

# **ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД**

год. 51

бр. 1 (фeбруар)

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 51

број 1  
фебруар

Editor-in-Chief  
RATKO M. JANKOV  
Deputy Editor-in-Chief  
DRAGICA TRIVIĆ

Volume 51  
NUMBER 1  
(February)

Publisher  
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY  
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје  
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК  
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ  
УРЕДНИКА  
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ  
Владимир Вукотић, Бранко Дракулић, Јелена Радосављевић  
и Воин Петровић

Издавање часописа „ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД“ помажу:  
Технолошко-металуршки факултет, Хемијски факултет и  
Факултет за физичку хемију у Београду.

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Иван Гутман, Снежана Зарић, Јован Јовановић, Славко  
Кеврешан, Драган Марковић, Радо Марковић, Владимир  
Павловић, Радомир Саичић, Живорад Чековић (пред-  
седник).

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед“,  
за 2010. годину износи:  
- за запослене..... 1.400,00  
- за пензионере, студенте, ђаке и незапослене.....600,00  
- претплата за школе и остале институције.....3.000,00  
- за чланове и институције из иностранства..... € 50,-

Чланарину и претплату можете уплатити на рачун СХД:  
205-13815-62, позив на број 320.

Web site: <http://www.shd.org.rs/hp/>  
e-mail редакције: [hcmpr\\_ed@chem.bg.ac.rs](mailto:hcmpr_ed@chem.bg.ac.rs)

Припрема за штампу: Јелена и Зоран Димић, Светозара  
Марковића 2, 11000 Београд

Штампа: Завод за графичку технику Технолошко-  
металуршког факултета Београд, Карнегијева 4

Насловна страна и Интернет верзија часописа:  
Слободан и Горан Ратковић, [RatkovicDesign](http://RatkovicDesign.com)  
[www.ratkovicdesign.net](http://www.ratkovicdesign.net)  
[office@ratkovicdesign.net](mailto:office@ratkovicdesign.net)

## САДРЖАЈ

### ПРИЧА СА НАСЛОВНЕ СТРАНЕ

Анкица ЈОВАНОВИЋ  
150 ГОДИНА СПЕКТРОСКОПИЈЕ ..... 2

### ЧЛАНЦИ

Ратко М. ЈАНКОВ и Бранко Ј. ДРАКУЛИЋ  
Ratko M. JANKOV and Branko J. DRAKULIĆ  
ПЕДЕСЕТМИЛОНИТИ МАЛИ МОЛЕКУЛ РЕГИСТРОВАН У  
CHEMICAL ABSTRACT-У, или КАКО СЕ ПРЕТРАЖИВАЛА  
ХЕМИЈСКА ЛИТЕРАТУРА НЕКАДА И САДА  
FIFTYMILLIONTH UNIQUE CHEMICAL SUBSTANCE  
RECORDED IN CAS, OR HOW CHEMICAL LITERATURE HAVE  
BEEN SEARCHED THEN AND HOW THIS LOOKS LIKE NOW ... 3

Сања МРАЗОВАЦ, Мирјана ВОЈИНОВИЋ-МИЛОРАДОВ  
Sanja MRAZOVAC, Mirjana VOJINOVIĆ-MILORADOV  
МЕТАН У ВОДИ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА ГЛОБАЛНО  
ЗАГРЕВАЊЕ  
METHANE IN CAGE OF WATER CLUSTERS ..... 7

Душан ВЕЉКОВИЋ, Гордана Н. ВУЧКОВИЋ  
Dušan VELJKOVIĆ, Gordana N. VUČKOVIĆ  
МИНЕРАЛИ У ИСХРАНИ  
MINERALS IN NUTRITION ..... 14

### ХЕМИЈА У ШКОЛИ

Весна МАЧВАНСКИ  
Vesna MAČVANSKI  
СЦЕНАРИО ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ЧАСА „ХИДРОЛИЗА СОЛИ“  
THE ELABORATION OF THE SALT HYDROLYSIS ..... 19

### ИСТОРИЈА ХЕМИЈЕ У СРБИЈИ

Снежана БОЈОВИЋ  
Snežana BOJOVIĆ  
ПРВИ УЏБЕНИК ХЕМИЈЕ И ПРВЕ ХЕМИЈСКЕ ФОРМУЛЕ У  
СРБИЈИ  
THE FIRST CHEMISTRY TEXTBOOK AND FIRST CHEMICAL  
FORMULAS IN SERBIA ..... 21

### ХЕМИЈА НА ИНТЕРНЕТУ

Александар ДЕКАНСКИ, Владимир ПАНИЋ, Драгана  
ДЕКАНСКИ  
Клуб Младих хемичара Србије - КМХС ..... 24

### ВЕСТИ ИЗ СХД

Извештај са свечане Скупштине Српског хемијског друштва ... 26  
Клуб младих хемичара Србије ..... 28



## УВОДНИК

Укратчили смо у нову годину са уверењем да смо радећи успети да нам ова година буде боља него претходне, и то не само нама у *Хемијском ирепледу*, већ у целом Српском хемијском друштву. Сећате се да смо прошле године почели да штампамо *Хемијски иреплед* са сликама у боји. Финансијски смо издржали до средине године, а онда смо се вратили старој техници. Пошто смо непоправљиви ентузијсти, трудимо се да кроз неколико бројева поново почнемо да штампамо *Хемијски иреплед* у боји. Па, ако и колико издржимо.

Од активности које Српско хемијско друштво планира за почетак ове године поменућемо неке. У априлу СХД ће организовати и наш традиционални семинар Априлски данни наставника хемије (6. и 7. априла). Истог месеца у Новом Саду организује се Саветовање хемичара Србије. Надамо се да ћете узети учешћа бар у једном од ова два највећа и најмаговија скупа хемичара Србије у свакој години.

Као и сваке године, на почетку и ове године морамо да поновимо молбу да **се што пре учланите у СХД!** Тиме ћете значајно помоћи редовно излагање ХП, као и наше намере да сваке године поправљамо и подижемо квалитет овог нашег заједничког часописа. Уз то, на тај начин обезбедићете свој примерак *Хемијског ирепледа*. **Чланарина за ову годину** (уз бесплатни примерак *Хемијског ирепледа* током читаве године) **је непромењена** у односу на претходну, и износи 1.400 динара. Детаље о начину плаћања чланарине можете наћи на импресуму овог броја или на сајту Српског хемијског друштва ([www.shd.org.rs](http://www.shd.org.rs)).

\* \* \*

Ове године на корицама имамо двојицу великана хемије из средине претпрошлог века. Ради се о Крихофу и Бунзену, који су поставили темељ спектроскопије. Наравно као и претходних година, први чланак у овогодишњем првенцу посвећен је обележавању 150 година спектроскопије. Податке из биографија ова два научника, као и податке томе о како се спектроскопија развијала од својих првих почетака пре неколико стотина година, можете прочитати у рубрици *Приче са корица*, а написала га је **Анкица Јовановић**.

\* \* \*

На унутрашњој задњој корици овог броја *Хемијског ирепледа* објављујемо критеријуме којих би требало да се држе аутори при достављању чланка за објављивање у овом часопису. Мало смо их прилагодили новом времену и информационом технологијама, тако да аутори који пишу у *Хемијском ирепледу* имају јасне инструкције како да приреде рукопис.

\* \* \*

На Свечаној скупштини СХД, која је одржана 8. децембра 2009. године, а у оквиру које традиционално говоре добитници најзначајнијих признања, скупу се обратило два добитника медаља СХД за 2008. годину. Један је добитник Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2008. годину, **Вукадин Леовац**, који је одржао предавање под насловом *Синтеза и структура комплекса мetaila са изохиосемикарбазидима и изохиосемикарбазонима. Мetail-индуковане реакције*. Добитник Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2008. годину, **Горан Калуђеровић** одржао је предавање *Развој антибиоморских комплекса илаитине и других мetaila*. На овој скупштини додељено је и низ нових признања и награда

које СХД додељује својим члановима и најбољим студентима свих хемијских факултета у Србији. О именима свих добитника и току саме Свечане скупштине информацију можете наћи у Извештају са свечане Скупштине Српског хемијског друштва, који доносимо у рубрици Вести из СХД. Знамо да многи од вас нису били у прилици да присуствују Свечаној скупштини и чују предавања добитника највиших одличја говорили. Због тога смо се потрудили да њихова предавања буду одштапана у *Хемијском ирепледу*. Са том праксом наставићемо и убудуће. Тако очекујте нека од овогодишњих, али и предавања из претходних година у наредним бројевима ХП.

У истој рубрици наћи ћете и податке о томе да је СХД основало „Клуб младих хемичара Србије“ са циљем да се промовише наука међу младим истраживачима. Још података о Клубу ћете наћи и у рубрици *Хемија на Инјернеиу*.

\* \* \*

Осмог септембра прошле године Chemical Abstract је објавио да је дан раније регистровао педесетмилионити мали молекул у својој бази података. Вест је имала одјека у научној јавности широм света. То је био повод за писање текста *Педесетмилионити мали молекул регистрован у Chemical Abstract-у, или како се ирепличивала хемијска литература некада и сада* аутора **Бранка Ј. Дракулића** и **Ратка М. Јанкова**. Текст говори о брзом развоју наука које се баве молекулима, хемији на првом месту, и даје кратак осврт на то како се претраживала хемијска литература и проналазили подаци о молекулима у не тако давној прошлости, а како то изгледа данас.

\* \* \*

У тексту *Мetail у води и његов утицај на глобално загревање*, аутора **Сање Мрзовац** и **Мирјане Војновић-Милорадов** представљене су основне карактеристике воде, која је асоцирана течност специфичног уређења у виду кластера ка везасте структуре, које омогућава малим молекулима гаса да се уграде у шупљине течне супстанце. Гасна компонента у водама природног окружења (мора, океани, подземне воде...) је углавном метан. У чланку је посебно објашњен начин формирања и услови егзистенције метанског кристалохидрата и извршено поређење кристалохидрата са течним системима, док је на крају разматран и могући утицај ослобођеног метана из мора и океана на глобално загревање.

\* \* \*

Постоје два основна начина регулације количине минералних материја у организму: **излучивање** и **складиштење**. Излучивањем се организам ослобађа вишка минералних супстанци које би у случају задржавања у организму могле да доведу до значајних физиолошких и биохемијских промена (промена рН, осмотског притиска итд.). С друге стране, за неке јоне у организму постоје посебне резерве која се могу мобилисати при њиховом недовољном уношењу. За описивање метаболизма минералних супстанци битно је нагласити да се код њих процес апсорпције знатно разликује од апсорпције органских материја.

У вези са метаболизмом минерала које уносимо исхраном можете прочитати у чланку *Минерали у исхрани* аутора **Душана Вељковића** и **Гордане Н. Вучковић**.

**Ратко М. Јанков**



# ПРИЧА СА НАСЛОВНЕ СТРАНЕ

Анкица ЈОВАНОВИЋ, Факултет за физичку хемију, Београд (e-mail: ajovanovic@ffh.bg.ac.rs)

## 150 ГОДИНА СПЕКТРОСКОПИЈЕ

Мада откриће *спектра* датира из друге половине 17. века, спектроскопија, која се бави изучавањем спектра, постала је научна дисциплина скоро два века касније, тачније пре 150 година. Сазнању да је спектар карактеристика супстанце водила су бројна запажања од којих се, у овом кратком приказу, помињу најзначајнија.

Историјски, развој спектроскопије везује се за име И. Њутна који је 1666. г. разложио сунчеву светлост помоћу призме и добијену слику континуално распоређених боја, назвао *спектар*. Због примитивног уређаја који је користио, у добијеном сунчевом спектру нису биле испољене карактеристике које представљају основ изучавања спектроскопије.

Велики напредак учињен је тек 1802. г., када је енглески научник В. Х. Воластон пропустио сунчеву светлост на призму кроз узану пукотину уместо кроз кружни отвор (као Њутн у свом експерименту) и добио сунчев спектар испрекидан са неколико тамних линија.

Дванаест година касније, Ј. Фраунхофер је запазио помоћу првог реалног спектроскопа око 600 тамних линија на континуалној позадини сунчевог спектра, које су по њему назване *Фраунхоферовим*. Осам најистакнутијих линија обележио је словима латинице од А до Н, од којих се слово D и данас користи као ознака за жути дублет натријума. Узроком појави тамних линија Фраунхофер је сматрао одсуство одређених бојених компонента у белој сунчевој светлости.

Током неколико следећих декада, већи број научника почео је да испитује спектре светлости која се емитује у земаљским изворима (као што су пламен, лук и варница). Запажено је да ови спектри садрже линије на одређеним, али различитим, положајима зависно од соли или метала унетих у извор. Ова запажања су постепено довела до претпоставке да посматране линије припадају одређеним елементима али нису схваћене као њихова карактеристика све док то нису учинили Г. Кирхоф и Р. Бунзен 1859-1860. г.

У прво време, Бунзен и Кирхоф су независно испитивали светлост емитовану у пламену у присуству соли. Бунзен се интересовао за анализу елемената на основу боје пламена, али када је чуо да Кирхоф изводи сличне експерименте користећи спектроскоп, предложио је сарадњу, која је започела 1854. г. Радећи на конструкцији побољшање верзије Фарадејевог пламеника током 1855. г., Бунзен је са Кирхофом започео и рад на конструкцији новог спектроскопа.

Посматрајући спектре чистих супстанци унетих у Бунзенов пламен, Кирхоф је 1859. г. утврдио да *сваки елемент има себи својствен спектар*. Даље је, посматрајући помоћу спектроскопа резултат пролаза зрачења сјјалице (које има континуални спектар) кроз Бунзенов пламен који садржи соли метала, дошао је до закључка да *свака сусјетанца емитује и апсорбује светлост карактеристичне фреквенције*. На тај начин дошао је и до открића порекла Фраунхоферових линија: оне настају апсорпцијом светлости одређених таласних дужина из беле сунчеве светлости од стране гасова или пара метала који се налазе у хладнијим слојевима атмосфере Сунца.

Закључци Кирхофа дали су основ и означили почетак развоја спектралне анализе - нове методе за анализу састава

како земаљских, тако и стеларних објеката, на основу посматрања њиховог карактеристичног спектра.

Применљивост методе убрзо су демонстрирали Кирхоф и Бунзен открићем цезијума (1860) и рубидијума (1861). Нешто касније, новом методом су откривени талијум (1861) и индијум (1863), а до краја 19. века још око 20 нових елемената, о чему је раније писано у *Хемијском ирепледу* [XII, 39 (1998) 121-128 и XII, 41 (2000) 101-104].

Кирхоф и Бунзен нису могли да објасне порекло спектралних линија. Оно је остало непознато до појаве Борове и, убрзо, нове квантне теорије када спектроскопија добија теоријски основ и постаје најважнији извор информација о структури атома и молекула.

**Густав Р. Кирхоф** (1824-1887) је рођен у Кенинсбергу, (сада Калињинграду) где је и дипломирао 1847. математику и физику. Већ у току студија дао је изузетан допринос истраживањима електричних кола и 1845. поставио два закона, позната као Кирхофови закони, која и данас имају велики значај у електротехници. После дипломирања преселио се у Берлин а 1850. у Бреслав (сада Вроцлав). Овде је упознао Бунзена са којим је остварио плодну сарадњу у области спектроскопије после преласка на Универзитет у Хајделбергу 1854. г., где је предавао физику. Због нарушене здравља, које му више није није дозвољавало експерименталан рад, 1875. г. прихватио је катедру математичке физике у Берлину са уверењем да се још успешно може бавити теоријом. Поред достигнућа у спектроскопији и електротехници, својим фундаменталним радом на зрачењу *црној тела* (термин је увео 1862. г.) у великој мери је допринео развоју квантне теорије. Добитник је Румфордове медаље за истраживање линија у сунчевом спектру и заједно са Бунзеном, прве Дејвијеве медаље за достигнућа у спектроскопији.

**Роберт В. Бунсен** (1811-1899) сматра се једним је од највећих хемичара свих времена. Дао је допринос у више научних дисциплина, али је остао најпознатији по свом мањем доприносу науци - побољшаној конструкцији Фарадејевог пламеника, који сад носи његово име.

Студирао је хемију у родном Гетингену где је и докторирао у 19. г. После дипломирања борао је у више градова Европе у којима се упознавао са достигнућима у науци и производњи. После повратка у Немачку, предавао је у Гетингену, на Политехничкој школи у Каселу и Универзитету у Марбургу. Катедру хемије на Универзитету у Хајделбергу прихватио је 1852. г и задржао је до пензионисања 1889. г. Поред доприноса спектроскопији, у највећој мери конструкцијом спектроскопа и пламеника погодног за спектроскопска испитивања, позната и су његова истраживања особина органских једињења арсена, нових типова батерија, рад на електролизи метала, анализи вулканских стена, конструкцији више лабораторијских инструмената и многим другим. Добитник је Коплијеве медаље (1860), Дејвијеве, заједно са Кирхофом, (1877) и Албертове (1898) за допринос индустрији.

За даље информације на интернету, препоручујемо адресе:

[http://www.thespectroscopynet.com/history\\_1.html](http://www.thespectroscopynet.com/history_1.html)

<http://www-history.msc.st-and.ac.uk/Biographies.Kirhhoff.html>

<http://chem.ch.huji.ac.il/history/Bunsen.html>





## ЧЛАНЦИ



Ратко М. ЈАНКОВ<sup>1</sup> и Бранко Ј. ДРАКУЛИЋ<sup>2</sup>

1. Хемијски Факултет Универзитета у Београду

2. Центар за хемију - ИХТМ, Универзитет у Београду

Е-пошта: [rjankov@chem.bg.ac.rs](mailto:rjankov@chem.bg.ac.rs), [bdrakuli@chem.bg.ac.rs](mailto:bdrakuli@chem.bg.ac.rs)

### ПЕДЕСЕТМИЛИОНИТИ МАЛИ МОЛЕКУЛ РЕГИСТРОВАН У CHEMICAL ABSTRACT-У, ИЛИ КАКО СЕ ПРЕТРАЖИВАЛА ХЕМИЈСКА ЛИТЕРАТУРА НЕКАДА И САДА

*Осмог септембра прошле године Chemical Abstract је објавио да је дан раније рејиситровао педесетмилионити мали молекул у својој бази података. Весели је имала одјека у научној јавности широм света. То је био повод за писање овог чланка. Током разговора у редакцији ХИМ одлучили смо да напишемо чланак о брзом развоју наука које се баве молекулама, хемији на првом месту, и да дамо крајак осврти на то како се, у не тако давној прошлости, претраживала хемијска литература и проналазили подаци о молекулама, а како то изгледа данас.*

Први аутор овога текста је пре тридесетак година написао *Водич кроз органско хемијску литературу*,<sup>а)</sup> а други аутор је, као студент, тај приручник набавио и из њега доста корисних ствари научио. У делу приручника (Слика 1) је описано како се снаћи у хемијској литератури, на који начин је она организована, шта су хемијски часописи и како се у њима траже подаци, и, на крају, како се користити такозваном реферативном (секундарном) литературом, од које је и тада (а и данас) Chemical Abstract био далеко најважнији. У овом приручнику био је и део о томе како се претражује Chemical Abstract који је увезан по годиштима, у папирној верзији, красио добар део библиотеке Хемијског Факултета Универзитета у Београду. Папирна верзија Chemical Abstract-а увезана у фини чврсти повез и данас се налази у нашој библиотеци, али је све мање консултована, и тај део библиотеке је све мање и мање посећиван.

Сада, неколико деценија касније, много тога се променило. Пошто постоји електронска верзија Chemical Abstract-а која се свакодневно ажурира, којој се прилази преко интернета и која нуди (у време када је Водич кроз органско хемијску литературу написан) не(на)слућене могућности за брзо проналажење жељеног молекула, његових експериментално одређених и у

литератури описаних или предвиђених особина, реакционих секвенци у којима тај молекул учествује као реагенс или реактант, катализатор или производ и списак свих научних радова у којима је тражени молекул макар једанпут поменут, цео посао је драстично поједностављен. Данас не морате знати ништа од оног о чему пише у Водичу. Ако данас неко жели да види како неки од спектра (НМР, ИЦ, Уљ) жељеног молекула изгледа кликом на линк ће (за одређени број једињења, не за сва!) бити упућен на спектар или научни рад у коме је он описан. Иста је процедура предвиђена и уколико неко жели да купи неко хемијско једињење: кликом на линк долази до списка произвођача који тај молекул нуде. После тога све је јакo једноставно.

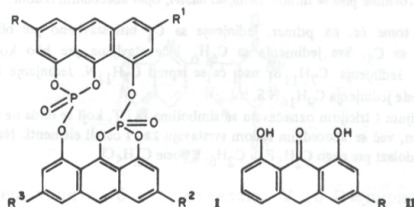
Употребом SciFinder Scholar-а, и добром конекцијом према интернету из свих Универзитетских установа у Србији, добијање таквих података траје мање од двадесетак секунди. Да би стекли утисак о томе по којим критеријумима можете претраживати базу података CAS-а, на слици 2 је дат први прозор претраживача. Ако вас интересује више свратите до неке од библиотеке универзитетских установа у Србији које се баве природним наукама или погледајте веб страну CAS <http://www.cas.org/index.html>

Да се вратимо на први део наслова нашег текста. База података Chemical Abstract постоји од 1907. године као део Америчког хемијског друштва (American Chemical Society), значи да је пре две године прославила 100 годна постојања. На почетку постојања регистровала је само сажете и добро систематизоване изводе научних радова, патената и књига из области хемије, одатле и име Chemical Abstract; а временом је систематизацију проширила и на описана хемијска једињења. Седмог септембра ове године Chemical Abstract је "укњижио" педесетмилионити мали молекул. Део базе по-

<sup>а)</sup> Ратко Јанков, *Водич кроз органско хемијску литературу*, ИЦС Београд, 1975

Summary, ω-πapиpиy-α-чпoгoбyчyг чпoнe кaвe (O7, A1 (X = Cl)).

**120338k Bisphosphorylated anthralin derivatives.** Friedmann, Charles Aubrey; Hofer, Peter; Lange, Winthrop Everett. (Mundipharma A.-G.) Ger. Offen. 2,302,125 (Cl. C 07f, A 61k), 18 Jul 1974, Appl. P 23 02 125.2, 17 Jan 1973; 26 pp.



Anthracenetriol phosphates I were prepd. by the phosphorylation of dihydroxyanthrones II. Thus, II (R = H), reacted with POCl<sub>3</sub> in pyridine to give I (R = R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = R<sup>3</sup> = H). Substituted II, e.g., II (R = Me), gave 3 I isomers, I (R = R<sup>2</sup> = Me, R<sup>1</sup> = R<sup>3</sup> = H), I (R = R<sup>1</sup> = Me, R<sup>2</sup> = R<sup>3</sup> = H), and I (R = R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = Me, R<sup>3</sup> = H). I were useful in the treatment of skin diseases, e.g., psoriasis and seborrhea.

**120339m 5,8-Dichloro-1,4-dihydroxyanthraquinone.** Dunkerley, Kenneth; Greenhalgh, Colin W. (Imperial Chemical Industries Ltd.) Brit. 1,357,955 (Cl. C 07cf), 26 Jun 1974, Appl. 17,714/71, 28 May 1971; 2 pp. The title compd. was manufd. by stirring the quinizarin di(boro lower alkyl carboxyl-

SLIKA 3. Deo stranice iz časopisa Chemical Abstracts. Abstrakt pod brojem 120338k je izvod iz jednog nemačkog patenta. Tekst je vrlo koncizan, a poslednja rečenica izvoda objašnjava razlog zbog koga je ovaj postupak za dobijanje patentiran.

**Bibliographic Information**  
**Bisphosphorylated anthralin derivatives.** Friedmann, Charles Aubrey; Hofer, Peter; Lange, Winthrop Everett. (Mundipharma A.-G.) Ger. Offen. (1974), 26 pp. CODEN GW06X DE 2302125 19740718 Patent written in German. Application: DE 73-2302125 19730117. Priority: CAN 81.120338 AN 1974-520338 CAPLUS

**Patent Family Information**

Patent No.	Kind	Date	Application No.	Date
DE 2302125	A1	19740718	DE 1973-2302125	19730117
DE 2302125	B2	19780308		
DE 2302125	C3	19791025		

**Priority Application:**  
 DE 1973-2302125 19730117

**Abstract**  
 Anthracenetriol phosphates I were prepd. by the phosphorylation of dihydroxyanthrones II. Thus, II (R = H), reacted with POCl<sub>3</sub> in pyridine to give I (R = R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = R<sup>3</sup> = H). Substituted II, e.g., II (R = Me), gave 3 I isomers, I (R = R<sup>2</sup> = Me, R<sup>1</sup> = R<sup>3</sup> = H), I (R = R<sup>1</sup> = Me, R<sup>2</sup> = R<sup>3</sup> = H), and I (R = R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = Me, R<sup>3</sup> = H). I were useful in the treatment of skin diseases, e.g., psoriasis and seborrhea.

**Patent Classifications**  
 IPC: C07F, A61K

**Including** - Section 26-5 (Condensed Aromatic Compounds)  
 Section cross-reference(s): 1

**Ecma**  
 Psoriasis  
 Seborrhea

**Predicted Property Values**

Registry Number: 52024-60-4

Formula: C<sub>18</sub>H<sub>8</sub>O<sub>12</sub>P<sub>2</sub>

CA Index Name: 4,6,15,17-Diisopropylidene[1,3-bis(1,3,7,9,2,2)-bisoxadiphosphacyclobutene-2,9-dithiol, dioxate, 6,17-dioxide (C)

Property	Value	Condition	Note
Bioconcentration Factor	7300	pH 7	(1)
Bioconcentration Factor	7300	Temp. 25 °C	(1)
Bioconcentration Factor	7300	pH 7	(1)
Bioconcentration Factor	7300	Temp. 25 °C	(1)
Bioconcentration Factor	7300	pH 7	(1)
Bioconcentration Factor	7300	Temp. 25 °C	(1)
Bioconcentration Factor	7300	pH 7	(1)
Bioconcentration Factor	7300	Temp. 25 °C	(1)
Bioconcentration Factor	7300	pH 7	(1)
Bioconcentration Factor	7300	Temp. 25 °C	(1)

Слика 1. Лево: Приказ апстрактa патента, описан у *Вогичу кроз орданско хемијску лиџераџуру* (стр. 19); Десно горе: Исти патент у електронској верзији Chemical Abstracta; Десно доле: Хемијско једињење описано у патенту са физичко-хемијским особинама, у електронској верзији Chemical Abstracta.

**SciFinder Scholar**

File Edit View Task Tools Help

**Explore**

Select One:

**Explore Literature**

- Research Topic
- Author Name
- Company Name / Organization

**Explore Substances**

- Chemical Structure
- Molecular Formula

**Explore Reactions**

- Reaction Structure

Cancel

Слика 2. Први “прозор” за претраживање електронске верзије CAS базе података.

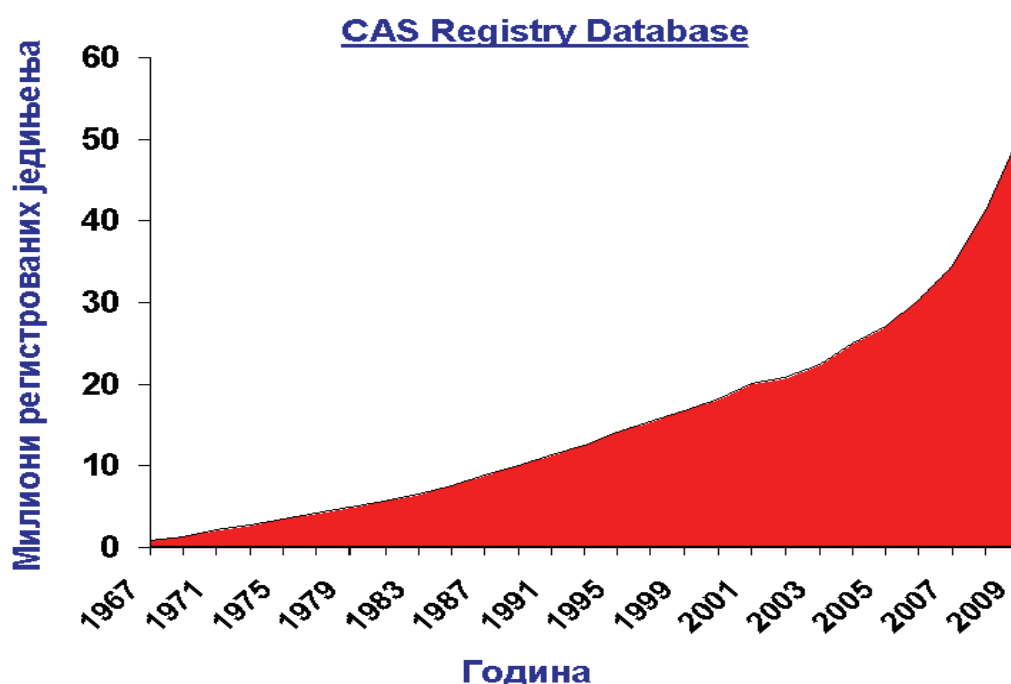
датака који се назива CAS REGISTRY је јединствена, вероватно највећа, и свакако најсистематизованија база података која садржи податке о малим молекулима. Систематски су описана једињења описана и у научним часописима који нису искључиво хемијски. И текстови из нашег *Хемијској Прејледа*, да се мало похвалимо, се редовно региструју у CAS бази података.

Шире објашњење о томе по ком критеријуму CAS покрива научне часописе је ван оквира овог текста, али је сигурно одабир часописа укључен у CAS одраз и чињенице да смо све што се у природи догађа вештачки поделили у дисциплине, као што су физика, хемија, биологија итд. да би природу лакше проучавали.

Подаци о молекулима се систематски прикупљају од не тако давне 1957. године до данас. Истовремено су и сви записи о молекулима, од 1900. године, унесени у базу података. Поред података о малим молекулима, база садржи податке о амалгамима, минералима, смешама, полимерима, солима и секвенцама макромолекула.

Овде ћемо се мало задржати у покушају да дефинишемо појам малог молекула. То је свако чисто органско или неорганско једињење које није полимер. Када се каже полимер првенствено се мисли на биополимере, а у том контексту и дефиниција секвенце у претходној реченици. Секвенца је редослед којим су повезане мономерне јединице таквих биополимера; значи молекула пептида, протеина, нуклеинских киселина и полисахарида добијених синтезом или насталих у природи. До сада је у CAS REGISTRY-ју евидентиран шездесетједан милион секвенци. Са друге стране израз полимер се односи углавном на оно што чини саставне делове најразличитијих пластичних маса које свакодневно употребљавамо.

Брзина “пуњења” базе података веома расте. До 1990. године у периоду од тридесетри године, је у CAS



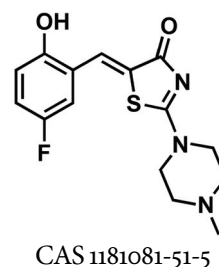
Слика 3. Пораст броја малих молекула регистрованих у Chemical Abstract-у од 1957. до данас.

registry-ју регистровано десет милиона малих молекула. До краја 2008. четрдесет милиона, и у току следећих девет месеци, до почетка септембра прошле године у бази је регистровано још 10 милиона једињења, Слика 3. Ово показује колико брзо расте број из природних извора изолованих или синтетизованих једињења и одражава темпо развоја хемије и наука повезаних са хемијом. Свако ново описано једињење је директна последица како рада тако и креативности истраживача широм целог света и на овом месту, ради циљне групе читалаца ХП, треба нагласити да је бављење било којом востом науке првенствено *креативна* активност. Значи да су у последњих дванаест месеци истраживачи у лабораторијама у целом свету у просеку сваке 2,6 секунде; дању и ноћу током свих дана у недељи изоловали или синтетизовали и окарактерисали по једно *ново* хемијско једињење. Врло, врло мали део нових једињења регистрованих у CAS-у током повише протеклих година су синтетизовали и аутори овог текста у својим лабораторијама и на свој врло скроман допринос су свакако врло поносни.

Свако ко је мало пажљивије прочитао предходне редове поставиће неколико питања. Прво на које ћемо и ми одговорити (делимично претпоставкама) јесте одакле тако брзо повећање броја малих молекула који су описани у научној литератури. У саопштењу за јавност у коме је најављено да ће ускоро бити регистрован педесетмилионити мали молекул се може наћи податак да је највећи број нових једињења описан у патентима.

О томе како се патенти пишу, чему служе и какву корист доносе ономе ко је власник патента објавићемо текст у једном од следећих бројева ХП из пера једног од најбољих правних заступника за патенте из области природних наука у Европи, Бојана Савића, који је завршио Хемијски факултет Универзитета у Београду и одприлике у исто време када и други аутор овог текста, полагао Хемију природних производа код првог аутора.

А ево и како педесетмилионито једињење изгледа, Слика 4 (свакако, случајно се десило да је то баш ово једињење. Могло је бити и било које друго).



Слика 4. “Јубиларно” педесетмилионито једињење.

Систематско име “јубиларно” једињења је (5*Z*)-5-[(5-Флуоро-2-хидроксифенил)метил]-2-(4-метил-1-пиперазинил)-4(5*H*)-тиазолон и патентирано је као средство за ублажавање неуропатског бола од стране канадске фирме Chiron.

Свакако да је комбинаторна хемија<sup>а)</sup> и полуатоматизовано синтетизовање великих библиотека молекула које најчешће служе за брзо и аутоматизовано испити-

<sup>а)</sup> Seneci, P. **Combinatorial chemistry**. Comprehensive Medicinal Chemistry II (2006), 3, 697-760.

<sup>б)</sup> Weber, L. **In vitro combinatorial chemistry to create drug candidates**. Drug Discovery Today, Technologies (2004), 1 (3), 261-267.



## КАКО ИЗГЛЕДА CAS REGISTRY NUMBER?

На слици четири је приказан и регистарски број Chemical Abstracta (CAS registry number) за педесет-милионито једињење уписано у базу података. Регистарски број се додељује сваком једињењу када оно “дође на ред” да буде уписано у базу података, значи да не садржи податке о класи једињења којој нови молекул припада, његовом саставу или слично, чак не експлицитно ни времену када је једињење регистровано. Регистарски број кемикал апстракта за одређено једињење се састоји од десет цифара подељених цртицама. Првих седам је одвојено од следеће две цртицом и тих девет бројева заиста представља регистарски број. После деветог броја постоји цртица и још један број који је контролни број. Ево како се он израчунава, на примеру нашег педесетомилионитог једињења, CAS 1181081-51-5

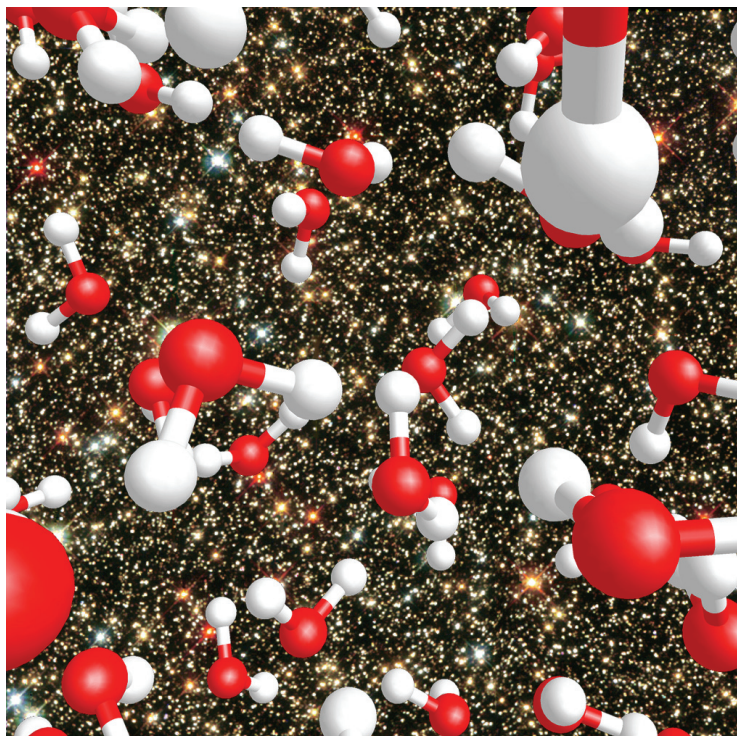
$$(9x1) + (8x1) + (7x8) + (6x1) + (5x0) + (4x8) + (3x1) + (2x5) + (1x1) / 10 = 12,5/10 = 12 + \frac{5}{10}$$

Значи после сабирања производа секвенцијалних бројева и бројева који чине CAS регистарски број добија се неки збир, чији се део који представља цео број одбацује, а прва (заокружена) децимална цифра представља контролни број. Очигледно да је у горњој једначини “масним” цифрама дат CAS регистарски број и да је секвенцијални редослед цифара са десна на лево. Зашто такав редослед? Логично је да постоје једињења које су одавно добила свој регистарски број. У време када су била регистрована, у бази података је предходно постојао мањи број једињења, па није било потребе за десетоцифреним бројевима. Тако, на пример, етанол ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) има “једноставан” регистарски број: 64-17-5.

вање (биолошког) одговора протеина интересантних фармацеутској индустрији допринело нагло повећању броју регистрованих молекула. Друго питање, које на први поглед не може да резултира комерцијалном коришћу, али има фундаментални значај, је то колико хемијских једињења је уопште могуће синтетизовати. Сви молекули који се теоријски могу направити чине један скуп који се назива хемијски простор (на енглеском Chemical Space). Онима које интересује више него

што у овом тексту могу да прочитају препоручујемо свеску 7019, волумен 432 из 2004. године часописа Nature која је највећим делом посвећена хемијском простору.

Сликовито поређење које се често употребљава је дато на слици 5. Такав скуп молекула се пореди са универзумом.



Слика 5. Хемијски простор (Chemical Space)<sup>a)</sup>

Послужићемо се чињеницама које су други прикупили. Како су анализе овога типа од највећег интереса

за хемијску инфоматику која је тесно везана са фармацеутском индустријом и дизајном нових биолошки ак-

<sup>a)</sup> Слика направљена употребом програма VegaZZ, [www.ddl.unimi.it](http://www.ddl.unimi.it)

тивних молекула, овај део приче настављамо са аспекта потенцијално биолошки активних органских молекула. Овде морамо да поставимо нека ограничења, и прво ће бити величина молекула. Пошто се зна да молекули релативне молекулске масе мање од 500 Да могу да претстављају потенцијалне кандидате за лекове ми ћемо наш скуп ограничити на молекуле који имају релативну молекулску масу до 500 Да. Теоријски је могуће направити више од  $10^{60}$  малих молекула који се састоје од С, Н, N, O, S, P и атома халогена и имају масу мању или једнаку 500 Да. Свакако, неки од тих молекула би били сачињени од комбинација истоврсних атома и као такви би били врло нестабилни, па вероватно нико никада неће ни покушати да их направи. Када одбацимо такве комбинације и даље остаје јако велики број молекула, који далеко надмашује број оних који су до сада направљени и регистровани, и који чекају нове истраживаче да их направе, окарактеришу и сазнају у ком домену могу да поправе квалитет живота људске популације или сегмената у природи који људској популацији користе, што јесте крајњи циљ сваког научног истраживања. Овде не смемо да заборавимо да су фундаментална истраживања, за које многи банално мисле да су пуко задовољење људске радозналости, донела највећу трајну корист целој људској популацији. Као вероватно најбољи пример укупног ефекта научног и технолошког напретка у последњих сто година може се навести просечан животни век који је од 47 година са почета прошлог века повећан на 77. Поред осталог нови лекови, методи и средства за пречишћа-

вање пијаће воде су томе у многоме допринели - а све то су мали молекули регистровани у CAS-у.

Зато желимо бази података Chemical Abstract да и даље бележи експоненцијални пораст броја регистрованих хемијских једињења, а у неком од следећих бројева очекујте причу о другим базама података које систематски региструју хемијска једињења.

Аутори захваљују Госпођи Crystal Poole Bradley, PR-у CAS на статистичким подацима (Слика 2). Део података описаних у тексту је преузет из извештаја за штампу са web стране CAS.

#### ABSTRACT

FIFTYMILLIONTH UNIQUE CHEMICAL SUBSTANCE RECORDED IN CAS, OR HOW CHEMICAL LITERATURE HAVE BEEN SEARCHED THEN AND HOW THIS LOOKS LIKE NOW

Ratko M. Jankov and Branko J. Drakulić

Four months ago Chemical Abstract announces registration of the fiftymillionth unique chemical substance. This text describes how chemical literature has been searched 30 years ago, and how finding of data on chemical substances looks like now, by using of the SciFinder Scholar. Brief description of CAS registry number is given. The acceleration of the appearance of the new unique chemical entities during last year was described, and the brief outlook on the impact of the development of molecular sciences on quality of life during last century is emphasized. Basic of the concept of the chemical space is given. "Hemijski Pregled" Editorial, the Serbian Chemical Society and the authors gratefully acknowledge Mrs. Crystal Poole Bradley (CAS), for the statistical data used in the text.



Сања МРАЗОВАЌ\*, Мирјана ВОЈИНОВИЋ-МИЛОРАДОВ

Институт инжењерства за заштиту животне средине, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду

\* E-mail адреса: [mrzovac@neobee.net](mailto:mrzovac@neobee.net)

## МЕТАН У ВОДИ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА ГЛОБАЛНО ЗАГРЕВАЊЕ

### РЕЗИМЕ

У шекстиу су представљене основне карактеристике воде и њена структура на молекулском нивоу. Вода је асоцирана течности специфичној уређења у виду класиера кавезастие структуре. Класиерско уређење омогућава малим молекулима таса да се уграде у шуйљине течне суйстианце. Гасна комјоненција у водама ириродној окружења (мора, океани, иодземне воде...) је уплавном метан. Објашњени су облици коезистенције метана и воде, и структура система метан-вода. Посебно је објашњен начин формирања и услови еизистенције метанској кристалохидрајта и извршено иоређење кристалохидрајта са течним системима. У шекстиу је дискутиован и мојући утицај ослобођеној метана из мора и океана на глобално загревање.

**Вода и њене основне карактеристике.** Вода се убраја међу најраспрострањеније супстанце на Земљи и најзаступљеније поларне раствараче у природи и техници. Прекрива око 71% целокупне Земљине површине и чини око 70% људске масе, па живот без ње не би био могућ.<sup>1</sup>

Вода је супстанца без боје је и укуса при нормалним условима, транспарентна, мада апсорбује UV зраке. Вода се у природи појављује у сва три агрегатна стања: чврсто, течна и гасовита, у зависности од услова под којима се налази. Последица водоничних веза међу молекулима воде је велик површински напон као и ефекат асоцијације<sup>a)</sup> и агрегације<sup>b)</sup> молекула. У гасовитом стању молекули се хаотично крећу, на великим се међусобним удаљеностима, и у том случају се не мо-

a) Асоцијација је удруживање молекула воде у кластере

b) Агрегација је формирање супстанције (воде) од кластера различитих димензија



же говорити о специфичној структури. Појам структуре се може увести тек у случају течног и чврстог агрегатног стања, где су изражене кохезивне силе.<sup>1</sup>

Вода се одликује бројним аномалијама, којих има више од 40. Најпознатија је да се хладнија вода увек задржава на површини. Вода је најгушћа на температури од 4°C, тако да ће се у замрзнутим рекама сва вода хладнија од 4°C попети ка површини. Лед има мању густину од воде у течном стању, па зато плива по површини. Ова аномалија воде омогућава да се реке и језера никад не замрзавају до дна, тако да жива бића у рекама презимљавају у топлијој води. Као аномалија наводи се и геометрија молекула воде која омогућава низ специфичних особина, као што је површински напон-особина да на својој површини вода формира опну, као и да се вода увек држи на окупу и између осталог, постепено формира водене капи. Вода је и друга по реду међу супстанцама са изузетно високом топлотном капацитивношћу, иза амонијака. Има изузетно високу топлоту испаравања, а последње две особине омогућавају води да утиче на климатске промене и температурне флукуације.<sup>2</sup>

Вода је најраспрострањенији растварач у природи и техници. У природи се никад не јавља у чистом облику већ садржи одређену количину растворених јона, органске супстанце и гасове, што знатно утиче на структуру воде. У најважније јоне који карактеришу минерализацију воде убрајају се  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{NO}_3^-$ . У мањим количинама се налазе  $\text{K}^+$  и  $\text{Fe}^{2+}$ . У одређеним условима у састав вода улазе у повећаној концентрацији  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HSiO}_3^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{F}^-$ . Могућа је појава  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , акватисаних (хидратисаних), и других јона - катјона ( $\text{Me}^{n+}$ )<sub>aq</sub> и анјона ( $\text{An}^{n-}$ )<sub>aq</sub>. Силицијумова киселина се налази у молекулском и колоидном стању као и органске материје, а може се наћи и хидроксид и оксид гвожђа, као и алуминијум-оксид. Бор се понегде може наћи у виду метаборне киселине ( $\text{HBO}_2$ ). Повремено се налази и повећан садржај радиоактивних материја као што су уран, радијум и радон. У растворене електролите који формирају водоничне јоне спада угљена и хуминска киселина, а натријум-карбонат даје углавном хидроксидне јоне. Од халогенида је присутан хлоридни јон. Јодидни јон је мање распрострањен, док је брома у значајној количини има искључиво у минерализованим подземним водама.<sup>2</sup> У води могу бити присутни катјони токсичних метала, као што су жива, арсен, хром, олово, кадмијум. Супстанце које могу имати канцерогено дејство постоје углавном у отпадним водама.

У молекуларном облику се у водама налазе и гасови као угљендиоксид, сумпорводоник, азот, метан, кисеоник и хелијум и други. Гасови који хемијски не реагују са водом апсорпцијом или процесом хидратације ( $(k)_{aq}$ ) доспевају у воду у одређеном степену.

Гасови присутни у води се према пореклу деле на четири типа:

- гасови биохемијског порекла који настају разлагањем органских материја и минералних соли у присуству микроорганизама; као што су метан, угљендиоксид, азот, водоник, сумпорводоник, кисеоник и тежи гасовити угљоводоници;

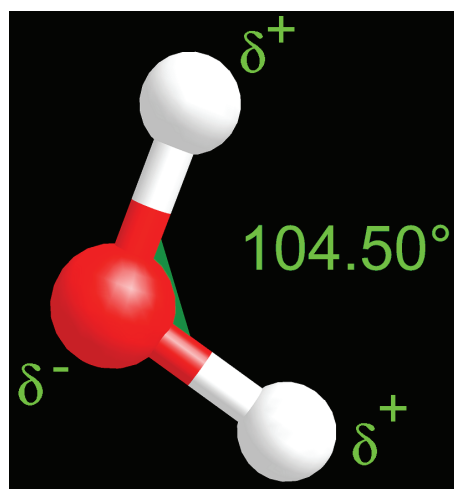
- гасови из ваздуха, који у воду доспевају из атмосфере као што су кисеоник, азот и инертни гасови;

- гасови геохемијског порекла код којих се могу издвојити гасови метаморфног (вулканског) порекла настали услед деловања високих температура и притиска на стене ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ), који су често и гасови природних хемијских реакција које се одвијају на нормалним притисцима и температурама нпр. угљендиоксид;

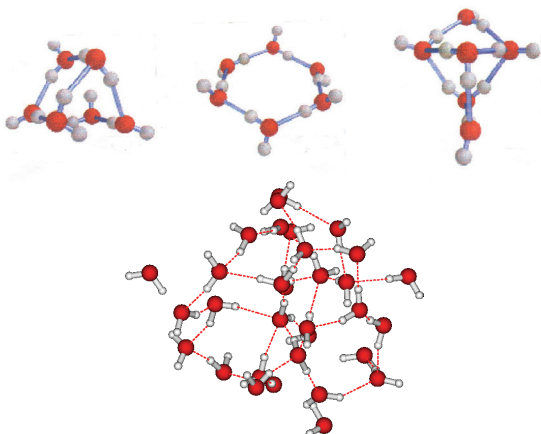
- гасови настали радиоактивним распадом: хелијум, торијум, еманације радијума и други.<sup>3</sup>

**Структура воде на молекулском нивоу.** Молекул воде сачињен је од једног атома кисеоника и два атома водоника повезаних ковалентном везом. Угао између ковалентних веза (О-Н) износи 104.5°, а дужина везе износи 0.99 Å (слика 1). Молекули воде немају униформну и симетричну расподелу наелектрисања, те су поларног карактера, и формирају снажне електричне диполе. Молекули воде повезани су међусобно водоничним везама дужине 1.17 Å (слика 2). Дужина ове везе може да варира као последица асоцијације у течној фази (нпр. при формирању линеарног димера могуће је постићи више стабилних енергетских стања од којих једно може имати водоничну везу дужине 1.03 Å, а друго 0.93 Å).<sup>1</sup>

У структури леда сваки молекул је окружен са 4 молекула воде и сваки водоников атом је везан водоничном везом са другим молекулом воде. Такав начин везивања формира кристалну структуру леда.<sup>2, 4</sup>



Слика 1 Модел молекула воде

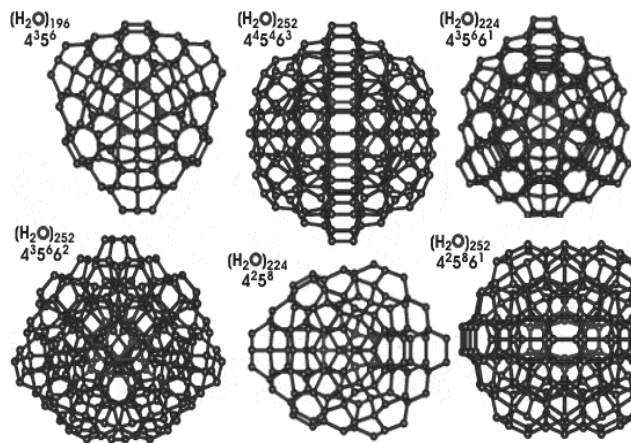


Слика 2. Клатратна структура течне воде

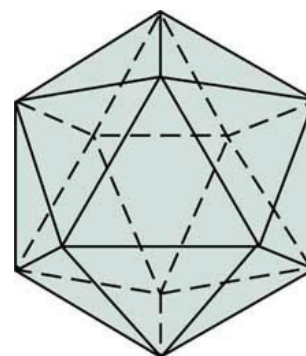
При порасту температуре, долази до формирања отвореније и шире решетке веће запремине, односно топљења леда, другим речима услед појачаног термичког кретања тетраедарска структура се нарушава раскидањем дела водоничних веза. Течна вода се сматра једном од материја најкомпликованије структуре, као последица асоцијације молекула  $(\text{H}_2\text{O})_n$  услед успостављања интермолекулских водоничних веза (слика 3). Још од 1930. год. вода се третира као асоцирана течност. У овом процесу настају скупови (агрегати) молекула  $(\text{H}_2\text{O})_n$  у течној фази. Долази до тренутних прерасподела и промена структуре, те се формирани циклични аранжмани, кластери од 3, 4, 5 молекула, као и хексамери од 6 молекула кавезасте форме, који се иако стабилни, веома брзо реорганизују, што даје изглед треперећих "живих" скупова које је немогуће изоловати. У води се дешава непрестано грађење и разграђивање тренутних скупова молекула (flickering clusters) који имају веома крагак полуживот ( $10^{-10}$  до  $10^{-11}$  s), али довољно дугачак да би се извршила идентификација организованих структура.. Често се за ове скупове или кластере користи израз – леду слична структура. Но, ови скупови не морају међусобно бити правилно распоређени. Теоретски се предвиђа могућност постојања кластера који садрже од 2 до 240 молекула воде, у зависности од услова формирања, температуре, притиска, присуства електролита и других супстанција, као и њихове концентрације. На пример на  $0^\circ\text{C}$  се удружује око 90 молекула воде, док на  $70^\circ\text{C}$  број молекула у кластеру не прелази 25.<sup>4</sup>

Овако структурирани молекули  $(\text{H}_2\text{O})_n$  уређени у облику петоугаоника и шестоугаоника везани водоничном везом, међусобно формирају специфичну икозаедарску структуру сачињену од низа кластера и шупљина, у које могу да се сместе различити атоми и молекули.<sup>5</sup>

Поред скупова молекула везане воде, која је састављена од кластера различите величине, у води постоје и молекули мономерне (невезане) воде чији молекули не граде кластере. Вода настала разарањем леда у великој мери задржава тетраедарски распоред који је имала у леду, а у интерстицијалним просторима (између шзпљина) налазе се мономери воде, за разлику од



Слика 3. Неколико могућих структура  $(\text{H}_2\text{O})_n$



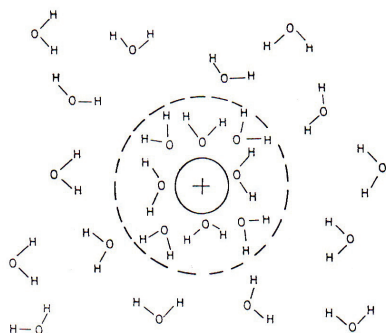
Слика 4. Икозаедар

структуре леда. У води постоје региони у којима су молекули повезани интермолекулским водоничним везама у правилном распореду, као и региони у којима су молекули у ирегуларном распореду. Ови организовани региони у својој структури могу да садрже шупљине, рупе, мале полимере, низове молекула, молекуле организоване у облику кавеза, мономерну воду... Ова комплексна организација је флексибилна, променљива са условима под којима се налази, а то су: притисак, температура и минерализација.<sup>6</sup>

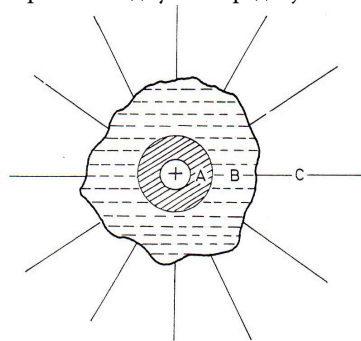
При повећању температуре у течној води долази до промена у структури  $(\text{H}_2\text{O})_n$  услед раскидања интермолекулских водоничних веза. Велики агрегати се разлажу и настају мање. Димензије скупова молекула се смањују, али број честица расте. Код течности са слободним молекулима, које нису асосоване (неполарне течности) повећањем притиска повећава се и густина. Везана вода заузима већу запремину од слободне воде, а разлагање кластера би требало да доводи до смањења запремине и повећања густине воде. Код воде, међутим, повећањем притиска (при нижим температурама) густина првобитно опада, пролази кроз минимум, па потом расте. Иницијални пад густине тумачи се разграђивањем асосованих скупова молекула густе структуре под повећаним притиском. При даљем повећању притиска велике асосоване групе се све више уситњавају, запремина се смањује, и вода се понаша као мономерна течност, односно са повећањем притиска расте и густина воде. На вишим температурама при

којима су разорене структуре течне воде, са повећањем притиска густина воде расте.<sup>7</sup>

Присуство јона у води у великој мери мења структуру  $(\text{H}_2\text{O})_n$ . У близини јона гомилају се диполи воде оријентисани према јону, тако да долази до везивања дипол-јон електростатичким силама. Услед ових сила смањује се запремина воде, долази до електростриктије. Присуство електролита у води мења структуру  $(\text{H}_2\text{O})_n$  у непосредној близини јона и појачава комплексност укупне структуре (слика 5). Различити молекули различито утичу на електростриктију<sup>а)</sup> (слика 6). У присуству LiCl, NaCl, а нарочито електролита који садрже двовалентне јоне, повећава се у великој мери густина воде. Присуство KCl, RbCl, CsCl не повећава густину воде, јер се у присуству ових катјона само разлажу структуре у течној води, што доводи до смањења густине воде. То је последица слабијег електростатичког деловања, односно ниже вредности електронегативности K, Rb и Cs у односу на Li, Na, и нарочито Mg. Утицај присуства јона на структуру течне воде зависи, не само од врсте јона, већ и од њихове концентрације.<sup>8</sup>



Слика 5. Електростриктија. Уношење јона у воду изазива дипол-јон интеракције, услед чега долази до смањења запремине воде у непосредној близини јона



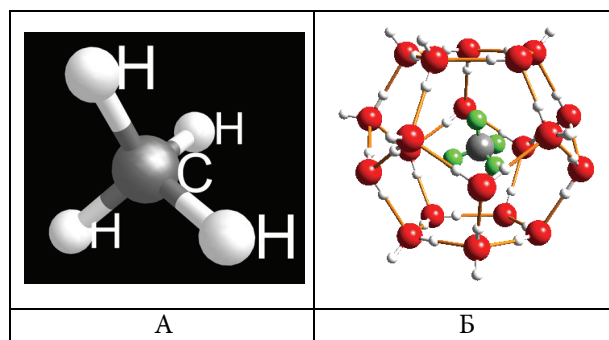
Слика 6. Мултихидрационе зоне које се образују око јона у раствору. А-зона образована од густо пакованих, строго оријентисаних молекула воде; Б-зона у којој је разорена нормална структура воде, што је индуковано зоном А. Молекули су у неуређени јер електростатичке силе које су изазвале раскидање нису довољно јаке да изврше оријентацију молекула; Ц-нормална структура течне воде

Температура нема значајнијег утицаја на дејство јона на структуру воде, док притисак изазива велике промене. Већ мало повишење притиска изазива разли-

гање структуре воде, умањује се радијус мултихидрационих зона око јона и повећава електропроводљивост. Сила притиска надвладава електростатичке силе које врше оријентацију молекула у мултихидрационим зонама, као и силе које формирају агрегате у структури воде. Вода се тада понаша као неасосована течност.<sup>9</sup>

**Облици коезистенције метана и воде.** Од гасова присутних у водама су интересантни алкани, посебно метан (слика 7). Као неполарна једињења алкани нису растворљиви у води као поларном растварачу.

Метан и вода могу се јављати у различитим облицима у зависности од спољашњих услова. Једна могућност је присуство молекула гаса у структури течности где је апсорбован и где заједно формирају течну фазу. Следећи облик коезистенције је течно-кристална комбинација при којој метан у води формира гасни хидрат.<sup>10</sup>

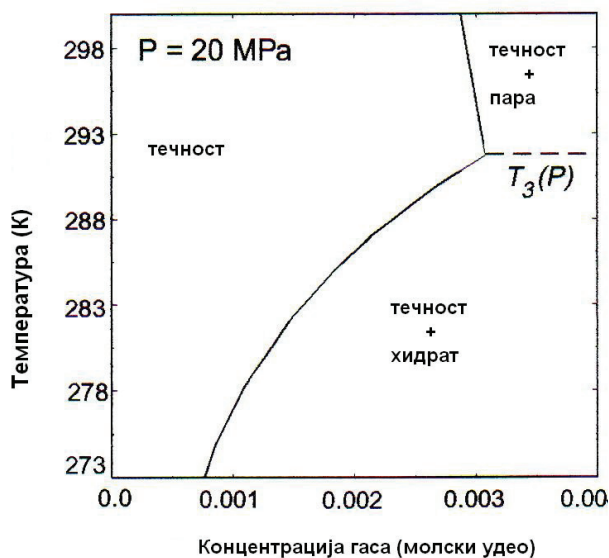
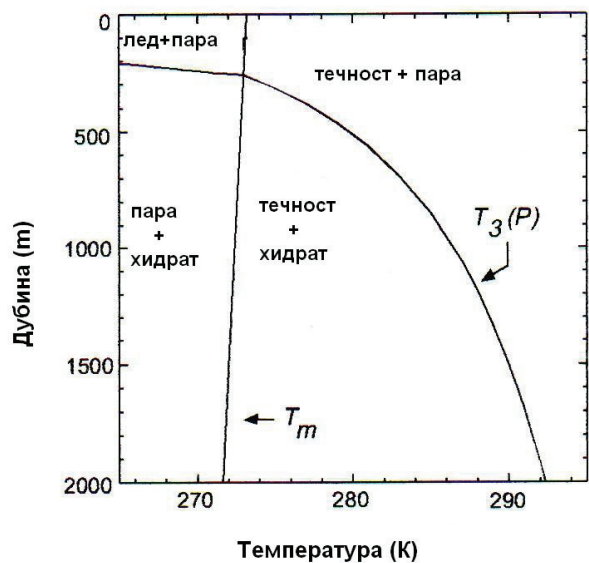


Слика 7. Молекул метана: А) изолован молекул, Б) заробљен у води

Одређени услови на Земљи и у другим деловима соларног система омогућавају смеси воде и разних гасова да кристализирају у чврсту, леду сличну структуру познату као клатратни хидрат (нпр. за метан, погледајте Сliku 8). Као и код леда, ова формација се одржава водоничним везама, али структура формације је отвореног типа и омогућава смештање мањих молекула гаса у скоро сферичне шупљине. Слаба интеракција између појединих молекула гаса и кавезасто окружење молекула воде потпомаже стабилност настале структуре. Стабилност се повећава када се значајан део шупљине испуни молекулом гаса. Управо у великом капацитету ускладиштеног гаса лежи тајна пораста интересовања за клатратне хидрате. Гасна компонента смештена у кластере је углавном у нашем природном окружењу метан, као и тежи угљоводоници,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$  и други гасови. Карактеристично за угљоводонике присутне у води је нагло опадање њихове присутности у воденом окружењу са порастом молекулске масе. Интересантно је поменути аномалију до када су присутни алкани у води: близу критичних услова смањује се присуство лакших алкана док присуство виших алкана расте.<sup>11, 12, 13</sup> Под критичним условима подразумевамо критичну температуру и притисак. Изнад критичне температуре не постоји разлика између течне и га-

<sup>а)</sup> Електростриктија је смањења запремине воде у непосредној близини јона





Слика 8. Фазни дијаграми за смешу воде и метана у функцији притиска (дубине) и температуре, где је  $T_m$  температура топљења чисте воде (горе), и фазни дијаграми за смешу воде и метана у функцији температуре и концентрације гаса, а испрекидана линија приказује растворљивост гаса у пари или као хидрат (доле)

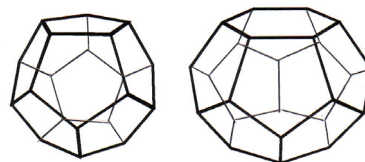
совите фазе, а повећањем притиска не може се више добити течна фаза. Критични притисак представља притисак паре на критичној температури. Критична температура воде износи  $374^{\circ}\text{C}$ , а критични притисак  $22059\text{ kPa}$ .

**Структура система метан-вода.** Заступљеност неполарних материја у води се може објаснити полазећи од различитих теоријских приступа. Неки аутори сматрају да приликом појављивања неполарних материја као што је метан, у води долази до промене структуре воде и до појачане кристализације. У води се око присутних “страних” молекула јављају микроскопске зоне

структуре сличне леду. При тачно одређеним условима, систем се јавља у форми кристалохидрата (велике океанске дубине и наслаге леденог покривача), док у другим условима егзистира као течност (у подземним водама, карактеристично за Панонски басен).<sup>10</sup>

**Кристалохидрати.** За развој теорије о структури система присутних неелектролита у води велики значај су имали радови о проучавању структуре кристалохидрата разних гасова и течности. Према тим истраживањима, кристалохидрати имају сложена структуру чији су основни елементи полиедри чије су стране пет- и шесто-угаоне. Иако се код кристалохидрата задржавају растојања и углови међу молекулима воде као код леда, ове структуре су растреситије и имају релативно више празнина, а енергетски су стабилне захваљујући водоничним везама. То су такозвана клатратна једињења или тврди раствори. Код ових раствора молекули растворене материје налазе се у шупљинама између молекула растварача.<sup>5</sup>

Термодинамички услови за стабилност хидрата строго зависе од величине и облика гасне компоненте. Молекули гаса морају бити довољно мали да се сместе у шупљине и довољно велики да одрже структуру стабилном. Клатрати формирају различите кристалне структуре, али само три се појављују у природи. Структура I и II поседују две величине шупљина (велику и малу, слика 9).<sup>14</sup> Недавно откривена H структура има три различита подтипа.<sup>15</sup> Структура I је уобичајена за метанске хидрате, док друге две структуре укључују веће молекуле.<sup>16</sup> Мала структура I састављена је од 20 молекула воде уређених тако да чине 12 пентагоналних површи. Резултујући полиедар познатији је као додекаедар, уобичајеније номенклатуре  $5^{12}6^2$ . Велики облик исте структуре садржи 24 молекула воде који формирају 12 пентагоналних и 2 хексагоналне површине, или  $5^{12}6^2$ . У структури I мале шупљине су лоциране у центру и у 4 угла и формирају централну кубну структуру. Шест додатних молекула воде унутар ћелије (за укупних 46) повезују мале шупљине да образују велику шупљину. Свака поједина ћелија садржи 2 мале и 6 великих шупљина.<sup>17</sup>



Слика 9. Клатратна структура I, мала (лево) и велика (десно)

**Поређење кристалохидрата са течним системима.** Након првих открића о кристалохидратима формира се тумачење да се и у течним системима молекули неполарних материја налазе у шупљинама саграђеним аналогно као и код кристалохидрата. Прихватајући релативно велику сличност међу кристалохидратима гасова и њиховим течним (воденим) системима, тешко се могу објаснити узроци мале растворљивост гасова у води. При једнаком притиску гаса који је у равнотежи са воденим системом и кристалохидратом, концентра-

ција гаса у воденој смеши је много мања од концентрације гаса у кристалохидрату.<sup>6</sup>

За објашњење мале присутности гасова у течной води, и неких других особина система воде и гасова може се користити двоструки структурни модел воде. Распоред молекула у течной води углавном понавља структуру леда. За структуру леда је карактеристично да сваки молекул окружују четири најближа молекула. Таква структура је веома растресита и има велики број празнина у односу на велику запремину. За разлику од леда, у течной води је део ових шупљина попуњен молекулима воде, што се назива густом структуром јер повећава густину воде у односу на густину леда. Код двоструког структурног модела воде разликују се два типа молекула: први тип молекула гради структуру која је најближа структури леда са празнинама које нису попуњене молекулима воде, док други тип молекула гради чвршћу везу која одговара структури леда чије су празнине попуњене молекулима воде. При температури од  $0^{\circ}\text{C}$  71% свих молекула воде спада у структуре сличне леду.<sup>8</sup>

Логично је да се неполярни молекули гасова у води могу налазити само у леду сличној структури, јер та структура садржи довољно велике празнине за смештање молекула гаса. Да би се формирале празнине или шупљине чије су димензије такве да се у њих могу сместити молекули присутног гаса, потребно је спајање великог броја молекула у леду сличну структуру (од 7 до 28, у зависности од врсте гаса). Спајање великог броја молекула у један агрегат је процес чија је вероватноћа веома мала. Што је више молекула потребно спојити у један агрегат тиме је мања вероватноћа његовог постојања. Мала заступљеност гасова у води, за разлику од заступљености гасова у тврдим кристалохидратима, објашњава се чињеницом да су у тврдом кристалохидрату сви молекули воде већ груписани у агрегате. У течной води број агрегата који имају велики број молекула у структури сличној леду је веома мали.<sup>9</sup> Двоструким структурним моделом воде могу се објаснити специфичности процеса повећања запремине воде у којој је присутан гас. При појављивању било кога гаса у води долази до повећања запремине воде. Ово је чудно када су у питању хелијум и водоник, пошто је величина молекула ових гасова таква да се они могу сместити у празнине структуре леда. С обзиром на то да те празнине постоје у води на ниским температурама у великом броју, може изгледати да се појављивање поменутих гасова може извршити без повећања запремине. Повећање запремине воде када су у  $(\text{H}_2\text{O})_n$  присутни, како поменути, тако и било који други гасови, објашњава се на следећи начин: формирање агрегата од молекула  $(\text{H}_2\text{O})_n$  и молекула присутног гаса захтева прелазак  $(\text{H}_2\text{O})_n$  из густе структуре у структуру сличну леду. Тај прелаз је праћен повећањем запремине воде, пошто је разлика запремине мола воде структуре сличне леду и густе структуре  $8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ . Овај прелазак утиче на природу процеса повећања запремине воде када се у  $(\text{H}_2\text{O})_n$  појављује гас.<sup>8,9</sup>

**Фазна равнотежа кристалохидрата.** Познавање услова за стабилност кристалохидрата је основа за разумевање њихове улоге у геолошким процесима. Најважнији податак јесте услов за коегзистенцију кристалохидрата са течном и гасном фазом истовремено ( $T_3(P)$ , слика 8). Кристалохидрат је стабилан на температурама нижим или једнаким са  $T_3(P)$ . На нижим температурама од поменуте коегзистира или са гасном фазом (у случају ледених наслага) или са течном (у случају великих океанских дубина). Лед никад не коегзистира са кристалохидратом због ниских концентрација гасне компоненте у леду. У односу на температуру, загревање у области изнад  $T_3(P)$  смањује присуство метана у води.<sup>17,19</sup>

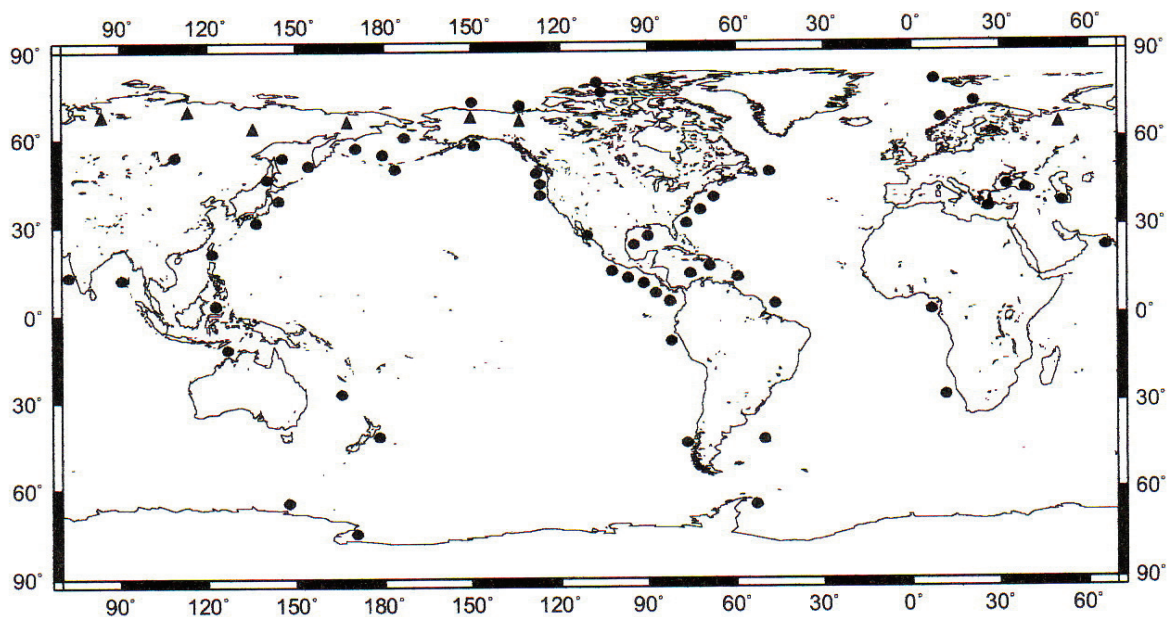
Присуство електролита снижава вредност  $T_3(P)$ . Оно смањује слободну енергију молекула воде изван решеткастог уређења, што инхибира процес формирања кристалохидрата, и додатно повећава енергију молекула гаса који бива избачен из шупљина у гасну фазу.<sup>22,21</sup>

**Утицај метана из кристалохидрата на животну средину.** Део метана спакован у клатратне хидрате на Земљи је изузетно значајан, јер је око  $2 \cdot 10^{16} \text{ kg}$  угљеника смештено у океанским и другим седиментима у облику метанских хидрата.<sup>22</sup> Количина метана у океанским клатратима се процењује на 10000 милијарди тона. Клатрати се налазе у великим леденим подручјима око полова и леденим структурама испод океана, као и у Сибиру.<sup>23</sup> У западном Сибиру 400 милијарди тона метана налази се заробљено испод леда који се постепено већ отапа. Метан који се налази у клатратима Арктика процењен је такође на око 400 милијарди тона. Количина угљеника за који се верује да постоји у клатратима премашује количину свих фосилних и других угљеничних извора на Земљи. Стога хидрати представљају највећи извор угљоводоника на Земљи и огромну енергетску резерву (слика 10).

Метан је гас који доводи до ефекта стаклене баште и озбиљан је контаминант животне средине. Но, такође је и примарна компонента природног гаса и као такав може бити вредан извор енергије. Гас метан налази се на другом месту, одмах иза угљен-диоксида ( $\text{CO}_2$ ) по утицају на глобално загревање. Ослобођен метан више од двадесет пута има јачи ефекат на загревање атмосфере од угљен диоксида, па је зато веома забрињавајуће ослобађање метана из клатрата где се сада налази заробљен у огромним количинама. Метан је учествовао у глобалном загревању са око 20 % укупних емисија у свету 2001. год. Концентрација метана у атмосфери се брзо повећава, за око 0.6 % годишње и удвостручила се у задња два века, а концентрација  $\text{CO}_2$  се повећава за око 0.4 % годишње.<sup>24</sup>

Јединствена карактеристика метана је брз ефекат смањења његове концентрације, односно санације из атмосфере. Метан има краћи животни век него други гасови који изазивају ефекат стаклене баште, задржава





Слика 10. Мапа локалитета гасних хидрата (кружићи означавају налазишта на океанском дну, а троуглови у залеђеним подручјима)<sup>28</sup>

се у атмосфери око 11 година, док се  $\text{CO}_2$  задржава 120 година.<sup>24</sup>

Теорија названа хипотеза хидрата тврди да историјски циклуси глобалног загревања Земље потичу од ефекта "повратне спреге" која настаје када дође до ослобађања метана заробљеног у кристалима воде, хидрату. Ослобађање метана отапањем океанских клатрата у прошлости је проузроковало бројне велике поремећаје на климу. Пре 55 милиона година услед глобалног загревања ланац реакција (који је вероватно почео активношћу вулкана) разградио је океанске клатрате. То је било једно од најбржих и најекстремнијих загревања у геолошкој историји Земље. Процес ослобађања  $\text{CH}_4$  довео би до вишеструког убрзања у процесу глобалног загревања. Наиме, метан би загревао атмосферу ефектом стаклене баште, лед би се још више отапао, а метан из клатрата још више ослобађао, чиме би се створио све убрзанији ефекат повратне спреге. Метана сада у већ претоплој атмосфери Земље има око 3,5 милијарде тона. Топлотни ефекат од само неколико милијарди тона метана који се испушта у атмосферу сваке године може бити катастрофалан окидач за ефекат повратне спреге у глобалном загревању.<sup>24</sup>

Западни Сибир се већ сада загрева брже од осталог света и пораст температуре је већи за три степена у последњих 40 година. Највиши пораст температуре од када се прати глобално загревање догађа се на арктичким регионима који су богати овим нестабилним хидратима. Ако је ова хипотеза тачна, онда ће се глобално загревање све више убрзавати до катастрофалног ефекта који ће бити незаустављив и фаталан за живи свет на Земљи. Симулације које је направио Национални центар за атмосферска истраживања САД (National Center for Atmospheric Research USA) показала су да ће се преко половине залеђеног метана (хидрата)

отопити до 2050. године, а 90% ће бити отопљено до 2100., иако се до сада сматрало да глобално загревање настаје искључиво деловањем људи на природно окружење сада се поставља питање дана када ће се овај процес отргнути контроли и постати незаустављив.<sup>24</sup>

**Ойречни сјавови о улози метана из кристалохидрата у глобалном загревању.** У научним круговима данас постоји и друга струја по питању чињеница из претходног поглавља о улози метана из кристалохидрата у ефекту стаклене баште. Према неким ауторима удео метана који се тренутно ослобађа услед глобалног загревања из гасних хидрата залеђених простора и дна океана је занемарљив у поређењу са другим изворима загађења. Катастрофалан сценарио би се десио у случају отапања ледених наслага и довољног загревања океана, те би се покренуло ослобађање метана енормних размера. Но, треба узети у обзир да је временски период потребан за топљење 200 m ледених наслага и допирење до складишта метана, око 1000 година. Треба урачунати и велики топлотни капацитет воденог окружења које би се повећало као последица отапања леда. Већа запремина воде изазвала би и пораст притиска на већим дубинама океана што би одложило додатно процес дисоцијације кристалохидрата. На одређеној дубини океана постоји зона стабилности хидрата дебљине до 500m где су сви услови погодни за егзистенију ове формације. Ако би и дошло до дисоцијације океанских хидрата, метан би имао довољно времена и простора за рекристалисање, а у пливим деловима са тањом зonom стабилности, било би простора и за оксидацију пре достизања атмосфере. Овако се изводи закључак да свет не лежи на темпираној бомби метана већ се процес може контролисати, уз усмеравање пажње на много веће потенцијалне опасности.<sup>12, 13, 25, 26</sup> Где лежи истина, предстоји да покаже време.

## Abstract

### METHANE IN CAGE OF WATER CLUSTERS

Sanja Mrazovac, Mirjana Vojinović-Miloradov

*Institute of Environmental Engineering, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 6, 21125 Novi Sad*

The main characteristics of water and its structure on a molecular level were described in the text. Water is an associated liquid. A specific cyclic arrangements or clusters has a cage-like form. Open arrangement of clusters accommodates small gas molecules in spherical cavities. The gas component in natural waters (sea, groundwater...) is mainly methane. The way of water-methane coexistence and structure of this system were described. The way of formation and the conditions for occurrence of the methane crystalhydrates were explained. Comparison of crystalhydrates and liquid systems were given. The impact of the released methane on the global warming was also discussed.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Water>
2. Димитријевић Надежда, 'Гасови у подземним водама с посебним освртом на њихово присуство у минералним водама Србије'; Зборник радова Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Посебна издања св. 3; Београд 1975.
3. Аљтовски М.Е., 'Хидрогеолошки приручник', Грађевинска књига, Београд, 1973.
4. Liu K., Cruzan J.D., Saykally R.J. 'Water Clusters', Science, 1996, 929-993
5. <http://www.lsbu.ac.uk/water/clusters.html>
6. Ramm V.M., 'Gas Absorption' [in Russian], Khimiya, Moscow, 1976.
7. Drost-Hansen W., Clegg J., 'Cell-associated water', ed. Academic Press, 1979
8. Wu J., Prausnitz J.M., 'Phase equilibria for systems containing hydrocarbons, water and salt; an extended Peng-Robinson equation of state'; Ind. Chem. Res. 1998, 37, 1634-1643
9. Vanderbeken J., Ye S., Bonyssiére B., Carrier H., Xans P., 'Ability of the MHV2 mixing rule to describe the effect of salt on gas solubility in brines at high pressure', High Temperatures-High pressures.1999., 31, 653-663
10. Mrazovac S., Bašić Đ., 'Methane-rich geothermal waters in the Pannonian Basin of Vojvodina (northern Serbia)' Geothermics 2009, 38, 303-312
11. Jeffrey G.A., McMullan R.K., 'The clathrate hydrates', J. Prog. Inorg. Chem. 1967, 8, 43-108
12. Kvenvolden K.A., 'Methane hydrates and global climate change', Global Biogeochem. Cycles 1988, 2, 221-229
13. MacDonald G.J., 'Role of methane clathrates in past and future climates', Clim. Change 1990, 16, 247-281
14. Belosludov V.R., Lavrentiev M.Y., Dyadin Y.A., 'Theory of clathrates', J. Inclus. Phenom. Mol. 1991, 10, 399-422
15. Ripmeester J.A., Tse J.S., Ratcliffe C.I., Powell B.M. 'A new clathrate hydrate structure', Nature 325, 1987, 135-136
16. Sassen R., MacDonald I.R., 'Evidence for structure H hydrate, Gulf of Mexico continental slope' Org. Geochem., 1994, 22, 1029-1032
17. Sloan E.D., 'Clathrate Hydrates of Natural Gas' 2nd ed. New York, Dekker. pp. 641
18. Van der Waals J.H., Platteeuw J.C. 'Clathrate solutions' Adv. Chem. Phys. 2, 1959, 1-57
19. Dickens G.R., Quiny-Hunt M.S., 'Methane hydrate stability in pore water: a simple theoretical approach for geophysical applications', J. Geophys. Res. 1997, 102, 773-783
20. Englezos P., Bishnoi P.R., 'Prediction of gas hydrate formation conditions in aqueous electrolyte solutions', AIChE J., 1988, 34, 1718-1721
21. Kvenvolden K.A., 'Methane hydrate-a major reservoir of carbon in the shallow geosphere?', Chem. Geol., 1988, 71, 41-51
22. MacDonald G.J., 'The future of methane as an energy resource', Ann. Rev. Energy 1990, 15, 53-83
23. [www.climatechange.gc.ca](http://www.climatechange.gc.ca)
24. Cicerone R., Oremland R., 'Biogeochemical aspects of atmospheric methane', Global Biogeochem. Cycles 1988, 2, 299-327
25. Lashof D.A., Ahuja D.R. 'Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming', Nature 344, 1990, 529-31
26. Gornitz V., Fung I., 'Potential distribution of methane hydrates in the world's oceans', Global Biogeochem. Cycles 1994, 8, 335-47



Душан ВЕЉКОВИЋ, ИХТМ, Центар за хемију, Београд,  
e-mail: [vdusan@chem.bg.ac.rs](mailto:vdusan@chem.bg.ac.rs)  
Гордана Н. ВУЧКОВИЋ, Хемијски факултет, Београд,  
e-mail: [gordanav@chem.bg.ac.rs](mailto:gordanav@chem.bg.ac.rs)

## МИНЕРАЛИ У ИСХРАНИ

### ПОДЕЛА, УЛОГА И МЕТАБОЛИЗАМ МИНЕРАЛНИХ СУПСТАНЦИ

Све елементе који улазе у састав живих организама можемо поделити у четири групе: веома заступљени елементи (C, H, N, O, S, P), макроминерали и јони (Na, K, Mg, Ca, Cl,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ), елементи у траговима – микроелементи (Fe, Zn, Cu) и ултрамикроелементи који могу бити неметали (F, I, Se, Si, As, V) или метали (Mn, Mo, Co, Cr, V, Ni, Cd, Sn, Pb, Li) [1]. Улоге минерала у организму могу бити различите: структурне (кал-

цијум и магнезијум у облику фосфата улазе у састав коштаног ткива и зуба), регулаторне (регулисање киселости и осмотског притиска), каталитичке (улазе у састав ензима), као и специфичне улоге карактеристичне за одређене микроелементе (нпр. натријум и калијум учествују у преносу нервног импулса).

Постоје два основна начина регулације количине минералних материја у организму: **излучивање** и **складиштење**. Излучивањем се организам ослобађа вишка минералних супстанци које би у случају задржавања у

организму могле да доведу до значајних физиолошких и биохемијских промена (промена рН, осмотског притиска итд.). С друге стране, за неке јоне у организму постоје посебне резерве која се могу мобилисати при њиховом недовољном уношењу (нпр.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , јона  $\text{Fe}..$ ).

За описивање метаболизма минералних супстанци битно је нагласити да се код њих процес апсорпције знатно разликује од апсорпције органских материја. Основна разлика је у томе што се органски молекули апсорбују преко 90%, док неоргански углавном само 10-40%, а некад и знатно мање. Ипак, примећено је да се апсорпција неорганског гвожђа драматично повећава у присуству аскорбинске киселине (рецимо из сока од поморанџе, парадајза, лимуна...). Примећено је и да витамин Д повећава апсорпцију калцијума и фосфора. Поред овога, откривен је и низ фактора који утичу на смањење апсорпције. Биљна влакна садрже **фитате** (соли фитинске киселине односно инозитол-хексафосфата) који везују цинк, калцијум, гвожђе и фосфор и на тај начин спречавају њихову дистрибуцију у организму. Међутим, треба нагласити да квасац садржи ензиме који разарају фитате и откалањају њихове негативне ефекте, па је из тих разлога много здравије тесто припремљено са квасцем од оног без њега. **Танини** (полифеноли) се налазе у кафи и чају и умањују искоришћење гвожђа из хране. **Оксална киселина** и њене соли (највише их има у спанаћу) граде стабилна једињења са калцијумом и спречавају његову ресорпцију (стога спанаћ не би требало припремати са млеком, осим у случају исхране особа које имају оксалатни камен у бубрегу). Треба обратити пажњу и на **антагонистичке односе** који постоје између појединих минерала. Ово значи да узимање вишка једног од антагониста може да доведе до излучивања другог из организма. Концепт антагонистичког дејства може да буде и користан у неким ситуацијама, рецимо код тровања. Познато је да се у случају тровања оловом пацијенту дају калцијум и гвожђе који су у стању да (када су у вишку) истисну олово и повећају његово излучивање.

## АЛКАЛНИ И ЗЕМНОАЛКАЛНИ МЕТАЛИ

Понашање и особине алкалних метала у организму уско су повезани са њиховим јонским радијусима односно са тврдо-меким особинама, што се може објаснити помоћу Пирсоновог принципа тврдих и меких киселина и база. Према Пирсону, тврде киселине су хемијске врсте малога полупречника и запремине са великим вишком позитивног наелектрисања које задржавају и веома израженим поларношћу, које се тешко поларизују (деформишу електронски облак) (нпр.  $\text{H}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ...). Меке киселине релативно великог полупречника са малим вишком позитивног наелектрисања које не задржавају чврсто, мале поларности и велике поларизабилности молекула (нпр.  $\text{Pd}^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ). Тврде базе су хемијске врсте са великим вишком негативног наелектрисања и веома електронегативном донорним

атомима<sup>а)</sup> мале поларизабилности (нпр.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{NH}_3...$ ). У групу меких база сврставају се веће и поларизабилније хемијске врсте са донорима мале електронегативности (нпр.  $\text{CN}^-$ ,  $\text{RCN}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{R}_3\text{As}...$ ). Ова подела ипак није сувише оштра, па постоје и прелазне тврдо-меке киселине и базе [2]. Интересантно је да је већи број меких киселина, односно база токсичан за људски организам.

**Литијум** је у ткивима и телесним течностима присутан у веома малој количини. Разлог за то је вероватно чињеница да има мали јонски радијус, веома је хидратисан па, самим тим, тешко дифундује кроз мембране[3]. Има значајну улогу у одржавању константног односа концентрација калијума и натријума у организму, али и за остваривање функција неких ензима (нпр. хексокиназа, пируват киназа...).

**Натријум** је главни катјон екстрацелуларне течности. Углавном се може наћи у облику хлорида, фосфата или бикарбоната. Улоге овог метала у организму су многобројне: бикарбонат и фосфати натријума улазе у састав пуфера екстрацелуларне течности. Део натријума је везан у виду хлорида и у том облику има улогу у регулисању осмотског притиска. Јон натријума лако хидратише с обзиром да има већу топлоту хидратације у односу на јоне осталих алкалних метала, осим литијума. То за последицу има повећање запремине крви и крвног притиска. У спречи са калијумом служи за пренос нервних импулса, одржава тонус мишића и утиче на пропустљивост мембране. У организам се уноси углавном у виду натријум-хлорида и сматра се да здрав, одрастао човек у току дана треба да унесе 2 - 5 g кухињске соли, ако се бави умерено тешким радом. Поред соли, натријума у мањој мери има у намирницама биљног порекла, док га у храни животињског порекла има знатно више. Мањак натријума може настати услед неких болести (обољења бубрега, тумора, опекотина, туберкулозе), при повећаном физичком напору и прекомерној врућини и по правилу је праћен губитком воде. Хипонатремија се одликује општом слабашћу организма, падом крвног притиска и губитком апетита, што може довести до коме или чак и смрти. Уколико не уносимо довољну количину натријума, организам ће га узимати из костију где га складишти у одређеној мери. Вишак овог елемента у организму углавном не смета превише, будући да је његово присуство могуће регулисати узимањем диуретика или избацавањем соли из исхране (нпр. код срчаних болесника). Ипак, дуготрајно уношење великих количина соли повећава крвни притисак и може трајно оштетити бубреге. С обзиром да људски организам нема ефикасан механизам којим би могао спречити превелику ресорпцију натријума у цревима, једнократно уношење изузетно великих количина натријума такође може бити опасно по живот.

**Калијум** у јонизованом облику има знатно већи радијус од натријума и стога знатно другачије особине. Улога калијума у интрацелуларној течности је слична

а) Донори слободних електронских парова.

улози натријума у екстрацелуларној течности (одржавање ацидобазне равнотеже и осмотског притиска). Калијум има пресудну улогу у преношењу нервних импулса при контракцији мишића (нарочито срчаног) будући да повећава раздражљивост мишића и нервних ћелија. Такође је значајан за метаболизам угљених хидрата, остварење мембранског транспорта и одржавања разлике потенцијала кроз ћелијску мембрану. У ванћелијском простору може се наћи свега 5% укупне количине калијума, док је остатак унутар ћелије. Ово се објашњава концептом "активног транспорта" при чему се калијум из ванћелијског простора "упумпава" у цитоплазму ћелија уз потрошњу аденозин-трифосфата. Активни транспорт се обавља уз помоћ глукозе и инсулина.

Преко својих канала у мембрани ћелије, јони калијума константно напуштају ћелију у малим количинама тако да се одржава потенцијал мировања мембране. Када дође до надражаја ћелије, натријумови канали у мембрани се отварају, натријум улази у ћелију и доводи до деполаризације мембране. Затим се затварају канали за натријум, отварају се канали за калијум који сада у већој количини напушта ћелију и доводи до повратка на потенцијал мировања (реполаризације) [4].

Калијум се у организам уноси храном биљног и животињског порекла. Калијумом су богате банане, парадајз, кромпир, пасуљ, авокадо и др. Процењује се да су дневне потребе одраслог човека за калијумом 1 - 2 g, мада може да се поднесе и количина до 6 g. Недостатак је врло редак и јавља се једино у случајевима повећане диурезе, било због употребе диуретика или из других разлога. Тада може доћи до срчаних сметњи, мишићне слабости, мучнине, посспаности, летаргије и других поремећаја. Повећани унос калијума може да изазове поремећаје рада срца и мозга, а уколико се не интервенише смртни исход.

**Калцијум** је без сумње најзаступљенији метал у људском организму. Фосфат, карбонат и апатит калцијума су основни конституенти костију и зуба (где је сконцентрисано 99% калцијума), али овај елемент има и изузетно важне улоге у крвној плазми и ћелијским мембранама. Свакако његова најважнија улога је као конституента костију. Највећи део калцијума ван костију се налази у крви, тачније у плазми. Многе болести су уско повезане са недовољном количином овог минерала у организму. Рахитис код деце и остеопороза код старијих особа су најдраматичнији примери. Остеопороза је болест која се огледа у деминерализацији костију које постају порозне, шупљикаве, губе еластичност и лако се ломе. Веома често се јавља код жена у менопаузи, што се објашњава смањеном количином естрогена за који је већ наглашено да има улогу у апсорпцији овог минерала.

Сматра се да би, при нормалним физиолошким условима и оптималном односу чинилаца који утичу на његову ресорпцију, одрастао човек требало да уноси 400 - 500 mg на дан (деца нешто више, 500 - 700 mg). За време трудноће и лактације дневни унос не би требало да буде мањи од 1000 mg, а по могућству и до 1200

mg, јер је потребно подмирити потребе плода у току његовог формирања односно детета у периоду исхране мајчином млеком. Млеко и млечни производи (нарочито сир) су најбољи извор калцијума, јер је однос овог елемента и фосфата оптималан за његову максималну апсорпцију. Доста калцијума садрже воће и поврће, али је у њима овај однос много неповољнији за оптималну апсорпцију.

**Магнезијум** је по количини, други катјон интрацелуларне течности (после калијума). У природи је такође веома распрострањен: у морској води, природним изворима и у хлорофилу. Данас се зна да је овај елемент неопходан за функционисање око 300 различитих ензима. Око 60% од укупне количине магнезијума налази се заједно са калцијумом и фосфатима у комплексним солима костију, док је остатак у меким ткивима (срце, скелетни мишићи, јетра, бубрези, мозак, интерстицијална течност). Дневне потребе за магнезијумом зависе од пола, узраста и стања организма, али сматра се да је његов најповољнији дневни унос за децу 170 mg, жене 180 mg, труднице и одрасле мушкарце 350 mg.

Болести повезане са дефицитом магнезијума су пре свега бубрежна дисфункција, али и ендокрини поремећаји, наследне болести (примарна идиопатска хипомагнезија) и др. У природи га има у свим зеленим биљкама (саставни део хлорофила), па је зелено поврће најбољи извор овог елемента. Има га и у храни животињског порекла, али се из ње слабије апсорбује услед присуства велике количине калцијума, фосфора и протеина.

## ОЛИГОЕЛЕМЕНТИ

Под **олигоелементима** подразумевамо оне елементе који храном и водом доспевају у организам у веома малим количинама. И поред тога, ови минерали имају необично значајне улоге и њихов недостатак у живим системима доводи до драматичних последица. У ову групу елемената можемо сврстати: Fe, Cu, Co, Mn, Ni, Zn, Al, Cr, Cd, B, Mo и Se али треба имати у виду да се са развојем аналитичких метода временом откривају и нови елементи за које се раније сматрало да се не могу јавити у биолошким системима, или и ако се јављају да је то присуство случајно и да немају посебних функција у организму (никал, олово...).

**Гвожђе** у храни постоји у два облика: везано за хем и не-хем гвожђе. Хем гвожђе је везано у облику хемоглобина и миоглобина и присутно је у месоу и изнутрицама. Његова апсорпција је неупоредиво боља од других врста гвожђа (20-30%) и не подлеже утицајима других састојака хране. Не хем гвожђе се у храни налази у облику неорганских соли и често је везано за неку органску киселину или протеин. Искористићење оваквог гвожђа је 1-20%, при чему оно прво мора бити редуковано из Fe<sup>3+</sup> облика у Fe<sup>2+</sup>. Значајну улогу у овом процесу има присуство витамина Ц (аскорбинска киселина), која као редуционо средство повећава ресорпцију овог елемента, док је она у великој мери отежана ако се конзумира чај или кафа. Вишак гвожђа се нагомилава у ткивима, пре свега у јетри и може се у патолошким

стањима нагомилавати у крви (болест сидероза). Одрастао човек има око 900 грама хемоглобина, при чему се та количина обнавља сваких 120 дана[5]. Иако храна у читавом свету садржи и веће количине гвожђа од оних које су нам потребне, услед различитих патолошких процеса као и релативно лоше апсорпције често долази до појава анемије код људи. Сматра се да би одрастао мушкарац дневно требало да ресорбује бар 1 mg гвожђа што значи бар десет пута већи унос преко хране (10 mg). Девојке у пубертету и жене, због већег губитка овог елемента, треба да га узимају у већим количинама које се не могу наћи у свакодневној храни. Смањена количина гвожђа огледа се у израженом замору, слабом апетиту и смањеној отпорности организма. Намирнице богате гвожђем су све врсте животињских изнутрица, жито, лиснато поврће, месо и јаја.

**Цинк** се у организму одраслог човека налази у количини 1,4 - 2,4 mg. Значај цинка у исхрани примећен је после открића да његов дефицит омета полно сазревање (хипогонадизам код дечака на Блиском Истоку). Такође је примећено и да Zn има веома важну улогу у растању рана, а касније је утврђено је овај елемент активан учесник многих биокаталитичких процеса. До сада је откривено око 70 различитих металоензима који садрже цинк, међу којима су најважнији: карбоанхидраза, лактат дехидрогеназа, алкална фосфатаза, супероксид-дисмутаза, алкохол дехидрогеназа али и РНК и ДНК полимераза. Процењује се да су дневне потребе одраслог мушкарца за цинком 10-16 mg, а деце око 90 mg. Овде треба имати у виду да се свега 20% унетог цинка ресорбује. Недостатак цинка може изазвати драматичне последице: поремећаји у расту, губитак косе, болести коже и пад имунитета. Неопходне количине цинка могу се унети храном, при чему треба имати у виду да су најбољи извори цинка намирнице животињског порекла (црвено месо, морске шкољке, ракови). Намирнице биљног порекла су много сиромашније у садржају овог елемента, а уз то садрже фитинску киселину која инхибира његову ресорпцију[6].

**Бакар** је тек 1924. године стављен на листу елемената које је неопходно уносити храном. С обзиром да се налази у храни биљног и животињског порекла, његов недостатак се веома ретко среће. Уколико се јави, дефицит бакра има за последицу анемију, депигментацију косе и деформацију костију. У организму одраслог човека просечно се налази око 110 mg овог елемента. Просечан унос бакра код одраслог мушкарца је 0,6 - 1,6 mg на дан [5]. Бакар се може наћи у свим намирницама биљног и животињског порекла. Највише га има у ражи, пасуљу, пилећем месу, говеђој јетри, бананама, соји и семенкама сунцокрета.

**Хром** је у животињама присутан искључиво у облику Cr(III). Уколико Cr(VI) јон доспе у организам понашаће се као изузетно јак отров. Данас се зна да је тривалентни хром саставни део фактора толеранције глукозе (ФТГ) који има улогу у везивању инсулина за рецепторе, али и олакшава транспорт глукозе кроз мембрану ћелије, чиме се регулише ниво шећера у крви и обезбеђују енергетске потребе ћелија. Дневне потребе

за овим елементом код здравих особа су 50 – 200  $\mu\text{g}$ , при чему унос количина већих од 1000  $\mu\text{g}$  утиче штетно на метаболизам. Жути шећер је богат хромом и његовом сталном употребом се смањује опасност од дијабетеса. Биљна храна је богатија хромом него животињска, а намирнице у којима га посебно има су: житарице, кукуруз, пивски квасац, цигерица, кромпир, месо и ораси.

**Кобалт** се у организму може срести везан у облику витамина B<sub>12</sub> (цијанкобаламина). Налази се у довољној количини у великом броју намирница. Дневне потребе за кобалтом су око 0,2 g мада се може унети и 5-8 g без штете за организам. Недостатак кобалта изазива анемију праћену губитком апетита и мршављењем. Највише га има у цвекли, махунаркама, гљивама, сиру и млечним производима.

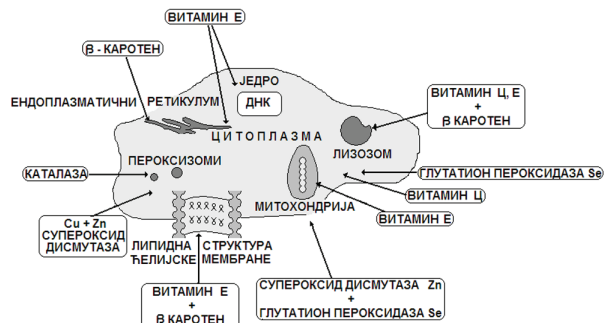
**Манган** има улогу у метаболизму масти, изградњи костију, везивних ткива, производњи енергије и синтези нуклеотида ДНК. У организму се углавном налази у јетри (где спречава њену масну дегенерацију, као патолошко стање), панкреасу, бубрезима и костима. Уравнотежена исхрана је сасвим довољна за унос потребних количина мангана, односно 2 - 5 mg дневно. Код особа код којих постоји дефицит гвожђа може доћи до повећане ресорпције мангана, што за последицу може имати и интоксикацију. Уколико у организму постоје велике количине гвожђа, апсорпција мангана ће се смањити и то може изазвати његов недостатак. Симптоми таквог стања су кртост костију, нетолеранција према шећеру, висок ниво холестерола, дегенерација полних жлезда. Повећана количина мангана се примећује по губитку апетита, поспаности и боловима у мишићима и халуцинацијама (тровање Mn се назива "манганово лудило"). Најбољи извор овог метала су интегралне житарице, брашно, воће, зелено поврће (спанаћ), боровница, купина, чај и др.

**Никал** је елемент чија улога у организму још увек није довољно проучена. Познато је да је стимулатор стварања крви, као и да помаже функцију панкреаса при стварању инсулина. Сам никал, као и његове неорганске соли и карбонили су снажни отрови. У већој концентрацији изазивају оток плућа, а уколико доспеју на кожу или у плућа имају канцерогено дејство. Будући да је врло распрострањен у природи, довољне количине могу се унети мешовитом исхраном (0,3-0,5 mg на дан). Случајеви дефицита никла нису забележени. Највише га има у сочиву, зеленом грашку, свињском месу и јајима.

**Селен** се налази у малој количини у свим ткивима човека и има незаменљиву улогу у борби против реактивних кисеоничних врста (слободних радикала). Антиоксидативно дејство селенових једињења се испољава у садејству са витамином Е. Наиме, он је кофактор ензима глутатион-пероксидазе (заменајује сумпор), који врши каталитичко разлагање водоник-пероксида али и органских пероксида до нетоксичних и нереактивних облика кисеоника. Данас се поуздано може тврдити да је Se један од најзначајнијих бораца против настајања и ширења канцера, а има улогу и у превенцији кардиомиопатије. Када је унос селена испод оптималног,



смртност од рака се знатно повећава. Ово је посебно важно ако имамо у виду анализе које показују да је код особа које болују од различитих врста злоћудних тумора ниво Se и глутатион-пероксидазе значајно смањен [8,9].



Слика 1: Преглед најважнијих антиоксиданата и места у ћелији где они делују

Препоручена дневна доза селена је око 55  $\mu\text{g}$  за одрасле мушкарце и жене. Она се повећава за време трудноће, лактације и посебних стања стреса у којима се може наћи организам. Потребне се повећавају и у случају већег уноса незасићених масних киселина. Дефицит у селену праћен је поремећајима синтезе различитих ензима што доводи до мишићне дистрофије, анемије, деградације панкреаса и катаракте. У већим количинама селен може изазвати интоксикацију. Намирнице које садрже веће количине селена су: кромпир, бели лук, квасац.

## НОВИ ПРИСТУПИ У ИСХРАНИ И ДИЈЕТЕТИЦИ

Да би организам неометано обављао физиолошке функције неопходно је да одржава оптималну концентрацију јона метала. Човек на ово може да утиче правилним начином исхране и применом одговарајућих дијететских концепата. Научне дисциплине које се баве исхраном су последњих година у убрзаном успону и све је већи број радова који се односи на ову област. Савремени начин размишљања смешта ћелију у центар истраживања и посматра је као циљ сваког дијететског концепта. Ћелијска исхрана је кључни појам, имајући у виду да савремена патологија стоји на становишту да је свака болест ћелијски процес.

При састављању дневног оброка није довољно имати у виду само потребе организма за енергетским, градивним и заштитним супстанцама, већ и низ других особина коју храна мора да поседује. Нова истраживања чак наводе научнике на закључак да исхрана нема у потпуности универзални карактер. Наиме, последњих година постављени су научни концепти који подразумевају да правилна исхрана појединца мора бити усклађена са његовом крвном групом. Доктор Џејмс Л. Д'Адамо (James L. D'Adamo) је открио да лектини који постоје у храни имају аглутинирајућа својства на крв (изазивају слепљивање ћелија које имају важну улогу у имуном систему организма) [10,11]. Многи лектини имају хемијске особине које су сличне антителима крвних група. Лектини су веома распрострањени

у храни и није их могуће избећи, а према Адамовој теорији је неопходно избегавати намирнице са лектинима посебно штетним за одређену крвну групу [12]. Ово значи да би особе са различитим крвним групама морале да користе различите намирнице у исхрани. Овде треба споменути и да Rh фактор ("резус фактор" протеин назван по врсти мајмуна, код којих је први пут пронађен. Особе које имају овај протеин на површини својих ћелија су Rh позитивне, док су знатно ређи случајеви Rh-негативних, код којих протеин није присутан) нема утицаја на програм исхране по крвним групама.

Постоје теорије да је, историјски гледано, прво настала **О крвна група** око 50.000 година п.н.е. код кромњонског човека, за кога је био карактеристичан ловачко-сакупљачки начин живота. Управо због тога овим особама одговарала би исхрана богата протеинима животињског порекла, док им смета тесто и већина житарица. Предпоставља се да је између 25.000 и 15.000 година п.н.е. дошло је до настанка аграрног друштва и преласка на исхрану биљним културама, као и задовољавања потребе за протеинима људи све више помоћу рибе, којом су биле богате реке и језера, у том периоду настала **крвна група А**. Особе са овом крвном групом посебно су осетљиве на нитрите, нитрате и друге вештачке додатке исхрани. Прија им вегетаријанска исхрана, док имају проблема са варењем млека и млечних производа. **Крвна група Б** је по овим теоријама почела да се јавља између 15.000 и 10.000. године п.н.е, када су у потрази за богатијим изворима воде и хране почеле прве веће сеобе народа. Један део је мигрирао у источну Европу где и данас чини највећи део становништва. Они су се хранили месом, биљкама и млеком припитомљених животиња. За припаднике ове крвне групе основна храна су биле млеко и млечни производи, као и житарице. Пре око хиљаду година је настала **АБ крвна група** која је и најређа. Још увек није познато шта је разлог за ово последње прилагођавање крви али је потпуно јасно да је овај тип настао комбинацијом крвних група А и Б. Погодна исхрана за припаднике ове крвне групе би била негде између исхране за крвне групе А и Б, односно они би требало да имају мешовиту исхрану у којој су заступљени и месо и биљна храна, уз мање количине млека и млечних производа.

Дијета по крвним групама је један савремени концепт исхране који на најбољи могући начин показује колико се брзо развија ова област савремене науке. Међутим, треба имати у виду да се она ограничава на само један фактор везан за здраву исхрану и требало би је, као и теорију о настанку крвних група, примити са великом резервом, јер је нађено да и остали примати имају крвне групе (на жалост, некомпатибилне са људским). Највероватније је ипак да начин исхране зависи од поднебља, генетских предиспозиција, климе, а и специфичних одлика сваке индивидуе (пола, узраста, општег здравственог стања, професије...). Здрава и уравнотежена исхрана морала би бити веома разноврсна, ослобођена пестицида, конзерванаса, адитива, боја, што

мање технички обрађена, са што мање масти животињског порекла, а што више незасићених масних киселина, плодова мора, производа од интегралних житарица, као и да буде богата целулозним влакнима, витаминима и минералима[13].

Abstract:

#### MINERALS IN NUTRITION

*Dušan Veljković, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Belgrade*

*Gordana N. Vučković, Faculty of Chemistry, Belgrade*

Minerals in our diet are often divided into two groups: macro- and microelements. Microelements are required in smaller quantities and have different roles in organism: structural role (calcium and magnesium), regulatory role (regulation of acidity and osmotic pressure), catalytic role (enzymes), and different specific roles. Metabolism of minerals differs from metabolism of organic substances: organic molecules are absorbed up to 90%, while minerals only 10 - 40%. The most important alkaline and alkaline earth metals in organism are Ca, Mg, Na and K. Transition metals are usually present as the trace elements in organism (most abundant are Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Cr, Ni). In recent years, scientists showed a great interest in nutrition and dietetics and made some new concepts which considered that nutrition does not have an universal character.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rosette M. Roat-Malone, Bioinorganic chemistry; a short course, 2nd Ed., Wiley-Interscience, 2007.

2. Биљана В. Ђорђевић, Живадин Д. Бугарчић: Тврде и меке киселине и базе, Хемијски преглед, 39, бр. 5-6, (1998) 130-134.
3. Гордана Вучковић, Веза између биологије и неорганске хемије - Бионеорганска хемија, Хемијска читанка, друго издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2001. стр.134-147
4. Ружица Николић, Милош Ђорђевић: Биолошки значај натријума и калијума, Хемијски преглед, 50, бр. 6, (2009) 150-155.
5. Милета Јаредић и Јован И. Вучетић, Микроелементи у биолошком материјалу, издавач Студентски трг, Београд, 1997.
6. <http://www.nutrition.gov/>
7. К. Б. Јацимирскиј, Увод у бионеорганску хемију, прво издање, Привредни преглед, Београд, 1980.
8. Селена Милићевић, Гордана Вучковић, Марија Тодоровић: Модерни аспекти хемије селена (1. део), Хемијски преглед, 43, бр. 5, (2002) 102-105.
9. Селена Милићевић, Гордана Вучковић, Марија Тодоровић: Модерни аспекти хемије селена (2. део), Хемијски преглед, 43, бр. 6, (2002) 131-136.
10. Martin S. Nachbar, Joel D. Oppenheim, Am. J. Clin. Nutr. 33 (1980) 2338
11. <http://www.dadamoinstitute.com/>
12. <http://intraspec.ca/blood.php>
13. <http://www.nutritionatoz.com/>



## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ

Весна МАЧВАНСКИ, студент биохемије, Универзитет у Београду, Хемијски факултет

### СЦЕНАРИО ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ЧАСА „ХИДРОЛИЗА СОЛИ“

Сценарио је дорадио Игор Матијашевић, Иновациони центар Хемијског факултета Универзитета у Београду

**Наставна јединица:** Хидролиза соли

**Разред:** I разред природно-математичког смера

**Тип часа:** Обрада новог градива

**Циљеви часа** су да ученици:

1. изнесу претпоставку о кисело-базним својствима раствора соли и на основу резултата огледа прихвате или оповргну хипотезу;
2. уоче да кисело-базна својства раствора употребљених соли зависе од њихове природе;
3. уоче сличности и разлике у погледу кисело-базних својстава раствора употребљених соли у зависности од јачине киселине и базе од којих су настале;
4. уопште закључке на основу изведених огледа, тј. науче шта је хидролиза соли и да је то протолитичка реакција.

**Носећа идеја:** Да ученици, радећи у групама, на основу мерења рН вредности раствора соли дођу до закључка о зависности кисело-базних својстава раствора соли од јачине киселина и база чији анјони, односно катјони граде соли.

Материјал потребан за час.

- 1) табла и креда;
- 2) радни листови (видети прилог)
- 3) лабораторијски прибор и посуђе:
  - универзална индикаторска хартија
  - епрувете (за сваког ученика по једна)
  - сталак за епрувете (један по групи)
  - шприц боце (једна по групи)
  - стаклени штапићи (за сваког ученика по један)
  - сахатна стакла (једно по групи)
  - кашике (за сваку супстанцу по једна)
- 4) супстанце:

- натријум-сулфат,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- магнезијум-хлорид,  $\text{MgCl}_2$
- гвожђе(III)-сулфат,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- натријум-ацетат,  $\text{NaCH}_3\text{COO}$
- амонијум-ацетат,  $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$
- натријум-нитрит,  $\text{NaNO}_2$
- калијум-карбонат,  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- натријум-сулфит,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- калијум-нитрат,  $\text{KNO}_3$
- бакар(II)-сулфат,  $\text{CuSO}_4$
- натријум-хлорид,  $\text{NaCl}$
- амонијум-хлорид,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

### Ток часа

#### Корак 1. Образовање група и подела радних листова

На почетку часа ученици се деле у шест група од по четири ученика. Уколико је број ученика већи од 24, препоручује се повећање броја група, а ако је мањи, препоручује се задржавање броја група, а смањивање броја ученика у групама. Групе се могу формирати према начину како ученици већ седе (ученици из две клупе могу чинити једну групу), могу случајним избором, или да наставник направи распоред ученика по групама пре часа. Последњи предлог за формирање група се препоручује, јер би тако ученици различитих знања и способности чинили исту групу.

Сваки члан групе добија радни лист (прилог 1).

#### Корак 2. Комплимирање хипотезе

Свака група има задатак да изнесе хипотезу о кисело-базним својствима раствора соли. Формулисање хипотезе је олакшано тако што је дат исказ, а задатак сваке групе је да одабере једну од понуђених опција.

Исказ: *Распад било које соли, симболички приказане  $\text{KxAy}$ , где  $\text{K}$  означава катијон, а  $\text{A}$  анијон, је:*

а) увек кисео б) увек базан в) увек неутралан г) или кисео, или базан, или неутралан, зависно од соли.

Свака група бележи изабрану опцију у предвиђено поље табеле, тј. у колону "Хипотеза групе". Уколико се ученици у групама не слажу око избора опције, у предвиђена поља табеле треба унети и појединачна мишљења. Чланови групе морају одлучити коју опцију ће саопштити наставнику. Нагласити ученицима да коначну одлуку о избору опције (ону коју саопшавају наставнику) донесу на основу аргумената.

Предвиђено трајање 1. и 2. корака је 10 минута.

#### Корак 3. Извођење огледа и попуњавање табеле

На радном листу налази се упутство за извођење огледа као и табела за попуњавање. Док ученици изводе оглед наставник посматра ученике и стара се да на правилан начин изведу огледе. Подразумева се да ученици умеју да мере рН помоћу универзалне индикаторске хартије. Свака група ради са две различите супстанце, при чему у оквиру групе по два ученика одређују рН раствора исте соли. У предвиђена поља табеле уноси се рН вредност раствора соли (средња вредност) и рН вредност воде (мере пре мерења рН раствора соли). Наставник треба да прати које рН вредности ученици добијају, како не би извели погрешан закључак о кисело-базним својствима раствора соли.

За успешну реализацију овог корака ученици треба да знају да вода која се употребљава нема рН вредност 7, пре свега због апсорпције угљеник(IV)-оксида, већ нешто нижу. Мерењем рН вредности воде и раствора соли ученик ће моћи да уочи да ли је до промене рН вредности дошло због реакције између јона и молекула воде, или је нижа рН вредност последица апсорпције  $\text{CO}_2$ .

#### Корак 4. Извођење група

Када групе изведу огледе и попуне предвиђени простор у табели (која је иста на свим радним листовима), наставник црта исту табелу на табли и уписује одабрану опцију група у задатку комплетирања хипотезе и резултате огледа. Свака група треба да изложи разлог одабира једне од четири опције у задатку комплетирања хипотезе, али известилац групе мора и да напомене уколико неки од чланова нису били сагласни са одабраном опцијом и да им са да могућност да изложе разлоге њиховог става.

#### Корак 5. Извођење закључка о ваљаности хипотезе

Када се резултати унесу у табелу, свака група разматра одрживост хипотезе коју је поставила. Наставник поставља питање: *„Како објаснити зајачање да раствори различитих соли имају различита кисело-базна својства, тј. да су раствори неких соли кисели, неких базни, а неких неутрални?“*

У овом кораку се од ученика очекује да закључе да неки катјони и/или анијони соли реагујући са молекулима воде утичу на рН вредност раствора соли, односно на промену односа концентрација хидронијум и хидроксидних јона у раствору. Други закључак који се од ученика очекује односи се на везу између јачине киселине и базе од којих може настати со и кисело-базних својстава раствора те соли. Ученици се упућују како да на основу података о јачини киселине, односно базе, предвиђају кисело-базна својства раствора соли. Такође, од њих се очекује да уочене промене објашњавају протолитичком теоријом (на нивоу да знају шта је донор, а шта акцептор протона).

Предвиђено трајање трећег, четвртог и петог корака је 25 минута.

#### Корак 6. Уочивање и дефинисање појма хидролизе.

На основу примера свих соли са којима су групе радиле, очекује се да ученици изведу општи закључак да неке соли ступају у протолитичку реакцију са водом, а као резултат такве реакције јесте промена односа концентрација хидронијум и хидроксидних јона, односно промена рН вредности. Описана хемијска промена се назива хидролиза.

Предвиђено трајање шестог корака је 10 минута.

### Прилог 1.

#### РАДНИ ЛИСТ

Циљ вашег експерименталног рада јесте да утврдите кисело-базна својства раствора различитих соли. Свака група ради са по две соли како је приказано у табели ниже. Пре него што кренете у експериментални рад, најпре ћете на нивоу групе донети претпоставку о

кисело-базним својствима раствора соли. То ћете урадити на следећи начин: изаберите један од понуђених одговора и тиме допуните исказ који ће онда постати хипотеза с којом крећете у експериментални рад.

**Хипотеза:** Раствор било које соли, симболички приказане  $KxAy$ , где К означава катјон, а А анјон, је:

а) увек кисео б) увек базан в) увек неутралан г) или кисео, или базан, или неутралан што зависи од природе соли.

Напомена: Уколико се чланови групе не слажу око одабира опције, у предвиђена поља табеле треба унети и појединачна мишљења, али ће наставнику бити саопштена само једна опција. Опцију коју ћете изложити наставнику треба аргументовати.

*Оплед*

### УПУТСТВО ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ОГЛЕДА

Измерите рН вредност воде. Ставите универзалну индикаторску хартију преко сахатног стакла и лаганим стиском шприц боце овлажите листић с неколико капи воде. Очитајте рН вредност и забележите у предвиђено поље. Нека то уради један ученик у групи.

Два ученика нека измере рН вредност раствора једне соли, а друга два ученика раствора друге соли. рН ћете одредити на следећи начин. Из суда у коме се налази супстанца пренесите чистом кашиком мало супстанце у епрувету. Додајте око  $2\text{ cm}^3$  воде. Садржај у епрувети мућкајте док се со не раствори. Сваки ученик помоћу стакленог штапића нека пренесе кап раствора на универзалну индикаторску хартију. Очитајте и забележите рН вредности. Упишите у одговарајуће поље у табели средњу вредност измерених рН вредности раствора соли.

Групе	Хипотеза групе	Со		рН		Кисело-базна својства раствора
		Назив	формула	раствор	вода	
1		натријум-сулфат	$\text{Na}_2\text{SO}_4$			
		бакар(II)-сулфат	$\text{CuSO}_4$			
2		гвожђе(III)-сулфат	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$			
		натријум-ацетат	$\text{NaCH}_3\text{COO}$			
3		калијум-карбонат	$\text{K}_2\text{CO}_3$			
		натријум-хлорид	$\text{NaCl}$			
4		натријум-сулфит	$\text{Na}_2\text{SO}_3$			
		магнезијум-хлорид	$\text{MgCl}_2$			
5		калијум-нитрат	$\text{KNO}_3$			
		амонијум-хлорид	$\text{NH}_4\text{Cl}$			
6		натријум-нитрит	$\text{NaNO}_2$			
		амонијум-ацетат	$\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$			

<sup>a</sup> Навести једно од слова: а, б, в или г.

<sup>б</sup> Уписати речима да ли је раствор кисео, базан или неутралан.

Abstract

THE ELABORATION OF THE SALT HYDROLYSIS

Vesna Mačvanski

In this text the elaboration of the concept of salt hydrolysis by the methods of active learning with the first grade Gymnasia students is presented.



## ИСТОРИЈА ХЕМИЈЕ У СРБИЈИ



Снежана БОЈОВИЋ, Универзитет у Београду, Хемијски факултет  
[sbojovic@chem.bg.ac.rs](mailto:sbojovic@chem.bg.ac.rs)

### ПРВИ УЏБЕНИК ХЕМИЈЕ И ПРВЕ ХЕМИЈСКЕ ФОРМУЛЕ У СРБИЈИ THE FIRST CHEMISTRY TEXTBOOK AND FIRST CHEMICAL FORMULAS IN SERBIA

У овом шексџу приказане су прве хемијске формуле које су коришћене у Србији и то из уџбеника Вука Маринковића „Начела физике“ (1851) и из необјављеној рукојиса предавања из неорјанске хемије Михаила Рашковића из 60-их година 19. века.

У прошлом броју навели смо шта се у уџбенику физике Вука Маринковића (1851) налазило од хемијског садржаја и укратко приказали изложене теорије.

Нагласили смо да у књизи нема једначина јер у оно време још нису биле у широкој употреби. Ипак, наведена

су правила за писање формула и дати су примери за поједина једињења. Мада су правила за писање формула општа и могла би обухватити велики број једињења, у књизи је дато само неколико примера, а потом је, код излагања једињења а пре свега киселина, написан још један мањи број формула.

Ево нека од тих правила.

Формуле се пишу „метањем писмена<sup>a)</sup> једно поред другог, без сваког између њи знака“. За примере су наведени:

FeS сумпорац гвожђа

HgCl подсољца живе или каломел<sup>b)</sup>

Ако у једињењу има више атома једног елемента, „число<sup>c)</sup> ових назначује се цифром, као изложитељ над писмом с десна метутом“:

Fe S<sup>2</sup> сумпоровњача гвожђа<sup>d)</sup>

Hg Cl<sup>2</sup> иперсољца живе

Киселине се састоје из корена и кисеоника<sup>e)</sup>.

Киселине могу бити кисеоничне, водоничне, сумпорне (сумпорњаци) итд. Најпознатије киселине су сумпорна, салитрена (азотна), оцетна (сирћетна).

Базе су такође сматране оксидима метала и писане су као анхидриди, а најпознатије су: праве лужне соли или алкали (кали, натрон и амонијак) и алкалске земље.<sup>f)</sup>

Соли су једињења база и киселина, углавном растворна у води, а познате су кисеоничне и сумпорне. Кисеоничне соли могу бити неутралне, киселе и базне.

Све три класе једињења описане су прилично опширно, али без иједне формуле.

У следећем поглављу наведене су четири киселине сумпора<sup>g)</sup>:

SO подсумпораста киселина

SO<sup>2</sup> сумпораста киселина

SO<sup>3</sup> сумпорна киселина

SO<sup>5</sup> подсумпорна киселина

При писању формула Маринковић се држао Берцелијусових примера, односно број атома у молекулу

писао је у изложиоцу, али је додао да га је можда боље писати „испод писмена“, односно SO<sub>3</sub>, Fe S<sub>2</sub>.<sup>h)</sup>

Једињења с различитом количином кисеоника означавао је на следећи начин:

„Назначујући степен оксидисања оксида, пазимо на то, јесу ли базисни или нису. Ако су базисни, онда се онај на већем степену оксидисања зове *прави оксид*, а онај на мањем степену *оксидић* (oxydulum). Ако ли су пак на оном степену оксидисани, да им ако ће базисни да постану, ваља нешто од свог кисеоника пустити, меће се пред њихово име реч *уре* (super); кад пак, ако ће да буду базисни, кисеоник им дометати треба, меће се пред њи речца *уог* (sub); и тако имамо: *уодоксидиће*, *уодоксице*, *оксидиће*, *оксице*, *уреоксидиће*, *уреоксице*.“<sup>i)</sup>

Пишући о азотној киселини, поред њене формуле навео је и формуле „материје на мањем степену оксидисања“:<sup>j)</sup>

NO<sub>5</sub> салитрена киселина (шалитрена)

NO<sub>3</sub> салитраста киселина или азотски оксид

NO<sub>2</sub> азотни оксид или салитрен гас

NO азотски оксидић

Правила за писање формула једињења односила су се на једињења првог, другог и трећег реда.<sup>k)</sup> У формулама „другог реда атоми сложених тела<sup>l)</sup> првог реда спајају се знаком +“, на пример<sup>m)</sup>:

HS + KO сумпорно водонични кали (калијум-сулфат, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

„Кад се сложени атом првог реда многостручно<sup>n)</sup> једини са атомом другог реда, ставља се број испред, с леве стране“:

KO + 2 SO<sup>5</sup> иперсумпорац кали т.ј. један атом кали<sup>o)</sup> једини се са 2 атома сумпорне киселине<sup>p)</sup>.

Да се кисеоник не би „сваки час“ писао, над симболом „позитивног тела“ сједињеног с кисеоником, кисеоник се назначује тачкицама.<sup>q)</sup> Тако је

$\overset{\cdot}{K} + \overset{\cdot\cdot\cdot}{A}$  шалитра, тј. једињење састављено из једног атома кали (KO) и једног атома шалитрене кисели-

a) Писмен је слово, односно симбол.

b) Једињење хлора са живом је каломел (подхлоровац) и сублимат (прехлоровац), стр. 202.

c) Число је број.

d) Једињења сумпора с металима зову се *сумпорњаци* (сулфиди), а понашају се као киселине или као базе. У првом случају се зову сумпоровњаче (sulhureta) а у другом *сумпоровци*, стр. 232.

e) Киселине су сматране оксидима, односно писане су као анхидриди киселина, стр. 207.

f) Касније наводи следећу поделу: Лаки метали граде алкалије: кали (оксид калијума), натрон (оксид натријума) и оксид литијума. Алкалске земље: кречна земља (оксид калцијума), мастна земља (оксид магнијума), тежка земља (оксид баријума) и стронцијанска земља (оксид стронцијума), стр. 247.

g) Исто, стр. 223.

h) Justus Liebig (1803-1873) је у свом часопису Justus Liebigs Annalen der Chemie, 1843. године, увео писање симбола с доње десне стране, с чим се Берцелијус није слагао.

i) Исто, 223.

j) Исто, 224.

k) Једињења другог реда настају при сједињавању једињења првог реда. Базе (метал и кисеоник) и киселине (неметал и кисеоник), у оно време анхидриди, биле су једињења првог реда, а њиховим сједињавањем добијале су се соли, једињења другог реда. Једињење трећег реда је кристална со, а четвртог реда двојуба со. Стр. 203.

l) Атом сложеног тела је молекул.

m) Није се правила разлика између атома и молекула па је калијум прост атом а његова база сложен атом.

n) Више од једног молекула.

o) Кали је калијум-хидроксид који се тада писао као анхидрид. Берцелијус је погрешно код формула хидроксида и означавао их је NaO и KO уместо Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O.

p) Киселине су такође писане као анхидриди.

q) По угледу на Берцелијуса који је уместо симбола кисеоника писао тачкицу изнад елемента с којим је кисеоник сједињен.



не. Шалитрена киселина се састоји од азота, А, и пет атома кисеоника (NO<sub>5</sub>).

Вода се у формулама обично не пише *Но* или *Н*, него *а<sub>q</sub>*. (а<sub>q</sub>а). На пример:

$\text{Na} \cdot \text{S} + 10 \text{aq}$  је глауберова со, тј. сумпорца натрона са 10 атома кристалне воде ( $\text{NaO} + \text{SO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$ ) ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

Тачкицама обележени симболи оксида, кад су сједињени с атомима другог реда, стављају се један поред другог без икаквог знака;

$\text{NaS}$  подсумпорњак натрона

$\text{Na} \cdot \text{S}$  сумпорац натрона ( $\text{NaO SO}_3$ )

$\text{Hg} \text{Chl}^2$  иперсољац живе (1 атом живе, 2 хлора)

$\text{Hg} \cdot \text{Chl}^2$  ( $\text{HgO}_2 \cdot 2 \text{ClO}_3$ ) (1 атом живиног надоксида са 2 атома подхлорсте киселине)

Код формула једињења трећег реда, атоми другог реда се спајају знаком +:

$\text{K} \text{S} + 3 \text{Al} \text{S}$  ( $\text{KO SO}_3 + 3 \text{AlO SO}_3$ ) значи безводну, а

$\text{K} \text{S} + 3 \text{Al} \text{S} + 24 \text{aq}$  кристалну стипсу

Код формула једињења четвртог реда, атоми трећег реда стављају се у заграда, па се знаком + спајају. Тако обична стипса може да се пише и на овај начин:

$(\text{K} \text{S} + 3 \text{aq}) + 3 (\text{Al} \text{S} + 21 \text{aq})$

На крају поглавља о формулама Маринковић наводи да Берцелијус двогубе атоме пише тако што преко средине симбола ставља хоризонталну црту:

$\text{Hg} \text{Chl}$  — ( $\text{HgCl}_2$ ) иперсољца живе (1 атом живе са 2 атома хлора)

$\text{S}$  ( $\text{S}_2 \text{O}_5$ ) подсумпорна киселина (2 атома сумпора са 5 атома кисеоника)<sup>а)</sup> (слика 1).

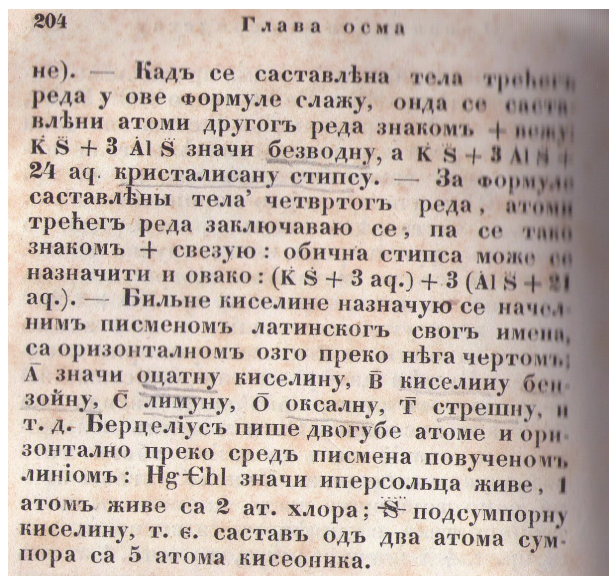
Дакле, ово су једине формуле које је Маринковић ставио у уџбеник.

Две године по изласку Маринковићевог уџбеника „Начела физике“ (1851), на Лицеју је почео да предаје хемију Михаило Рашковић, први наш стручни хемичар и први професор хемије. Када је Лицеј прерастао у Велику школу 1863. године, Рашковић је крајем шездесетих година 19. века припремио за штампу рукопис својих предавања, али није успео да га објави.<sup>б)</sup> Рукопис, који има преко 250 страна, писан је руком и садржи велики број формула и један број слика цртаних оловком. Рашковић је формуле писао на основу правила које је користио Вук Маринковић, односно писао их је преко еквивалената, киселине и базе као анхидриде, а соли као дуалистичка једињења.

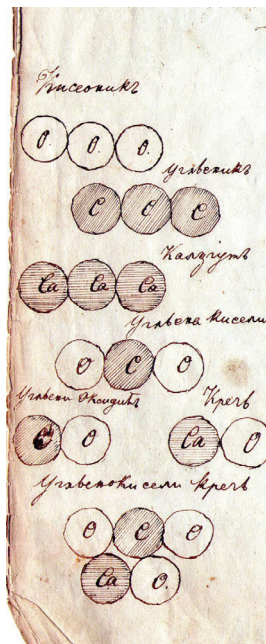
Из његовог рукописа изабрали смо неколико примера који се односе на формуле.

<sup>а)</sup> Маринковић је подсумпорну киселину писао  $\text{SO}_5$ .

<sup>б)</sup> Рукопис је оставштина Хемијског факултета.



Слика 1. Из уџбеника Вука Маринковића.



Слика 2. Из рукописа Михаила Рашковића

У поглављу о атомима, објашњавајући да је свако тело састављено од честица које „једна до друге леже“ и зову се атоми, узео је за пример кисеоник, угљеник, калцијум, угљену киселину, угљени оксиди, креч и угљенокисели креч (калцијум-сулфат) и представио их кружићима (слика 2).

Формуле сумпорних киселина, осим подсумпорне, писао је као и Маринковић:

Подсумпораста киселина  $\text{SO}$  или  $\text{S}_2\text{O}_2$

Сумпораста киселина  $\text{SO}_2$

Подсумпорна киселина  $\text{SO}^{5/2} = \text{S}_2\text{O}_5$

Сумпорна киселина  $\text{SO}_3$  (слика 3).

Формулу воде писао је  $\text{HO}$ , мада је навео да су стари хемичари писали воду као  $\text{H}_2\text{O}$  ослањајући се на запреминске односе (две запремине водоника једине се са једном запремином водоника), а нису узимали у обзир тежину (слика 4).

И формуле азотових оксида писао је као Маринковић, али је навео и формуле преко атомских тежина. Поменуо је и скраћено писање формула које је користио Берцелијус: тачка уместо кисеоника и запета уместо сумпора (слика 4).





истираживачима. Члан Клуба може постојати свако кога занима хемија, хемијска технологија, физичка хемија и друге сродне науке. Сви чланови Клуба су и чланови Српској хемијској друштва. Старосна граница за чланство је 35 година.

Циљ постојања Клуба је повезивање младих хемичара из академских институција и индустрије ради информисања и унапређивања компетенција кроз размену знања и искуства и веће могућности за професионални и лични развој. Такође кроз Клуб младих хемичара оствара се могућност сарадње са сличним друштвима у свету, информисања и остваривање мобилности студената. Младим истраживачима се путем сајта Клуба оствара могућност да промовишу свој рад и доприносе из области хемије и сродних наука.

#### Активност

Чланови Клуба младих хемичара уређују Веб сајт са информацијама које занимају младе истраживаче. На сајту се могу наћи занимљивости и новине у хемији и хемијској технологији, олашавања праксе и истраживања као и информације о стипендијама у земљи и иностранству.

Једна од активности Клуба је и организовање трибина о захтевима тржишта рада, као и уознавање младих са могућностима будућега запошљавања. Клуб организује и предавања о интересантним областима у хемији као и округле столове и конференције у циљу уручања могућности младима да се кроз јавне наступе боље професионално развију.

Путем „Клуба младих хемичара“ младим хемичарима се уруча могућност да се повежу са колегама у земљи и иностранству као и са релевантним институцијама у оквиру EuChemS-a (Европска асоцијација за хемијске и молекуларне науке) и EUCN-a (Европска мрежа младих хемичара).“

Како се из овог текста види, основна активност КМХС је уређивање сајта Клуба. Не без разлога. Пре свега, сајт привлачи својим изгледом и дизајном, структура сајта је јасна и прегледна и на њему се посетиоци лако сналазе. Техничка решења су оптимална, у служби једноставности и лаког претраживања садржаја. Иако сајт постоји тек нешто више од месец дана, бројност садржаја и информација је завидна и упућује на закључак да ће их временом бити све више, да ће бити још разноврснији и кориснији. Како смо то уобичајили, кратко ћемо представити основне секције сајта, а мало више пажње посветити оним његовим деловима који су по нашем мишљењу највреднији и најзанимљивији.

Свака страница сајта састоји се из три целине: менија на врху стране са линковима ка свим садржајима на сајту; простора у коме се приказују садржаји сајта (лева страна испод менија) и простора чији се садржај истоветан на свакој страници (десна страна испод менија)

Последња од три наведене целине резервисана је за КМХС Мрежу, Најаве догађаја и Вести. У дну тог дела странице се налазе линкови ка сајтовима Пријатеља Клуба – Српском хемијском друштву, Технологи-

шко-металуршком и Хемијском факултету у Београду. КМХС Мрежу чине одељци: Послови и праксе, Мејлин листи и КМХС Блог. Првом од ова три одељка посветићемо више простора у наставку текста, а овде ћемо само кратко напоменути да пријављивање на Мејлин листу омогућава добијање актуелних информација на пријављену адресу, док је Блог (<http://blogs.kmhchem.net>) место за дискусије о научним и студентским темама. О новостима на Блогу информације се могу добити претплатом на RSS вести (<http://blogs.kmhchem.net/?feed=rss2>)

Основна страница сајта у левој половини садржи последње чланке, чији су аутори чланови клуба, у три сталне рубрике: Интересантан молекул, Нобелова награда, Наука под лугом. До ранијих чланака води опција Архива у менију на врху странице. Остале опције у менију су:

**Почетна** – води ка основној, односно почетној страници сајта

**О клубу** – поред текста који смо навели на почетку овог чланка, на овој страници су доступна имена чланова Основачког одбора Клуба, али и кратка прича о симболима који чине лого Клуба.

**Ресурсе** чине вести, новости и најаве, као и богата збирка линкова ка корисним сајтовима, мађу којима су сајтови научно-истраживачких и образовних институција, хемијских друштава, часописа и других публикација и сл. Ова опција нуди и приступ документу у pdf формату под именом: Циљеви и активности, као и приступ Маји сајта.

Опција **Чланство** састоји се од OnLine формулара за приступање Клубу и кратког текста под насловом *Зашто се учланим*. Преносимо већи део тог текста, јер се из њега јасно виде циљеви и активности Клуба:

„Клуб Младих хемичара окупиће студенте хемије, хемијске технологије, физичке хемије и других сродних наука. Сваки члан може (ићи је чак и пожељно) да пише чланке који ће бити објављени на сајту Клуба....“

Такође, ако си на последипломским студијама и желиш да презентујеш свој рад и више си него добро дошао/ла. Редовно ћемо ажурирати сајт, иако да ћеш стално моћи да читаш најновије информације из светске науке. Можеш се и пријавити на нашу мејлин листу како би ти најсвежије вести редовно стизале у твоје пријемно сандуче! ...“

Организоваћемо и редовна предавања и информисање о томе где можеш да се запослиш када дипломираш и шта ћеш тамо радити!

Ускоро ћемо увести и одељак на сајту са мрежом олашавања разних стипендија, пракси и истраживања у земљи и иностранству. Преко те мреже ћеш моћи да се пријављујеш на разне конкурсе и ван конкурса, и стекнеш невероватно радно, а и друга искуства!

Ускоро ћемо се придружити и мрежи Младих хемичара Европе, преко којих ти се уруча могућност да се повежеш са колегама у земљи и иностранству као и са релевантним институцијама у оквиру EuChemS-a

(Европска асоцијација за хемијске и молекуларне науке) и EYCN-а (Европска мрежа младих хемичара).“

Мрежа оглашавања, за коју се у тексту који смо преузели са сајта наводи да ће бити ускоро уведена, када смо ми посетили сајт (сам почетак 2010. године) већ је заживела. Она је део КМХС Мреже коју смо већ помињали, а истовремено (заједно са Мејлини листом и КМХС Блоом) и део опције из менија под именом **Наша мрежа**. Име јој је Мрежа оглашавања пракси и полова и већ садржи завидну количину понуда за праксе. За студенте хемије и сродних наука на једном месту систематизована понуда сигурно ће олакшати потрагу за местима где се може обавити пракса и добити посао. Огласи су прегледни, јасни и за сваки постоји линк ка страници за пријаву на конкурс.

Са подужег списка наводимо само неколико компанија у којима је могуће обавити праксу (*internship*):

- Merck & Co. Inc., West Point, PA, USA
- Procter & Gamble, Cincinnati, Ohio, USA
- Chemical & Engineering News, Washington, DC, USA
- Merck KgaA, Germany
- Koch Chemical Technical Group, Wichita, KC, USA
- Alliant Techsystems Inc., Rocket Center, WV, USA
- Cummins Inc., Columbus, IN US
- L'Oreal, Ile de France, France
- Wolfram Research Inc., UK
- Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., Massachusetts, USA
- Takeda San Diego, San Diego, USA

**Пишићте нам** је опција у менију која води до странице са комплетним контакт подацима Клуба (адреса, телефони, електронска пошта, локација, мапа). У оквиру ове опције је и формулар помоћу којег је могуће Клубу послати, како на самом формулару пише „Коменијар/Пишање/Жеље/Честитице/Поздраве“

Последње две опције у менију су **СХД**, **EuChemS** и **EYCN**. То су уствари линкови ка сајту Српског хемијског друштва, и интернет верзијама његових публикација: Хемијског прегледа и Journal of the Serbian Chemical Society, те ка сајтовима EuCheMS (Европске асоцијације за хемијске и молекуларне науке) и њене секције за младе - EYCN (Европска мрежа младих хемичара).

## ЕВРОПСКА МРЕЖА МЛАДИХ ХЕМИЧАРА (<http://www.eycn.eu>)



Како је намера КМХС да се ускоро придружи Европској мрежи младих хемичара, преостали простор посветићемо сајту EYCN. Пошто је EYCN секција Европске асоцијације за хемијске и молекуларне науке, сваки хемичар у оквиру EuCheMS млађи од 35 година је истовремено део Европске мрежа младих хемичара.

Мрежа је основана 2006. године. Све је почело током Првог конгреса EuCheMS-а у Будимпешти исте године, када је сачињен документ под насловом *Aims, Tasks and Goals of EYCN*. Тај документ је био основа за Јенса Брефкеа из Немачке и Чабу Јанакија из Мађарске да позову сва друштва чланове EuCheMS-а да пошаљу представнике младих хемичара да заједно установе правила EYCN-а. Крајем марта 2007. године Извршни комитет (Executive Committee) EuCheMS-а је потврдио тада предложена правила и EYCN је постао званична секција младих EuCheMS-а. Почетком 2010. године млади хемичари 21 европског хемијског друштва су чланови Европске мреже младих хемичара.

Сајт мреже је прилично скроман, и осим основних информација о EYCN на сајту се може пронаћи текст правила (Rules of EYCN) у pdf формату, списак друштва чланица и њихових националних представника са контакт информацијама. Поред тога на сајту су календар догађаја у организацији Мреже и свега две вести о раду Мреже у секцији *News*. Посебна страница посвећена је контакт информацијама, на којој су представљени чланови Борда EYCN-а, који чине председник, секретар, саветник, као и особе задужене за контакте са индустријом, за комуникације и за сигурност.

Сваке године у марту одржава се Скупштина делегата EYCN. Последња, Четврта скупштина је одржана 10. и 11. марта 2009. године у Есену у Немачкој.

Своју, подједнако скромну секцију, Европска мрежа младих хемичара има и на званичном сајту EuCheMS-а (<http://euchems.org/YoungerChemists>). Информације у тој секцији су такође прилично оскудне и неажурне.



## ВЕСТИ ИЗ СХД

### ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА

Свечана скупштина Српског хемијског друштва одржана је 8. децембра 2009. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду.

Председница Друштва, Иванка Поповић поздравила је присутне чланове, овогодишње лауреате и госте Друштва и пренела поруку Председништва.

Према традицији, прошлогодишњи добитници Медаље за трајан и изванредан допринос науци и Медаље за прегалаштво и успех у науци одржали су предавања, која ће бити објављена и у неком од наредних бројева „Хемијског прегледа“.

Добитник Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2008. годину, Вукадин Леовац, одржао је предавање под насловом: *”Синтеза и структуре комплекса метала са изохиосемикарбазидима и изохиосемикарбазонима. Метал-индуковане реакције”*

Добитник Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2008. годину, Горан Калуђеровић одржао је предавање: *”Развој анионних уморских комплекса платине и других метала”*.

О овогодишњим наградама и признањима Друштва известила је председник Комисије за јавна признања, Рада Баошић. Студентска признања, специјално признање и годишња награда, су намењена најбољим дипломираним студентима хемије и хемијске технологије на Универзитетима у Србији, који су, према Правилнику о наградама СХД, дипломирали у времену од 1. јула претходне године до 30. јуна текуће године са просечном оценом изнад 9. Награђени студенти добијају двогодишње бесплатно чланство у Друштву и двогодишњу претплату на *Journal of the Serbian Chemical Society*.

За ову годину носиоци специјалног признања су:

- **Данијела Радовић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,00
- **Никола Дудуковић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,03
- **Дејан Кепић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,03
- **Ана Рилак**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,03
- **Маријана Спасенић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03
- **Миленко Токић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03
- **Дубравка Јамбрец**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,06
- **Сања Новаковић**, Технолошки факултет, Лесковац – 9,06
- **Јована Орашанин**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,06
- **Лука Михајловић**, Хемијски факултет, Београд – 9,09
- **Марина Ђендић**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,09
- **Тијана Јокић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,11
- **Марина Хрубик**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,11
- **Зорица Стојановић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,16
- **Милан Сенћански**, Хемијски факултет, Београд – 9,17
- **Илија Цвијетић**, Хемијски факултет, Београд – 9,17

- **Драгана Петровић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,22
  - **Милица Спасојевић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,22
  - **Јована Зечевић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,24
  - **Александра Дебељковић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,27
  - **Бојана Мојић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,28
  - **Весна Рајић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,28
  - **Ненад Муцић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,31
  - **Мирјана Цветковић**, Технолошки факултет, Лесковац – 9,31
  - **Милица Рајилић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,33
  - **Сенка Милић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,36
  - **Марина Милић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,38
  - **Љиљана Палангетић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,41
  - **Бранислав Обрадовић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,42
  - **Милица Царевећ**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,42
  - **Анђелика Пантелић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,43
  - **Ана Стевановић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,43
  - **Душан Величковић**, Хемијски факултет, Београд – 9,47
  - **Невена Немет**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,47
  - **Бојана Медаковић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,50
  - **Ивана Ђукић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,55
  - **Вера Обрадовић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,58
  - **Никола Ђурчић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,58
  - **Бојана Дамњановић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,67
  - **Драгана Париповић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,70
  - **Соња Јаковетић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,72
  - **Радован Вукићевић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,76
  - **Виолета Марковић**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,83
- Добитници годишње награде СХД, признања које носи и новчану награду, су петоро најбољих студената и то по један са различитих факултета:
- **Јована Матић**, Хемијски факултет, Београд – 9,79



- **Марина Францишковић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,83
- **Катарина Ђирић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,90
- **Биљана Глишић**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,93
- **Ивана Вуковић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 10,00

Финансијски део награде за ову годину обезбедили су Природно-математички факултет и Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду, на чему СХД захваљује деканима ових Факултета.

Друга група признања је проглашавање **заслужних и почасних чланова СХД**, које се стиче преданом активношћу у Друштву и у доприносима у области хемије. Ове године за почасне чланове Друштва изабрани су **Милан Дабовић**, **Братислав Јовановић**, **Славко Кеврешан** и **Богдан Шолаја**.

У 2009. години СХД је доделило **Захвалнице** домаћинима Републичког такмичења из хемије: **Хемијском факултету Универзитета у Београду** као знак

признања за подршку организацији Републичког такмичења из хемије за ученике основних школа и **Медицинској школи**, **Ужице** као знак признања за подршку организацији Републичког такмичења из хемије за ученике средњих школа.

Додељена су и овогодишња научна признања Друштва за допринос развоју хемијске мисли у нас.

**Медаља за прегалаштво и успех у науци за 2009 годину** је додељена **Драгану Манасијевићу** као израз признања за резултате постигнуте у области термодинамике материјала, док је **Медаља за трајан и изванредан допринос науци за 2009 годину** додељена **Слободану Миловићу** као израз признања за научна достигнућа у хемији површина и дисперзних система.

Ове године није било предложених кандидата за Медаљу за изузетан допринос настави и Медаљу за допринос примени науке у индустрији.

У оквиру подсећања на историју хемије, Снежана Бојовић је читала пригодне текстове.

**Р. Баошић**

## КЛУБ МЛАДИХ ХЕМИЧАРА СРБИЈЕ

У циљу промовисања науке међу младим истраживачима „Српско хемијско друштво“ је основало „Клуб младих хемичара Србије“. Члан Клуба може постати свако кога занима хемија, хемијска технологија, физичка хемија и друге сродне науке, а има мање од 35 година. Млади истраживачи који се учлане у Клуб постају чланови и Српског хемијског друштва.

Један од најбитнијих циљева постојања Клуба је повезивање младих хемичара из академских институција и индустрије ради информисања, размене знања и искуства, а самим тим и пружање већих могућности за професионални и лични развој. Младим истраживачима се отвара и могућност сарадње са сличним друштвима и релевантним институцијама у свету (у оквиру EuChemS, Европска асоцијација за хемијске и молекулске науке, организован је рад Европске мреже младих хемичара, European Young Chemists Network – EYCN, која тренутно окупља младе хемичаре из 21 Европског хемијског друштва).

Чланови „Клуба младих хемичара“ уређују интернет страницу, [www.kmhem.net](http://www.kmhem.net), са информацијама које најчешће занимају хемичаре. Отворена је могућност свим члановима да промовишу свој рад и достигнућа из различитих области хемије. Тренутно се на интернет страници могу наћи текстови о актуелним

темама и новинама у хемији, занимљивим молекулима, обавештења о догађајима из света науке, као и историјски осврт на добитнике Нобелове награде за хемију. Такође, чланови Клуба на интернет страници имају могућност да путем блога дискутују о различитим темама и да на тај начин размењују значајна искуства за свој даљи професионални развој. Покренута је и мејлинг листа преко које чланови могу да, када отворе свој налог, добијају путем електронске поште информације о новим садржајима на интернет страници и на тај начин максимално користе услуге које им Клуб пружа. Тренутно се посебан акценат ставља на редовно оглашавање конкурса за студентске праксе, како у земљи тако и у иностранству.

У плану је организовање трибина о захтевима тржишта рада као и упознавање младих хемичара са могућностима будућег запослења. У циљу што бољег професионалног развоја кроз јавне наступе, Клуб планира да организује и округле столове, конференције као и предавања о интересантним областима хемије.

Млади истраживачи који би желели да се учлане у Клуб могу то учинити преко интернет странице на адреси [www.kmhem.net](http://www.kmhem.net).

**Јелена Радивојевић**

**Неке сугестије којих би требало да се држи сваки аутор при достављању чланка за објављивање у Хемијског прегледа.**

1. Рад треба да буде јасно написан.
2. Рад обавезно доставити у електронској форми на дискети или CD-у или електронском поштом (пожељно у програму WORD или OpenOffice-Writer). Две копије у папиру су пожељне али не и обавезне.
3. Поред имена аутора рада обавезно се наводи установа у којој је аутор запослен, а пожељна је и електронска адреса аутора (е-пошта).
4. Потребно је да рад има кратак извод на српском језику, као увод у тему чланка.
5. Пошто је часопис штампан ћирилицом, потребно је да сви делови текста који треба да остану LATINIČNI (на пример: оригинална имена – погледајте тачку 6, или мерне јединице – погледајте тачку 7 или литературни подаци – погледајте тачку 9) буду у фонту различитом од оног којим је написан остатак рада. Ово под условом да аутор цео текст напише латиничним писмом. Избор фонтова препушта се ауторима.
6. Страна имена у чланку требало би да буду транскрибована; а при првом појављивању у тексту потребно је у загради навести име у оригиналу.
7. Слике треба доставити у електронској форми (TIFF, JPG) у одговарајућој резолуцији (цртежи и шеме, као што су хемијске формуле или графици 600 dpi, halftone и слике 300 dpi или више) али их не треба уметати у текст, већ их треба доставити као независне фајлове. Пожељно је али не и обавезно слике, цртеже и шеме доставити и на квалитетном белом папиру. Све слике и шеме приспеле од аутора у боји, као такве објављујемо у PDF и html верзији.
8. Препоручујемо да слике молекулских формула не преузимате са интернета у облику jpg, bmp, gif и сличних фајлова, већ да их нацртате у Symyx Draw-у (<http://www.symyx.com/downloads/index.jsp>), ACD/ChemSketch-у (<http://www.acdlabs.com/download/>), који су (после регистрације) бесплатно доступни или неком сличном програму. Исто тако препоручујемо коришћење ACS стила за цртање молекулских формула (предефинисана опција у оквиру препоручених и већине других програма за цртање формула).
9. Сви коментари у сликама треба да буду написани **ЋИРИЛИЦОМ** (ово не важи за ознаке хемијских елемената на цртежима молекулских формула), копија слика са латиничним натписима за html верзију часописа је пожељна.
10. У тексту треба да буде употребљен искључиво Међународни систем мерних јединица (SI). Иако је часопис штампан ћирилицом, мерне јединице треба да буду написане латиницом, одговарајућим фонтом.
11. Хемијска имена свих једињења наведена у тексту требало би да буду усаглашена са IUPAC-овом номенклатуром.
12. Краћи извод (резиме) рада наводи се на његовом крају, обавезно на енглеском језику. Изнад извода текста на енглеском језику треба прво навести наслов рада, затим име аутора и назив установе у којој ради.
13. На крају рада наводи се литература коју је аутор користио при писању текста или коју жели да читаоцима препоручи за даље читање. Сва наведена литература мора да буде написана на оригиналном језику (на пример, руска литература руским писмом, руским фонтом, енглеска - енглеским итд). Наводе литературе у тексту треба давати у угластим заградама, на пример: [4]. Пожељни формат навођења часописа је: Назив часописа, годиште (година) стр., на пример: J. Serb. Chem. Soc., **44** (1998) 123. Списак стандардних скраћеница имена журнала је слободно доступан са: <http://www.cas.org/expertise/cascontent/caplus/corejournals.html>.
14. Део литературе су и интернет адресе, које треба цитирати на стандардни начин, копирањем потпуног линка који је перманентно везан за навод.

Сваки достављени рад подлеже рецензији, а рецензенте одређује уредништво. Рукописи се не хоноришу и не враћају.

**Рад се може послати на адресу СХД, Карнегијева бр. 4, или директно у редакцију, на име проф. др Ратко М. Јанков, Хемијски факултет, Студентски трг 16. или електронском поштом на адресу [rjankov@chem.bg.ac.rs](mailto:rjankov@chem.bg.ac.rs)**