrstu kviza u kojem bi sudjelovali darovitiji učenici. Nažalost, sudionicima kviza često nedostaje upravo domišljatost. Sjećam se pitanja s televizije: "Koji metal otapa zlatotopka?" Odgovor: "Željezo!"

Takav pristup učenju kemije usto podiže jezičnu kulturu učenika. Uči ih da svakoj novoj riječi, posebice stranoj, ispituju značenje i potraže podrijetlo. Tako im se neće u životu događati da upotrebljavaju strane riječi u krivom značenju i iskrivljenom izgovoru, što nažalost sve češće vidamo u medijima i čujemo od javnih osoba ("originalan", "kopotentan (kopitentan)", "najoptimalniji", "potencijalna mogućnost" i sl.).

* "Ondje gdje Englezi monopol postavie, njemačka znanost (očito kemija) monopol razbije" (*Dort, wo Engländer Monopole haben, hat die deutsche Wissenschaft Monopole gebrochen*), bila je njemačka ratna krilatica. Njemačka je kemijskom tehnologijom nadoknađivala nedostatak sirovina.

Literatura References

- IUPAC: Hrvatska nomenklatura anorganske kemije, preporuke IUPAC 1990., preporuke HKD 1995., urednik hrvatskog prijevoda: V. Simeon, prijevod: B. Grabarić, A. Jene-ković, M. Marković, V. Simeon-Rudolf, V. Simeon, H. Vančik, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- IUPAC: Vodič kroz IUPAC-ovu nomenklaturu organskih spojeva, preporuke IUPAC 1993., preporuke HKD i HKDI 2001.; urednik hrvatskog prijevoda V. Rapić, prijevod: I. Bregovec, Š. Horvat, K. Majerski, V. Rapić, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- V. Rapić, Nomenklatura organskih spojeva, Školska knjiga, Zagreb, 2004.
- N. S. Sarma, Etymology as an aid to understanding chemical concepts, J. Chem. Educ. **81**(10) (2004) 1437–1439, doi: <https://doi.org/10.1021/ed081p1437>.
- V. Ringnes, Origin of names of chemical elements, J. Chem. Educ. **66** (9) (1989) 731–737, doi: <https://doi.org/10.1021/ed066p731>.
- J. Andraos, Names of scientists associated with discoveries of elements of periodic table, url: <http://www.careerchem.com/NAMED/Elements-Discoverers.pdf>.
- D. N. Trifonov, V. D. Trifonov, Chemical Elements. How were they discovered, Mir Publishers, Moscow, 1985.
- D. Grdenić, Povijest kemije, Novi Liber i Školska knjiga, Zagreb, 2001., str. 195–200.
- R. F. Trimble, Etymology of chemistry, J. Chem. Educ. **53** (12) (1976) 802, doi: <https://doi.org/10.1021/ed053p802.4>.
- V. Thomsen, A timeline of atomic spectroscopy, Spectroscopy **21** (10) (2006) 32–42.
- T. H. Pearson, A. J. Ihde, Chemistry and the spectrum before Bunsen and Kirchhoff, J. Chem. Educ. **28** (5) (1951) 267–271, doi: <https://doi.org/10.1021/ed028p267>.
- N. Raos, Kemijska nomenklatura i terminologija u svjetlu nacionalizma, Kem. Ind. **64** (2015) 19–25, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2013.037>.
- N. Raos, Pan-slavism and the Periodic System of the Elements, Bull. Hist. Chem. **37** (1) (2012) 24–28.
- N. Raos, T. Portada, V. Stilinović, Anionic names of acids – an experiment in chemical nomenclature, Bull. Hist. Chem. **38** (1) (2013) 61–66.
- H. Iveković, Počeci hrvatske nomenklature elemenata i anorganskih spojeva u drugoj polovici 19. stoljeća, Zbornik radova Drugog simpozija iz povijesti znanosti Prirodne znanosti u Hrvatskoj u XIX. stoljeću, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb, 1980., str. 231–238.
- S. Paušek-Baždar, Analiza kemijskih spoznaja o strukturi tvari u prvim udžbenicima iz kemije na hrvatskom jeziku, Zbornik radova Drugog simpozija iz povijesti znanosti Prirodne znanosti u Hrvatskoj u XIX. stoljeću, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb, 1980., str. 217–228.
- B. László, Prvici, u I. B. Šamija, Hrvatski jezikovnik i savjetovnik, INA-industrija nafte, Zagreb, 1997., str. 161–164.
- J. B. Hendrickson, D. J. Cram, G. S. Hammond, Organic Chemistry, 3rd Ed., McGraw Hill, New York, 1970., str. 1151.
- S. B. Elk, The Structure-Nomenclature Cycle of Chemistry, Mathematical Chemistry Monographs, 11, Kragujevac, 2011.
- N. Raos, Seymour B. Elk, The Structure-Nomenclature Cycle of Chemistry, Croat. Chem. Acta **84** (4) (2011) A2–A2.
- R. E. Buntrick, A New Unifying Biparametric Nomenclature that Spans all of Chemistry, J. Chem. Inf. Model. **45** (5) (2005) 1478–1479, doi: <https://doi.org/10.1021/ci058071a>.
- P. Kalinović, M. Raos Melis, Berlinsko modriilo kao školski pokus, Kem. Ind. **64** (2015) 645–648, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2015.041>.
- F. Bubanović, Slike iz kemije, Matica hrvatska, Zagreb, 1917., str. 115.
- N. Raos, Kemijski leksikon u stripu, Školska knjiga, Zagreb, 2010., str. 49.

SUMMARY

Etymological Approach to the Teaching of Chemistry

Nenad Raos

In the teaching of new terms in chemistry, it is not enough to explain their meaning; it is also necessary to explain their etymology. Such an approach leads to a deeper understanding of technical terms and provides an original insight into the history of chemistry. This paper shows through different ways of naming chemical elements (after their physico-chemical properties, in honour of nation or notable scientists), a different attitude toward chemistry and science in the past. On the other hand, analysis of the names of organic substances reveals that organic chemistry was basically an analytical discipline, not a synthetic one. The development of the systematic (IUPAC) nomenclature reflects, however, the rise of organic synthesis since the end of the 19th century. Finding the origin of chemical terms may be both amusing and instructive, and therefore it has to be popularized in the basic teaching of chemistry.

Keywords

Chemical education, history of chemistry, linguistics, chemical nomenclature, chemical terminology

Institute for Medical Research and
Occupational Health, Ksaverska c. 2, P.O.B.
291, 10 001 Zagreb, Croatia

Professional paper
Received June 9, 2017
Accepted July 19, 2017