

# **ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД**

год. 49

бр. 3 (јуни)

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



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

Volume 49  
NUMBER 3  
(Jun)

Годиште 49

број 3  
јуни

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 и Јелена Радосављевић

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

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Никола Благојевић, Иван Гутман, Снежана Зарић, Јован  
Јовановић, Славко Кеврешан, Драган Марковић, Радо  
Марковић, Владимир Павловић, Слободан Рибникар,  
Радомир Саичић, Живорад Чековић (председник).

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед”,  
за 2008. годину износи:  
- за запослене..... 1.200,00  
- за пензионере, студенте, ђаке и незапослене..... 500,00  
- претплата за школе и остале институције..... 2.500,00  
- за чланове из иностранства..... € 40,-  
- претплата за 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.yu/hp/>  
e-mail редакције: [hempred@chem.bg.ac.yu](mailto:hempred@chem.bg.ac.yu)

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  
[www.ratkovicdesign.net](http://www.ratkovicdesign.net)  
[office@ratkovicdesign.net](mailto:office@ratkovicdesign.net)

## САДРЖАЈ

### ЧЛАНЦИ

Посвећено 250-тој годишњици првог објављивања Бошковићеве  
"Теорије природне филозофије"

**ДРАГОСЛАВ СТОИЉКОВИЋ**  
*DRAGOSLAV STOILJKOVIĆ*

РУЂЕР БОШКОВИЋ - ПРЕТЕЧА САВРЕМЕНОГ СХВАТАЊА  
СТРУКТУРЕ АТОМА

*ROGER BOSCOVICS - FORERUNNER OF MODERN ATOMIC  
THEORY* ..... 54

**МИРЈАНА РАШЕВИЋ**  
*MIRJANA RAŠEVIĆ*

ОБРАЗОВНИ СИСТЕМ: ПОДРШКА РЕХАБИЛИТАЦИЈИ  
РАЂАЊА У СРБИЈИ

*PHENOMENON OF INSUFFICIENT CHILDBIRTH AND  
EDUCATION SYSTEM* ..... 57

**ИВАН АНИЋИЋ, ИШТВАН БИКИТ, ГЕРГЕЉ ШОТИ**  
*IVAN ANIČIN, IŠTVAN BIKIT, GERGEJ ŠOTI*

ЗАШТО СУ НЕКИ АТОМИ СТАБИЛНИ А НЕКИ НИСУ?  
*WHY ARE SOME ATOMS STABLE AND SOME ARE NOT?* ..... 61

**РАДА БАОШИЋ**  
*RADA BAŠIĆ*

РЕВЕРСНО-ФАЗНА ХРОМАТОГРАФИЈА, ПРИНЦИПИ И  
ПРИМЕНА У „ПРЕДВИЂАЊУ” БИОЛОШКЕ АКТИВНОСТИ

*REVERSED-PHASE CHROMATOGRAPHY, PRINCIPLE AND  
APPLICATION FOR "PREDICTION" OF BIOLOGICAL  
ACTIVITY* ..... 64

**АЛЕКСАНДАР БОЈИЋ**  
*ALEKSANDAR BOJIĆ*

СПЕЦИФИЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДЕ И ЊИХОВ ЗНАЧАЈ  
*SPECIFIC WATER PROPERTIES AND ITS IMPORTANCE* ..... 69

### ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ, ВЕСТИ ЗА ШКОЛЕ

44. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ  
ОСНОВНИХ ШКОЛА ..... 74

XLIV РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА  
СРЕДЊИХ ШКОЛА ..... 75

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ОБЕЛЕЖЕНА ЈЕ ТРИДЕСЕТГОДИШЊИЦА ОСНИВАЊА  
ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА ВОЈВОДИНЕ ..... 76

ОДРЖАН ЈЕ 19. СЕМИНАР АПРИЛСКИ ДАНИ ..... 76



## УВОДНИК

Деветнаести Априлски дани за професоре хемије одржани су 29. и 30. априла ове године, у организацији Српског хемијског друштва и Хемијског факултета: **Давно** смо већ дигли руке од тога да у ове активности укључујемо и Министарства просвете Републике Србије.

Као и **свих пута** до сада Семинар је држан на Хемијском факултету Универзитета у Београду. На основу извештаја Организационог одбора Семинар је у потпуности успео, а било је присутно 594 учесника са плаћеном котизацијом, што је апсолутно највећи број учесника. Више него двоструко више учесника него најуспешнијих година до сада.

Већи број предавања са овог скупа успели смо да обезбедимо за публикавање, тако да они чине највећи број чланака из којих се састоји овај број Хемијског прегледа. То је добро и за оне који су били на Априлским данима и слушали предаваче, па сад имају прилике и да прочитају тај чланак, али и за оне који били на Априлским данима.

На адреси <http://hemija.chem.bg.ac.yu/aprilski/> можете наћи како све податке о овом семинару из 2008. године, тако и бројне друге податке о свим претходним семинарима, од 1990. године до данас. На сајту је могуће видети податке о свим предавањима у последње две деценије, о учесницима, а у рубрици Галерија наћи ћете фотографије са скупова, бар за последње три године.

\* \* \*

Потсећам вас да је 1964. године организовано и одржано прво такмичење из хемије ученика у Србији. Од тада па све до данас стално се организују годишња такмичења, која се завршавају са завршетком школске године. Тако је и ове 2007/2008 године управо завршено 44. Републичко такмичење из хемије ученика основних и средњих школа, у организацији Српског хемијског друштва и Министарства просвете и спорта Републике Србије.

РЕПУБЛИЧКО такмичење из хемије за ученике основних школа одржано је 24. и 25. маја 2008. године у Чачку. Одличан домаћин био је колектив ОШ "Танаско Рајић", на челу са директорком школе **Невенном Савић** и **Слађаном Тутуновић**, професорком хемије.

Републичко такмичење из хемије ученика средњих школа у организацији Српског хемијског друштва, одржано је у Крагујевцу је од 23. до 25. маја 2008. Веома

успешан домаћин такмичења био је Природно-математички факултет у Крагујевцу. За веома добру организацију такмичења заслужни су, пре свега др **Раткомир Јелић**, управник Хемијског института ПМФ у Крагујевцу, др **Александар Теодоровић**, продекан за наставу ПМФ у Крагујевцу и остали чланови колектива.

Потпуни извештај о оба ова такмичења, са резултатима и табелама, погледајте у овом броју *Хемијског прегледа*, у *Весџима из школе*. Честитамо свим добитницима.

\* \* \*

У овом броју је и рад о Руђеру Бошковићу и његовом виђењу структуре материје. Драго ми је да читаоци *Хемијског прегледа* имају прилике да, у години у којој Хемијски преглед има на корицама Далтона, и његову теорију о структури материје, виде да је и Бошковић имао јасне визије о томе како структура материје изгледа.

\* \* \*

Уз извињење, са малим закашњењем обавештавамо вас да је, крајем прошле године, Српско хемијско друштво - Хемијско друштво Војводине прославило леп јубилеј: 30 година рада. О томе можете прочитати у рубрици Вести из СХД.

\* \* \*

**И, за крај, једно важно обавештење!** Српско хемијско друштво објављује јавни позив за достављање предлога за доделу признања СХД. Предлоге за избор почасних и заслужних чланова СХД потребно је упутити Комисији за јавна признања СХД најкасније до 30. септембра 2008. године.

Предлоге за доделу Медаља СХД треба упутити Жирију за медаље најкасније до 15. октобра 2008. године.

Детаљне информације у вези са предлагањем кандидата, можете прочитати у Правилнику о наградама и јавним признањима на Веб страници СХД: [www.shd.org.yu](http://www.shd.org.yu) (у одељку - Документа).

Сигуран сам да ћете својим предлозима олакшати избор најбољих у овој години.

**Ратко М. Јанков**



## ЧЛАНЦИ



Посвећено 250-тој годишњици првој објављивања Бошковићеве "Теорије природне филозофије"

Драгослав СТОИЉКОВИЋ, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, Нови Сад, Бул. Цара Лазара 1, E-mail: dragos@uns.ns.ac.yu

### РУЂЕР БОШКОВИЋ - ПРЕТЕЧА САВРЕМЕНОГ СХВАТАЊА СТРУКТУРЕ АТОМА

У уобичајеним савременим приказима историје открића структуре атома се по правилу изоставља чињеница да је Бошковићева "Теорија природне филозофије" (прво издање 1758. г., Беч) имала пресудан утицај на Џозеф Џон Томсона (Joseph John Thomson) да предложи модел структуре атома, који је бољом разрадио Нилс Бор (Niels Bohr). Тај модел атома се данас обично назива "Боров модел атома", мада неки сматрају да би било исправније назвати га "Бошковић-Томсон"-ов модел атома.

#### УВОД

Обично се каже да су старогрчки мислиоци Леукип и Демокрит први дошли на помисао да је све направљено од атома, ситних недељивих честица. Међутим, њихова је мисао била религиозно забрањена и мировала дуже од 1500 година. У том периоду је било људи који су размишљали о атомској структури, али ипак читав период до 19. века био је само велика припрема која ће створити основу за даље. Затим се често наводи Џон Далтон (John Dalton) који је на самом почетку 19. века дошао на идеју да сваки хемијски елемент има своје најситније делиће. Верујући да су ти делићи недељиви, Далтон их је, по узору на Грке, назвао атомима (atomos = недељив).

Ипак, нешто касније се испоставило да би ти Далтонови атоми ипак морали бити дељиви, тј. да атом има структуру, да је састављен од ситнијих честица, атомског језгра и електрона. Та истина се откривала током 19. и 20. века и обично се наводе многи познати на-

учници који су допиринели сазнавању структуре атома: Фарадеј (Faraday), Максвел (Maxwell), В. Томсон (William Thomson - познатији као Лорд Келвин), Џ. Томсон, Радерфорд (Rutherford) и Бор. Посебно се истичу доприноси последње тројице, па би према овој уобичајеној савременој причи историјски пут открића структуре атома изгледао као на шеми 1.

Међутим, није било сасвим тако. Део приче је изостављен. Неоспорно је да су наведени научници изузетно допринели тумачењу структуре атома. Међутим, сви они своја достигнућа темеље на схватањима Руђера Бошковића (1711.-1787. г.). Фарадеј је 1844. г. изјавио да "по мени Бошковићеве атоми имају велику предност у односу на уобичајене представе о њима" (Дадић, 1987). Слично схватање је изрекао и Максвел 1877. г. Менделеев је 1870. г. изјавио да је Бошковић оснивач модерног атомизма и да су он и Коперник најславнији Западни Словени. "Моја садашња претпоставка је право правца то бошковићанство" - изјављује Лорд Келвин 1907. г.

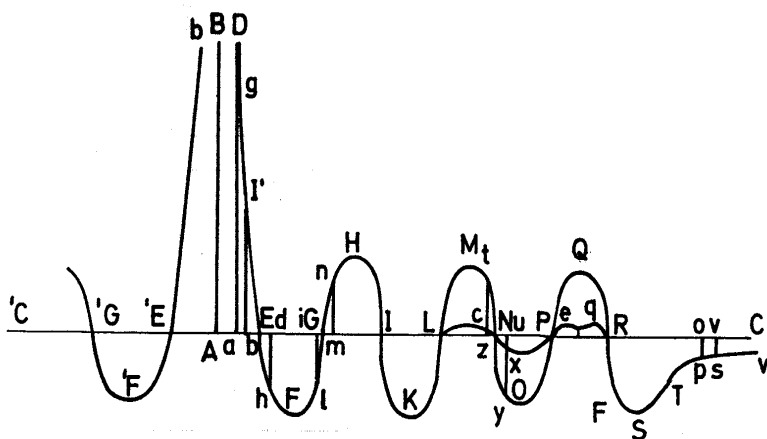
Мада се раније у западној литератури редовно наводи значај Бошковића за откриће структуре атома, од 1920. г. се његово име најчешће изоставља (White, 1957). За похвалу је што неки наши научници по правилу наводе и име овог великана науке, али нажалост без довољно података о његовом утицају на откриће структуре атома. Стога у овом чланку желимо читаоце да укратко упознамо са доприносом Бошковића открићу структуре атома, а детаљни прикази се могу наћи у литератури (White, 1957, 1961; Дадић, 1987; Gill, 1941; Димитрић, 2006).

Грчки појам атома (Леукип и Демокрит, 6. век п. н. е.)

Далтонов појам атома (почетак 19. в.)

Савремена теорија атома (Томсон, Радерфорд, Бор, 20. в.)

**Шема 1. Уобичајени** приказ историјског пута открића структуре атома



Слика 1. Бошковићева крива која описује промену привлачних (доња ордината) и одбојних (горња ордината) сила са променом растојања (апсциса) између две тачке или било које две честице материје (Бошковић, 1758)

### ПУТОКАЗИ РУЂЕРА БОШКОВИЋА КА ОТКРИЋУ СТРУКТУРЕ АТОМА

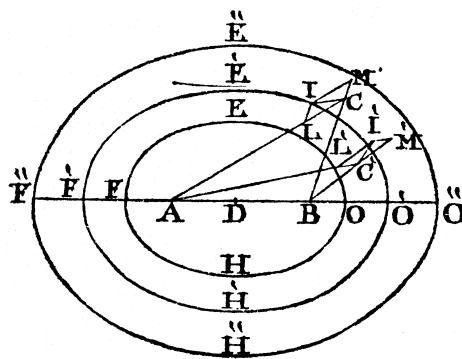
Кад је откривено да постоји електрон и да је он део атома, постављало се питање како је он повезан са осталим деловима атома. Обично се наводи да је Џ. Томсон предложио модел атома по коме су електрони распоређени у маси позитивног наелектрисања као грождице у колачу (тзв. "Томсонов модел"). Међутим, он је такође указао и на други модел по коме се електрони крећу око позитивног језгра атома. Да би утврдио и објаснио на који начин електрони опстају око језгра атома, Томсону нису могле много да помогну идеје старих Грка и Далтона. Он је помоћ добио од Бошковића, који је још средином 18. века своје схватање структуре материје објавио у више радова, а све их објединио у књизи "Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи" (Вошковић, 1758). А, сада да погледамо шта је то Бошковић написао и шта је од тога Томсон искористио...

Бошковићева схватања се делом ослањају на схватања Лајбница и Њутна, а делом одступају од њих. Од Лајбница прихвата претпоставку да су основни елементи материје сићушни као тачке (монаде), које немају величину и које су недељиве. Међутим, Бошковић не прихвата Лајбницову претпоставку да се тачке додирују. Сматра да су тачке међусобно удаљене неким размаком, који се може бесконачно повећавати или смањивати, али не може потпуно нестати. Од Њутна прихвата постојање узајамних сила између ових тачака. Међутим, док Њутн сматра да при веома малим удаљеностима влада привлачна сила између честица, Бошковић сматра да тад постоји велика одбојна сила, која је утолико већа уколико је растојање мање. Слично схватањима Емпедокла да постоје силе љубави и силе мржње, Бошковић сматра да силе могу бити атрактивне (привлачне) или репулзивне (одбојне) које се смењују зависно од растојања између тачака (слика 1).

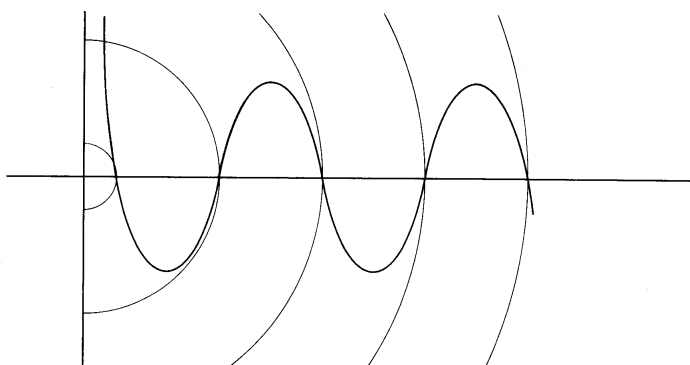
Бошковић прихвата Њутново схватање да се спајањем тачака добијају сложеније честице првог реда, спајањем ових добијају се честице другог, па затим трећег реда итд., те тако даљим спајањем настају атоми, који нису елементарне честице већ се састоје од делова. (Пажња!!! Бошковић указује да атоми имају делове и то

пола века пре Далтона!) За молекуле сматра да су још крупније честице састављене од атома. (Пажња!!! Бошковић указује да постоје молекули састављени од атома и то више од пола века пре Авогадра и Канизара, којима се обично приписује откриће молекула! Штавише, Бошковић је први који још 1758. г. указује на могућност постојања макромолекула као низова атома (Stojiljković, 1983, 2006, 2007), описује њихову спиралну структуру и својства! А данас се обично наводи да је макромолекулску хипотезу први предложио Штаудингер тек 1920. године!?)

По Бошковићу су елементарне тачке, честице првог, потом другог реда... атоми, молекули, читав Сунчев систем само поједини ступњевци у хијерархији материје. Указује да би "сви светови мањих димензија, узети заједно, били као једна једина тачка у односу на онај већи" свет. (Силе које владају између честица нижих редова веће су него силе између честица виших редова. Указује да се честице нижих редова теже могу раставити него честице виших редова.) Сматра да за сваки пар честица на било ком ступњу хијерархије материје важи крива приказана на слици 1. Међутим, број лукова, њихова величина и облик, могу бити различити. Приказује криву са само једним привлачним и одбојним луком, са два привлачна и два одбојна лука, као и са већим бројем лукова.



Слика 2. Орбитале у којима је Бошковић приказао у својој Теорији



**Слика 3.** Томсонова теорија кружних стаза: на апсциси је растојање електрона од језгра, а на ординати су силе: одбојна (горе) и привлачна (доле). У координатном почетку се налази језгро атома, а кругови представљају стабилне и нестабилне положаје електрона, односно границе кохезије и некохезије на Бошковићевој кривој (слика 1) (Gill, 1941; Дадић, 1987)

Бошковић нарочито истиче да постоје растојања при којима су одбојна и привлачна сила изједначене (тачке E, G, I, L, N, P и R на слици 1). Међутим, у неким случајевима (тачке E, I, N и R) при повећању растојања расте привлачна, а при смањивању растојања расте одбојна сила. У том случају се честице налазе у постојаној равнотежи. Те положаје је назвао **границама кохезије**. Али ако растојање одговара тачкама G, L и P, тада су честице у непостојаној равнотежи, јер најмање повећање или смањивање растојања доводи до растављања или приближавања честица. Ове положаје је Бошковић назвао **границама некохезије**.

Бошковић указује да ако се неке две честице A и B налазе у близини центра D, тада нека трећа честица може да се креће на одстојањима који одговарају границама кохезије, а те положаје приказује у виду елипси (слика 2).

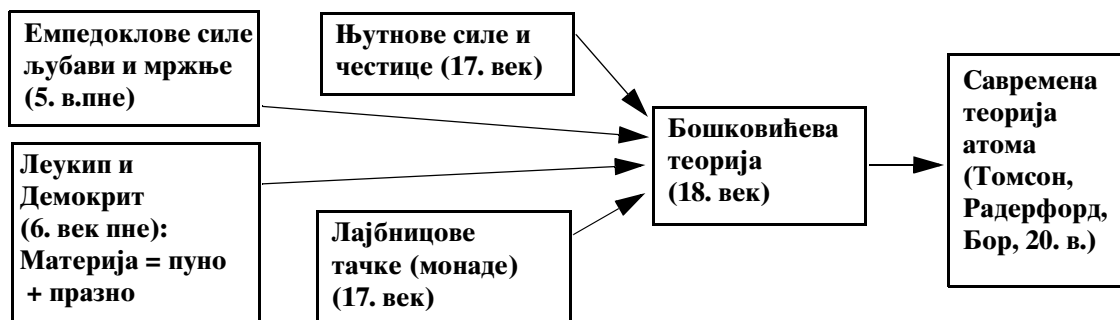
Бошковић указује да је у механици доказано да површина кривих, чије апсцисе изражавају удаљености, а ординате силе, представља пораст или пад квадрата брзине. (Познато је да је  $F = -dE/dr$ , где је F сила, r је растојање, а кинетичка енергија честице масе m које се креће брзином v је  $E = mv^2/2$ . Одатле следи да површина лукова на слици 1 представља енергију.). Стога су поједине површине омеђене одбојним и привлачним луковима мера умањења или увећања квадрата брзина честица које се приближавају. Након приближавања, две честице ће се зауставити на неком растојању чија величина зависи од њихових почетних брзина и од површина омеђених привлачним и одбојним луковима. Бошковић објашњава да ако су површине одбојних лукова мање од површине привлачних, честице ће доћи

до прве границе кохезије (тачка E на слици 1) неком брзином која је сразмерна површини првог привлачног лука (EFG) и крећући се по кругу полупречника AE непрекидно ће осциловати око те границе.

Тражећи теоријску подлогу за своју идеју да се електрони крећу само по неким стазама око језгра атома Џ. Томсон је закључио да за ту сврху може да послужи само Бошковићева теорија (слике 1 и 2) те је у свом делу "The Corpuscular Theory of Matter" (Лондон, 1907. г.), написао: "Претпоставимо да **набијени** јон посматрамо као Бошковићев атом који делује на једну честицу средишњом силом, која се мења од одбојне до привлачне и од привлачне до одбојне неколико пута... Таква је сила, на пример, приказана графички на слици где апсцисе представљају удаљености од атома, а ординате силе које делују од атома на честицу..." (слика 3) (Gill, 1941; Dadić, 1987). Тај модел атома је експериментално потврдио Радерфорд 1911. г., а потом је Нилс Бор израчунао могуће стазе електрона.

### ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду да је Бошковићева теорија непосредно утицала на стварање овог Томсоновог модела, Гил указује да је Бошковић дао "суштински елемент модерном схватању атома" и стога овај модел назива "Бошковић-Томсонов" модел атома и указује да када се буде писала историја атомске теорије, не би било исправно да се занемари допринос Руђера Бошковића (Gill, 1941). Стога би било исправније да се историјски пут открића структуре атома прикаже као на шеми 2.



**Шема 2.** Стварни историјски пут открића савремене структуре атома

Да би проверили исправност Бошковићевих схватања и њихову присутност у савременој науци прегледали смо на који се начин данас тумачи узајамно дејство честица материје - од елементарних честица и нуклеона, до атома, молекула, макромолекула и колоидних честица. Идући тим путем, на десетак нивоа у хијерархији материје, стално смо наилазили на потврду Бошковићеве криве и трагове његових схватања (Стоилковић, 1989, 2005), мада се на њега готово нико не позива.

## ЛИТЕРАТУРА

1. White L. L. (1957): "Boscovich and Particle Theory", Nature, **179**, 284
2. White L. L. (1961): "Roger Joseph Boscovich", George Allen and Unwin Ltd., London
3. Dadić Ž. (1987): "Ruđer Bošković", Školska knjiga, Zagreb
4. Gill H. V. (1941): "Roger Boscovich, S. J. - Forerunner of Modern Physical Theories", M. H. Gill and Son, Ltd., Dublin
5. Димитрић Р. (2006): "Руђер Бошковић", Хелиос, Питсбург-Београд
6. Bošković R. (1758): "Philosophiae naturalis theoria reducta ad unicam legem virium in natura existentium", Већ, 1758. (prvo izdanje), Venecija, 1763. (drugo izdanje); "Teorija prirodne filozofije svedena na jedan jedini zakon sila koje postoje u prirodi", Liber, Zagreb, 1974.

7. Stoilković D. (1983): "Od elementarnih čestica do makromolekula - tragovima Ruđera Boškovića", Polimeri, **4**, 289
8. Stoilković D. (1989): "Atrakcija i repulzija - shvatanja Boškovića, Hegela i Engelsa", Filozofska istraživanja, **32-33**, 1567
9. Стоилковић Д. (2005), "Актуелност Бошковићеве »Теорије природне филозофије сведене на један једини закон сила које постоје у природи«, Вациона, **53**, 77
10. Stoilković D. (2006): "Makromolekulska hipoteza Ruđera Boškovića", Svet polimera, **9**, 225(2006);
11. Stoilković D. (2007): "Importance of Boscovich's theory of natural philosophy for polymer science", Polymer, **52** (11-12) 804-810

## Abstract

ROGER BOSCOVICS - FORERUNNER OF MODERN ATOMIC THEORY

Dragoslav Stoilković

University of Novi Sad, Faculty of Technology

In the current presentation of history of atomic structure **discovery** the fact that Boscovich's "Theory of natural philosophy" had a crucial influence on Joseph John Thomson to suggest a model of atomic structure, which was further developed by Niels Bohr, has been neglected. That model is named as "Bohr's model of atom", although there are opinions that "Boscovich-Thomson model" is more appropriate.



Мирјана РАШЕВИЋ, Институт друштвених наука (mrasevic@eunet.rs)

## ОБРАЗОВНИ СИСТЕМ: ПОДРШКА РЕХАБИЛИТАЦИЈИ РАЂАЊА У СРБИЈИ

*Демографи су позвани не само да предсављају феномен недовољног рађања деце већ и да трагају за новим мерама иронизацијом популације које би могле допринети његовом ублажавању. У овом контексту је у овом раду прво разматран низак фертилитетни стањивништва Србије укључујући његове тенденције, узроке и далекосежне последице. У другом делу прилога је указано на две мере популационе политике које се могу сироводити кроз образовни систем у циљу рехабилитације рађања. То су: смањење година индивидуалне старости на завршетку школовања и популационе едукација.*

### ФЕНОМЕН НЕДОВОЉНОГ РАЂАЊА

Рађање деце далеко испод потреба простог обнављања становништва обележава и демографски развој и демографски **моментум** Србије. И централна Србија и

Војводина су се са феноменом недовољног рађања суочиле још средином прошлог века. Већ у 1971. години стопа укупног фертилитета била је за око 15% нижа од потреба прости замене генерација у централној Србији, односно за готово 20% у Војводини. У том интервалу вредности стопа се углавном стабилизују у следеће две деценије на оба подручја.

Нисконаталитена подручја Србије у деведесетим годинама XX века карактерише јасан пад рађања. У централној Србији стопа укупног фертилитета<sup>1</sup> између 1991. и 1999. опала је са 1,73 на 1,40, а у Војводини са 1,72 на 1,43 детета по жени. У 2000. и 2001. години ниво рађања у централној Србији и Војводини бележи лагани раст, а у периоду 2001-2004. је стабилизован. У 2005. години на оба подручја се региструје јасан пад нивоа рађања који је делимично условљен променом методологије.

<sup>1</sup> Стопа укупног фертилитета изражава број живорођене деце који би родила свака жена у току прокреативног периода, уколико би рађање по старости жена остало непромењено као у години посматрања, а све жене доживеле крај прокреативног периода. За просто обнављање становништва потребно је да вредност овог прецизног индикатора нивоа рађања износи 2,1.

Према последњим подацима (односе се на 2006. годину) ниво рађања је чак 30% испод потреба простог обнављања становништва, када се Србија посматра као целина (ван подручја Косова и Метохије), што значи да ће следећа генерација жена бити за готово једну трећину мања по броју у односу на садашњу. Другим речима, са вредношћу стопе укупног фертилитета од 1,4 ниво рађања у Србији је испод европског просека који износи 1,5 детета по жени.

Структурне препреке, као што су незапосленост, нерешено стамбено питање, проблеми чувања деце, незадовољавајући економски стандард и друге појаве из овог круга су, пак, биле важан фактор недовољног рађања деце у свим у социјалистичким земљама, укључујући и Србију. Значај набројаних структурних препрека је и данас посебно изражен у овим земљама које су ушле у процес транзиције социо-економског система, а њима су придодати и нови елементи могуће индивидуалне пасивизације као што су, на пример, осећање несигурности, социјални маладаптациони синдром на измењене вредности и норме и друштвена аномија.

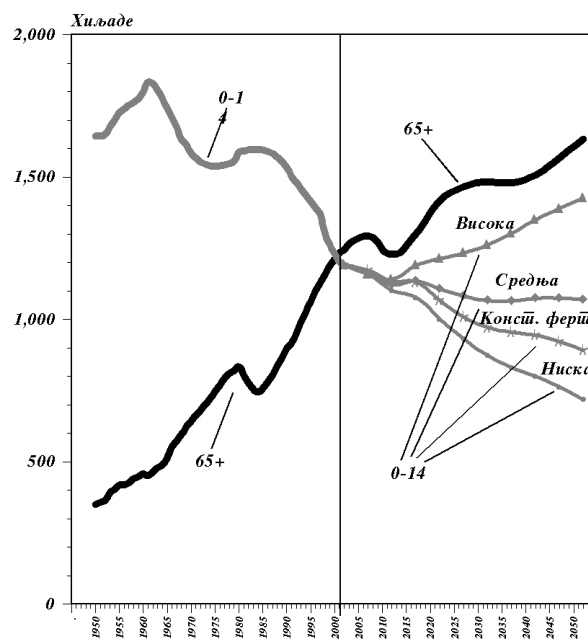
Но, и када структурне препреке не би биле изражене, отворено је питање – да ли би ниво рађања деце задовољавао потребе друштва у овој сфери? У основи савременог репродуктивног понашања налазе се неки од битних фактора који су део наше цивилизације, било да представљају њена позитивна достигнућа или њене изразите слабости. Тако су, између осталог, на једној страни еманципација и индивидуализам, нуклеарна породица и измењен положај жене и деце у њој, инсистирање на квалитету сопственог живота и квалитету живота детета, либералан закон о абортусу и доступност ефикасне контрацепције, а на другој материјалистичка свест са потрошачким менталитетом и лични живот, разуђенији него икада раније. У новом систему вредности родитељство је задржало високо место. Изменила се, међутим, његова суштина. Неегзистенцијална основа вредности детета постаје одредница репродуктивног понашања, јер се остварује са једним или двоје деце.

Истовремено, у условима када је рађање деце, ослобођено моралног и егзистенцијалног притиска, постало ствар наизглед слободног избора појединца, данашње друштво није путем својих институција покушало да непосредно утиче на формирање висине социјалних норми о броју деце, нити је својим механизмима омогућило да равноправна животна опција буде рађање уопште, а поготово рађање троје, или четворо деце.

Ниво рађања деце испод потреба просте замене генерација који траје више деценија је основни покретач депопулације и дубоких промена у старосној структури становништва Србије. Наиме, становништво централне Србије и Војводине се од 1992. односно 1989. године више не обнавља природним путем, а у 2006. години стопа природног прираштаја износи –4,0 односно –5,0 промила. Апсолутно посматрано, број умрлих у централној Србији је у 2006. години за 21.875, а у Војводини за 10.012 лица већи од броја живорођене деце.

Промене у старосној структури крећу се у правцу сталног смањивања удела младих, уз истовремено повећавање удела старих лица. Према подацима пописа из 2002. године у Централној Србији и Војводини број становника млађих од 15 година и број становника старих 65 или више година готово је изједначен (854.556 према 925.320 у централној Србији, односно 322.205 према 315.185 у Војводини). Релативно посматрано, сваки шести становник централне Србије и Војводине је млађи од 15 година (удели ове старосне групе у укупном становништву износе 15,7 и 15,9). Такође, сваки шести становник (17,1 у централној Србији и 15,6 у Војводини) има више 65 или више година што сврстава Србију међу најстарије земље на свету.

Резултати аналитичких пројекција указују да ће број становника Србије (ван подручја Косова и Метохије) 2052. бити мањи него 2002. године. Такође, број особа старих 65 или више година ће се повећати за трећину у 2052. години, а удео у укупном становништву ће се, у зависности од варијанте пројекција, кретати од 22,0% до 27,5 % [1]. Истовремено, број лица млађих од 15 година ће бити мањи него оних старих 65 и више година (графикон 1). Према ниској варијанти пројекција, број лица млађих од 15. година ће се смањити за око 45% 2052. године, а њихов удео у укупном становништву износиће 11,6%.



Графикон 1. Кретање броја младих и старих, 1950-2002. и пројигциране промене до 2052. (по варијантима пројекција)

## ПОПУЛАЦИОНА ПОЛИТИКА

Човечанство мора да тражи одговор на проблем недовољног рађања имајући у виду последице које оно доноси на макро нивоу. Одговори религијског или правног притиска не одговарају ни нивоу развоја, нити су довољно ефикасни, а нова етика, у условима многих интелектуалних система, није универзалног типа. Не може се ни очекивати да ће хомо сaйиенс као рацио-



нално биће пронаћи одговор у блиској будућности, јер је потребно време, које се мери не годинама већ деценијама, да се спонтано формира групни, рационалан одговор на недовољно рађање. Отуда је политички одговор неопходан.

Питање одговора на проблем недовољног рађања је, међутим, изузетно сложено услед недостатка сазнања у погледу достизања нивоа рађања потребног за обнављање генерација. Искуства развијених земаља указују да, без обзира на значајне разлике у економским, друштвено-политичким и вредносним системима, као и институционалној основи популационе политике, постоји значајан степен униформности у погледу циљева, праваца мера, као и дефинитивног израза примењених мера [2].

Данас је у највећој мери присутан индиректан приступ којим се, преко политике подршке породици, односно низа релевантних социјалних политика (социјална сигурност, становање, запошљавање), експлицитно или имплицитно тежи стварању услова који би могли стимулативно утицати на рађање. Он је резултат отпора директном уплићању политике у сферу репродуктивног понашања индивидуе.

Процењује се да је максимални ефекат политике подршке породици пораст завршеног фертилитета до 10%, што је у условима изузетно ниског нивоа рађања недовољно. Разматрање разлога везаних за изостајање већих ефеката указује да политички одговор мора бити интензиван, целовит, истраживачки, директан, дугорочан, стратешког типа. У том смислу битно је, поред класичних мера популационе политике везаних за ублажавање економске цене подизања детета и усклађивање рада и родитељства, спроводити и читав низ посебних мера.

Да ли у оквиру политичког одговора у циљу рехабилитације рађања деце има простора за деловање у оквиру образовног система? Чини се да тај простор постоји и да се у том смислу намећу најмање две мере. Смањење година индивидуалне старости на завршетку школовања и популациона едукација.

## СМАЊЕЊЕ ГОДИНА ИНДИВИДУАЛНЕ СТАРОСТИ НА ЗАВРШЕТКУ ШКОЛОВАЊА

Више истраживања у различитим срединама које су се бавиле проучавањем индивидуалних животних историја сутеришу да најчешће постоји јасна шема везана за след догађаја у животу појединца. По правилу, завршетак школовања, проналажење одговарајућег посла и остваривање стабилног партнерског односа претходи рађању детета. И испитивања намера младих жена и мушкараца везаних за животне стратегије не показују одступања од изнеог, традиционалног модела понашања старијих генерација [3]. Година старости у којој индивидуа започиње процес родитељства, посматрано са макро аспекта, веома је битна.

Одлагање рађања деце за све касније године живота је, пак, реалност у модерном друштву и како Шоботка (Sobotka) [4] подвлачи важан узрок ниског нивоа фертилитета у Европи данас. Одлагање рађања је и са-

ставни део феномена недовољног рађања деце у Србији. Интензивирање овога процеса се бележи између два последња пописа становништва и сматра се основном демографском ценом 1990-их година [5]. Наиме, 2002. године је регистровано велико неучествовање жена у репродукцији од 20. до 24. године старости, али и релативно велико неучествовање жена у репродукцији становништва између 25. и 29. године старости, односно 30-34 године. Одговарајући удели жена без деце у централној Србији су 74,9; 43,9 и 21,8, а у Војводини 75,3; 41,7 и 19,7.

Највећи број жена ових старосних **кохорти** ће се укључити у репродукцију. Међутим, може се очекивати да један број њих из различитих разлога (физиолошког смањења плодности, секундарног стерилитета најчешће услед прибегавања намерном прекиду трудноће или обољевања од сексуално преносивих инфекција, веће психолошке цене брака и рађања деце у старијим годинама живота, неступања у брак услед болести и друго) неће моћи да оствари ставове о жељеном броју деце. Директна демографска последица је и интергенерацијска ирегуларност у старосној структури популације.

Теоријски посматрано, рађање детета у ранијим годинама живота могуће је остварити путем рекомпоновања карика животног ланца као што је рађање детета током школовања, или скраћивањем животних фаза које претходе подизању потомства, на пример смањењем година индивидуалне старости при изласку из образовног система. Једноставнија и брже остварива је друга опција. То показује искуство земаља Северне Европе, пре свега Норвешке, у којима се увођење низа бенефиција за олакшавање и усклађивање студирања и родитељства није показало демографски ефикасно [2].

Смањење година индивидуалне старости на завршетку школовања претпоставља не само усвајање низа акција (једна од њих је Болоњска декларација из 1999. године) да се скрати дужина студирања. Остваривање ове опције захтева и дубљу, коренистију промену, то јест полазак у школу у ранијим годинама живота, у шестој или, чак, петој години, што је реалност у новије време у више популација укључујући и 25% држава у САД и нека подручја Немачке, на пример Баварску [6,7]. Мада подстицање рађања није условило доношење ових законских решења, демографски ефекти се могу очекивати. Истовремено, не би требало очекивати смањење квалитета образовања, јер он зависи од много фактора, од оних организационе природе до усвојених едукативних стратегија.

Скирбек, Колер и Прскавајц (Skirbekk, V., Н. Р. Kohler, А. Prskaweiz) [8] су показали узрочни ефекат година индивидуалне старости на матури, односно дипломирању на просечну старост жене при рођењу првог детета на примеру Шведске. Наиме, они су у свом раду пошли од чињенице да се деца у Шведској уписују у школу у календарској години у којој пуне седам година. Отуда постоји разлика од 11 месеци при напуштању образовног система између деце која су рођена у децембру једне и јануару наредне године. Анализирајући

податке о репродуктивној историји 863.304 жене, показале су да жене које су рођене у јануару и напуштају школу 11 месеци касније имају у просеку 25,3 године при рађању првог детета, у односу на Швеђанке рођене месец дана раније код којих је регистрована просечна старост од 24,9 година или за 4,9 месеци нижа. Шта више разлике у просечној старости, не тако упадљиве, се одржавају између ове две групе жена и при рођењу другог детета.

## ПОПУЛАЦИОНА ЕДУКАЦИЈА

Популациона едукација се намеће као нови правац популационе политике имајући у виду да појединац нема довољно специфичних знања. У мањој или већој мери не види се однос између индивидуалног понашања и макро процеса, не познају се последице незадовољавајућих популационих тенденција, спорост демографских промена и њихово одложено дејство, затим, не разумеју се потребе друштва у овој сфери као ни потребе будућих генерација, не размишља се о очувању националног идентитета, културе и трајања.

Отуда су истраживања јавног мњења показала често присуство контрадикторних ставова. На пример, истовремено негативно вредновање процеса старења становништва, уз неутралан став или чак позитиван став о феномену недовољног рађања [2]. Или, испољавање осетљивости на проблем изузетно ниског нивоа фертилитета становништва уз одсуство свести о личној улози у његовом ублажавању. Тако, велика већина анкетираних жена непосредно пре индукованог абортуса оцењује демографску ситуацију у Србији тешком. Испитанице чак изјављују „све сами старци остадоше у Србији“, „nestаđемо као Хазари“, или „цгуа̂ibe нас Албанци“, а имају три, пет односно шест намерних прекида трудноће у репродуктивној историји, респективно [9].

Зашто се знању придаје тако велики значај? Пре свега због тога што је знање несумњиво значајан чинилац при успостављању одређеног система вредности, формирању ставова, стварању мотивације, као и важан фактор у процесу одлучивања у многим областима живота. Отуда стицање знања, као основног елемента свести, може утицати на филозофију живљења, а самим тим и на ставове, погледе, уверења, вољу. И то знање схваћено у ширем смислу, са укљученом социјалном и психолошком димензијом [10]. Социјална димензија одражава уверење индивидуе да је оно о чему стиче знање проверено од других и да му се може веровати. Психолошка димензија, пак, подразумева емоционалну прихvatљивост појаве или неког њеног елемента који се сазнаје. Саставни део усвајања знања мора бити и процес овладавања вештинама које треба да омогуће примену стеченог знања.

Популациона едукација претпоставља промоцију новог система вредности и стила живота путем ширења разумевања о карактеристикама и значају популационог фактора и одговорног понашања у сфери породичног живота, брака, одгајања деце, односа мушкарца и жене у савременој култури, интергенерацијске соли-

дарности и трансфера, репродуктивног здравља, као и онога везаног за будућност заједнице којој се припада.

Ова мера је препозната као важан елемент популационе политике и у Програму акције, усвојеном на Међународној конференцији о становништву и развоју у Каиру 1994. У Програму је изнет низ прагматичних савета. Најважнији је да у ширењу знања и мотивације релевантне за популациону тематику треба да буду укључене све социјалне институције, али пре свега васпитно-образовне установе, предшколске и школске [11].

И Стратегија подстицања рађања Србије [12] је укључила популациону едукацију као једну од осам мера које треба спроводити у циљу достизања одрживог демографског развоја, односно стационарног становништва. У овом документу се систем образовања и васпитања издваја као кључни носилац и реализатор програма популационе едукације уз међуресорску сарадњу на нивоу локалне заједнице са, на пример, здравственим, културним или медијским установама.

Но, као сваки процес који има за циљ да утиче на промену система вредности, ставова и понашања, процес популационе едукације треба да буде и дуготрајан и систематичан. Прави резултати се не могу брзо очекивати, али ако се створи позитивна популациона клима и зачне формирање другачије репродуктивне свести, која би подразумевала прихватање личне улоге и одговорности појединца у решавању основних популационих проблема заједнице у којој живи, они би могли бити дугорочне природе. Формирање репродуктивне свести која би уважавала друштвене потребе у овој сфери је, пак, неопходно, јер велики и можда најсложенији проблем који популациона политика треба да савлада налази се у сфери индивидуалне свести.

\* \* \*

Последице недовољног рађања деце утичу и утицаће на образовни систем. Депопулација и старење становништва у савременим условима, генерално посматрано, смањују тражњу за претшколским, основним и средњим образовањем и повећавају тражњу у вишим нивоима образовања. Истовремено, они постављају нове захтеве пред образовни систем, пре свега, оне везане за поспешивање продуктивности рада кроз стицање квалитетнијег образовања.

Демографске промене су посебно стресне за образовни систем земаља које пролазе транзицију социоекономског развоја [13], као наша земља, имајући у виду бројне задатке које пред њих поставља тржишна економија и политичка либерализација. Мања тражња за нижим нивоима образовања може сама по себи допринети већем квалитету образовања, али то претпоставља да ће образовни систем бити скулпи.

Да ли је то одрживо у Србији када је велики притисак на здравствени и социјални систем услед континуираног и интензивног старења становништва? То није питање на које демографи треба да дају одговор. Но, демографи су позвани да трагају за новим мерама проналазачке политике које би могле допринети убла-

жавању феномена недовољног рађања деце и његових последица. У том контексту је у овом раду указано на две мере које се могу спроводити кроз образовни систем.

Abstract

## PHENOMENON OF INSUFFICIENT CHILDBIRTH AND EDUCATION SYSTEM

Mirjana Rašević, Institute of Social Sciences

The greatest problem of demographic development of Serbia is that individual examinations, aspirations and answers which result from the process of childbearing are not rational from the aspect of society's requirements. Reproductive norms are low. Society has not even tried to influence the formation of a standpoint on the desired number of children through its institutions, or to moderate a number of barriers for their realization to a larger extent. Concomitant with the consequences of reproductive behavior is a reality and certainly follows in future time.

Is there enough room for education system measures regarding political response to childbirth rehabilitation? It is likely to be the truth and in that sense there are at least two compelling measures – reducing the school-leaving age and population education.

Postponing births is an important reason of extremely low levels of fertility in Serbia today. Reforms in the education system may affect the timing of childbearing by reducing the age at completion of education.

Population education imposes itself as a new direction of the population policy taking into consideration that an individual does not have sufficient specific knowledge. In a lesser or greater extent, the relationship between individual behavior and macro processes cannot be seen, the consequences of unsatisfactory population tendencies and the slowness of demographic changes and their delayed effect are not acknowledged, no one thinks of the preservation of national identity, culture and endurance.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пенев, Г.: Нова демографска слика Србије; у Б. Мијатовић, Ј. Бајец, (уредници): *Унапређење социо-економској*

*иложаја ствари у Србији*. Београд: Економски институт, (2003), стр. 3-37.

2. Рашевић, М., М. Петровић: *Искусства популационе пољитике у свету*. Београд: Центар за демографска истраживања Института друштвених наука, (1996).
3. Macura, M.: *Generation and Gender Programme*. New York, Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, United Nations Population Fund, (2000).
4. Sobotka, T.: *Postponement of Childbearing and Low Fertility in Europe*. Amsterdam: Dutch University Press, (2004).
5. Рашевић, М.: Одлагање рађања у оптималној доби живота – основна демографска цена 1990-их у Србији, *Зборник Мајнице српске за друштвене науке*, број 121, (2006), стр. 141-149.
6. Education Commission of the States: *Compulsory School Age Requirements*. Washington D.C: US Department of Education, (1994).
7. UNESCO: *Global Education Digest 2003 – Comparing Statistics Across the World*. New York: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation, (2003).
8. Skirbekk, V., H. P. Kohler, A. Prskawetz.: Birth month, school graduation and the timing of births and marriages, *Demography*, Number 3, (2004), 547-568.
9. Рашевић, М.: *Ка разумевању абортуса у Србији*. Београд: Центар за демографска истраживања Института друштвених наука, (1993).
10. Cliquet, R., R. Schoenmaeckers: *From incidental to planned parenthood*. Lieden: Population and Family Planning Centre. Washington: The World Bank, (1976).
11. United Nations: *Program of Actions of the United Nations International Conference on Population and Development*, International Conference on Population and Development, Cairo, 5-13 September 1994, (1994).
12. Стратегија подстицања рађања (2008): [www.mnrzs.sr.gov.yu/portal/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=71&Itemid=99](http://www.mnrzs.sr.gov.yu/portal/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=71&Itemid=99)
13. Chawla, M., G. Betcherman, A. Banerji: *From red to gray – The "Third Transition" of Aging Populations in Eastern Europe and Former Soviet Union*, (2007).



Проф. др Иван АНИЧИН, Физички факултет, Београд, проф. др Иштван БИКИТ, Департман за физику, Природно-математички факултет, Нови Сад, [bikit@im.ns.ac.yu](mailto:bikit@im.ns.ac.yu), Гергељ ШОТИ, Департман за физику, Природно-математички факултет Нови Сад, [gergelj.soti@if.ns.ac.yu](mailto:gergelj.soti@if.ns.ac.yu)

## ЗАШТО СУ НЕКИ АТОМИ СТАБИЛНИ А НЕКИ НИСУ?

У раду је објашњен појам стабилности атомској језгра и истакнуто је да на стабилности језгра утичу и колективни и честични аспекти структуре језгра. Дискутован је модел течне кави који објашњава масу језгара и индиректно указује на њихове моћне нестабилности. Приказан је и модел љусака који је довео до објашњења маичних бројева.

### 1. ОД ЧЕГА ЗАВИСИ СТАБИЛНОСТ АТОМА?

За почетак дефинишимо шта ћемо надаље подразумевати под атомом, а шта под његовом стабилношћу. Ако другачије не нагласимо, атоме ћемо посматрати

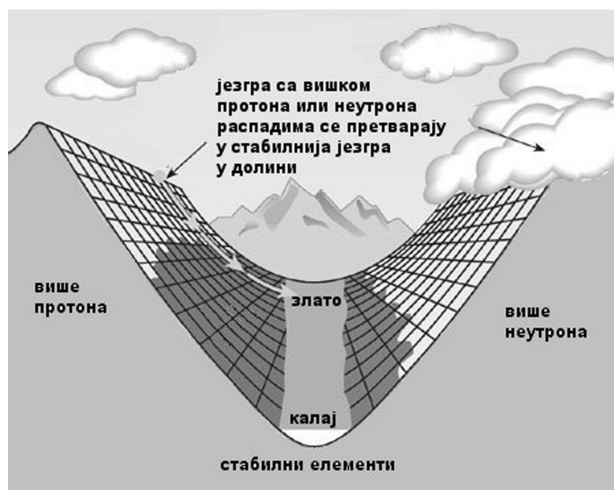
као електрично неутралне, у својим основним електронским стањима, дакле, као систем од  $Z$  протона и исто толико електрона, и  $N$  неутрона. Ово је потребно спецификовати јер, као што ћемо видети, а супротно уобичајеним поједностављеним разматрањима, нестабилност атома у принципу зависи од стања целог атома, а не само његовог језгра. Атом је нестабилан ако постоји стална од нуле различита вероватноћа за његову спонтану трансформацију у неки други атом, која је, у складу са свим законима одржања, увек праћена емисијом одговарајућих зрачења. Средње време постојања од тренутка формирања атома до тренутка спонтане

трансформације (средњи живот) једнако је реципроч-  
ној вредности вероватноће за трансформацију. До тре-  
нутка те трансформације, иначе, нестабилни атоми се  
ни по чему не разликују од стабилних; и једни и други  
понашају се као потпуно стабилни. Нестабилности  
атома обично називамо распадима, или радиоактив-  
ним распадима. Распади су, уосталом као и стабилност,  
последица свих интеракција које симултано владају ме-  
ђу конституентима атома – електромагнетне, јаке и  
слабе.

Потребан услов за нестабилност атома је да њего-  
ва маса  $M_0$  буде већа од укупне масе продуката његове  
нестабилности,  $M_1$ . Укупна енергија ослобођена у про-  
цесу једнака је разлици ових маса помноженој квадра-  
том брзине светлости (такозвана Q-вредност распада):

$$Q = (M_0 - M_1) c^2$$

Ако над картом изотопа, односно N-Z равни, по-  
дигнемо површ атомских маса изотопа, стабилни изо-  
топи налазиће се на дну те површи (слика 1). Нестабил-  
ни изотопи се са зидова те површи распадима спуштају  
у «долину стабилности», у принципу тим брже што су  
на вишој почетној позицији. Атома стабилних у односу  
на бета распад, односно изотопа на линији стабилно-  
сти, има укупно 270. Они припадају елементима од во-  
доника до бизмута, са изузетком технецијума и проме-  
тијума, који немају ниједан стабилни изотоп. Нестабил-  
них атома има неколико хиљада. Но, јасно, услов  
маса није довољан – потребно је да постоји процес који  
дату трансформацију заиста може и да обави.



Слика 1. Долина стабилности атомских језгара

Будући да се редни број атома потомка увек разли-  
кује од редног броја атома родитеља, ако претпостави-  
мо да се оба атома налазе у својим основним електрон-  
ским стањима, поставља се питање шта се у распаду  
догађа са разликом тоталне везивне енергије свих елек-  
трона родитеља и потомка. Све до педесетих година  
прошлог века водиле су се расправе о томе шта бива са  
овом релативно малом енергијом – да ли је односи  
емитовано зрачење као кинетичку енергију или је уз-

мачни атом потомак односи као своју унутрашњу по-  
тенцијалну енергију. Дуго се сматрало да се атом побу-  
ђује споро, да у распаду нема времена да промени своју  
изворну електронску структуру, те да ту енергију увек  
односи емитовано зрачење. Како су 1952. године преци-  
зиона мерења Мелвина Фридмана (Melvin Freedman),  
нуклеарног хемичара (sic!) из Аргона<sup>1</sup>, показала, атом  
потомак ипак распад напушта у недефинисаном елек-  
тронском стању, ексцитиран за толики износ енергије.  
Ово је дефинитивно потврдило да је у нуклеарним  
процесима подела енергије на атомску и нуклеарну не-  
оправдана и да су нуклеарне и одговарајуће атомске  
промене јединствен процес. У случају бета распада он  
укључује прелаз нуклеона из једног стања у друго, еми-  
сију лептонског пара и узмак атома потомка већ у по-  
буђеном стању, све то реализовано симултано (боље  
рећи атемпорално), као јединствен процес који мора  
да задовољи све законе одржања. Радиоактивност је  
атомски, а не нуклеарни процес!

У зависности од стања атомског омотача неки  
иначе нестабилни атоми могу постати стабилни, али и  
обратно, стабилни могу да постану нестабилни. Ин-  
структивно је да погледамо два примера. Први се одно-  
си на случај лаког Ве-7 који је чисти електрон-захватни  
изотоп и распада се са полуживотом од 53 дана. Ако је  
потпуно јонизован, нема електрона који могу да се зах-  
вате, и он постаје стабилан. Далеко је занимљивији слу-  
чај стабилног Тl-205. Ако се потпуно јонизује, овај атом  
постаје нестабилан и распада се у водониколити изото-  
п Рb-205, процесом који се назива бета распадом у  
везано стање. Ови и слични случајеви углавном могу  
бити од астрофизичког интереса, али јасно показују да  
је стабилност и нестабилност атома ствар целог систе-  
ма, а не само језгра.

Неки изотопи од оних 270 који су стабилни у од-  
носу на бета распад су уствари нестабилни, али имају  
огромне средње животе, тако да се њихова нестабил-  
ност или уопште не опажа, или само уз велике напоре.  
Ту спадају «лаки» алфа радиоактивни атоми са малим  
Q-вредностима, атоми подложни двоструком бета ра-  
спаду, и још неким егзотичним и маловероватним ви-  
довима распада. Средњи животи ових изотопа милио-  
нима и милијардама пута су дужи од времена постоја-  
ња Вационе, тако да се њихова количина почев од ства-  
рања у звездама не смањује приметно ни протоком ко-  
смичког времена. На тај начин стварно и потпуно ста-  
билних атома има само негде око 140. Но све је то под  
условом да се протон не распада, што, међутим, већ  
припада некој другој причи...

Јасно је да су за конкретан изглед карте изотопа,  
односно за распоред маса свих атома, па тиме и одлуку  
о томе који је атом стабилан а који не, одговорне све  
интеракције које изграђују атом. Како је маса система  
честица једнака збиру маса честица умањеном за све  
енергије веза међу честицама (дељеним са  $c^2$ ) следи да  
интеракције са најјачим везама доминантно одређују  
масе система. Пошто су нуклеарне силе неколико редо-

<sup>1</sup> Argonne National Laboratories, Сједињене Америчке Државе, линк: <https://www.anl.gov/>

ва величине јаче од електромагнетних (укупна енергија везе свих електрона у најтежим атомима не прелази 1 MeV, док је енергија везе по једном нуклеону у језгрима свуда око 8 MeV) то је у доброј апроксимацији довољно разматрати само њих, а у само малом броју случајева где и енергије везе електрона имају прилику да утичу пресудно на енергетику процеса (као што је рецимо случај Tl-205) морамо и њих да узимамо у обзир. Отуд су практично нуклеарна структура пресудна за стабилност атома, док утицај електронске структуре у задовољавајућој апроксимацији најчешће можемо да занемаримо. Зато су само разматрања нуклеарних модела довољна да објасне масе атома, а тиме и њихову стабилност. Два основна нуклеарна модела која добро интерпретирају нуклеарне па тиме и атомске масе, односно изглед масене површи са слике 1. су модел течне капи и модел љусака. Модел течне капи добро репродукује општи изглед масене површине, а нарочито чињеницу да је зависност масе атома који имају исти број нуклеона (изобара) од њиховог редног броја, параболична, док модел љусака објашњава додатно повећање стабилности код језгара са такозваним магичним бројевима нуклеона.

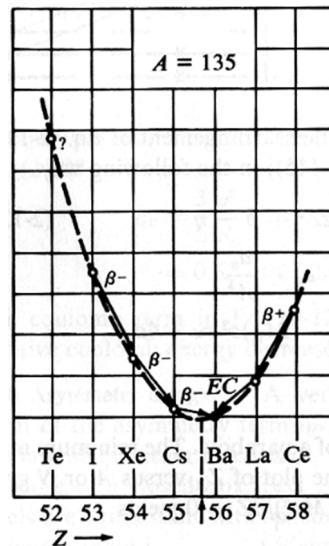
## 2. НУКЛЕАРНИ МОДЕЛИ

Под изразом модел подразумевамо на емпиријским или теоријским аргументима заснован математички апарат који са извесном тачношћу описује параметре неког физичког система. За атом имамо квантномеханички модел који добро објашњава све атомске спектре. Успех модела је у једноставности физичког система: у централном електричном потенцијалу атомског језгра се налазе електрони, који у првој апроксимацији не интерагују међусобно. Енергије везе могућих стања електрона се групишу у такозване љуске, које су окарактерисане главним квантним бројем  $n$ . Занемарујући фину структуру, свака љуска је  $2n^2$  пута дегенерисана, односно може да прими толико електрона.

Атомско језгро је знатно компликованији систем. Састоји се од 1 до 300 нуклеона (протона и неутрона) који интерагују свим силама. Основна интеракција је остатак међукварковске јаке интеракције, коју називамо нуклеарном силом, и до данашњег дана не постоји њен тачан опис. Дугодометна електромагнетна интеракција додатно компликује ситуацију. Чак и да тачно познајемо нуклеарну силу, егзактан опис језгра не би био могућ због великог броја нуклеона. Са друге стране у језгру нема довољно нуклеона да би се примениле методе статистичке физике.

Упркос овим проблемима развијен је низ модела језгра који успешно интерпретирају ову или ону групу његових особина. Историјски први, полуемпиријски модел, је био модел течне капи којег је предложио Бор (Niels Bohr) 1935-те године. Испоставља се да је због кратког домета нуклеарне силе аналогија са течном капи задовољавајућа. Модел је за резултат дао Вајцсекеру (Carl von Weizsacker) формулу за везивну енергију а тиме и масу језгра. Ова формула (после одређивања

слободних параметара) се са тачношћу око 1% слаже са експерименталним резултатима добијеним масеном спектрометријом. Ако посматрамо изобаре (атоми са истим масеним бројем  $A$ ), Вајцсекерова формула даје параболу по редном броју атома, као на слици 2. Помоћу ње се за већину атома задовољавајуће може одредити да ли је овај стабилан у односу на дати мод распада.



Слика 2. Зависност масе изобара ( $A=135$ ) од редног броја  $Z$ .

Још тридесетих година прошлог века примећено је да су језгра која имају 2, 8 или 20 нуклеона нарочито стабилна. Енергија сепарације нуклеона (означава енергију коју је потребно уложити да би се један нуклеон издвојио из језгра) је такође неочекивано велика. Мерења указују на знатна одступања ове величине од вредности предвиђене Вајцсекеровом формулом за ова језгра.

Детаљна испитивања су показала да језгра која садрже 2, 8, 20, 28, 50, 82 или 126 протона

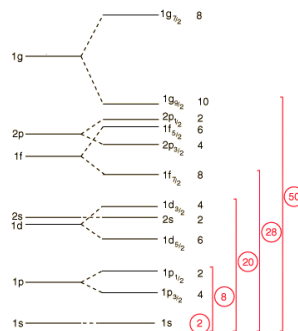
или неутрона поседују и многе друге особине које их издвајају од најближих суседа. Ови бројеви нуклеона названи су магичним бројевима. Језгра чији се број протона и неутрона поклапа са неким од ових бројева називају се двоструко магична језгра. Та језгра су He-4, O-16, Ca-40, Ca-48, Ni-48, Ni-56, Sn-100, Sn-132 и Pb-208. Хелијум-4 је други најзаступљенији изотоп у природи, O-16 је трећи, а Pb-208 је најтежи стабилни изотоп. Све ово указује на слојевиту структуру језгра, са тим да постоје посебни слојеви за протоне и за неутроне.

Ако ову појаву покушамо да објаснимо по аналогiji са електронском структуром атома јавља се низ проблема. На први поглед се чини невероватним чињеница да у језгру постоје орбите (па и љуске) и да се нуклеони не сударају. Другим речима, по Хајзенберговом принципу неодређеност енергије неког енергетског нивоа је сразмерна фреквенцији судара нуклеона у језгру. Добијене вредности су приближне разликама између два суседна енергетска нивоа, што оспорава постојање истих. Проблем је решио Вајскопф (Victor Frederick Weisskopf) 1951-те године, када је приметио да Паулијев принцип (који важи за нуклеоне пошто имају спин  $1/2$ ) јако смањује фреквенцију судара, те да је и размазаност енергетских нивоа много мања.

Са друге стране имамо проблема са централном силом под чијим дејством се честице крећу. У случају атома потенцијална јама за следећи електрон се гради од међусобне интеракције претходних честица. Постоји почетна јака централна сила која пружа основу за

формирање слојева уједно осигуравајући да ти слојеви буду раздвојени у простору. У случају језгра, међутим, не постоји централна привлачна сила, пошто се зна из ранијих експерименталних података да је нуклеарна сила кратког домета. Стога се за потенцијал најчешће узима коначна потенцијална јама, а као корекцију можемо додати експоненцијални реп. У квантној механици се могу решавати системи са оваквим типом потенцијала, али ниједна варијација облика потенцијала не успева да репродукује магичне бројеве. Проблем су решили Марија Геперт-Мајер (Maria Goerppert-Mayer) и Ј. Ханс Д. Јенсен (J. Hans D. Jensen) када су предложили додавање спин-орбиталне интеракције основном потенцијалу. То узрокује цепање нивоа (слично као код fine структуре електронских нивоа), што је толико изразито да се нивои прегрупишу, што и доводи до објашњења магичних бројева (слика 3).

Нуклеарни модел љусака добро описује параметре језгра као што су спин и енергетски нивои, објашњава особине магичних језгара и даје извесне екстраполације. Наиме, следећи магични број за неутроне је 184, а одговарајући број протона је 114, 120 или 126. 1998. године је елемент унунквадијум (ununquadium) са 114 протона успешно синтетизован, мада се, због начина производње, добијени изотоп не налази на очекиваном продукцијској линији стабилности, односно има мање неутрона од предвиђеног магичног броја 184.



Слика 3. Цепање енергетских нивоа под дејством спин-орбиталне интеракције и објашњење магичних бројева

### Abstract

WHY ARE SOME ATOMS STABLE AND SOME ARE NOT?

Ivan Aničin, Faculty of Physics, Belgrade  
Ištvan Bikit, Department of Physics, Novi Sad  
Gergelj Šošiu, Department of Physics, Novi Sad

In this paper the stability of the atomic nucleus is explained. It is emphasized that both the single particle and collective aspects of the nuclear structure influence the stability of the nucleus. The liquid drop model giving us the masses of nucleons and the decay energy is presented. The shell model which explains the magic numbers is also mentioned.

Рада БАОШИЋ, Хемијски факултет, Београд

## РЕВЕРСНО-ФАЗНА ХРОМАТОГРАФИЈА, ПРИНЦИПИ И ПРИМЕНА У „ПРЕДВИЂАЊУ” БИОЛОШКЕ АКТИВНОСТИ

Реверсно-фазна (RP) хроматографија представља технику одвајања код које је мобилна фаза значајно поларнија у односу на стационарну фазу. Сам назив "реверсно-фазна" има историјску позадину. Течна хроматографија је, седмдесетих година прошлог века, подразумевала примену немодификованог силика-гела или алуминијум-оксида, као стационарне фазе, са хидрофилним површинама и израженим афинитетом према поларним једињењима и мобилне фазе која је неполарна у односу на стационарну. Овакав хроматографски систем је сматран "нормалним" и познат је као нормално-фазна хроматографија. Ковалентно везивање алкил ланаца на површину сорбента довело је до обртања редоследа раздвајања - неполарне супстанце су показивале веће задржавање -, "реверсно" у односу на нормално-фазну хроматографију, тако да је, због тога, дат назив „реверсно-фазна хроматографија“.

Реверсно-фазну хроматографију карактерише процес адсорпције, са широким спектром могућности које пружа експериментални дизајн, који захваљујући партиционом механизму доводи до ефекта одвајања.

Експериментални услови при реверсно-фазној хроматографији се подешавају тако да се фаворизује адсорпција молекула одвајане супстанце (која је растворена у мобилној фази) на стационарној фази. На Слици 1 је приказано везивање супстанце за стационарну фазу у случају адсорпције и партиције.

Састав мобилне фазе се модификује тако да фаворизује десорпцију молекула одвајане супстанце са стационарне фазе назад у мобилну фазу. Реверсно-фазном хроматографијом се могу одвајати супстанце широког опсега поларности и молекулских тежина.

Механизам одвајања се заснива на расподели молекула одвајане супстанце између мобилне и стационарне фазе све док се не успостави равнотежа и зависи од:

- природе стационарне фазе,
- хидрофобности саме одвајане супстанце и
- састава мобилне фазе.

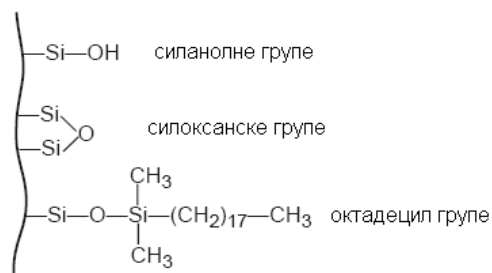
Стационарна фаза или "хемијски везана фаза" је хемијски модификована. Основа стационарне фазе, чија се модификација врши, треба да буде хемијски и



Слика 1. Приказ везивања супстанце за стационарну фазу при адсорпцији и партицији

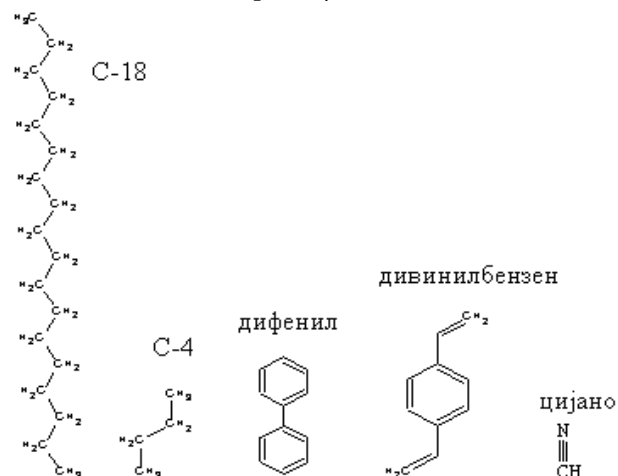
механички стабилна. Комерцијално доступне основе су углавном силика-гел или синтетички органски полимери (полистирен).

Силика-гел, као основа, са хемијски везаним фазама је најчешћи избор због своје високе ефикасности и постојаности. Најчешћа модификација силика-гела је везивање октадецил група (Слика 2).



Слика 2. Површина силика-гела може да садржи, поред модификованих група и заостале, слободне, силанолне групе, као и силоксанске групе.

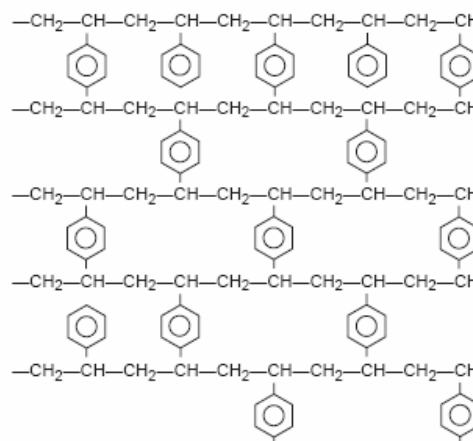
Силика-гел може бити модификован различитим групама што потпуно одређује поларност његове површине, а самим тим и примену (Слика 3).



Слика 3. Структурне формуле различитих група којима се може модификовати површина силика-гела

Полистирен је хемијски веома стабилан, посебно при екстремно киселим или базним условима (приме-

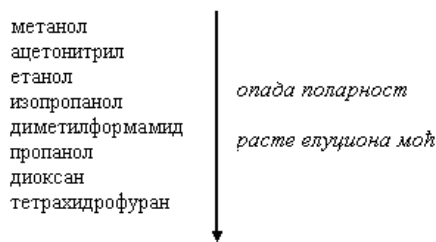
њује се у рН интервалу 1-12). У RP хроматографији полистирен може да се примени на рН вредностима изнад 7,5 при чему расте селективност, јер се лакше постиже контрола јонизације одвајане супстанце. Површина стационарне фазе која је заснована на полистирену је сама по себи веома хидрофобна и има умрежену структуру (Слика 4).



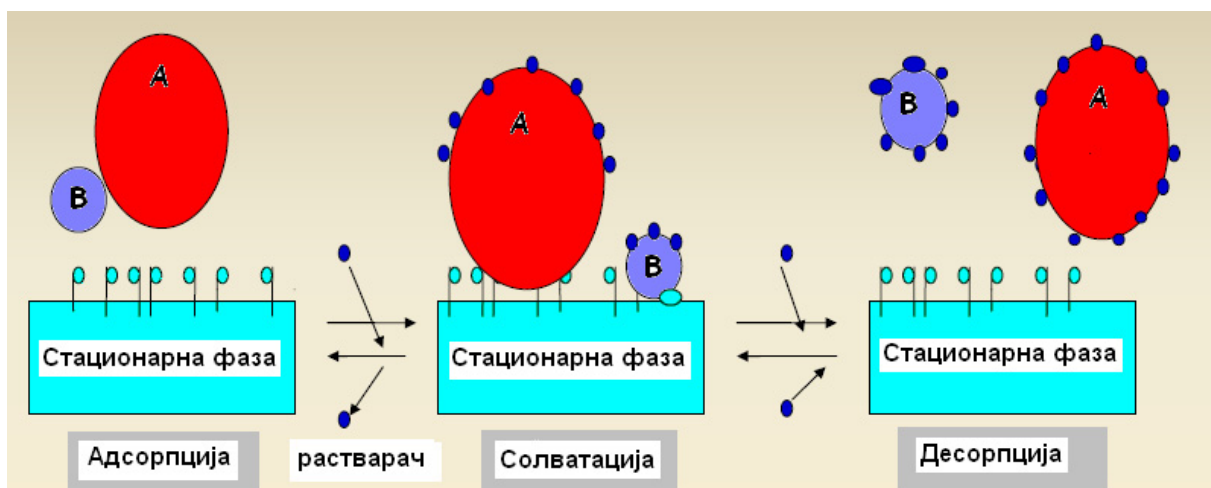
Слика 4. Површина стационарне фазе која је заснована на полистирену.

Интеракције између узорка и стационарне фазе су веома јаке у RP хроматографији. Због тога је вода, без додатка органског модификатора, слаб елуент.

Мобилна фаза је смеша воде и органског растварача који се меша са водом. Органски растварач (модификатор) се додаје да би се смањила поларност водене мобилне фазе, јер елуциона моћ мобилне фазе расте са смањењем њене поларности (Слика 5).



Слика 5. Зависност елуционе моћи неких растварача од поларности.



Слика 6. Шематски приказ елуирања супстанци А и В у меши.

У пракси се, код RP хроматографије, најчешће користе ацетонитрил, метанол, изопропанол, етанол, диоксан и тетраhydroфуран. Изопропанол (2-пропанол) се примењује због својих веома изражених елуционих особина. Међутим, његова примена је ограничена због велике вискозности, (има за последицу смањење ефикасности колоне). Изопропанол се, веома често, користи у комбинацији са ацетонитрилом за елуирање великих хидрофобних протеина. Ацетонитрил и метанол су, у поређењу са изопропанолом, мање вискозни. За примену у RP хроматографији је веома важно да примењени растварачи не апсорбују у UV области, јер се хроматографско одвајање праги, најчешће, UV детектором. Ацетонитрил се, најчешће, користи за елуирање пептида, јер већина пептида апсорбује на нижим таласним дужинама UV области (најчешће испод 225 nm) тако да ацетонитрил обезбеђује много ниже вредности позадинске апсорпције у поређењу са другим растварачима (на овим таласним дужинама).

Елуирање може да се изводи изократски, при чему је однос воде и органског растварача константан или применом градијента када се однос воде и органског растварача мења у току хроматографског одвајања. Веома је важно да концентрација органског модификатора буде увек ниска у почетној мобилној фази. Због тога се градијентно елуирање увек почиње мобилном фазом високе поларности (висок садржај воде, ниска концентрација модификатора), а завршава мобилном фазом ниске поларности (низак садржај воде, висока концентрација модификатора).

Одвајање у реверсно-фазној хроматографији зависи од реверзибилне адсорпције/десорпције молекула одвајаних супстанци са различитим степеном хидрофобности.

- Молекули супстанце се адсорбују на хидрофобној површини стационарне фазе и ту се задржавају све док концентрација органског модификатора не буде довољно велика да елуира молекуле (десорбује) са хидрофобне површине (Слика 6).

- Редослед елуирања тј. ретенциони параметри молекула зависе од хидрофобних карактеристика самих молекула.
- Молекули који су растворљивији у води (или су хидрофилнији) брже се елуирају тј. имају већу покретљивост.

У поступку разматрања потенцијалне биолошке активности веома је важно да се утврди липофилност посматраних једињења. Липофилност, односно хидрофобност, је важна физичко-хемијска карактеристика биоактивних једињења, јер је у директној вези са способношћу молекула да се транспортује кроз биолошке мембране. Интеракције између молекула у хроматографским и биолошким системима су веома сличне.

Параметри липофилности могу да се израчунају применом различитих програма, али и применом танкослојне, RP TLC, као и високо ефикасне течне хроматографије RP HPLC (Slawik и други, 2003; Kostecka и други, 2005).

Липофилност одређена применом реверсно-фазне хроматографије носи у себи вредније информације од израчунате вредности применом различитих програма, јер је последица стварног просторног распореда, међусобних интеракција различитих делова молекула као и интеракција са стационарном и мобилном фазом у примењеним експерименталним условима. Мобилна фаза представља смешу воде и органског растварача у одређеном опсегу концентрација. Реверсно-фазна танкослојна хроматографија има предност у односу на друге технике, јер захтева мале количине узорка, омогућава рад са недовољно пречишћеним узорцима, веома је брза метода, релативно једноставна, лака за примену, са ниском ценом, али такође са великим могућностима због широког избора стационарних и мобилних фаза.

У реверсно-фазном систему највећу ретенцију показују супстанце са највећом хидрофобношћу.

Након избора одговарајућег RP система врши се хроматографско одвајање испитиваних супстанци. Из експериментално добијених  $R_F^1$  вредности израчунава се ретенциони параметар  $R_M$ :



$$R_M = \log(1/R_F - 1)$$

који показује линеарну зависност у односу на концентрацију органског растварача у мобилној фази ( $\varphi$ ):

$$R_M = R_M^0 + m\varphi$$

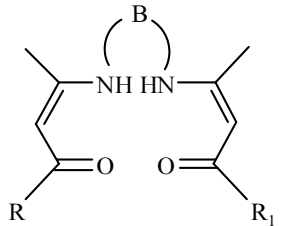
где је  $m$  нагиб и представља специфичну хидрофобну површину, док је  $R_M^0$  параметар липофилности. Параметар липофилности,  $R_M^0$  вредност, (Soczewinski и Wachtmeister, 1962) **se dobija iz odgovarajuće jednačine prave i predstavlja**  $R_M$  вредност у чистој води што значи да директно зависи од липофилних особина испитиваних једињења. Већа вредност  $R_M^0$  значи и већу липофилност посматраног једињења.

Из хроматографски добијених података може да се израчуна још један параметар липофилности

$$C^0 = -R_M^0 / m$$

кога дефинише однос хроматографски одређене липофилности и специфичне хидрофобне површине ( $m$ ) испитиваног једињења.

Табела 1. Структура испитиваних Шифових база

	Једињења	R	R <sub>1</sub>	B	
	(1)	H <sub>2</sub> ( <i>acac</i> <sub>2</sub> en) <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
	(2)	H <sub>2</sub> ( <i>acac phacac</i> en) <sup>b</sup>	CH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
	(3)	H <sub>2</sub> ( <i>phacac</i> <sub>2</sub> en)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
	(4)	H <sub>2</sub> ( <i>phacac tfacac</i> en) <sup>c</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CF <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
	(5)	H <sub>2</sub> ( <i>acac tfacac</i> en)	CH <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
	(6)	H <sub>2</sub> ( <i>tfacac</i> <sub>2</sub> en)	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
	(7)	H <sub>2</sub> ( <i>acac</i> <sub>2</sub> pn) <sup>d</sup>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>
	(8)	H <sub>2</sub> ( <i>acac phacac</i> pn)	CH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>
	(9)	H <sub>2</sub> ( <i>phacac</i> <sub>2</sub> pn)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>
	(10)	H <sub>2</sub> ( <i>phacac tfacac</i> pn)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CF <sub>3</sub>	CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>
	(11)	H <sub>2</sub> ( <i>acac tfacac</i> pn)	CH <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>
	(12)	H <sub>2</sub> ( <i>tfacac</i> <sub>2</sub> pn)	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>

<sup>a</sup> *acac* = **pentan-2,4-dion**; en = **etan-1,2-diamin**  
<sup>b</sup> *phacac* = **1-fenilbutan-1,3-dion**; <sup>c</sup> *tfacac* = **1,1,1-trifluoropentan-2,4-dion**  
<sup>d</sup> pn = **propan-1,2-diamin**

Из експериментално добијених ретенционих параметара израчунати су параметри липофилности ( $R_M^0$  и  $C^0$ ) који су за нека од једињења приказана у Табели 2, заједно са статистичким параметром ( $r$ ), као и са параметром липофилности  $ClogP$  који је израчунат помоћу програма.

Хроматографски и рачунски добијени параметри липофилности су корелисани међусобно (Слика 6), као и са експериментално одређеном минималном инхибиторном концентрацијом (MIC) која представља антимикробну активност испитиваних једињења на гљивице (*Sacharomyces cerevisiae*) и бактерије (*Escherichia coli*).

Познато је да је ретенционо понашање супстанце, као и биолошка активност супстанце у директној вези са њеном структуром. Када је липофилност, која је одређена применом **РП** хроматографије, у директном односу са биолошком активношћу и уколико се добијају задовољавајуће корелације, онда је то познато као QSAR (*Quantitative Structure-Activity Relationship*) анализа која користи липофилност, као **параметар** активности (Brzezinska и други, 2006).

Пример примене реверсно-фазне танкослојне хроматографије у „предвиђању“ биолошке активности - *Одређивање липофилности неких Шифових база* (Ваошић и други, 2008).

Испитивано је хроматографско понашање неких Шифових база (Табела 1) на стационарној фази силикагел RP-18 (плоче 20x20 cm, Merck) хоризонталном танкослојном хроматографијом (када за хроматографију-Samag HPTLC) применом смеше диоксиана (органски модификатор) и воде као мобилне фазе. Концентрација органског модификатора у мобилној фази је 50 - 80% (v/v) (инкремент 5%).

Добијене зависности, које су параболичне, потврђују могућност примене RP хроматографије при избору једињења која су подесна за испитивање антимицробне активности. Одсуство линеарности указује на то да и други фактори, поред липофилности, утичу на испољавање активности.

Хроматографски добијен параметар липофилности је у сагласности са израчунатим. Међутим, хроматографски одређени параметри липофилности су у много бољој корелацији са антимицробном активношћу у односу на израчунате параметре липофилности применом програма, јер **узимају у обзир просторни распоред**, међусобне **интеракције** различитих делова мо-

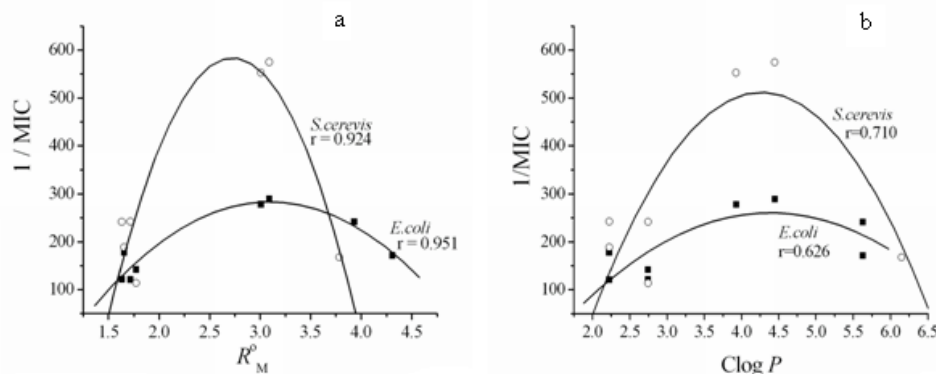
<sup>1</sup> **R<sub>F</sub>** ретенциони фактор, дефинише покретљивост супстанце као однос пређеног пута супстанце и пређеног пута употребљеног растварача

Табела 2. Израчунати параметри липофилности за испитивана једињења добијени линеарном регресионом анализом.

Једињење	$R_M^0$	m	r	$C^0$	Clog P
(1)	1,579 ( $\pm 0,121$ )	3,121 ( $\pm 0,183$ )	0,991	0,506	0,808
(2)	2,464 ( $\pm 0,081$ )	4,093 ( $\pm 0,124$ )	0,998	0,602	1,998
(3)	3,438 ( $\pm 0,136$ )	5,129 ( $\pm 0,207$ )	0,996	0,670	3,188
(4)	2,050 ( $\pm 0,189$ )	2,314 ( $\pm 0,279$ )	0,972	0,886	2,662
(5)	2,469 ( $\pm 0,102$ )	4,071 ( $\pm 0,155$ )	0,996	0,606	1,475
(6)	2,158 ( $\pm 0,203$ )	2,821 ( $\pm 0,309$ )	0,971	0,765	2,136
(7)	1,719 ( $\pm 0,175$ )	3,271 ( $\pm 0,266$ )	0,984	0,525	1,117
(8)	2,445 ( $\pm 0,135$ )	4,007 ( $\pm 0,206$ )	0,993	0,610	2,307
(9)	3,465 ( $\pm 0,121$ )	5,136 ( $\pm 0,184$ )	0,997	0,675	3,497
(10)	2,164 ( $\pm 0,194$ )	2,621 ( $\pm 0,296$ )	0,970	0,826	2,971
(11)	2,455 ( $\pm 0,199$ )	4,021 ( $\pm 0,303$ )	0,986	0,611	1,781
(12)	2,188 ( $\pm 0,097$ )	2,836 ( $\pm 0,148$ )	0,993	0,772	2,445

Значење параметара  $R_M^0$ , m,  $C^0$  и Clog P видети у тексту.

r – коефицијент корелације (што је већа вредност, корелација је боља).



Слика 6. Зависност антимикробне активности од  $R_M^0$  (а) и од Clog P (б) вредности

лекула као и интеракције са стационарном и мобилном фазом, док програм користи своју базу података за неопходно израчунавање. Ово је у складу са већ наведеним чињеницама да су интеракције између молекула у хроматографским и биолошким системима веома сличне и да реверсно-фазна хроматографија може успешно да се примени за „предвиђање“ биолошке активности молекула. Метод веома брзо и довољно поуздано може да пружи неопходну информацију о параметрима липофилности тј. о томе да ли посматрани молекули испуњава неопходни услов да би могао да покаже своју активност (уколико је поседује) – да се транспортује кроз биолошку мембрану.

За оне који желе да сазнају нешто више о овој теми препоручујем ревијалне радове Kaliszana и Hebergera објављене 2007. године.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Kostecka M., Niewiadomy A., Czczeko R. *Chromatographia* 2005; **62**:121-126.
2. Soczewinski E., Wachtmeister C.A. *Journal of Chromatography* 1962; **7**:311-320. Brzezinska E., Koska F. *Biomedical Chromatography* 2006; **20**:1004-1016.

3. Baosić R.M., Radojević A.D., Radulović M., Miletić S., Natić M.M., Tešić Z.Lj. *Biomedical Chromatography* 2008; **22**: 379-386.
4. Slawik T., Paw B. *Journal of Planar Chromatography-Modern TLC* 2003; **16**(6):442-446.
5. Kalisz R. *Chemical Reviews* 2007; **107**: 3212-3246.
6. Heberger K. *Journal of Chromatography A* 2007; **1158**: 273-305.

#### Abstract

REVERSED-PHASE CHROMATOGRAPHY, PRINCIPLE AND APPLICATION FOR PREDICTION OF BIOLOGICAL ACTIVITY

Rada Baošić, Hemijski fakultet, Beograd

Reversed-phase chromatography is the term used to describe the chromatographic method in which the stationary phase is hydrophobic or non-polar (e.g. octadecyl group), while the starting mobile phase (e.g. water) must be more polar than the stationary phase. The distribution of the solute between the two phases depends on the binding properties of the stationary phase, the hydrophobicity of the solute and the composition of the mobile phase. Reversed phase chromatography is an adsorptive process, which relies on a partitioning mechanism to effect separation. Elution can be performed isocratic (the water-solvent composition

does not change during the separation process) or by using a gradient (the water-solvent composition does changes during the separation process). Reversed phase chromatography has found both analytical and preparative applications in the area of biochemical separation and purification. Lipophilicity is an important physicochemical property of bioactive compounds, related to the ability of molecule to be transported through biological membranes. Reversed-phase thin layer chromatography is frequently used to estimate the lipophilicity of organic compounds. It is considered that the very similar principal intermolecular interactions determine the behavior of chemical compoun-

ds in both biological and chromatographic environments. From the obtained retention parameters ( $R_F$ ) the lipophilicity parameters ( $R_M^0$  and  $C^0$ ) of the investigated compounds could be determined. The chromatographically obtained lipophilicity parameters describes intra- and intermolecular interactions that actually exist under the experimental conditions, thus give more realistic description of examined system, than calculated values and can be used for further quantitative structure-activity relationship studies. As the example, the determination of the lipophilicity of some Schiff bases by RP TLC and their correlation with antibacterial activity was described.



Александар БОЈИЋ, Природно-математички факултет Универзитета у Нишу,  
(e-mail: bojic@bankerinter.net)

## СПЕЦИФИЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДЕ И ЊИХОВ ЗНАЧАЈ

### ПОЈАВЉИВАЊЕ ВОДЕ НА ЗЕМЉИ

Како се и када појавила хидросфера наше планете? То питање остаје скоро нерешиво. О појављивању воде на Земљи постоје многе хипотезе, али су следеће три наупечатљивије. Најраспрострањенија је хипотеза о космичком пореклу воде на Земљи. Наша галаксија је настала из космичке прашине, која је поред осталог садржала и воду, првенствено у облику леда. Присуство кисеоника и водоника, а такође садржај леда у смеси са метаном, амонијаком и минералним компонентама у језгру комета, представља основу теорије порекла воде на Земљи. Друга хипотеза говори о земаљском пореклу воде. Академик Виноградов је изнео претпоставку да је постепеним хлађењем масе Земље, у првом стадијуму њеног постанка, долазило до кондензовања испарљивијих материја, међу којима је била и вода. Трећа теорија претпоставља да су се испод Земљине коре формирали примарни флуиди у зонама високих притисака и температура, који су се претежно састојали од водоника и угљоводоника. У горњим слојевима Земљине коре долази до интеракције ових флуида са оксидним минералима, што доводи до примарног образовања воде и угљен-диоксида.

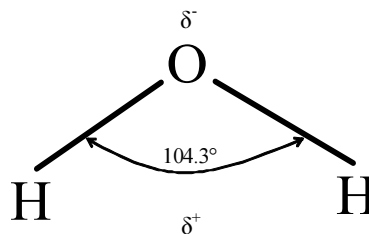
Вода представља најважније једињење за развој живог света на Земљи. У периоду настајања Земљине атмосфере, у њој није било кисеоника. Због тога су прва органска једињења настајала из метана, амонијака и воде као извора кисеоника. У том такозваном абиогеном периоду Земљине историје, долази до појаве првих супстанци које представљају основне састојке живих организама – аминокиселина и њихових полимера – пептида. Први живи организми на Земљи појавили су се, такође, у анаеробним условима. Они су добијали енергију из околне средине оксидацијом одређених ор-

ганских молекула абиогеног порекла, уз помоћ воде и Сунчеве светлости.

### ДА ЛИ ЈЕ ВОДА ЈЕДНОСТАВНА?

Према хемијској формули –  $H_2O$ , обзиром да се састоји само од водоника и кисеоника, рекло би се да је вода веома једноставно једињење. Међутим, водоник у природним условима може постојати у виду три изотопа: протијума  $^1H$ , деутеријума  $^2H$  и трицијума  $^3H$ . Са друге стране, постоји још већи број изотопа кисеоника, са следећим атомским масама:  $^{13}O$ ,  $^{14}O$ ,  $^{15}O$ ,  $^{16}O$ ,  $^{17}O$ ,  $^{18}O$ ,  $^{19}O$ ,  $^{20}O$ . Имајући у виду све ове изотопе, вода представља једињење са 135 могућих изотопских облика, мада се природна вода састоји 99% од једињења  $^1H_2^{16}O$ .

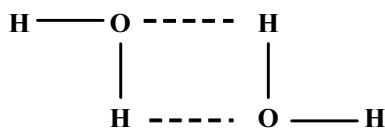
Везе кисеоник – водоник у молекулу воде граде угао од  $104.3^\circ$  степена (слика 1.). Последица овога је не-



Слика 1. Угао веза у молекулу воде

симетричност и изразита поларност молекула воде. Постојање дипола изазива међусобно привлачење молекула воде. Разлика у парцијалним наелектрисањима кисеоника и водоника чини међумолекулске силе толико јаким, да се јавља специфична међумолекулска веза, коју називамо водничном везом. Због тога се у течном стању јављају асоцијати два, три и више моле-

кула воде, мада је најчешће стање течне воде ( $\text{H}_2\text{O}$ )<sub>2</sub> (слика 2.).



Слика 2. Димер молекула воде

Занимљива је чињеница да степен асоцијације воде утиче на метаболизам и развој микроорганизама. Нека испитивања су показала да је брзина раста бактерије *Escherichia coli* мања у подлози припремљеној од свеже предестилване воде, која се претежно састоји од моно- и диоксида ( $\text{H}_2\text{O}$  и  $(\text{H}_2\text{O})_2$ ), него у подлози припремљеној водом добијеном одмрзавањем леда, која углавном садржи трихидрол ( $(\text{H}_2\text{O})_3$ ).

Код преласка воде у чврсто стање, односно код образовања леда, јавља се веома правилна кристална структура, у којој атом кисеоника гради две водоничне везе са водониковим атомима два молекула воде. Тако је сваки молекул воде окружен са четири суседна, градећи тераедар. Коначно, већи број молекула воде гради просторне кластере, који у својој унутрашњости могу заробити друге мале молекуле, формирајући чврсте растрове (слика 3.).

## ОСОБИНЕ ВОДЕ

Једна од најважнијих особина воде је велика способност растварања најразличитијих чврстих, течних и гасовитих супстанци. Ова особина је базирана, пре свега, на њеној израитој поларности. У контакту са, нпр. чврстом супстанцом, мали молекули воде се одговарајућим крајем свог дипола везују за површину супстанце и својим привлачним силама откидају поједине честице, односећи их у раствор (слика 4.). Ово је посебно изражено код поларних једињења, а нарочито ако су способна да граде водоничну везу. Слично се дешава и са течним и гасовитим материјама када дођу у контакт са водом.

Присуство водоничне везе може објаснити и многе друге особине воде, као што су тачка кључања и мржњења. Ове температуре су знатно више у односу на хомолога једињења водоника са осталим елементима шесте групе. На пример, по аналогији са хидридима сумпора, селена и телура ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ), када не би постојала водонична веза, вода би се замрзавала на  $-90^\circ\text{C}$ , а кључала би на  $-70^\circ\text{C}$ . Поред тога и интервал течног стања воде је приближно пет пута шири у односу на теоријски израчунат. Ове, како их неки научници називају, аномалије воде, од непроцењивог су значаја за живот на Земљи.

Велики топлотни капацитет воде омогућава регулисање температуре Земљине површине, с обзиром на то да огромна маса воде у хладним периодима лагано губи топлоту загревајући своју околину, а у топлим периодима се спорије загрева хладећи ваздух и копно у својој близини.

Код воде се јавља и аномална промена специфичне тежине са температуром. Највећа специфична тежина

воде је на температури од тачно  $3.98^\circ\text{C}$ . Изнад и испод ове температуре, вода се шири, односно опада њена специфична тежина. Из ових разлога, лед који се формира остаје на површини воде и коначно је потпуно покрива. Обзиром да је лед лош проводник топлоте, вода испод њега се не замрзава. Специфична тежина леда је за  $1/11$  део мања од воде, па се због тога исто толики део ледене масе налази изнад воде, а остала количина испод површине. У природи ова појава омогућава опстанак живог света у води код ниских температура. Када би лед био тежи од воде, природне воде би се замрзавале од дна на горе. У овом случају би се у северним крајевима вода само мало одмрзавала на површини у летњим периодима, због чега би живот у њој био потпуно онемогућен. Последице ширења леда су и неке геоморфолошке појаве. Вода која се налази у површинским слојевима стена, при промени спољашње температуре и замрзавању доводи до ширења пукотина и разбијања стена. Вишеструким понављањем овог процеса у пределима изложеним наизменичном мразу и отапању леда долази до промена у структури тла.

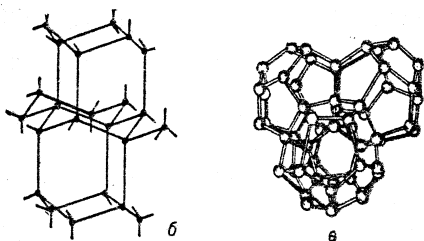
Што се тиче кретања водених струја, ова појава даје још једну важну погодност у случају северних мора. Топлије струје се могу кретати изнад хладнијих водених маса, а да скоро уопште не долази до њиховог мешања.

Вода је редовни пратилац скоро свих супстанци са којима се срећемо, због чега има значајан утицај на брзину одвијања многих хемијских процеса. Значај каталитичког деловања воде је запажен тек када су супстанце чија се реактивност испитивала брижљиво осушене. Тако је Диксон (Dixon) приметио да смеша угљен-моноксида и кисеоника осушена сулфатном киселином не експлодира приликом проласка варнице. Иста смеша снажно експлодира у присуству трагова воде. Бејкер (Baker) је установио да су многе друге реакције, које се уобичајено одвијају експлозивно, или са ослобађањем велике количине енергије, спречене интензивним сушењем реактанта. Угљеник реагује са кисеоником веома споро при загревању, амонијак и хлороводоник се не једине чак ни на температури топљења сребра, а при проласку вернице долази до реакције, али без експлозије.

## ОБЛИЦИ ВОДЕ У ПРИРОДИ

Постоје различите форме воде у природи. Поред слободне воде, срећу се многи облици везане воде. У комплексним једињењима се налази хемијски везана вода, која се назива кристализациона вода. Приликом загревања она се издваја, али се при хлађењу поново везује за безводну материју уз образовање хидрата. Нека једињења садрже конституциону воду. Овај облик воде се не појављује у хемијској формули једињења као  $\text{H}_2\text{O}$ , него настаје као производ разградње супстанце при повишеној температури. Поред хемијски везане воде у хемијским једињењима се јављају и други облици воде. Зеолити, силикагел, целулоза, глине, опал и сличне материје садрже сорбовану воду. Ова вода се налази у многобројним пукотинама и микропорама

високоразвијене унутрашње површине. Иако садржај воде у овим материјама може достићи удео од 20 до 30%, оне се налазе у виду потпуно сувог праха. Вода која се налази на површини стакла, кварца, живе и сличних материја зове се адсорбовна вода. Она се задржава у виду танког, мономолекуларног слоја на површини чврсте материје која је у контакту са влажном средином. Овај облик воде се назива и хигроскопном водом. Количина адсорбоване воде расте са повећањем специфичне површине супстанце и влажности околине. У живим организмима постоји физиолошки везана вода. Интересантна је чињеница да молекули физиолошки везане воде имају распоред сличан ономе у структури леда.



Слика 3. Просторни распоред молекула воде у леда.

Са променом притиска и температуре мењају се и особине воде, што се може објаснити променама у њеној структури. Вода кључа на  $100^{\circ}\text{C}$ , при притиску од 1 атмосфере. Са повећањем надморске висине, односно снижавањем притиска, смањује се тачка кључања воде. Тако у месту Квитоу, на 2850 m надморске висине, вода кључа на  $90.1^{\circ}\text{C}$ , а на Монт Евересту (8882 m) тачка кључања се смањује на  $72^{\circ}\text{C}$ . При високом притиску, нпр. од 20 атмосфера, лед се топи на  $200^{\circ}\text{C}$  и ово стање је познато као врели лед. При загревању до високих температура вода вишеструко повећава моћ растварања чврстих супстанци. Због тога на великим дубинама у Земљиној кори, где постоје високи притисци и температуре од 300 –  $400^{\circ}\text{C}$ , растворљивост минералних материја расте за три до четири пута. У овим условима се вишеструко убрзавају и хемијске реакције, како због притиска и температуре, тако и због енормно високих концентрација.

### ТЕШКА ВОДА $\text{D}_2\text{O}$

Међу свим изотопима водоника и кисеоника, посебну улогу има деутеријум. Код овог изотопа водоника, због веће масе, електрон је удаљенији од језгра. Захваљујући томе слободни атом деутеријума знатно је већи од атома протијума, што утиче на његове физичке и хемијске карактеристике. Природна вода садржи максималну количину протијума, изотопа који показује позитивни утицај на живе организме. Вода која садржи само протијум, за разлику од обичне воде, има високу биолошку активности назива се лаком. Вода која садржи повишену концентрацију деутеријума или трицијума, назива се тежом и штетна је за већину живих организама. У њеном случају обични изотоп водоника који се налази у ћелијама водених биљака, супституише се

деутеријумом или трицијумом, но како до тога долази још није познато

При мешању лаке и тешке воде, долази до следеће изотопске измене:  $\text{H}_2\text{O} + \text{D}_2\text{O} = \text{HDO}$ . Дакле деутеријум улази у састав  $\text{HDO}$ , такозване полутешке воде, па при релативно малим концентрацијама заправо и не постоји облик  $\text{D}_2\text{O}$ . „D вода“, како се обично назива полутешка  $\text{HDO}$ , као и тешка  $\text{D}_2\text{O}$  вода, у природним изворима присутна је у таквим концентрацијама, приближно реда величине других микроелемената, да нема битног утицаја на живи свет.

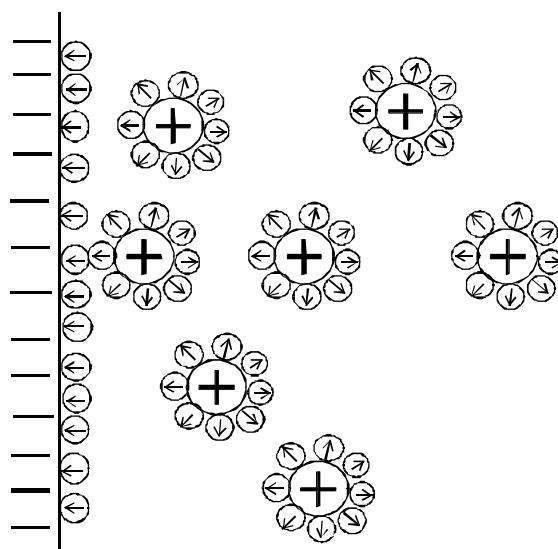
Протијум и деутеријум у речним и језерским водама налазе се обично у односу 1:6900, у морској води 1:5600, а у снегу 1:9000. Тешка вода се знатно теже раствара у органским растварачима. Ако се њена растворљивост узме за јединицу, онда растворљивост обичне воде износи 1.30 – 1.43.

Тешка вода је, такође, слабији растварач. Ако се у  $1\text{ dm}^3$  обичне воде на  $25^{\circ}\text{C}$  раствара 4.94 mola NaBr, у  $1\text{ dm}^3$  тешке воде се раствара свега 3.21 mol. Температура кључања тешке воде је  $1.4^{\circ}\text{C}$  виша од лаке воде, а топи се на  $+4^{\circ}\text{C}$ .

По мишљењу научника Мухачева деутеријум долази на Земљу из космоса, а протијум се губи преко атмосфере. Као резултат ове измене у природним водама се повећава садржај деутеријума. Супер тешка вода  $\text{T}_2\text{O}$ , долази на земљу са падом космичких тела метеора и комета. У занемарљиво малим количинама она се налази у неким водама ближе екватору, с тим што је његова концентрација значајно нижа у односу на деутеријум. Трицијумова вода је радиоактивна и она се користи у термонуклеарним процесима, а такође као изотопски индикатор у хемијским и биолошким истраживањима.

### ДА ЛИ ЈЕ МНОГО ВОДЕ НА ЗЕМЉИ?

Наша планета је већим делом сачињена од воде. 70.8 % површине Земље чине океани, мора, реке и ледници. Испитивања показију да читава хидросфера има запремину од око 1400 милиона  $\text{km}^3$ . На први поглед



Слика 4. Растварање чврсте супстанце у води

то је импозантна количина, међутим разматрајући детаљније ту чињеницу долазимо до закључка да светски океани и мора садрже 1340 милиона  $\text{km}^3$ , док количина слатких вода на Земљи не прелази 32.2 милиона  $\text{km}^3$ , од којих 25 милиона  $\text{km}^3$ , припада ледницима, а 250 хиљада  $\text{km}^3$  чине језера. Реке чине 1.2 хиљаде  $\text{km}^3$ . Удео појединих облика воде је представљен у табели 1.

**Табела 1. Удео појединих облика воде у хидросфери**

Компонента хидросфере	Удео у укупној количини воде
Светски океан и мора	0.94
Подземне воде	0.02
Лед и снег	0.04
Површинске воде	$4 \cdot 10^{-3}$
Атмосферске воде	$10^{-4}$
Вода у живим организмима	$3 \cdot 10^{-6}$

Ако се има у виду да основна маса река одлази у мора, где долази до мешања са сланом водом, јасно је да се количина слатке воде још више смањује. Због тога важну улогу у водоснабдевању насељених места играју акумулације воде и евентуална њихова прерада и дистрибуција.

Дакле, на Земљи постоји велика количина воде, али су резерве доступне слатке воде веома мале и практично су представљене рекама и језерима. Интензитет потрошње слатке воде на Земљи је веома велики и расте из године у годину. Потребне индустрије су око 215  $\text{km}^3$ , енергетике 240, сеоских домаћинстава 4200, док комуналне потребе за водом достижу 920  $\text{km}^3$ . Сумарни годишњи прилив слатке воде је 3500  $\text{km}^3$ . Темпо раста потреба за водом процењује се у просеку на 5 – 6 % годишње, а у одређеним државма чак 10 – 12 %. Супротно овим потребама непрекидно расте загађење воде.

У току једне године у реке се избаци око 160  $\text{km}^3$  разних отпадних вода, тако да је загађено више од 12 % водених извора, а у индустријски развијеним земљама и до 25 %.

## ХЕМИЈСКИ САСТАВ ПРИРОДНИХ ВОДА

Природна вода представља сложена смешу органских и неорганских једињења. У зависности од физичко хемијских особина ова једињења могу бити у различитом облику: прави раствори, колоиди, суспензије и растворени гасови. Минералне соли обогаћују воду катјонима као што су:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и др. и анјонима попут:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Од органских материја ту су алкохоли, угљоводоници, аминокиселине, органске киселине и њихове соли и друга једињења. Колоиде представљају високомолекуларна органска једињења (хуминске и фулво киселине), соли гвожђа, силикати, глине, микроорганизми, **микрофлораитд**. Састав природних вода се мења у широком распону, зависно од места налажења.

Садржај свих растворних материја у води се креће од 20 – 10000  $\text{mg dm}^{-3}$ , органских једињења од 2 – 1200  $\text{mg dm}^{-3}$ , а соли од 5 – 1500  $\text{mg dm}^{-3}$ . За живи свет значајни састојци воде се називају биогеним. Према значај

ју деле се на макро **елементе: N, P, Ca, Fe, S**, микро елементе: Cu, Zn, Mn и ултрамикро елементе: V, Ti, Co.

## МУТНОЋА, ПРОЗРАЧНОСТ И БОЈА ВОДЕ

Вода има прилично мали коефицијент преламања светлости у односу на друге течности, који износи 1,33, у поређењу са различитим органским растварчима, где се овај коефицијент креће од 1,44 до 1,60. Дебљина осветљеног слоја воде је различита у разним воденим срединама. У морима и океанима она износи од неколико десетина до стотину метара, а у слатким водама од неколико сантиметара до десетак метара.

Узрок мутноће воде је присуство у њој суспендованих лебдећих честица како минералног порекла: глине, хуминске материје, честице земље и др., тако и органског, односно биолошког порекла: водена микро флора, алге, бактерије. Димензије честица су одређене њиховом природом и дијаметар им се креће од око 3 до 100  $\mu\text{m}$ , при чему могу бити видљиве и голим оком. Како расте њихов број расте и мутноћа воде, а смањује се њен квалитет. Зато је мутноћа важан показатељ квалитета воде, па се на основу ње може одредити могућност њеног коришћења.

Олиготрофне воде су врло чисте воде, прве класе, чија је прозрачност минимално 6 m. Мезотрофна вода, чистоће друге класе, има прозрачност до 4 m, а слабо еутрофна вода је загађена вода, треће класе, са прозрачношћу мањом од 2 m. Јака еутрофност подразумева високу загађеност, што одговара води квалитета четврте класе, прозрачност мања од 1 m. Политрофна вода има прозрачност око 0,5 m и спада у пету класу. Хипертрофна вода је врло загађена вода, шесте класе, са прозрачношћу мањом од 0,2 m.

Узрок повећања мутноће, као и појаве боје воде, поред осталог, зависи од присуства водених биљака, које обухватају ниже хлорофилне организме. Ови организми се могу развијати у води, на камењу или на неким воденим животињама, а претежно су представљени фитопланктонима. Та огромна група живих бића подразумева микроскопске једноћелијске усамљене или колонијалне организме, који могу егзистирати заједно са бактеријама или са растињем у води.

Количина фитопланктона се битно мења у зависности од типа воденог ресурса, односно да ли се ради о слаткој или морској води. Поред тога од значаја су и физичко-географски и метеоролошки услови, као и дубина, прозрачност и присуство хранљивих материја. У Црном мору биомаса фитопланктона у просеку износи 5 – 10  $\text{mg dm}^{-3}$ , а у Јапанском мору 20 – 50  $\text{mg dm}^{-3}$ . Знатно мања биомаса нађена је у Тихом океану 1 – 2  $\text{mg dm}^{-3}$ . Садржај ових организама у морима и океанима расте од екватора ка јужном полу. Напротив, у слатким водама њихова концентрација се креће у врло широком границама од 1  $\text{mg}$  до неколико грама на  $\text{dm}^{-3}$ .

Водене биљке не само да повећавају мутноћу воде него јој дају и боју. Боја зависи од садржаја пигмената у ћелијама биљака и може се мењати од плавозелене до сиве, односно од црвеновиолетне до црвене. Она се приметно јавља већ при концентрацијама фитоплан-

ктонa од  $1 \text{ g m}^{-3}$ . У летњем периоду ова појава је интензивнија, зато што се водене биљке брже распадају у површинским слојевима, после чега се њихови остаци преносе и на ниже слојеве воде. Мутноћа и обојење воде у великим дубинама, до којих се може простирати светлост, долази од фотосинтезирујућих сумпорних бактерија које генеришу  $\text{H}_2\text{S}$ , који делимично прелази у колоидни сумпор.

## КВАЛИТЕТ ВОДЕ И ЊЕГОВО ОЧУВАЊЕ

Последњих година се јавља све већи проблем обезбеђивања неопходне количине воде одговарајућег квалитета. У том смислу велика пажња је посвећена чистоћи воде и њеном очувању. Шта је то чиста вода? Једнозначни одговор на то питање није могуће даги, зато што се у природној води увек налазе различите примесе. Њихов састав и концентрација одређују употребљивост воде у одређеном конкретном случају.

На основу органских и минералних примеса, природне воде се деле на четири класе. Прва класа представља воду за пиће, вода друге класе је погодна за гајење риба и рекреацију, трећа класа се користи за наводњавање, а четврта је техничка вода.

У многим случајевима вода се примењује без посебног третмана: за рибњаке, наводњавање и рекреацију. Да би вода одговарала одређеним нормативима, потребно је да добро функционишу процеси самопречишћавања. Очување квалитета воде у водозахватима и обезбеђивање њене биолошке исправности је веома сложен процес и зависи од различитих фактора који су у вези са функционисањем водених еко система, имајући у виду интеракцију водозавата са атмосфером, околином и са његовим дном. На формирање квалитета воде у водозахватима битан утицај имају многи абиотички, биолошки и антропогени фактори.

Абиотички фактори обухватају појаву ерозије и обрушавања земљишта, спирање површинским водама замљишта различитог састава, растварање различитих гасова и честица из атмосфере падавинским водама. Од биолошких фактора треба истаћи процес фотосинтезе водених биљака и већег воденог растиња, као и фиксацију атмосферског азота деловањем микроорнизма. У бројне антропогене факторе спадају: постројења са водостаницама на рекама, која служе за пребацивање воде из једног региона у други, емитовање индустријских и комуналних отпадних вода, термоенергетски објекти, примена ђубрива и пестицида, загађења настала испирањем са територија градова.

Разблаживање загађених вода атмосферским падавинама је један од фактора самопречишћавања природних вода, који на жалост не елиминисае загађиваче, већ само смањује њихову концентрацију. Температур-

ни фактор се сматра веома значајним у очувању квалитета природних вода. Тако са порастом температуре воде за  $10^\circ \text{C}$ , вишеструко се повећава асимилација тешких метала, пестицида и других отровних једињења воденим растињем. У исто време, раст температуре повећава интензитет минерализације органских материја што активира процес самопречишћавања водозавата.

Коначно, треба нагласити да је знатно већи број природних фактора који погодују самопречишћавању воде, од оних који нарушавају њен квалитет. Међутим, квалитет воде се може очувати једино ако се добро контролишу фактори антропогеног загађивања, који врло често нарушавају природну равнотежу.

## Abstract

### SPECIFIC WATER PROPERTIES and its IMPORTANCE

Aleksandar Bojić, Faculty of Science and Mathematics, University of Niš

Water is the most important compound providing life on Earth. Although it seems as simple compound, it can be found in 135 isotopic forms. Angle between hydrogen-oxygen bonds in water molecule makes water molecule polar, causing molecule attraction and hydrogen bonding. As a result of its high polarity, water can dissolve different substances. Freezing and boiling points are, due to the same reasons, unexpectedly high comparing to homologycompounds of 6<sup>th</sup> group elements. Also, due to hydrogen bonding, water has high thermal capacity. Beside water in free form, there are different forms of bound water: crystallization water sorbed and adsorbed water and physiologically bound water. Water in the environment is complex mixture of organic and inorganic matter in a form of: solution, colloid, suspension and dissolved gases. Low coefficient of water light diffraction causes significant width of alight zone ranging from few centimeters to hundreds meters. The reason of turbidity and color of water is existence of suspended particles of: clay, humic matter, soil, aquatic fitoplactons and bacteria. Due to great importance and rising consumption of water, nowadays there is the main problem providing in needed amount of quality water. Providing clean water is dependent of balance between water selfpurification capacity and factors of anthropogenic pollution.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Богнер М., Станојевић М. *О водама*, Ета, Београд, 2006.
2. Snoeyink V., Jenkins D. *Water Chemistry*, John Wiley and Sons, New York, 1980.
3. Ђурић Д., Петровић Љ. *Загађење животиње средине и здравље човека*, Веларта, Београд, 1996.
4. Cotton A.F., Wilkinson G. *Basic inorganic chemistry*. John Wiley and Sons, New York, 1972.
5. Porter J. *Bacterial Chemistry and Physiology*, John Wiley and Sons, New York, 1947.
6. <http://ga.water.usgs.gov/edu/waterproperties.html>
7. <http://wow.nrri.umn.edu/wow/student/water/unique.html>



## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ

### 44. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА

44. РЕПУБЛИЧКО такмичење из хемије за ученике **osnovnih** школа, у организацији Министарства просвете Републике Србије и Српског хемијског друштва (СХД), одржано је 24. и 25. маја 2008. године у Чачку. Одличан домаћин био је колектив ОШ "Танаско Рајић", на челу са директорком школе Невеном Савић и Слађаном Тутуновић, професорком хемије. Републичке комисије радиле су у саставу: категорија Тест и експерименталне вежбе: др Веселин Маслак (председник), мр Биљана Томашевић, мр Тамара Тодоровић, Бојан Вуловић, Јелена Лазић, сви са Хемијског факултета у Београду, др Ненад Милосавић, из Центра за хемију ИХТМ-а и Вера Муждека, Саветник за школско развојно планирање у Крагујевцу; категорија Тест и истраживачки рад: Радојка Ђурђевић, Специјалиста методике наставе хемије (председник), др Јасна Адамов, са Природно-математичког факултета у Новом Саду и мр Ми-

лан Николић, са Хемијског факултета у Београду. Такмичење је отворио др Богдан Шолаја, председник СХД-а. Током такмичења одржана су два предавања за наставнике: "Бензен - од апсорпције до токсичног ефекта", др Љубе Мандић, и "Раствори. Растворљивост чврстих супстанци. Квантитативни састав раствора", др Јасминке Кородије, обе са Хемијског факултета у Београду.

У категорији Тест и експерименталне вежбе учествовала су 59 ученика VII разреда и 54 ученика VIII разреда. У категорији Тест и истраживачки рад учествовало је 15 ученика VII и VIII разреда основних школа. Одлични резултати постигнути су у све три такмичарске категорије. Наводимо листе најбоље пласираних ученика, њихових ментора, заједно са називима њихових основних школа и местима у којима се оне налазе. Комплетне резултате такмичења можете погледати на сајту: [www.mojahemija.org](http://www.mojahemija.org).

#### VII разред - ТЕСТ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

Пласман	Име и презиме ученика	Основна школа	Место	Ментор
1. место	Бојан Рошко	"Десанка Максимовић"	Зајечар	Ј. Јовановић
2. место	Наташа Диклић	"Жарко Зрењанин"	Апатин	С. Зорић
3. место	Дарко Стаменов	"Моша Пијаде"	Димитровград	М. Соколов
4. место	Тамара Спасић	"Здравко Гложански"	Бечеј	С. Мандић
5. место	Нена Стојановић	"Његош"	Ниш	С. Јовановић
6. место	Огњен Дрењанин	"1. Обреновачка"	Обреновац	М. Новитовић

#### VIII разред - ТЕСТ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

Пласман	Име и презиме ученика	Основна школа	Место	Ментор
1. место	Милан Корњача	"Милош Црњански"	Хргковци	С. Божић
2. место	Тамара Слобода	"Јован Поповић"	Нови Сад	С. Велимировић
3. место	Тамара Томић	"Јован Јовановић Змај"	Панчево	М. Чавошки
4. место	Нела Поповић	"Жарко Зрењанин"	Апатин	Љ. Костић
5. место	Михајло Новаковић	"Вук Караџић"	Лесковац	С. Јовановић
6. место	Сара Поповић	"Јован Поповић"	Крушевац	Р. Јањић

#### VII и VIII разред - Категорија: ТЕСТ И ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Пласман	Име и презиме ученика	Разред	Основна школа	Место	Ментор
1. место	Андрија Сенте	VIII	"Мирослав Антић"	Палић	Ћ. Најнал
2. место	Александра Илић	VIII	"Миодраг Чајетинац Чајка"	Трстеник	В. Планић
3. место	Стефан Миљковић	VIII	"Живадин Апостоловић"	Трстеник	М. Ђошић
4. место	Душица Терзић	VIII	"Душан Јерковић"	Ужице	Б. Арсовић
5. место	Кристина Катић	VII	"Миодраг Чајетинац Чајка"	Трстеник	В. Планић
6. место	Анђела Карамарковић	VIII	"Живадин Апостоловић"	Трстеник	М. Ђошић



# XLIV РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА

У Крагујевцу је од 23. до 25. маја 2008. одржано XLI-II Републичко такмичење из хемије ученика средњих школа у организацији Српског хемијског друштва, Министарства просвете Републике Србије, Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу и Хемијског факултета Универзитета у Београду. Веома успешан домаћин такмичења био је Природно-математички факултет у Крагујевцу. За веома добру организацију такмичења заслужни су, пре свега др Ратомир Јелић, управник Хемијског института ПМФ у Крагујевцу, др Александар Теодоровић, продекан за наставу ПМФ у Крагујевцу и остали чланови колектива. На отварању такмичења говорио је др Иван Гутман, члан председништва СХД. На затварању такмичења учесницима су се обратили потпредседници СХД др Вера Дондур и др Живослав Тешић.

У категорији Тест и експерименталне вежбе учествовала су 52 ученика I разреда, 50 ученика II разреда и

50 ученика III и IV разреда. У категорији Тест и истраживачки рад учествовала су 2 ученика I и II разреда и 9 ученика III и IV разреда. Учествовали су ученици из 68 школа. У организацији такмичења били су ангажовани : др Душан Сладић, др Зоран Вујчић, др Ђенђи Ваштаг, др Горан Роглић, др Нико Радуловић, др Драгица Тривић, мр Ирена Новаковић, мр Татјана Божић, мр Наташа Божић, Александра Миловановић, Срђан Туфегџић, Цвијета Чабаркапа, Зоран Чолић, Драган Стојановић, Драгана Вуковић и Биљана Ракочевећ. Као и претходних година постигнути су одлични резултати, захваљујући добром раду такмичара и ментора. На жалост, дипломе ни ове године нису подељене због оставке владе, па ће накнадно бити достављене школама. Наводимо списак награђених и похваљених ученика у свим такмичарским категоријама, називе школа и места из којих су дошли, као и имена ментора који су припремили ученике за ово такмичење.

## I разред - ТЕСТ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Ранг
1.	Данило Николић	Гимназија	Ивањица	Станимирка Бешевић	I
2.	Магдалена Тасић	Гимназија „Бора Станковић“	Ниш	Љиљана Миладиновић	II
3.	Огњен Марковић	Математичка гимназија	Београд	Аника Влајић	III
4.	Стефан Анђелковић	Математичка гимназија	Београд	Аника Влајић	IV
5.	Божидар Радивојевић	Математичка гимназија	Београд	Аника Влајић	V
6.	Немања Ђоковић	Медицинска школа	Чачак	Јелена Броћић	VI

## II разред - ТЕСТ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Ранг
1.	Бојана Дамњановић	Гимназија у Обреновцу	Обреновац	Ружица Ковачевић	I
2.	Небојша Пријовић	Прибојска гимназија	Прибој	Брана Станчић	II
3.	Милош Јовановић	Гимназија	Прокупље	Милена Младеновић	III
4.	Милан Нешић	Гимназија "Стеван Јаковљевић"	Власотинце	Нела Петковић	IV
5.	Младен Бугарчић	Гимназија	Чачак	Зора Остојић	V
6.	Константин Видаковић	Гимназија "Борислав Петров Браца"	Вршац	Везирка Добарчић	VI

## III и IV разред - ТЕСТ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Ранг
1.	Владимир Пауновић	Медицинска школа	Ужице	Слађана Басуровић	I
2.	Лука Новковић	XII београдска гимназија	Београд	Милосав Ђорђевић	II
3.	Невена Арсенић	Гимназија у Обреновцу	Обреновац	Ружица Ковачевић	III
4.	Вук Вуковић	I београдска гимназија	Београд	Славица Јелић	IV
5.	Филип Спасојевић	Гимназија „Јосиф Панчић“	Бајина Башта	Надежда Читаковић	V
6.	Ненад Милошевић	XIII београдска гимназија	Београд	Анита Стојчевски	VI

## I и II разред - ТЕСТ И ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Ранг
1.	Марија Станојевић	Гимназија "Светозар Марковић"	Ниш	Маја Ђорђевић	I

## III и IV разред - ТЕСТ И ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Ранг
1.	Игор Прлина	Земунска гимназија	Земун	Светлана Перовић	I
2.	Милош Баљозовић	Гимназија	Лесковац	Предраг Стојиљковић	II
3.	Наталија Татић	Гимназија "Бора Станковић"	Ниш	Ивана Тонса	III



## ВЕСТИ ИЗ СХД

### ОБЕЛЕЖЕНА ЈЕ ТРИДЕСЕТОГОДИШЊИЦА ОСНИВАЊА ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА ВОЈВОДИНЕ

Свечана седница Скупштине СХД - Хемијског друштва Војводине, на којој је обележена тридесетогодишњица оснивања Хемијског друштва Војводине, одржана је 20.12.2007. године у Новом Саду.

Да се мало вратимо у историју. Оснивачка скупштина Хемијског друштва Војводине, које је настало обједињавањем подружница Српског хемијског друштва које су деловале на територији Војводине, одржана је 23. децембра 1977. године у Новом Саду речено је у излагању председника СХД-ХДВ Славка Кеврешана поводом тог јубилеја. Поред овога у излагању је истакнуто да се као најзначајнија активност Хемијског друштва Војводине у протеклих 30 година може сматрати организовање научних и других манифестација. У протеклом периоду у организацији Хемијског друштва Војводине одржано је: седам Саветовања Српског хемијског друштва, седам Састанака хемичара Војводине, пет Научних скупова методике хемије, шеснаест Југословенских конгреса студената чисте и примењене хемије, VII Југословенски кон-

грес за хемију и хемијску технологију и осам других тематских скупова.

На свечаној седници Скупштине додељене су повеље и захвалнице СХД-Хемијског друштва Војводине заслужним члановима и установама. Повеље су добили следећи чланови Друштва: Љиљана Јовановић, Биљана Абрамовић, Ференц Гал, Соња Ђилас, Ерне Киш, Мирјана Војиновић-Милорадов, Ружа Халаша, Светолик Илијћ, Иван Вранић и Славко Кеврешан а захвалнице: Зоран Зековић, Јасна Чанадановић-Брунет, Вера Ђирин-Новта, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Природно-математички факултет, Депарتمان за хемију, Нови Сад и Технолошки факултет, Нови Сад.

Након свечане седнице Скупштине СХД-Хемијског друштва Војводине одржана је редовна годишња скупштина Друштва.

**Славко Кеврешан**



### ОДРЖАН ЈЕ 19. СЕМИНАР АПРИЛСКИ ДАНИ

Дана 29. и 30. априла 2008. године одржан је, деветнаести по реду, Семинар за наставнике и професоре хемије у основним и средњим школама Србије. Термин за одржавање овог семинара био је, по традицији, током званичног Пролетњег једнонедељног (Ускршњег) распуста који постоји у основним и средњим школама, на основу одлуке Министарства просвете Републике Србије за ову школску годину.

Овај 19. Семинар углавном је био, по тематици, посвећен како проблемима наставе ХЕМИЈЕ у школама, тако и, још више, иновацијама знања наставника и професора хемије.

Номинални организатори Семинара били су: Српско хемијско друштво, Хемијски факултет Универзитета у Београду (у чијим се просторијама Семинар одвијао).

Реални, технички организатор Семинара био је почетлани одбор следећег састава: проф. др Ратко М. Јанков (председник, шеф Катедре за биохемију), ванредни професор др Драгица Шишовић (са Катедре за наставу хемије), мр Војин Крсмановић (стручни сарадник са Катедре за примењену хемију), Владимир Вукотић, професор у ОШ "Старина Новак" и мр Наталија Половић (асистент са Катедре за биохемију). Ове колегинице и колеге биле су

и нека врста домаћина током активних радних дана семинара. Веома драгоцен, као особа без које се не може, била је Вера Ступљанин, службеница из канцеларије Српског хемијског друштва.

Током два дана на семинару је учествовало (пријављених) 584 учесника са плаћеном котизацијом од 1000 динара, и то како наставника из основних школа, тако и средњошколских професора. Овај број је знатно већи од броја учесника на претходним семинарима који су били максимално посећени (до 250 регистрованих односно 280 присутних учесника). Ове године око 100 учесника није се благовремено пријавило већ су само дошли на Семинар. Успели смо да и за њих обезбедимо књижице са програмом Семинара и изводима из предавања.

Ове године било је укупно осам предавања, од чега су два била наставе хемије, а осталих шест из новијих трендова у хемији или "хемијски општеобразовно". Листа тема и предавача дата је у броју 2 (2008) *Хемијској ирејледа*.

Мишљење учесника Семинара, изречено у паузама између предавања као и током колегијалног дружења (првог дана семинара), јесте да су предавања и одбором и квалитетом ове године била веома добра, што важи, као оцена, и за низ претходних (исто тако добрих) година.

**Ратко М. Јанков**