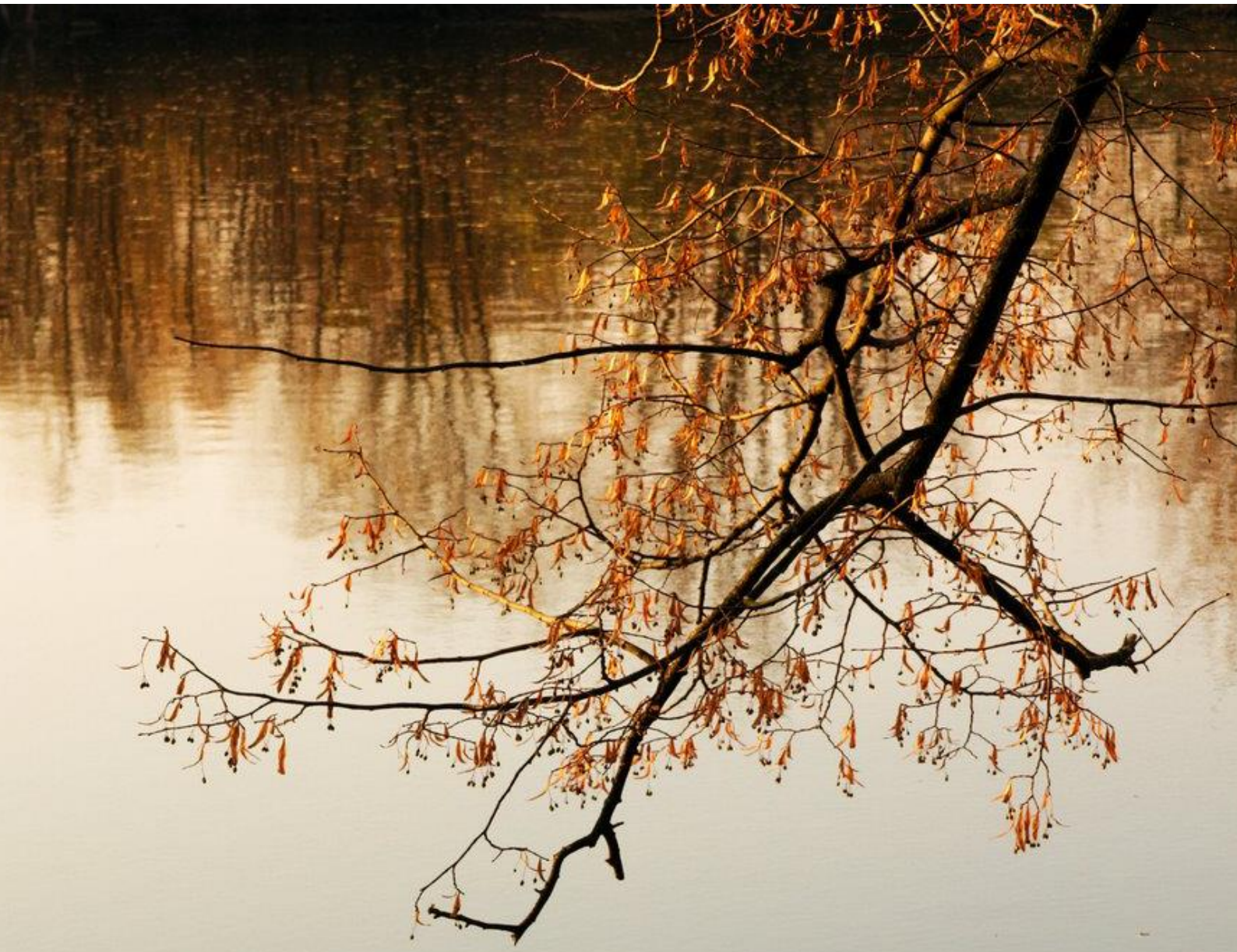
biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 17
číslo 2
2013

vydavateľ

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Priemyselná 4
P. O. BOX 9
918 43 Trnava

redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

redakčná rada

prof. RNDr. Jozef Halgoš, DrSc.
prof. RNDr. Marta Kollárová, DrSc.
prof. RNDr. Eva Miadoková, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Záhradník, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
doc. RNDr. Zlatica Orsághová, CSc.
doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
doc. RNDr. Ľudmila Slováková, CSc.
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.
RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.
RNDr. Ivan Varga, PhD.
PhDr. Jana Višňovská

Časopis Biológia, ekológia, chémia vychádza štvrťročne a je bezplatne prístupný na stránkach http://bech.truni.sk/

ISSN 1338-1024

obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2
Názory učiteľov na súčasné vyučovanie biológie na gymnáziách

6
Mediální výchova ve výuce chemie

8
Prírodné vedy v školskom systéme Nórska

ZAUJÍMAVOSTI VEDY

14
Ftalokyaníny – zlúčeniny 21. storočia na báze porfyrínov

19
Omrvinky z histórie stereochémie

INFORMUJEME, PREDSTAVUJEME

23
Projekty zamerané na výučbu vodných ekosystémov na Slovensku

27
Vzdelávanie učiteľov biológie o vodných ekosystémoch

NÁMETY A POSTREHY

29
Príklad využitia školského počítačového meracieho systému vo vyučovaní chémie

NÁZORY A POLEMIKY

32
Ako prispievajú k miskoncepciám učebnice chémie

pokyny pre prispievateľov

Príspevky musia byť dodané v elektronickej verzii na CD alebo mailom na adresu bech@truni.sk a jedna kópia v tlačenej podobe.
Príspevky píšte v textovom editore s výstupom vo formáte .rtf, .doc alebo .odt.
Autori na konci príspevku uvedú celé meno, priezvisko a titul, adresu pracoviska, pracovné zaradenie a na konci príspevku sa podpíšu.
Vedecké štúdie a odborné príspevky by mali mať rozsah 5 až 8 normostrán (jedna normostrana zodpovedá 30 riadkom po 60 znakov vrátane medzier).
Príspevky informačného charakteru by nemali byť dlhšie ako 3 normostrany.
Zoznam literatúry je potrebné obmedziť len na najnutnejší rozsah a pramene citovať podľa normy STN ISO 690. Privítame dodanie obrazového materiálu v dobrej kvalite. Príspevky sú recenzované.
Nevyžiadané rukopisy nevraciame.
Podrobnejšie pokyny nájdete na stránkach časopisu.

mom organických polovodičov je ich citlivosť na okolitú atmosféru, najmä kyslík a vzdušnú vlhkosť. Vďaka vysokej chemickej a termickej stabilite, dobrým polovodičovým vlastnostiam patria ftalokyaníny medzi sľubné materiály pre organickú elektroniku. Ftalokyanín medi bol vôbec prvý z N-heterocyklických polovodičov, ktorý bol študovaný pre tieto účely.
Široké všestranné uplatnenie ftalokyanínov v rôznych oblastiach špičkových technológií právom spôsobilo, že boli nazvané „zlúčeninami 21. storočia“.

Poďakovanie

Táto publikácia bola vytvorená v rámci projektu „Centrum excelentnosti pre návrh, prípravu a diagnostiku nanoštruktúr pre elektroniku a fotoniku 2“ (Nanonet2), ITMS: 26240120018 na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

BOYLE, R. W.; DOLPHIN, D. Structure and Biodistribution Relationships of Photodynamic Sensitizers. In *Photochemistry and Photobiology*. 64, 3, 1996, pp. 469 – 485.
CLAESSENS, C. G.; HAHN, U.; TORRES, T. Phthalocyanines: From outstanding electronic properties to emerging applications. In *Chem. Rec.* 8, 2, 2008, pp. 75 – 97.
DE LA TORRE, G.; TORRES, T.; CLAESSENS, C. G. Phthalocyanines: old dyes, new materials. Putting color in nanotechnology. In *Chem. Commun.* 20, 2007, pp. 2000 – 2015.
DONG, H. et al. Organic photoresponse materials and devices. In *Chem. Soc. Rev.* 41, 5, 2012, pp. 1754 – 1808.
HANACK, M.; CALVETE, M.; YANG, G. Y. Porphyrins and phthalocyanines as materials for optical limiting. In *Synthetic Metals.* 141, 3, 2004, pp. 231 – 243.
MARSUSHITA, O. et al. Rectangular-Shaped Expanded Phthalocyanines with Two Central Metal Atoms. In *J. Am. Chem. Soc.* 134, 7, 2012, pp. 3411 – 3418.
McKEOWN, N. B. The Syntesis of Symmetrical Phthalocyanines In *The Porphyrin Handbook* (Eds.: Kadish, K. M.; Smith, K. M.; Guilard, R.), New York : Academic Press, 2003, pp. 61 – 124.
MILLER, J. Photodynamic Therapy: The Sensitization of Cancer Cells to Light. In *Journal of Chemical Education*. 76, 5, 1999, pp. 592 – 594.
MOSER, F. H.; THOMAS, A. L. *Phthalocyanine compounds*. New York : Reinhold Publishing Co., 1963. ISBN 0278915957
NEMYKIN, V. N.; LUKYANETS, E. A. Synthesis of substituted phthalocyanines. In *ARKIVOC*., i, 2010, pp. 136 – 208.
NYOKONG, T. Electronic Spectral and Electrochemical Behavior of Near Infrared Absorbing Metallophthalocynines. In *Structure and Bonding: Functional Phthalocyanine Molecular Materials*. Berlin : Springer 2010, pp. 45 – 88. ISBN: 978-3-642-04751-0
SMITH, A. G.; WITTY, M. 2002. *Heme, Chlorophyll, and Bilins: Methods and Protocols.* New Jersey : Humana Press, 2002. ISBN 1-58829-111-1
TORRES, T.; DE LA TORRE, G.; CLAESSENS, C. G. Phthalocyanines: The Need for Selective Synthetic Approaches. In *Eur. J. Org. Chem.* 2000, 16, 2000, pp. 2821 – 2830.
WÖHRLE, D. Practical Applications of Phthalocyanines – from Dyes and Pigments to Materials for Optical, Electronic and Photo-electronic Devices. In *Macroheterocycles* 5, 3, 2012, pp. 191 – 202.

ZAUJÍMAVOSTI VEDY | CHÉMIA

Omrvinky z histórie stereochémie

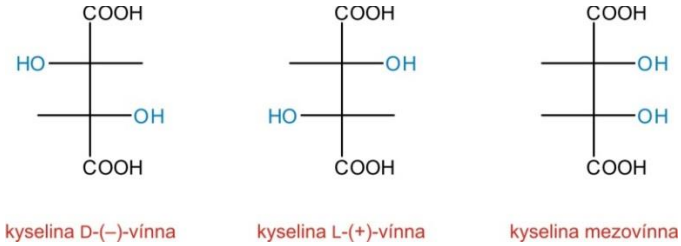
doc. RNDr. Fridrich Gregáň, CSc.
RNDr. Marek Skoršepa, PhD.
Katedra chémie, Fakulta prírodných vied UMB Banská Bystrica
Fridrich.Gregan@umb.sk
Marek.Skorsepa@umb.sk

Úvod

Koncom štyridsiatych rokov 19. storočia sa mladý francúzsky chemik LOUIS PASTEUR (1822 – 1895) zaoberal skúmaním kyseliny vínnej a hroznovej. Obe kyseliny mali rovnaké zloženie ($C_4H_6O_8$), ale kým prvá z nich otáčala rovinu polarizovaného svetla doprava, druhá bola „opticky inaktívna“. Po kryštalizácii kyseliny hroznovej (dnes hovoríme racemickej, lat. *racemus* = hrozno) spozoroval Pasteur pod lupou dva druhy kryštálov, ktoré sa na seba podobali ako predmet a jeho obraz v zrkadle, ako pravá ruka na ľavú. Opatrne oddelil jednotlivé druhy kryštálov a zistil, že obidva sú opticky aktívne. Pravotočivé kryštály boli totožné so známou pravotočivou kyselinou vínnou, ľavotočivé boli kryštály dovtedy neznámej formy kyseliny vínnej. Ich chemické vlastnosti boli rovnaké, rozdielne sa správali len v polarizovanom svetle. Jedna otáčala rovinu polarizovaného svetla doprava, druhá o ten istý uhol doľava. Dnes sa takéto zlúčeniny označujú ako enantioméry alebo optické antipódy.
To, aká je štruktúra týchto kyselín, ale aj ostatných organických zlúčenín, nebolo možné v tom čase povedať; neboli na to ani teoretické ani experimentálne možnosti. Napriek tomu vyslovil Pasteur postulát, ktorý sa neskôr ukázal ako pravdivý: *Ak tvoria kryštály zrkadlový obraz, budú ho tvoriť aj molekuly, pričom objekt je nestotožniteľný s vlastným zrkadlovým obrazom*.

Obr. 1 ***Louis Pasteur (1822 – 1895)***

Obr. 2 ***Fischerova projekcia vínnych kyselín***



Štruktúru organických molekúl vysvetlila až v roku 1867 dodnes platná „štruktúrna teória“ spojená s menami jej tvorcov: Butlerov, Kekulé, Couper, Gerhardt. Podľa tejto teórie je atóm uhlíka v molekulách organických zlúčenín štvorväzbový a tieto väzby sú rovnocenné. Atómy uhlíka pritom môžu vytvárať reťazce priame, rozvetvené a tiež kruhové systémy. Môžu sa navzájom, ale aj s atómami iných prvkov, viazať jednoduchými, dvojitými a trojitými väzbami.

Obr. 3 ***Jacobus Henricus van’t Hoff***

Obr. 4 ***Tetraedrické modely, ktoré vyrobil van’t Hoff v rokoch 1874 – 1875 (History of Science Museum, Leiden)*** *(Ramsay, 2000)*

Ťažké začiatky stereochémie

Tohto roku uplynie presne 139 rokov od objavu, ktorý umožnil vysvetliť, ako sú štyri väzby atómu uhlíka rozmiestnené v priestore. Zaslúžili sa o to nezávisle na sebe Francúz JOSEPH ACHILLE LE BEL (1847 – 1930) a Holanďan JACOBUS HENRICUS VAN’T HOFF (1852 – 1911). Aj keď obaja vedci boli priatelia a v čase publikovania prác (1874) pracovali vo Wurtzovom laboratóriu v Paríži, podľa van’t Hoffových slov nikdy nehovorili o myšlienkach, ktoré sa objavili v ich článkoch. Obe práce vznikli mimo centra chémie 19. storočia – Nemecka, avšak práca van’t Hoffa, pôvodne napísaná v holandčine, s názvom „Návrh, ako previesť doteraz v chémii používané štruktúrne vzorce na vzorce priestorové“ s poznámkami o vzťahu aktívnych vlastností a chemickej konštitúcii látok, bola v roku 1877 preložená do nemčiny, čo rozhodlo o jej rozšírení a vzbudilo aj nemalý záujem. Van’t Hoff v práci napísal: *Ak chceme dať do súladu výsledky experimentálnych štúdií s teóriou, musíme pripustiť, že valencie uhlíka smerujú do vrcholov štvorstenu (tetraédra)*. V dobe keď bolo známych len necelých dvadsať opticky aktívnych organických zlúčenín van’t Hoff vysvetľuje: *Tetraedrálny atóm uhlíka zapríčiňuje nielen neexistenciu izomérov CH_2X_2, ale aj existenciu zrkadlových izomérov – enantiomérov*. V súčasnosti je enantiomér definovaný ako molekula, ktorá je nestotožniteľná so svojim vlastným zrkadlovým obrazom. Väzby atómu uhlíka môžu byť umiestnené trojakým spôsobom: (i) v podobe kríža, (ii) do vrcholov štvorstennej pyramídy a (iii) vo vnútri štvorstena *(Ramsay, 2000, Smik, 1988)*.

Skutočnosť, že van’t Hoff mal v r. 1874 22 rokov a prekladateľ jeho práce do nemčiny F. Herrmann len o málo

viac, a tiež fakt, že nepracovali na renomovaných univerzitách a boli v chémii začiatočníkmi, prispela k vyvolaniu zdrvujúcej kritiky jedného z najznámejších nemeckých chemikov tej doby, vtedy už 67-ročného profesora HERMANA KOLBEHO (1818 – 1884). Jeho hnevu napomohlo aj to, že predhovor k prekladu van't Hoffovej knihy napísal jeho nemenej známy kolega, profesor JOHANNES ADOLF WISLICENUS (1803 – 1875). Kolbe, v časopise *Journal für praktische Chemie,* ktorého bol sám vydavateľom, komentoval van't Hoffov príspevok takto *(Kolbe, 1877)*:

> *V nedávno uverejnenom článku som označil za jednu z príčin zaostávania chemického výskumu v Nemecku nedostatok všeobecného a súčasne dôkladného chemického vzdelania, na čo trpí, na veľkú škodu vedy, aj nezanedbateľný počet našich profesorov chémie.*
> *Dôsledkom toho je premnoženie, na prvý pohľad učene a duchaplne sa tváriacej buriny, ktorá je však v skutočnosti bezduchá prírodná filozofia, ktorú pred päťdesiatimi rokmi odstránili exaktní vedci, a ktorú dnes rôzni pseudovedci vyťahujú zo skladísk, v ktorých sa uchovávajú omyly ľudského ducha a pokúšajú sa ju prepašovať do dobrej spoločnosti, do ktorej nepatrí, ako moderne oblečenú a čerstvo našminkovanú pobehlicu.*
> *Komu sa moje obavy zdajú prehnané, nech si prečíta nedávno vydanú, fantáziami prekypujúcu knihu pánov van't Hoffa a Herrmanna „O umiestnení atómov v priestore". Ignoroval by som túto publikáciu, tak ako iné podobné, keby ju známy chemik nevzal pod ochranu a neodporučil ako zaslúžilé dielo. Akýsi Dr. J. H. van't Hoff zo Zverolekárskej školy v Utrechte nenachádza, ako sa zdá, záľubu v exaktnom chemickom bádaní. Považoval za pohodlnejšie nasadnúť na Pegasa (pravdepodobne vypožičaného z Veterinárnej školy) a zvestovať vo svojej „Chémii v priestore" (La chimie dans l'Espace), ako sa mu z chemického Parnasu, ktorý zdolal odvážnym letom, javí rozmiestnenie atómov v priestore.*

Obr. 5 ***Hermann Kolbe***

> *Tento spis ani nie je možné kritizovať, pretože pohrávaniu sa s fantáziou úplne chýba kontakt s realitou a je celkom nezrozumiteľné triezvemu chemikovi.*
> *Je typické, pre dnešnú, na kritiku chudobnú a kritiku nenávidiacu dobu, že dvaja prakticky neznámi chemici, jeden z Veterinárnej školy a druhý z Poľnohospodárskeho inštitútu, posudzujú s istotou najzložitejšie problémy chémie, ktoré možno nikdy nebudú vyriešené, špeciálne otázku priestorového rozloženia atómov, a vyslovujú závery s drzosťou, ktorá vyvoláva údiv u serióznych vedcov.*
> *Je príznakom doby, že sa moderní chemici cítia byť povolaní nájsť vysvetlenie na všetko, avšak keď im nestačia skúsenosti, siahajú k nadprirodzenému vysvetleniu. A takéto riešenie vedeckých otázok, len veľmi málo vzdialené od viery v bosorky a duchov, považuje Wislicenus za prípustné.*
> *Wislicenus týmto vyhlásil, že vystupuje z radov exaktných prírodovedcov a prestupuje do tábora „prírodných filozofov" neblahej pamäti, ktorých oddeľuje od špiritistov len celkom tenké „médium".*

Na Kolbeho kritiku reagoval van't Hoff v prednáške na zasadaní Nemeckej chemickej spoločnosti v Berlíne (október 1877) s názvom „Súvis medzi optickou aktivitou a konštitúciou":

> *Teória, ktorej doteraz neprotirečí žiadna skutočnosť, sa môže overovať len experimentálne.*
> *Ak si niekto myslí, hoci aj muž, ktorý sa tak zaslúžil o chémiu ako profesor Kolbe, že sa chemik nemá trápiť teóriou, pretože je ešte mladý a zamestnaný na Veterinárnej škole, ak nepovažuje za dôstojné pozdraviť predstaviteľov nových názorov tak, ako pozdravovali Homérovi hrdinovia svojich protivníkov pred bojom, potom ja tvrdím, že podobné správanie nie je možné našťastie považovať za príznak doby, ale len za príspevok k poznaniu jednotlivca.*

O niekoľko rokov van't Hoff pridal ešte ďalší komentár:

> *Takýto bol debut tejto teórie. Prešlo len štrnásť rokov a Kolbe je už mŕtvy. Ale akoby ironiou osudu, na jeho miesto na univerzite v Lipsku nastúpil Wislicenus.*

Van't Hoff sa stal v roku 1901 prvým nositeľom Nobelovej ceny za chémiu, nie však za priekopnícku prácu v stereochémii, ale za práce fyzikálnochemické (presnejšie, za objav zákonov chemickej dynamiky a osmotického tlaku v roztokoch).

Záver

Takmer 150 rokov po svojom vzniku predstavuje stereochémia význačnú oblasť organickej chémie. Bez presnej znalosti rozloženia atómov zlúčeniny v priestore by naše vedomosti v oblasti stavby prírodných látok, účinku liekov a vlastností polymérov boli neúplné a neumožnili by napríklad študovať vzťahy štruktúry a účinku nových liečiv alebo vlastnosti nových polymérov.

Najjemnejšia odlišnosť stereomérov je práve v prípade enantiomérov, ktoré sa líšia iba konfiguráciou. V bežných vlastnostiach sa enantioméry nelíšia, preto je prekvapujúce, že sa veľmi výrazne líšia v biologických vlastnostiach a farmakologických účinkoch. Jeden enantiomér môže byť napríklad vynikajúcim liekom, kým druhý enantiomér môže byť toxický. Keďže v organickej syntéze veľmi často vznikajú zmesi enantiomérov, jedným z najťažších úkonov separácie je práve ich oddelenie *(Devínsky a kol., 2001)*. Príroda však problém s rozdelením enantiomérov nemá. Baktérie či kvasinky za pôsobenia enzýmov zo zmesi dvoch enantiomérov využívajú (rozkladajú) len jeden z enantiomérov, pričom ten druhý zostane neporušený.

V súvislosti s terminológiou, namiesto pôvodne používaného termínu *chirálne centrum* sa v súčasnosti používa pojem *stereogénne centrum*. Odlišnosti enantiomérov a diastereoizomérov vyplývajú aj z obr. 6 *(Boháč, 1998, Heger, 2004)*.

Keď dnes čítame Kolbeho ostrú kritiku, uvedomujeme si, že aj veľkí vedci sú len ľudia, často neschopní pochopiť nový, rodiaci sa smer, že aj oni môžu pociťovať nadradenosť, či už kvôli svojej národnosti, veku alebo postaveniu. Musíme mať preto na pamäti výrok Paracelsa (1493 – 1541), ktorý dodnes nestratil platnosť a iste ju nestratí ani v budúcnosti:

> *Nikdy nehovor „to nie je pravda“, keď to nepoznáš. Je treba bádať, aby sme poznali, poznať, aby sme rozumeli a rozumieť, aby sme mohli hodnotiť.*

Tento príklad nie jedinou známou komplikáciou pri presadzovaní nových názorov vo vede. Tvrdých odporcov nových teórií sa mnohokrát ani nepodarilo presvedčiť o ich správnosti a prínose. Jeden z najväčších vedcov 20. storočia, Max Planck, sa v tomto smere vyjadril veľmi výstižne *(Štoll, 2005)*:

> *Nová vedecká pravda sa nepresadzuje tým, že sa jej odporcovia dajú presvedčiť, ale skôr tak, že odporcovia pomaly vymrú a dorastajúca generácia sa s pravdou zoznamuje hneď na začiatku.*

Literatúra

BOHÁČ, A. *Stereoselektívna syntéza*. Bratislava : SPN, 1998.

DEVÍNSKY, F. a kol. *Organická chémia pre farmaceutov*. Martin : Osveta, 2001.

HEGER, J., HNÁT, J., PUTALA, M. *Názvoslovie organických zlúčenín*. Bratislava : SPN, Mladé letá, 2004.

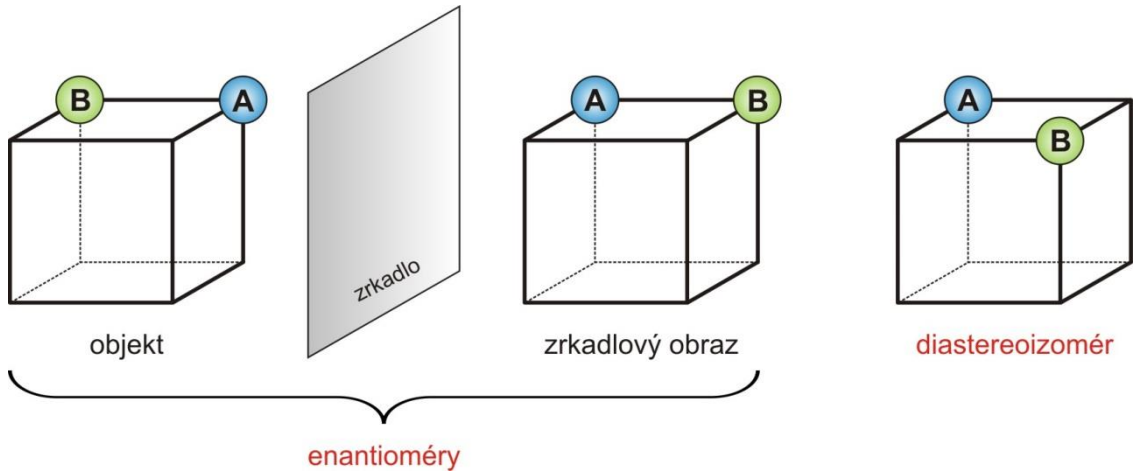
KOLBE, H. Zeichen der Zeit II. In *Journal für praktische Chemie.* 1877, vol. 15, 123, pp. 473 – 477.

RAMSAY, O. B. *Stereochémia*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2000.

SMIK, L. *Dejiny prírodných vied so zameraním na chémiu*. Košice : UPJŠ, 1988.

ŠTOLL, I. *Historky o slavných fyzicích a matematicích*. Praha : Prometheus, 2005.

Obr. 6 ***Odlišnosti enantiomérov a diastereoizomérov***



ISSN 1338-1024