

Združenie učiteľov chémie
Spojená škola, Tilgnerova 14



Zborník z 5. národnej konferencie učiteľov chémie

ISSN 1339-5904

**Fakulta prírodných vied UMB v Banskej Bystrici
3. február 2017**

**Banská Bystrica
2017**

Význam veľkosti častíc v chémii, prírodných a technických vedách

Karol Jesenák, Univerzita Komenského Bratislava

Na úvod si dovoľím dve poznámky. Prvá sa týka zvolenej problematiky. V chémii existujú mnohé témy, ktoré na prvý pohľad nemajú s chémiou mnoho spoločného. Napriek tomu sú však pre chémiu mimoriadne dôležité. Veľkosť častíc patrí práve k takým. Navyše je to téma interdisciplinárna, ktorá výrazným spôsobom zasahuje aj do iných prírodných a technických vied. Druhá poznámka sa týka pojmu „častica“. Napriek tomu, že častice zahrňujú veľmi široký okruh rôznych objektov, ktorých veľkosť sa pohybuje vo veľkom rozsahu, značná časť vedecko-populárnych prednášok a článkov sa dnes prednostne sústreďuje na najmenšiu skupinu častíc označovanú ako nanočastice. Napriek mnohým nespochybniteľným výhodám týchto častíc, zastupujú iba bezvýznamnú časť komerčných práškových produktov. Jeden z dôsledkov takéhoto uprednostňovania je ten, že sa zabúda na najväčšiu skupinu tých častíc, ktoré reprezentujú väčšinu látok.

Krátka poznámka k pojmu „častica“. Veľká časť látok v pevnom skupenstve, bez ohľadu na to, či sa jedná o prírodné alebo umelé substancie, sa vyskytuje vo forme práškov. Jedna zo základných charakteristík práškov je práve veľkosť ich častíc. Napriek tomu, že tento pojem sa nevzťahuje iba na práškové látky, v tomto texte sa bude hovoriť predovšetkým o nich.

Vo forme práškov je väčšina chemikálií, mnoho liekov, takmer všetky ich zložky, mnohé potraviny a ich východiskové suroviny a taktiež aj veľká časť priemyselných surovín, medziproduktov a aj konečných produktov. Časticami sú napríklad aj peľové zrnká, semenka úžitkových rastlín, ako aj mnohé minerály a horniny. Už tieto príklady hovoria o tom, že téma veľkosti častíc je témou interdisciplinárnou a zďaleka sa neobmedzuje iba na prírodné vedy.

Je možno prekvapujúce, že existuje mnoho chemikov a učiteľov chémie, ktorí sa počas svojej dlhoročnej kariéry nikdy nemuseli hlbšie zaoberať problémom veľkosti častíc látok. Súvisí to aj s tým, že komerčné chemikálie, s ktorými zvyčajne pracujú, sa často vyznačujú pomerne úzkou, alebo naopak veľmi širokou variabilitou rozmerov častíc. V oboch prípadoch, vzťah medzi veľkosťou častíc a výsledkom ich experimentov, bez cieľného sústredenia sa na tento vzťah, nemožno spozorovať. To však neznamená, že o tomto vzťahu nič nevedia. Napríklad, každý z nich totiž veľmi dobre vie, kedy má mimo laboratória použiť kryštálový cukor namiesto práškového, alebo hladkú múku namiesto hrubej. Tento príklad iba zdanlivo nemá nič spoločné s chémiou. Vo všeobecnosti odtrhnutosť pedagogiky od priemyselnej výroby je taktiež častým dôvodom toho, prečo sa v učiteľskej praxi často zabúda na vzťah medzi veľkosťou častíc a fyzikálno-chemickými vlastnosťami látok.

Na druhej strane existujú také oblasti chémie, v ktorých veľkosť častíc zohráva primárnu úlohu, a preto zaoberať sa ich veľkosťou je každodennou úlohou chemikov pracujúcich v týchto oblastiach. K takýmto patrí chémia sorbentov, katalyzátorov, pigmentov, chémia prípravy keramických a mnohých iných látok.

Je dôležité vedieť, aká je veľkosť častíc v práškoch?

Zastávam názor, že väčšina učiteľov chémie nepotrebuje presne vedieť, aké veľké častice majú chemikálie v prachovniciach ich kabinetov. Dôležité však je iné – uvedomenie si, že takmer všetky aplikačné vlastnosti práškov závisia na veľkosti častíc. To znamená, že veľkosť častíc sa tak stáva jednou z ich najdôležitejších charakteristík. Z toho vyplýva, že my ako spotrebitelia týchto práškov nemusíme o ich zložení vedieť takmer nič, avšak ich výrobcovia to musia vedieť veľmi

presne. Musia to vedieť preto, lebo ich používatelia by prípadnú zmenu zistili veľmi rýchlo – a to aj napriek tomu, že o analýze veľkosti častíc nemusia vedieť vôbec nič. Platí to bez ohľadu na to, či sa jedná o oxid kremičitý, cement alebo kakaový prášok.

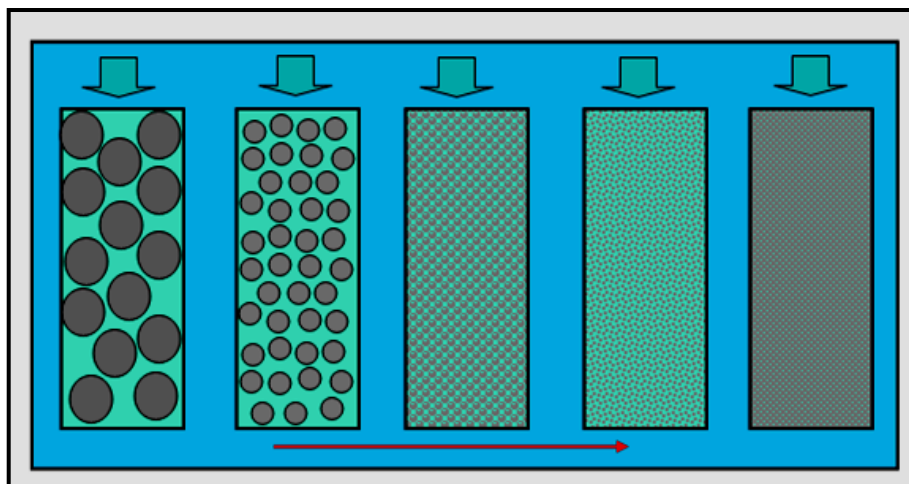
Aký je teda vzťah medzi veľkosťou častíc a aplikačnými vlastnosťami práškov. Z hľadiska didaktiky chémie je dôležitý najmä vzťah medzi veľkosťou častíc a ich fyzikálnymi a fyzikálno-chemickými vlastnosťami. Ako príklad možno uviesť zvyšovanie rýchlosti rozpúšťania látok so zmenšovaním veľkosti častíc. Pre ilustráciu tohto vzťahu nie je nutné držať sa iba príkladov z našich laboratórií. Každému z nás je napríklad jasné, že výraznosť chuti práškových alebo zrnitých potravín sa výrazne zvyšuje s ich jemnosťou. Súvisí to so zvýšením rýchlosti extrakcie ich zložiek slinami. Zmeny rýchlosti rozpúšťania chemikálií v našich školských laboratóriách nemusíme niekedy postrehnúť a zároveň nás niekedy ani nemusia veľmi zaujímať. Avšak, v priemyselných procesoch zohrávajú mimoriadne významnú úlohu. Je málo známe, že u veľmi malých častíc, sa nielenže zvyšuje rýchlosť ich rozpúšťania, ale dokonca sa výrazne zvyšuje aj ich rozpustnosť. To znamená, že v tomto prípade sa už nemožno spoľahnúť na bežné chemické tabuľky, ktoré nám hovoria o tom, aké maximálne množstvo nejakej látky možno rozpustiť v objemovej jednotke rozpúšťadla. Znova tu platí, že pre vyučovanie chémie a fyziky to nemusí byť dôležité. Avšak, existuje mnoho príkladov využitia a zároveň aj uplatnenia tohto javu v prírode.

Z hľadiska chémie je najdôležitejšie to, že veľkosť častíc výrazne ovplyvňuje reaktivitu látok. Súvisí to s tým, že znižovanie veľkosti častíc zvyšuje ich interakčnú plochu. To znamená, že mnohé látky, ktoré sú v podobe veľkých častíc, prípadne veľkých objektov (napr. železných ingotov) relatívne stabilnými látkami, sú vo forme malých častíc veľmi reaktívne a často môžu aj samovoľne explodovať (napr. pyroforické železo). Zvýšenie interakčnej plochy tuhých látok sa však prejavuje aj na mnohých iných fyzikálno-chemických dejoch. K najvýznamnejším patrí nárast sopečných a katalytických vlastností.

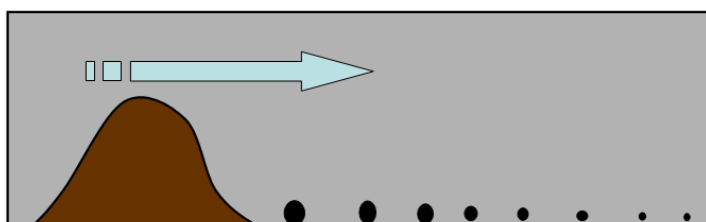
Jednou zo zaujímavých vlastností, ktoré súvisia s veľkosťou častíc, je rýchlosť prietoku kvapalín cez vrstvy zrnitých alebo práškových materiálov (obr. 1). To, že táto rýchlosť sa so zmenšovaním ich častíc znižuje, je jasné. Tento pokles sa však neriadi jednoduchými pravidlami, pretože pod určitou hranicou dochádza k rôznym typom fyzikálno-chemických interakcií medzi časticami a kvapalinou. Takéto interakcie sú zodpovedné za mnohé zaujímavé deje v prírode, napr. pri priesaku vody cez vrstvy pôd a rôznych sedimentov. Zároveň sa uplatňujú aj pri využívaní práškov ako priemyselných filtračných a sorpčných materiálov. Ich vlastnosti závisia predovšetkým na veľkosti ich častíc.

Veľkosť častíc výrazne ovplyvňuje aj to, do akej vzdialenosti sú v prírode tieto častice transportované od ich pôvodného zdroja (obr. 2). Preto rozmer častíc vo vodách a ovzduší má mimoriadny vplyv aj na naše životné prostredie.

Veľkosť častíc zohráva veľkú úlohu aj v chémii zameranej na prípravu pevných látok. Existuje dôležitý odbor chémie, ktorý sa špeciálne zameriava na interakcie medzi časticami tuhých látok. V anglickom jazyku má názov „solid state chemistry“ a každoročne sa vo svete poriada niekoľko vedeckých konferencií zameraných práve na túto tému.



Obr. 1. Prietok kvapaliny cez vrstvy zrnitých a práškových látok výrazne klesá so znižovaním veľkosti ich častíc. Preto práve veľkosť častíc v prírode najviac ovplyvňuje rýchlosť priesaku vody cez pôdy a horniny. Táto rýchlosť priesaku má často na krajinu mnohé významné sekundárne vplyvy.

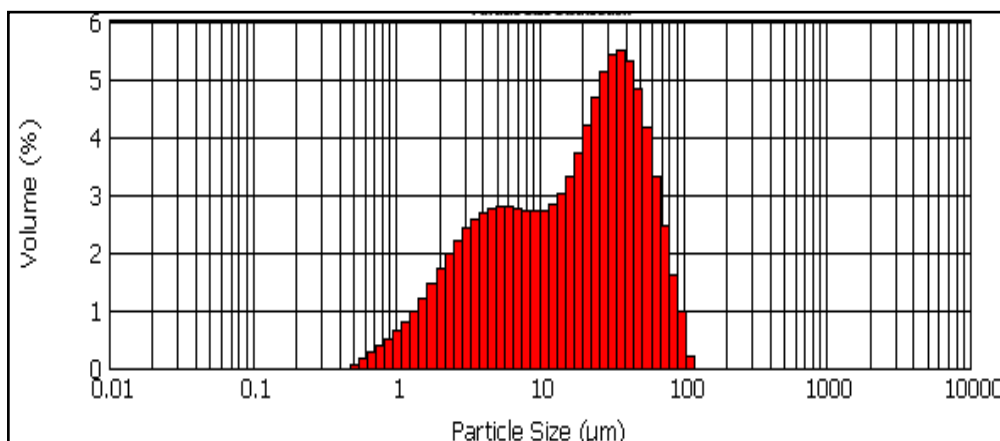


Obr. 2. Veľkosť častíc výrazne ovplyvňuje aj vzdialenosť, na ktorú sú tieto častice transportované z ich pôvodného zdroja. Týmto zdrojom môže byť napr. pôda, priemyselný podnik alebo skládka priemyselného odpadu. Veľmi malé častice však v ovzduší a vo vodách zostávajú stále. Teda až do chvíle, keď sa niekto, alebo niečo, nepostará o ich opätovné zväčšenie. Zdravotné riziká vyplývajúce z tohto transportu nezávisia len od chemickej povahy týchto častíc, ale aj od ich veľkosti. Čím sú tieto častice menšie, tým je toto riziko väčšie. Súvisí to s tým, že schopnosť organizmu zbaviť sa malých častíc, výrazne klesá s ich znižovaním.

Ako zistiť veľkosť častíc chloridu sodného v prachovnici?

Prášky, s ktorými sa stretávame v chémii, ako aj v bežnom civilnom živote, sa nám môžu zdať na prvý pohľad ako veľmi podobné, avšak v skutočnosti to tak nie je. Stačí sa na ne pozrieť pod mikroskopom. To, čo s istotou zistíme je, že nikdy neobsahujú častice rovnakých rozmerov. To znamená, že prášky z hľadiska veľkosti ich častíc, nemožno charakterizovať iba jedným číslom. Častice rovnakých rozmerov sú mimoriadne vzácnymi prípadmi a obmedzujú sa iba na veľmi sofistikované syntetické látky, ako sú napr. katalyzátory, elektronické alebo optoelektronické materiály. Aj v týchto prípadoch však existujú nejaké hranice, do ktorých spadá veľkosť ich častíc. Pomerne vzácnymi prípadmi sú však aj prášky, ktorých veľkosť častíc je iba v rozsahu jedného poriadku. Väčšina z nich má totiž častice s veľkosťou v rozsahu niekoľkých poriadkov. To platí aj pre väčšinu chemikálií, s ktorými bežne prichádzame do styku. Otázkou teda je, ako charakterizovať takéto prášky?

Za najobsažnejšiu informáciu o veľkosti častíc práškov, prípadne zrnitých materiálov, sa považuje tzv. distribúcia veľkosti častíc. Môže byť vyjadrená napr. formou histogramu, ktorý hovorí o tom, aké je zastúpenie jednotlivých veľkostných skupín častíc (obr. 3). Toto zastúpenie sa môže vyjadriť ich početným, hmotnostným alebo objemovým zastúpením. Napríklad tak, že prášok obsahuje 12,5 objemových percent častíc s veľkosťou 1 až 2 μm , 22,6 % častíc s veľkosťou 2 až 3 μm , 0,7 % častíc s veľkosťou 3 až 4 μm atď. Súčasné metódy analýzy veľkosti častíc charakterizujú zloženie prášku mnohými desiatkami takýchto dvojíc čísiel. Z nich sa možno dozvedieť, aká je napríklad priemerná veľkosť častíc prášku, alebo akú veľkosť majú najčastejšie sa vyskytujúce častice.



Obr. 3. Príklad znázornenia distribúcie veľkosti častíc práškovej chemikálie. Tento histogram hovorí o tom, že túto chemikáliu tvoria čiastočky s veľkosťou 0,7 až 130 mikrometrov.

Ako sa získavajú distribučné krivky?

Odpoveď na otázku, aké veľké častice obsahuje prášok, sa môže zdať na prvý pohľad pomerne jednoduchá. Núka sa nám totiž dobrá rada, pozrieť si prášok pod mikroskopom. Iste, avšak iba vtedy, ak máme k dispozícii veľa času. Ak by sme chceli totiž získať takú krivku, ako nám ukazuje obrázok 3, potrebovali by sme niekoľko hodín alebo aj niekoľko dní. Platí to napriek tomu, že súčasné mikroskopické metódy už dávno nie sú odkázané na neuveriteľne pracné premeriavanie každej častice pomocou mierky na mikroskopickom sklíčku. Totiž častou výbavou dnešných dobrých mikroskopov je počítačový softvér, ktorý to urobí za nás. Znamená to teda, že potrebujeme nejakú metódu, ktorá by poskytovala výsledok analýzy v priebehu niekoľkých minút. Prečo? Jeden z dôvodov môže byť ten, že pri priemyselnej výrobe práškov, je nutné takmer okamžite vedieť, z čoho vyrábame a čo sme vyrobili. Teda úprava technologických parametrov výroby musí byť veľmi rýchla. Práve toto je najväčší rozdiel oproti akademickým pracoviskám a školám, kde časové požiadavky väčšinou nehrajú až tak významnú úlohu.

V súčasnosti existuje mnoho metód zisťovania veľkosti častíc. Vo vedecko-výskumných inštitúciách a vo výrobných podnikoch, je však najvyužívanejšia metóda založená na matematickom výpočte veľkosti častíc z uhlov a intenzít laserového lúča, po jeho prechode cez prášok rozptýlený v prúde kvapaliny alebo vzduchu. Metóda využíva známe zákony lomu a rozptylu svetla na častici. Práve prístroj založený na tomto princípe, je schopný v priebehu niekoľkých minút zistiť rozmery státisícov častíc chemikálií v našich prachovniciach.

Záver

Ak uvažujeme nad tým, ako priblížiť problematiku veľkosti častíc v chémii a prírodných a technických vedách našim žiakom, máme na výber z rôznych možností. Výhodou mnohých z nich je to, že nepotrebujeme k tomu vôbec nič. Samozrejme, okrem záujmu. Pritom sa našťastie nemusíme držať iba ponukou našich našich prírodovedných kabinetov. Túto tému možno nájsť napr. aj v pečení vianočných perníkov. Je totiž nepochybné, že väčšina kuchárskych receptov môže veľmi dobre poslúžiť na vysvetlenie mnohých fyzikálnych, fyzikálno-chemických a chemických dejov.



Obr. 4. Na týchto perníkoch si autor tohto článku potvrdil, že medzi veľkosťou častíc vstupných surovín a ich výslednou kvalitou, existuje výrazný kauzálny vzťah. (Perníky sa vydarili. Dosahujú tvrdosť na úrovni 8. stupňa Mohsovej stupnice tvrdosti minerálov, takže sa dajú použiť aj na zatĺkanie menších klinčov.)

**Prezentácia inovatívnych trendov a koncepčných zámerov vo vyučovaní,
hlavne v predmete chémie na všetkých typoch škôl**

Zborník z 5. národnej konferencie učiteľov chémie

Fakulta prírodných vied UMB v Banskej Bystrici

3. február 2017

Redaktori: RNDr. Helena Vicenová

Ing. Mária Filová

Recenzenti: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

doc. PaedDr. Danica Melicherčíková, PhD.

Za jazykovú a štylistickú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.

Vydalo: © Združenie učiteľov chémie, Banská Bystrica 2016

www.zuch.sk

ISSN 1339-5904