Chemical Terms Modeling

Modelování chemických pojmů

Jiří ŠIBOR

Abstract

Modeling of chemical terms was prepared. Processing and utilization of an elementary school terms was used. The system approach to the chemistry was used. The execute subjects are role and distribution of chemistry, mass, atom composition including radioactivity, chemical bonds, chemical reactions, periodic system, mixtures, inorganic or organic compounds and natural compounds.

Keywords

graph models; chemical terms; system approach; synergetic

Abstrakt

Na základě teoretických poznatků (systémového přístupu k chemii a její výuce) byly zpracovány komentované grafové modely chemických pojmů. Výběr pojmů byl volen tak, aby odrážely pojmy běžně používané při výuce chemie na základní škole, někdy ale poněkud rozšířené. Jsou zde zahrnuta témata: úloha a rozdělení chemie, hmota, stavba atomu, radioaktivita, chemická vazba, chemické reakce, periodická soustava prvků, směsi, sloučeniny jednak anorganické a organické, ty jsou následně členěny na uhlovodíky, jejich deriváty a organické přírodní látky.

Klíčová slova

grafové modely; chemické pojmy; systémový přístup; synergetika

DOI: <https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-18>

Úvod

Významná období vědy se projevují i častějším užíváním určitých výrazů a slovních obrátů. Systém, systémové myšlení, ideje, zákony, teorie, metody, výzkum, grafy, aplikace, systémová věda, synergetika apod. jsou pojmy, s nimiž se dnes stále častěji setkáváme v odborné i filozofické literatuře.

Systémový přístup (Bertalanfy, 1972; Habr, 1972; Hubová, 2003; Kamarýt, 1963; Klír, 1966; Novotný, 1991; Sandovskij, 1979; Šandová, 1965) je pak podle názoru řady badatelů povolán hlouběji rozpracovávat celý souhrn soudobých metodologických a speciálně-vědních problémů (Wiener, 1960). Rozvoj vědy spočívá i v kvalitativní přeměně celé soustavy výchovy a vzdělání, a to s dostatečným předstihem, umožňujícím

již systémově řešit teoretické i praktické problémy. Tyto potřeby vyvolaly potřebu zabývat se systémovou problematikou a jejími metodami včetně grafových (Harary, 1977).

Systémový přístup se stává důležitou metodou či nástrojem poznání. Jeho současná forma byla inspirována i systémovou teorií biologa Ludwiga von Bertalanfyho. Dnes je systémový přístup rozpracován nejen vědci, učiteli, ale i filozofy (Kuhn, 1970). Systémový přístup přináší nové perspektivy v teorii i praxi.

Grafové zpracování chemických pojmů a by mohlo také nést podtitul či přístavek z hlediska systémového přístupu. Cílem bylo zpracovat do grafů běžně užívané (samozřejmě vybrané) chemické pojmy, které jsou jakýmsi kurikulem chemie na základní škole. Někdy byly ovšem, pro zachování systematičnosti, doplněny i pojmy, které zahrnuje obsah předmětu chemie na škole střední.

Komentované grafové modely chemických pojmů jsou zpracovány na základě teoretických poznatků (systémového přístupu k chemii a její výuce). Výběr pojmů byl volen tak, aby odrážel pojmy běžně používané při výuce chemie na základní škole, někdy (vzhledem k logické struktuře a ucelenosti tématu) ale poněkud rozšířené. Jsou zde zahrnuta témata: úloha a rozdělení chemie, hmota, stavba atomu, radioaktivita, chemická vazba, chemické reakce, periodická soustava prvků, směsi, sloučeniny jednak anorganické a organické, ty jsou následně členěny na uhlovodíky, jejich deriváty a organické přírodní látky. Jako příklad pár vybraných grafů:

Úloha a rozdělení chemie

Komplexní široce obecné zpracování souvislostí v nejen chemických vědách (Kratochvíl, 2004).

Schéma 1. Systémový pohled na chemii jako vědu.

V klasickém pojetí je chemie extrakční přírodní věda o látkách a jejich přeměnách. V materiálních objektech (tělesech) hledá chemie jejich podstatu, zjišťuje charakteristické vlastnosti látky, z níž se skládají, zkoumá děje, při kterých se vlastnosti látky trvale mění, a formuluje zákony, které tyto přeměny charakterizují.

Hlavní úlohou chemie je zkoumání jevů, při kterých látky vznikají nebo se rozkládají (a to po stránce kvalitativní i kvantitativní), zjišťování podmínek chemických reakcí a sledování úkazů tyto reakce provázejících, zkoumání složení, vnitřní stavby látek a konečně praktické použití výsledků, zkušeností, laboratorních výzkumů a teoretických poznatků pro přípravu známých i nových látek, potřebných pro praxi a pro další vědecké bádání.

Jakmile však chceme stanovit přesné hranice mezi příbuznými vědami a zařadit hraniční problémy do určitého vědního oboru, pak ani zmíněná definice nestačí. Například jaderné reakce probíhají uvnitř atomů, k jejich umělému vyvolání se používá složitějšího zařízení a fyzikální metody. Energie jaderných reakcí pochází ze sil uvnitř jádra a je neporovnatelně větší než energie chemických reakcí (pocházejících z chemických vazeb). Jaderná reakce mění jádra atomů, základních stavebních kamenů prvků. Je přirozené, že jaderné reakce patří do zvláštního oboru jaderné fyziky. Protože svými důsledky ovlivňují chemické děje, vzniká tím zvláštní obor – jaderná chemie, která sleduje jednak samovolné transmutace prvků jako důsledek změny jádra anebo následné změny v chemické sloučenině (vlastní radiochemie), jednak zkoumá vliv a důsledky ozařování látek na jejich chemické složení (radiační chemie). K tomu však potřebuje určité poznatky z jaderné fyziky a naopak např. původní Mendělejevova tabulka prvků byla podkladem pro Bohrovu teorii o fyzikální stavbě elektronových obalů atomů prvků i modelem pro stavbu jádra. Nelze vymezit přesné hranice mezi chemií a fyzikou, protože prakticky každou chemickou změnu provázejí změny fyzikálních vlastností látek, a naopak mnohé fyzikální zásahy mají za následek změny chemické. Tak vznikl rozsáhlý obor fyzikální chemie. Její název ukazuje, že používá fyzikálních metod a pomůcek, studuje především strukturu chemických látek, termodynamické a kinetické děje, prakticky se uplatňuje při řešení všech základních problémů chemie. Název teoretická chemie, který v minulosti často používal jako synonymum pro fyzikální chemii, zdůrazňoval studium teoretických problémů chemie. Dnes už málo používaný název všeobecná chemie naznačoval, že se zevšeobecňují některé společné chemické vlastnosti a reakce, typizují určité skupiny chemických látek nebo chemické děje.

V systematice – podle druhu sloučenin – ponecháváme dělení na chemii anorganickou a organickou. Původní kritérium pro určení organických látek jako látek vznikajících v živých organismech, již dávno neplatí. Dnes jsou pro toto dělení spíše praktické důvody: počet uhlíkatých sloučenin mnohonásobně převyšuje počet sloučenin ostatních prvků. Deriváty zřetěžených uhlíků se liší od sloučenin ostatních prvků i specifickými vlastnostmi. Do anorganické chemie se zařazují z uhlíkatých sloučenin jen základní, binární sloučeniny a látky od nich odvozené.

Složení látek a různých směsí zjišťuje analytická chemie, která využívá poznatky anorganické chemie, zajímá se o tvorbu a vlastnosti sraženin, barevné změny způsobené organickými činidly a používá především fyzikálně chemických metod. Podle druhu rozboru rozlišujeme analytickou chemii kvantitativní a kvalitativní.

Chemické děje probíhající v organismech studuje biochemie, která získává informace důležité pro biologii, zejména pokud jde o fyziologii rostlin a živočichů, genetiku, ale i pro medicínu a průmysl, který synteticky vyrábí důležité farmaceutické preparáty,

antibiotika apod. Teoretické problémy vzniku Země a hornin, jakož i praktické použití rudných a nerudných materiálů studuje geochemie.

Všechna odvětví průmyslu potřebují odborný výzkum chemických dějů a vlastností použitého i vyrobeného materiálu. Podle povahy vyráběných látek a podle způsobu výroby dělíme chemickou technologii na technologii anorganických a organických látek. Výroba základních chemikálií se nazývá těžkou chemií; specializovanými technologickými směry jsou keramika, sklářství, technologie paliv, vody, výbušnin, hnojiv, plastických hmot atd. Rozvíjí se výroba různých výrobků z polymerů; dala podnět k vzniku makromolekulární chemie. Specializují se další obory chemie: lékařská, farmaceutická, potravinářská, hutnická, agrochemie atd. Chemické inženýrství řeší a navrhuje konstrukce aparatur a zařízení pro různá odvětví chemické výroby.

Mnohé z příbuzných věd se stávají pro chemii nepostradatelnou součástí její metodiky. Je to především matematika, kterou potřebujeme k jasné a přesné formulaci poznatých zákonitostí nebo k jejich odvození, dedukci. Jen při málokterých chemických úlohách vystačíme dnes se základními výpočty a s elementární matematikou. V teoretické a fyzikální chemii se uplatňuje vyšší matematika.

Snaha co nejpodrobněji prostudovat určité hraniční problémy mezi chemií a ostatními vědami vede k úzké specializaci vědeckých pracovníků a k vyčleňování nových vědních oborů. Tak vznikla např. krystalochemie, kvantová chemie, ale i specializace jako je chemická fyzika, chemická biologie, astrochemie apod. Ze svodného grafu je zřejmá komplementarita i s vědami, resp. odvětvími lidské činnosti, které na první pohled souvislosti s chemií nemají. Například s uměním, je už snad na každém, na jeho fantazii, najde-li takové vztahy...

Hmota

Schéma 2. Hmota a její formy.

Hmota (Adamkovič, 1990) je všechno to, co reálně existuje a co můžeme zkoumat svými smysly bezprostředně nebo pomocí přístrojů. Hmota existuje nezávisle na našich vjemech a pozorování, je nestvořitelná a nezničitelná (Čárský, 1986). Základní vlastností existence hmoty je pohyb, což je neustálá změna probíhající vždy v prostoru a čase. Jsou známy dvě formy hmoty – látka a pole, které jsou mezi sebou nerozlučně spojeny. Každá hmota, ať ve formě látky nebo pole, má vždy určitou hmotnost a určitou energii (Gažo, 1974).

Látka je forma existence hmoty, vyznačující se nenulovou klidovou hmotností svých základních částic – atomů, iontů, popř. jader (protonů a neutronů) a elektronů. Látka je to, co zůstane z tělesa, odmyslíme-li si jeho velikost a tvar. Látka se vyskytuje ve třech skupenstvích – v pevném, kapalném a plynném.

V chemii, která zkoumá vlastnosti látek, přicházíme do styku s čistými látkami (chemickým individuem, jehož fyzikální a chemické vlastnosti se čištěním nemění) a se směsmi látek (soustavou dvou i více čistých látek). Čisté látky se dělí na jednoduché – chemické prvky (nedají se běžnými fyzikálními nebo chemickými ději běžně rozložit na jednodušší) a složité – chemické sloučeniny (lze je chemickou cestou rozložit na jednodušší).

Prvky jsou definovány jako soubor atomů, které mají stejné protonové číslo. Atomy prvků se spojují chemickými vazbami v molekuly, které mohou být složeny z atomů stejného prvku (např. u plyných prvků H_2 , N_2 , O_2) nebo z atomů různých prvků – jedná se o sloučeniny. Molekuly jsou tedy nejmenší částice látky, které jsou schopné samostatné existence a které mají kvalitativní i kvantitativní složení stejné, jako látka z nich vytvořená. Touto látkou může být sloučenina i prvek. Pokud je v atomu nebo molekule nadbytek nebo nedostatek elektronů, vznikají elektricky nabitě částice – ionty. Kladně nabitě ionty se nazývají kationty (např. H^+ , Na^+), záporně nabitě anionty (např. Cl^- , F^-).

Pole je druhou z forem existence hmoty. Vyznačuje se tím, že elementární částice hmoty mají nulovou klidovou hmotnost (nemohou existovat ve stavu relativního klidu). Fyzikální pole se dělí na gravitační a elektromagnetické. Gravitační pole je podmíněno vzájemným přitahováním těles silou. Elektromagnetické pole je dáno vzájemnou silovou interakcí pohybujících se elektrických nábojů. Tvoří ho elektrické a magnetické pole. Elektromagnetické záření (světlo), jehož elementární kvantum je foton, má vlastnosti vlnění (fotonům je možno přiřadit vlnovou délku) i vlastnosti částicové (chová se jako proud částic – fotonů).

Periodická soustava prvků a periodický zákon

Seřazením prvků podle hodnot protonového čísla se získá přirozená řada prvků. Při zkoumání chemických a fyzikálních vlastností prvků v této řadě se zjistí, že prvky s podobnými vlastnostmi se vyskytují v určitých pravidelných intervalech – periodách. Je to dáno elektronovou konfigurací atomů prvků, podobné vlastnosti vyplývají z podobného uspořádání vnější elektronové vrstvy.

Periodičnost vlastností prvků v přirozené řadě rozpoznal již D. I. Mendělejev a vyvodil z ní periodický zákon, podle něhož fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich relativních atomových hmotností. Na základě protonového čísla byl Mendělejevův periodický zákon upřesněn: „Vlastností prvků jsou periodickou funkcí jejich protonového čísla“.

Prvky jsou v tabulce rozděleny do sedmi vodorovných řad, tzv. period a osmnácti svislých sloupců, tzv. skupin. Periodickou tabulku prvků můžeme rozdělit podle výstavby elektronových vrstev na základní (tvoří ji prvky 1. periody), krátkou (prvky 2. a 3. periody), dlouhou (prvky 4. a 5. periody) a velmi dlouhou periodickou tabulku (prvky 6. a 7. periody).

Prvky analogických vlastností jsou zařazeny pod sebou a vytvářejí tak svislé skupiny. Atomy prvků umístěných pod sebou mají analogickou stavbu elektronového obalu. Prvky nepřechodné (s-prvky a p-prvky) jsou prvky 1., 2. a 13. až 18. skupiny. Počet valenčních elektronů je u nich shodný s číslem skupiny, výjimkou je ovšem hélium. Přechodné prvky (d-prvky) tvoří prvky 3. až 12. skupiny. Jejich atomy buď nemají d-orbitaly zcela zaplněné elektrony, nebo mohou vytvářet ionty s neúplně zaplněnými d-orbitaly. Všechny přechodné prvky jsou kovy. Vyznačují se proměnlivými valenčními stavy, vlastnostmi oxidačně redukčními, značnou barevností sloučenin a snadnou tvorbou koordinačních sloučenin. Jako vnitřně přechodné prvky (f-prvky) označujeme prvky 6. a 7. periody vřazené mezi prvky 3. a 4. skupiny. V tabulkách se často umísťují odděleně, jediným důvodem je snadnější grafická úprava. Obecnými vlastnostmi se neliší od prvků přechodných. Vnitřně přechodné prvky 6. periody (protonová čísla 58 až 71) se nazývají lanthanoidy, prvky 7. periody (protonová čísla 90 až 103) aktinoidy.

Schéma 3. Periodická soustava prvků.

Struktura elektronového obalu atomu určuje i kovový a nekovový charakter prvku. Kovy jsou prvky s nízkou hodnotou elektronegativity. Snadno ztrácejí své valenční elektrony a vytvářejí kladně nabitě kationty – jsou elektropozitivní. Mají poměrně malý počet valenčních elektronů a v tuhém stavu vytvářejí kovovou mřížku s charakteristickou kovovou vazbou mezi atomy. Hranice mezi kovy a nekovy v periodické tabulce není

zcela ostrá, přibližně ji tvoří úhlopříčka vedená od boru k astatu. Přechodné a vnitřně přechodné prvky jsou vesměs kovy. Prvky tvořící úhlopříčku (B, Si, As, Te, At) a některé s ní sousedící (Ge, Sb) se označují jako polokovy. Vpravo a nahore od úhlopříčky jsou nekovy – prvky s vysokou hodnotou elektronegativity. Nekovy jsou prvky elektronegativní, snadno přijímají elektrony do neobsazených valenčních orbitalů.

Chemická vazba

Chemická vazba (Kratochvíl, 2004; Hubová, 2003) mezi atomy vzniká tehdy, uvolní-li se jejím vytvořením určité množství vazebné energie. Toto množství se číselně rovná (ale s opačným znaménkem) disociační energii, potřebné k rozštěpení této vazby. Aby vazba vznikla, musí se oba atomy k sobě přiblížit tak, aby se jejich vazebné orbitály mohly překrýt. Elektrony v těchto orbitalech musí být uspořádány tak, aby z nich mohly vzniknout vazebné elektronové páry.

Schéma 4. Chemická vazba.

Základní typy vazeb jsou: vazba kovalentní, iontová, kovová a koordinační. Vedle těchto vazeb jsou popsány ještě další, slabší vazebné interakce. Ve svodném grafu jsou zaznamenány možnosti tvorby chemické vazby a její charakteristiky umožňující popis kteréhokoli typu chemické vazby. Graf je jakousi ilustrativní ukázkou. Jeho využití je pro základní a střední školství omezené z důvodu složitosti a pojmové náročnosti, jež značně překračuje rámec kurikula chemie na gymnáziích.

Závěr

Na základě metod synergie a systémového přístupu k (nejen) přírodním vědám s přihlédnutím k logické struktuře chemie byly vytvořeny grafové modely vybraných chemických pojmů, se kterými se může žák či student běžně setkat při studiu na všech typech škol.

Prezentována je jednak obsáhlá pojmová mapa chemie a její úlohy a postavení v přírodních (nejen) vědách a souvislosti z takového postavení vycházející včetně návaznosti na didaktiku chemie. Graf je použitelný například při výuce didaktiky chemie, kdy se rozebírá postavení chemie a v systému věd a souvislosti se vzděláváním v této oblasti včetně mezipředmětových vztahů. Následující model popisuje vztahy mezi pojmy související s hmotou a jejím složením. Tento stejně jako graf zaměřený na periodický zákon a na jeho principu sestavenou periodickou tabulku jsou, pro svoji jednoduchost a názornost, použitelné při výuce jak na středních tak dokonce i na základních školách. Poslední graf seznamuje čtenáře s termíny, kterými je definována chemická vazba na základě teorie molekulových orbitalů. Schéma naznačuje vztahy mezi jednotlivými pojmy zde uvedenými a souvislosti, které ovlivňují reaktivitu. Je zřejmé, že takový graf může posloužit výuce základních disciplín na vysokých školách s chemickým zaměřením nebo dokonce odrazovým můstkem či sylabem pro studium teorie chemické vazby.

Modelování chemických pojmů může najít využití nejen v motivační či expoziční fázi výuky, jak nenuceně plyne z předešlého textu, ale i ve fázi fixační, kdy jistě pomůže žákům nebo studentům pro snazší, logicky vybuzené zapamatování zkoumaného problému.

Literatura

- Adamkovič, E. (1990). *Chemie pro sedmý ročník základní školy*. Praha: SPN.
- Bertalanfy, L. von (1972). *Člověk – robot*. In: Psychologie v moderní vědě. Praha: Svoboda.
- Čarský, J. (1986). *Chemie pro 3. ročník gymnázií*. Praha: SPN.
- Gayer, J. (1972). Organismické systémy. *Biologické listy*, 37, 178.
- Gažo, J. (1974). *Všeobecná a anorganická chemia*. Bratislava: Alfa.
- Habr J., & Vepřek J. (1972). *Systémová analýza a syntéza*. Praha: SNTL.
- Harary, F., & Palmer, E. M. (1977). *Perečíslenije grafov : Graphical enumeration (Orig.)*. Moskva: Mír.
- Hubová, I. (2003). *Grafové modely chemických pojmů*, Diplomová práce. Brno.
- Kamarýt, J. (1963). *Ludwig von Bertalanfy a syntetické směry v západní biologii*. Filosofické problémy moderní biologie. Praha: ČSAV.
- Klíř, J., & Valach, M. (1965). *Kybernetické modelování*. Praha: SNTL.
- Kratochvíl, M., Potáček, M., & Šibor, J. (2004). *Principy a modely organické chemie I*. Brno: Masarykova univerzita v Brně.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Thomas S. Kuhn (Ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Lange, O. (1966). *Celek a vývoj ve světle kybernetiky*. Praha: Svoboda.
- Novotný, V. (1991). *O systémovém přístupu*. Brno: vlastním nákladem.
- Sadovskij, A. P. (1972). *Základy všeobecné teorie systémů: Logicko-metodologická analýza*. Bratislava: Pravda.
- Šandová, J. (1965). *Základní pojmy teorie systémů*. Praha: SPN.

Wiener, N. (1960). *Kybernetika, neboli, Řízení a sdělování v živých organismech a strojích*. Praha: SNTL.

Kontakt

Mgr. Jiří Šibor, Ph.D.

Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU

Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika

sibor@ped.muni.cz