



Dva pohľady na dôležitosť tém v anorganickej chémii

Two views on the importance of topics in inorganic chemistry

Abstract: The article points out that one of the most important criteria for assessing the importance of inorganic raw materials is their mined and processed quantity. In pedagogical practice, however, this criterion is often completely ignored. This situation is exacerbated by a massive popularization of various modern synthetic materials, which have often little practical significance. The second part of the article describes a new laboratory focused on research of modern inorganic materials, which was recently established at the *Faculty of Natural Sciences at Comenius University* in Bratislava.

Keywords: the most important rocks and minerals, chemical technologies, mined and produced quantity, education

URL: http://bech.truni.sk/article/2021_1_2.pdf

DOI: <https://doi.org/10.31262/1338-1024/2021/25/1/9-13>

Karol Jesenák

*Katedra anorganickej chémie
Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského
Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4
Slovenská republika
jesenak@fns.uniba.sk*

Úvod

Určiť nejaký všeobecný poradovník významnosti tém v anorganickej chémii je nemožné. Prirodzene, toto tvrdenie možno rozšíriť aj pre celú chémiu. Určité čiastkové závery však možno formulovať pre prípady, ak je jasné, z akého hľadiska chceme túto dôležitosť posudzovať, prípadne ak vieme, kto sa na ňu pýta. Rôzny názor môžeme očakávať napríklad od stredoškolského učiteľa chémie, jeho vysokoškolského kolegu alebo vedecko-výskumného pracovníka farmaceutickej firmy alebo chemického podniku.

Z pohľadu učiteľov základných a stredných škôl je rebríček významnosti tém jasný. Dôležité je najmä to, čo je uvedené v učebniciach. Totiž obsah učebníc chémie sa v priebehu dlhého obdobia nemusí veľmi meniť, pretože výber ich tém prešiel dôkladnou optimalizáciou zohľadňujúcou spätnú väzbu od pedagogických a chemických špecialistov a učiteľov a žiakov. Jej cieľom bolo poskytnúť základné informácie z chémie bez ohľadu na budúce profesionálne alebo študijné zameranie žiakov.

Dôležitosť z pohľadu vyrobeného alebo spracovávaného množstva

Jedna z možností, ako posudzovať významnosť tém v anorganickej chémii sa týka významnosti samotných anorganických látok, prípadne iba tej ich podskupiny, ktoré sa pri bežných teplotách a tlakoch nachádzajú v pevnom skupenstve. Tie reprezentuje veľmi široké spektrum jednak čistých chemických látok a ich zmesí, ale tiež rôznych kompozitných materiálov (a taktiež ich zmesí). Významná časť z nich pripadá na látky prírodného pôvodu a preto sa táto otázka týka nielen chémie a geológie, ale aj iných vedných odborov vrátane ekológie.

Kritérií pre hodnotenie významnosti anorganických látok je mnoho a už bez ohľadu na to, z akého uhlu to posudzujeme, jedno z nich ignorovať nemôžeme. Je ním vyrobené alebo spracovávané množstvo. Je nepochybné, že toto množstvo aspoň na prvých priečkach takto chápanej významnosti súvisí s hmotnostným zastúpením anorganických látok v zemskej kôre. Z toho práve plynie, že toto kritérium sa týka aj geológie. Minerály a horniny sú síce primárne doménou tejto vednej disciplíny, avšak zároveň sú aj najvýznamnejšími surovinami pre chemický a stavebný priemysel. Tu stojí za zmienku, že výroba veľkej časti stavebných produktov je založená na využití chemických reakcií, takže neexistuje jasná deliaca čiara

medzi stavebným a chemickým priemyslom. „Odbaviť“ fakt, že tehly, betón alebo pórobetón patria do stavebného a nie chemického priemyslu, čo je iste pravda, je dosť nerozumné. To, že niektoré z týchto produktov sa vyrábajú viac ako dvetisíc rokov, nie je argumentom na ich ignorovanie, ale práve naopak, na zdôraznenie ich významu. Pohľad na negramotného domorodca, ktorý ešte dnes manuálne vyrába tehly alebo keramiky niekde v Indii alebo v iných častiach sveta, by nemal v nás vyvolávať povýšenecké pohrdanie s dôsledkom nezájmu o chemickú podstatu ich surovín a o fyzikálno-chemické deje prebiehajúce pri ich výrobe. Tieto, z hľadiska absencie moderných technológií veľmi primitívne metódy (nie však z hľadiska ich fyzikálno-chemickej podstaty), totiž sa stále významným spôsobom podieľajú na celkovej spotrebe primárnych anorganických surovín. Pretože ich ťažba a spracovanie sú spojené s významnými zmenami životného prostredia, je toto kritérium zároveň dôležité aj pre environmentálne vedné disciplíny.



Obr. 1 Jeden z mnohých lomov na Slovensku, v ktorých sa ťažia ohromné množstvá vápenca, ktorý sa chemickou cestou spracováva v závode nachádzajúcom sa v jeho bezprostrednej blízkosti. Podobne je to aj s magnezitom. Väčšiu popularitu ako obe horniny s nesmiernym hospodárskym významom má však v súčasnosti nový, niekoľko milimetrový slovenský minerál dobšínait. Tým sa však nijako neznižujú zásluhy na jeho objavení.



Obr. 2 Bauxit, hlavná surovina pre výrobu hliníka. Aké sú jej hlavné zložky nie je otázkou iba pre geológov. Mala by zaujímať aj chemikov, pretože cesta, ktorou z nej získame oxid hlinitý na výrobu tohto kovu, využíva najmä metódy chemické. Nič na tom nemení fakt, že na Slovensku sa dnes už hliník vyrába iba z oxidu hlinitého. V minulosti to však tak nebolo.



Dôvody, prečo o tom hovoriť

Predchádzajúce tvrdenia nie sú žiadnymi novými myšlienkami a preto je namieste opýtať sa, prečo sa k nim znova vracat'. Súvisí to s dvoma otázkami, ktoré boli položené počas posledných rokov budúcim stredoškolským učiteľom chémie v poslednom roku ich štúdia na univerzite. Prvá: „Aké anorganické suroviny sa ťažia na Slovensku?“ Druhá „Čo si myslíte, o tom, ktoré z nich sa spracovávajú chemickými metódami?“. Druhá otázka sa ukázala byť zbytočná, pretože takmer jednotná reakcia na prvú otázku bola, že o tejto ťažbe nemajú ani tušenia. Z tohto „prieskumu“ nevychádzajú lepšie ani mnohí dobrí študenti posledných ročníkov so špecializáciou na anorganickú chémiu, ktorí na otázku o najvýznamnejšom produkte priemyselne vyrábanom z vápenca odpovedajú protiotázkou: „Vápnik?“. O hliníku (niekedy) vedia, že sa vyrába z bauxitu, avšak jeho hlavné zložky nepoznajú. Niekedy majú na to „ideologické“ zdôvodnenie: ide predsa o geológiu. Predsa ak redukuje výrobu hliníka na elektrolytické tavenie oxidu hlinitého, čo je dosť častý prípad „nepoškrvnenia“ chémie geológiou, nevieme o tejto výrobe takmer nič. Toto „poškodzovanie“ chémie geológiou má (nielen) v tomto prípade jeden nedostatok. Totiž cesta od bauxitu k oxidu hlinitému je cestou najmä chemickou. Ak ju ignorujeme, zbavujeme sa aj možnosti poukázať na environmentálne problémy spojené s touto fázou výroby. Našťastie, alebo skôr bohužiaľ, nemusíme pre ich hľadanie opustiť hranice Slovenskej republiky.

Nemožno robiť hlbšie závery z vyššie spomenutých odpovedí na základe vzorky zahrňujúcej niekoľko desiatok študentov, je však isté, že nejde o nejaký výnimočný jav. V súvislosti s týmto stavom vecí sa však vynárajú dve otázky. Prvá, ako sme sa my prírodovedci k tomu stavu dopracovali a druhá, aký návod odporúčať na jeho riešenie.

Čo sa týka prvej otázky, sú príčiny aspoň u študentov chémie jasné. V súčasných učebniciach chémie akcent na kritérium ťaženého alebo vyrobeného množstva popri iných témach zaniká.

Veľkú zásluhu na vzdelávaní a všeobecnom vzdelaní laickej verejnosti má aj popularizácia v oblasti prírodných vied. Tá sa však zväčša orientuje na „módne trendy“. V anorganickej chémii je tých tém viacero. V geológii a mineralógii sú to zvyčajne najnovšie objavené minerály. Pri všetkej úcte k ich atraktivnosti a zároveň veľmi problematickému porovnávaniu novoobjavených minerálov a nových syntetických látok (čo do počtu vysoko prekračujúcemu počet minerálov), sú z hľadiska využívaného množstva obe skupiny látok takmer bezcenné. Rozdiel napríklad desiatich rádov vo vyrobenom alebo spracovávanom množstve týchto látok robí takéto tvrdenie pravdivým.

Jedno z jednoduchých riešení

K druhej otázke: „Aké ponúknuť riešenie?“. Pri objavení sa nejakého problému týkajúceho sa určitých nedostatočných znalostí študentov, sa často reaguje návrhom na vytvorenie nejakých nových kurzov alebo akcentom na potrebu napísania nejakých nových učebníc alebo publikácií. (Nebudeme tu komentovať prípad, keď primárnym dôvodom nie je ani riešenie problému, ale získanie nejakých „grantových peňazí“.) Sú to síce racionálne formy riešenia, avšak často zbytočne rozširujú už aj tak predimenzovaný počet predmetov a kurzov na školách.

Pri probléme „o netušení o ťažbe anorganických surovín“ je tu však aj iné, omnoho jednoduchšie riešenie. Bezprostrednou reakciou na toto priznanie je otázka, či si myslia, že je dôležitejšie vedieť správnu chemickú značku polónia alebo názov nejakej komplikovanej komplexnej zlúčeniny na jednej strane, alebo mať aspoň nejaké orientačné vedomosti o ťažbe a spracovaní desiatich najdôležitejších anorganických surovín na strane druhej. Táto otázka by mohla byť postačujúcim impulzom na riešenie tohto problému. Ťažko totiž očakávať, že niekto bude preferovať tú prvú alternatívu. To by mohol byť dostatočný popud pre nejakú vlastnú iniciatívu. Snáď malou pomocnou radou by bolo všimnúť si, čo sa to vlastne ťaží v neďalekom lome a čo sa z tohto „kameňa“ vyrába v blízkom závode. A zároveň pre vytvorenie si širšej predstavy o rozsahu ťažby anorganických surovín je dobré sa napríklad pozrieť na satelitnú mapu Slovenska s obrovskými

bielymi jazvami ukazujúcimi miznutie veľkých častí našich pohorí. „Čísla“, teda objem tejto ťažby, nie sú až tak dôležité. Dôležitá je aspoň približná predstava o rozsahu tejto ťažby. Tu je potrebné poznamenať, že rozdiel medzi Slovenskom a „svetom“, aspoň čo sa týka hlavných nerudných surovín, ktoré sa zväčša ťažia povrchovo, je pomerne malý. Pri väčšom záujme o túto tému sú k dispozícii verejne prístupné elektronické publikácie. Ich titulné strany ukazujú obrázky.

Takže môžeme sa nadchnúť napríklad tvarom nejakej nanočastice na snímke z elektrónového mikroskopu, avšak nemať ani tušenia o ťažbe a spracovaní napríklad vápenca, dolomitu, magnezitu, ílov, kremenných pieskov a zeolitu a zároveň o ich obrovskom hospodárskom význame a s ťažbou a ich spracovaním súvisiacimi environmentálnymi problémami, je neprijateľné už z akéhokoľvek pohľadu.



Obr. 3 Dve publikácie voľne prístupné na stránkach PRIF UK, z ktorých si možno urobiť pomerne dobrú predstavu o najvýznamnejších anorganických surovinách na Slovensku. Obe sú k dispozícii na tejto adrese: <<https://fns.uniba.sk/jesenak>>

Iný pohľad na dôležitosť

Obsah tohto príspevku oprávnene môže viesť k záveru, že jeho autor namiesto propagácie najnovších výdobytkov chémie, sa zameriava na témy, na ktorých takmer nič nie je nové. Pravda je však taká, že fakty o dôležitosti uvedených látok sú síce staré, nová je však asi tá neinformovanosť.



Máme tu však aj ďalší pohľad na dôležitosť. Ten nie je ani nadradený ani podradený tomu prvému, avšak väčší význam by mohol mať u tých žiakov, ktorí sa chcú venovať chémii aj po ukončení strednej školy a prípadne aj po ukončení školy vysokej. Týka sa moderných syntetických látok. Tu sa musíme zmieriť s tým, že zaoberať sa otázkou, ktoré z tých miliónov nových sú najdôležitejšie, nemá žiaden zmysel. Dokonca získať aspoň približnú predstavu o tom, čo je v anorganickej chémii perspektívne z pozície žiaka alebo študenta, je takmer nemožné. V takom prípade si však môžeme položiť inú otázku: „Kto sa na Slovensku zaoberá výskumom tých naozaj perspektívnych látok?“ Zmysel tejto otázky spočíva v tom, že presúva tento výber na niekoho, kto je to kompetentný posúdiť omnoho lepšie na základe svojich mnohoročných skúseností.

Tu sa do výberu môže prihlásiť už iba relatívne malý počet pracovísk. Bez akejkoľvek diskusie tým najdôležitejším je dnes Laboratórium pokročilých materiálov Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (PRIF UK). Je známe pod skratkou LAM podľa anglickej verzie jeho názvu „Laboratory for Advanced Materials“. Toto pracovisko vzniklo 1. septembra 2018 vďaka podpore Európskej únie, konkrétne Európskej Komisie v rámci programu Horizon 2020. LAM sa buduje pod vedením veľmi kvalifikovaného odborníka doktora Milana Sýkoru, absolventa PRIF UK, ktorý štúdium ukončil na Katedre anorganickej chémie v roku 1990. Pôsobil takmer 30 rokov na rôznych renomovaných univerzitách a výskumných inštitúciách v USA. Výskum v LAMe sa v súčasnosti orientuje na tri okruhy hlavných tém, ktorými sú tzv. kvantovo obmedzené anorganické nanokryštály, nanografény a perovskity. Všetky sú predmetom takzvaného materiálového výskumu. Stručná informácia o tomto výskume presahuje rámec tohto príspevku, avšak v blízkej budúcnosti bude k dispozícii na internetových stránkach LAMu. (<https://fns.uniba.sk/lam>).

Dôležité je však v tomto prípade to, že kvalitou svojho odborného vedenia, kvalitou jeho medzinárodného mladého tímu, jeho experimentálnym vybavením a financovaním jeho výskumu výrazne prevyšuje všetko, čo sme doteraz mali na Slovensku k dispozícii. Za mimoriadnu pozornosť však stojí aj niečo veľmi podstatné a to je etika komunikácie v rámci tohto kolektívu. Nemusíme si zatvárať oči, naše vysoké školy sú aj priestorom rôznych nepríjemných sporov, malicherných šarvátok, zlých medziludských vzťahov a aj nezdvorného a neslušného správania. „Vítazi“ týchto sporov nemusia byť práve tí, ktorí posúvajú náš výskum a vzdelávanie vpred.

Význam týchto informácií o LAMe je mimoriadny. Hovoria totiž aj o tom, že dobrí študenti po skončení vysokoškolského štúdia nemusia vždy riešiť tú istú dilemu rozhodovania sa medzi dobrým vzťahom ku Slovensku a lepšími podmienkami vedeckého výskumu v zahraničí. Zároveň ešte dôležitejšie je to, že budú mať možnosť prispieť k pokračovaniu práve začatej tradície kvalitatívne odlišného prístupu k vede a k vzdelávaniu.

Podakovanie

Ďakujem RNDr. Milanovi Sýkorovi, PhD, vedúcemu pracoviska LAMu, za pripomienky a celkovú ústretovosť.