

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

Годиште 38.

број 1-2

Издаје

СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3228-583

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК

Станимир Р. Арсенијевић

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

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Никола Благојевић, Драгомир Виторовић, Иван Гутман, Милосав Драгојевић, Војислав Илић, Јован Јовановић, Славко Нешић, Владимир Павловић, Владимир Рекалић, Слободан Рибшикар, Момчило Ристић (председник), Љубиша Ристовић, Миленко Ђелап, Живорад Чековић, Миленко Шушић.

Годишња претплата за чланове 30 д., за пензионере 15 д., за студенте и ученике 15 д., за радне организације 100 д., за иностранство 30 долара. Претплату прима Српско хемијско друштво, Београд, Карнегијева 4/III Жиро рачун 40803-678-0-5738.

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

САДРЖАЈ

1. Свечана годишња скупштина Српског хемијског друштва (22. новембра 1996. године). Поздравна реч почасног председника Друштва, проф. др **Драгомира Виторовића** _____ 3
 2. **Иван Гутман и Радивој Николајевић**, Методичка обрада појма активитета у настави хемије у средњој школи _____ 5
 3. **И.И. Тимофејева, А. М. Маричић и М. М. Ристић**, Аморфне легуре и њихова електрична својства _____ 10
 4. **Ју. Н. Кукушкин**, Хартија и оловка _____ 20
 5. **Јован Вучетић и Кристина Гопчевић**, Јони и здравље човека _____ 24
 6. **Драгутин М. Дражић**, Запажања једног уредника научног часописа _____ 29
 7. **Живорад Чековић**, Нобелова награда за хемију за 1996. годину додељена је за откриће фулерена _____ 34
 8. **Слободан Младеновић и Станимир Константиновић**, Нобелова награда за хемију за 1957. годину додељена је Шкотланђанину Лорду Тоду за рад на нуклеотидима и нуклеинским киселинама 36
 9. **Александар Ш. Толић**, Упоредни преглед истраживачких активности у солвентној екстракцији у периоду 1980-1993 _____ 40
 10. **А. Маринковић, А. Антић-Јовановић, Д. С. Пешић и Ј. Савовић**, Прилог спектрохемијској терминологији. II. Атонске апсорпциона спектрометрија _____ 43
- БЕЛЕШКЕ**
- Занимљивости из хемије** _____ 28

CHEMICAL REVIEW

Volume 38

NUMBER 1-2

Editor in chief

STANIMIR ARSENIJEVIĆ

SERBIAN CHEMICAL SOCIETY

Karnegijeva 4

Belgrade/Yugoslavia

ХИМИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Том 38

№ 1-2

Ответственный редактор

СТАНИМИР АРСЕНИЕВИЧ

СЕРБСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Карнегиева 4

Белград/Югославия

CONTENTS

1. **The Formal Assembly of the Serbian Chemical Society (Novembar 22, 1996) The welcoming speech of the President of the Society, Prof. Dr. Dragomir Vitorović** 3
 2. **Ivan Gutman and Radivoj Nikolajević, Methodology of Teaching the Concept of Activity in Secondary Schools** 5
 3. **I. I. Timofeyeva, A.M. Maričić, M.M. Ristić, Amorphous Alloys and Their Electrical Properties** 10
 4. **Yu. N. Kukushkin, Paper and Pen** 20
 5. **Jovan Vučetić, Kristina Gopčević, Ions and Human Health** 24
 6. **Dragutin M. Dražić, Experience of an Scientific Journal Editor** 29
 7. **Živorad Čeković, Nobel Prize for Chemistry in 1996. was Awarded for Fullerenes Discovery** 34
 8. **Slobodan Mladeno vić, Stanimir Konstantinović, Nobel Prize in Chemistry 1957: Alexander Robertus Todd** 36
 9. **Aleksandar S. Tolic, Comparative Survey of Research Activities in Solvent Extraction During 1980-1993** 40
 10. **M. Marinković, A. Antić-Jovanović, D. S. Pešić and J. Savović, A Contribution to Spectrochemical Terminology. II. Atomic Absorption Spectrometry** 43
1. NOTES
- Interesting Items in Chemistry 28

СОДЕРЖАНИЕ

1. Торжественное заседание Сербского химического общества (22 ноября 1996 г). Приветственное слово почетного президента Общества проф. д-ра Драгомира Виторовича 3
 2. **Иван Гутман и Радивой Николаевич, Методологическая обработка понятия “активность” при преподавании в средней школе** 5
 3. **И.И. Тимофеева, А.М. Маричич и М.М. Ристич, Аморфные сплавы и их электрические свойства** 10
 4. **Ю.Н. Кукушкин, Бумага и карандаш** 20
 5. **Йован Вучетич и Кристина Гопчевич, Ионы и здоровье человека** 24
 6. **Драгутин М. Дражич, Замечания одного редактора научного журнала** 29
 7. **Живорад Чекович, Нобелевская премия за химию за 1996 год присуждена за открытие фуллерена** 34
 8. **Слободан Младенович и Станимир Констатинович, Нобелевская премия за химию за 1957 год присуждена Шкотландцу Лорду Тоду за достижения в области нуклеотидов и нуклеиновых кислот** 36
 9. **Александр Ш. Толич, Сравнительный обзор исследовательских активностей экстракции растворителем в течение 1980–1993 гг.** 40
 10. **М. Маринкович, А. Антич-Йованович, Д. С. Пешич и Й. Савович, К спектрохимической терминологии. II. Атомная абсорбционная спектрохимия** 43
1. ЗАМЕТКИ
- Занимательная химия 28

СВЕЧАНА ГОДИШЊА СКУПШТИНА СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА, 22. НОВЕМБРА 1996. (СВЕЧАНА САЛА САНУ)

ПОЗДРАВНА РЕЧ ПОЧАСНОГ ПРЕДСЕДНИКА ДРУШТВА, ПРОФЕСОРА ДР ДРАГОМИРА ВИТОРОВИЋА

Сакупили смо се данас да све чано, а и радно, обележимо 99. годишњицу Српског хемијског друштва. Дозволите ми да вам најпре пренесем топле поздраве председника Друштва, проф. Јована Јовановића, који ме је због службене одсутности и тромесечног боравка у Немачкој замолио, као једног од почасних председника, да га на овој Скупштини заменим.

Поздрављам вас све са захвалношћу што својим присуством увеличавате овај свечани тренутак. Дозволите ми да посебно поздравим академика Александра Деспића, председника Српске академије наука и уметности, с молбом да пренесе захвалност Академији за гостопримство које ево већ неколико година она указује СХД при одржавању свечаних годишњих скупштина. Наравно, ми не губимо из вида да је садашњи председник САНУ деценијама био, а и сада је још увек, један од стубова СХД и његов почасни председник.

Поздрављам и друге поштоване госте који присуствују нашој Свечаној годишњој скупштини, представнике факултета, института, сродних друштава из Србије и Црне Горе, индустријских предузећа, наших спонзора и свима им захваљујем што су нам се у овој прилици придружили.

Данашњи дан, можемо слободно рећи, у извесном смислу се може сматрати врло важним историјским тренутком у животу СХД. Јер, 99. годишњица сама по себи импресиван је догађај, а то је тим више што је, по природи ствари, годишњица на самом прагу великог јубилеја СХД, његове Стогодишњице.

Чињеница да су различите манифестације СХД подржане од тако великог броја људи, као данас, у новије време заиста је својеврсни феномен. Јер, многи око нас се брину како да обезбеде аудиторјум или кворум за разне скупове, а на скуповима нашег Друштва дешава се, као недавно на седници УО, да се једва може наћи довољно столица како би сви присутни могли да седну.

Захваљујући великој привржености и несебичној подршци и труду великог броја људи, Српско хемијско друштво је и могло да се развија, да постиже упечатљиве резултате и успехе и да постане оно што данас јесте.

Избегавајући лажну скромност, која би била неправедна према СХД, ја бих вам данас најкраће могућно говорио о две ствари:

- о 99 година Српског хемијског друштва, и
- о припремама за прославу Стогодишњице Друштва.

Најпре о прошлости.

Јесте ли до сада имали прилике да видите књижицу-брошуру о Српском хемијском друштву, о његовој историји, устројству и делатности, прву публикацију која је издата у оквиру издавачке делатности посвећене 100-годишњици Друштва? Ако нисте, узмите и прегледајте је. Верујем да се нећете разочарати у оно што је за 99 година постигнуто. Напротив, бићете сигурно задовољни, па, зашто да не, и поносни, 99-годишњим била сном Друштва, а најпосле и задовољни што сте и ви њему допринели. У ограничени обим ове књижице, на 92 стране, једва да је стало све оно што се као део историје СХД морало кратко поменути. Ретко се које друштво може сличним резултатима похвалити. Не можемо избећи а да и у овој свечаној прилици нешто не поновимо и посебно не истакнемо.

Као што знате, СХД је основано у Београду, 27. новембра 1897. године, дакле пре тачно 99 година. Оно је тако, по старости, постало десето хемијско друштво у свету! Још у деветнаестом веку одржано је 14 стручних састанака; 1904. је донет први статут и конституисано је председништво а за првог председника изабран је Марко Т. Леко; 1906. године одржан је 60. састанак, а до 1913. године одржане су још 33 седнице. Године 1930. почиње издавање научног часописа, Гласника хемијског друштва Краљевине Југославије. Тада је Друштво имало 149 чланова. Данас СХД има око 3000 чланова, 19 секција, и 16 подружница, од којих 3 чине и Хемијско друштво Војводине, које је у саставу СХД. У овој, 99. години, Друштво издаје већ 61. годиште свог научног часописа, некадашњег Гласника а сада часописа *Journal of the Serbian Chemical Society*, на енглеском, са међународним редакционим одбором, и то редовно 12 свезака годишње, при чему су у 1995. годишту објављена 142 рада, 322 домаћа и страна аутора на 1201 страници. Ове године Друштво издаје и 37. годиште часописа Хемијски преглед. И овај часопис излази редовно, са б

свезака годишње. Трећа публикација Друштва је информативни лист, Вести из Српског хемијског друштва, који се издаје од 1978. године и дистрибуира свим члановима Друштва. У послератном периоду Друштво је организовало 38 саветовања, 77 великих националних или међународних симпозијума, конгреса и других научних скупова, као и 23 летње школе, семинара, курсева или циклуса предавања. Друштво је посетило велики број најеминентнијих светских научника који су у њему држали предавања. Међу њима је до сада било 9 носилаца Нобелове награде. Друштво има богату библиотеку са око 750 монографија и 22000 свезака углавном ретких часописа.

Ово кратко помињање широке делатности и великих успеха СХД ризикује да не пружи праву слику о стварним резултатима и успесима Друштва. Међутим, да би се при читању сажете историје СХД ваљано оценила његова досадашња делатност, треба стварно замислити колико је напора и труда потребно да се уложи у остварење само једне од појединих поменутих акција, а да не говоримо о свима заједно. При томе треба имати у виду и чињеницу да су то све радили и раде чланови СХД апсолутно волонтерски, из чисте љубави према Друштву и племените жеље да се допринесе националној култури и напретку науке и струке. Уверени смо да се на основу такве анализе свако мора сложити с оценом да је СХД у данашњем времену својеврсни феномен. То је право предузеће у домену културе, науке и струке, предузеће атипичне продуктивности. Треба међутим и овом приликом истаћи да је СХД имало сталну подршку и конкретну помоћ великог броја покровитеља и добротвора, спонзора како се то данас каже, чија имена су са захвалношћу забележена у поменутој књижици, и без којих би Друштво, без обзира на одушевљење својих чланова, ипак било немоћно.

Овом приликом, такође са захвалношћу и задовољством, хоћу да истакнем да је домаћин - спонзор данашње Свечане годишње скупштине, наш пријатељ Славиша Панић, предузетник, власник предузећа „Таурунум”, који је до 1989. године, као студент Технолошко-металуршког факултета, неколико година био ангажован у разним активностима Друштва, а ето и данашњим гестом он је демонстрирао већ помињану приврженост Друштву, коју он, као и велики број других пријатеља Друштва, доказује.

Са таквим резултатима и у таквом расположењу, СХД дочекује своју Стогодишњицу и припрема се да је прослави како то и доликује Друштву са таквом традицијом и толиким плодовима успешног рада.

Жеља је Српског хемијског друштва да цела 1997. година буде јубиларна, година у знаку хемије у

најширем смислу те речи, година обележена првенствено у духу досадашње делатности Друштва, тј. у радном духу. У том смислу Друштво је још 1993. године изабрало иницијативни одбор, а касније, ове године, и Одбор за прославу Стогодишњице, на чијем челу је проф. Живорад Чековић, бивши председник Друштва. Овај Одбор припрема врло обиман програм прославе, чије основне елементе ћу вам укратко изнети.

Тако, у оквиру издавачке делатности посвећене Стогодишњици, већ је речено, издата је књижица о СХД, на српском и енглеском, која је послата у свет сродним друштвима и институцијама или појединим истакнутим научницима и пријатељима Друштва са позивом за учествовање у прослави. Затим, Друштво ће издати јубиларне свеске својих часописа *Journal of the Serbian Chemical Society* и Хемијског прегледа. У заједници са Музејом науке и технике припрема се издавање три мање књиге: превода књиге о Лавоазјеу, превода књиге о хемијским истраживањима Исака Њутна, и књиге „Двадесетдва века хемије” од Милутина Миланковића. Најзад, највећи издавачки подухват ће, надамо се, бити монографија „Историја хемије и хемијске индустрије у Србији”, која се увелико припрема. То ће бити књига од близу 1000 страна, подељена у преко 25 глава, које пише еминентних 45 аутора. Она треба да изађе из штампе до септембра 1997.

У заједници са МНТ, СХД за Стогодишњицу припрема велику изложбу „Хемија данас, хемија сутра”, у просторијама Галерије САНУ, Педагошког музеја и Галерије МНТ. Део изложбе ће бити посвећен и историји СХД. Даље, поводом Стогодишњице СХД, Београдски сајам организоваће велику сајамску манифестацију хемије и хемијске индустрије, подназивом „Свет хемије 97”.*

Жеља је Српског хемијског друштва да 1997. годину искористи и за широку усмену популаризацију хемије. Наравно, када се говори о хемији на њу се мисли у најширем смислу делатности СХД. Замисљено је да се то постигне великим бројем предавања, на прилагођеном популарном али високом нивоу, у току целе године, у школама, фабрикама, у подружницама широм Србије, у местима где Друштво нема подружница, на радију, телевизији... Жеља је, исто тако, да се оживи рад постојећих подружница и секција Друштва, али и да се оснују подружнице у местима где их нема. Друштво припрема и снимање пригодног филма посвећеног својој Стогодишњици.

Најзад, у периоду од 24. до 27. септембра 1997, у центру САВА, биће организоване централне свечаности, са свечаном академијом и годишњом скупштином Друштва, са низом предавања, по позиву, најистакнутијих наших и иностраних

* Покренута је и иницијатива за организовање раније одложеног Првог међународног конгреса Судената чисте и примењене хемије.

научника, међу којима ће бити и два нобеловца и неколико великих имена светске науке; уз то, биће припремљена научна саопштења и одабрани постери којима би се дао преглед о стању у нашим хемијским наукама у овом тренутку. Очекује се да ће завршним свечаностима присуствовати велики број гостију из света, представника хемијских друштава и сродних институција, почасних иностраних чланова и пријатеља СХД, али, што је најважније, очекује се и велики број чланова и пријатеља СХД из целе земље. Зато се, у оквиру централних свечаности, предвиђа и представљање поменутих књига, монографије и јубиларних свезака часописа, представљање специјалне марке посвећене Стогодишњици Друштва о чему је ПТТ Србије већ донело одлуку, отварање изложбе и сајма, биће организована једна екскурзија, као и свечана вечера.

Саопштавајући вам овај оквирни програм обележавања сто година постојања Друштва, позивамо вас да овај програм подржите и да својим примедбама, саветима, предлозима, активним учешћем и ма којом и коликом врстом помоћи допринесете да се садржајним, достојанственим и свечаним обе-

лежавањем Стогодишњице на што бољи начин одужимо како оснивачима Друштва с краја деветнаестог века, тако и свима онима који су деценијама учествовали у његовом раду и унапређивали га, омогућивши му да постане оно што представља данас.

Хвала вам.

По програму данашње Свечане годишње скупштине, имаћемо сада задовољство да саслушамо предавања два наша прошлогодишња лауреата, носиоца медаље СХД за 1995. годину, носиоца медаље за трајан и изванредан допринос науци, академика Драгутина Дражића, и носиоца медаље за прегалаштво и успех у науци, доцента др Радомира Саичића.

Наслов предавања академика Драгутина Дражића је:

„Утицај адсорпционих јојава на електрохемијске процесе”

а наслов предавања др Радомира Саичића:

„Секвенционе слободно-радикалске реакције: анелације циклоиенџианових деривата”.

ИВАН ГУТМАН, Природно-математички факултет, Крагујевац
РАДИВОЈ НИКОЛАЈЕВИЋ, Техничка школа „Јован Вукановић”, Нови Сад

МЕТОДИЧКА ОБРАДА ПОЈМА АКТИВИТЕТА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ У СРЕДЊОЈ ШКОЛИ

Активитет се у оквиру наставе хемије у средњој школи уопште не помиње или се само помиње без објашњења о чему се у ствари ради. На тај начин, појам активитета (посебно активитета јона у раствору) је за ученике средње школе непознат или потпуно нејасан. У овом чланку размотрићемо могућност да се овај појам, на ограничен или коректан и ученицима разумљив начин, обради у оквиру додатне наставе хемије.

Активитет јона је један од најважнијих појмова теорије јаким електролита и електрохемије. Активитет, између осталог, игра кључну улогу у свим применама закона о дејству маса на хемијске равнотеже у растворима електролита (укључујући константе дисоцијације киселина и база, производ растворљивости, јонски производ воде и сл.) те код електродних потенцијала (посебно у вези стандардних електродних потенцијала, Нернстове једначине и сл.). Све ово се обрађује у средњошколској настави опште хемије и физичке хемије па појам активитета не може (или тачније: не би смео) да се у потпуности заобиђе.

Ученици у хемијском кабинету знатно чешће се срећу са јаким електролитима (претежно са киселинама и базама), док од слабих електролита познају само неке представнике (амонијак, сирћетну киселину). У наставној пракси смо имали прилике да чујемо питање, да ли се законитости које важе за слабе електролите односе и на јаке. На одречан одговор бољи ученици показују интересовање за теоријско тумачење својстава јаким електролита. Да би се они организовано упознали са основама овог занимљивог и сложеног питања, предлагемо да се један час додатне наставе посвети појму активитета јона.

Пре него што пређемо на излагање нашег методичког приступа овом проблему, размотримо како је активитет обрађен у постојећим уџбеницима хемије за средње школе.

Активитет у јојстојећим средњошколским уџбеницима хемије и физичке хемије

Прегледом одговарајућих средњошколских уџбеника утврдили смо да аутори проблеме обраде активитета приступају на два начина:

1. У неким уџбеницима^{1, 2, 3} активитет се уопште не спомиње. У свим једначинама у којима би требало да фигурише активитет (конкретно: у изразима за константу равнотеже, константе дисоцијације киселина и база, јонски производ воде и рН) уместо активитета се налази концентрација.

2. Неки уџбеници^{4,5} помињу активитет али не објашњавају шта је то, остављајући ученицима да нагађају шта се крије иза овог појам и какво је његово стварно значење. Тако, на пример, у уџбенику⁴ за прехранбену и пољопривредну структуру аутори пишу:

„Према SI-систему, рН се дефинише као негативни логаритам активитета протона: $pH = -\log a(H^+)$. Раствори у којима је концентрација H^+ јонова мања од $0,01 \text{ mol/dm}^3$ имају једнак активитет H^+ јонова и концентрација H^+ јонова. Код раствора који су концентрованији од $0,01 \text{ mol/dm}^3$, рН се изражава преко активитета водоничних јона”.

То је све што се тамо може наћи о активитету. У уџбенику физичке хемије⁵ аутори после обраде хемијске равнотеже и извођења израза за константу равнотеже кажу следеће:

„Када се жели већа тачност, онда у једначини за константу равнотеже уместо концентрације треба писати активности (активне масе). Активност је дата изразом: $a = f \cdot c$, где је f - фактор активности”.

Наведене две реченице је све што у уџбенику⁵ пише о активитету.

Активитет у хемијској термодинамици: да се њоде сећимо

Средњошколско знање хемије, а посебно физичке хемије и термодинамике, није довољно да би се иоле строжије дефинисао активитет. Зато ћемо се у овом одељку подсетити неких чињеница које се, иначе, изучавају о оквиру универзитетских курсева *Физичке хемије* или *Хемијске термодинамике*.

Пођимо од неких основних термодинамичких дефиниција:

Посматрајмо физичко-хемијски систем чија је (термодинамичка) температура T , у коме делује притисак P и који садржи више хемијских супстанци (рецимо четири), означених са A , B , C и D . Број молекула ових супстанци означаћемо са n_A , n_B , n_C , n_D . Ако у нашем систему могу да се одигравају хемијске реакције (између супстанци A , B , C и D) онда параметри n_A , n_B , n_C , n_D представљају променљиве величине.

Нека је H енталпија (топлотни садржај) а S ентропија система. Тада је *Гибсова енергија* дефинисана изразом

$$G = H - T \cdot S$$

Ако су притисак и температура константни, тада у сваком спонтаном процесу који се у систему дешава (на пример, у свакој спонтаној хемијској

реакцији) Гибсова енергија мора да се смањује. У стању (хемијске) равнотеже Гибсова енергија достиже минималну вредност.

Гибсова енергија је функција параметара P , T , n_A , n_B , n_C , n_D . Зависност Гибсове енергије од броја молекула неке од присутних супстанци (рецимо B) описујемо парцијалним изводом.

$$\mu_B = \frac{\partial G}{\partial n_B}$$

који се назива „хемијски потенцијал” (супстанце B). Хемијски потенцијали спадају међу најважније величине хемијске термодинамике.

Претпоставимо да је наш систем раствор. Нека је B једна од растворених супстанци и нека је њена концентрација означена са c_B . [Напомињемо да се у хемијској термодинамици уместо концентрације, тј. броја молекула растворене супстанце у јединичној запремини раствора, радије употребљава такозвани молалитет, који представља број молекула растворене супстанце у јединичној маси растварача. У овом чланку ми ћемо резултате ипак изражавати преко концентрације, будући да су наши хемичари навикли да раде са концентрацијама а не са молалитетима. Уосталом, за разблажене водене растворе концентрација и молалитет имају врло блиске бројчане вредности (али се разликују у димензијама!).]

Под одређеним условима хемијски потенцијал растворене супстанце B задовољава једначину:

$$\mu_B = \mu_B^{\circ} + RT \ln \left(\frac{c_B}{c_B^{\circ}} \right) \quad (1)$$

где је c_B° такозвана стандардна концентрација која се договорно бира да буде једнака 1 mol dm^{-3} . Величина μ_B° се назива стандардни хемијски потенцијал. То је онај хемијски потенцијал који има супстанца B када јој је концентрација једнака стандардној концентрацији.

Будући да је бројчана вредност стандардне концентрације једнака јединици, уместо формуле (1) можемо писати

$$\mu_B = \mu_B^{\circ} + RT \ln c_B \quad (2)$$

при чему не смемо заборавити да је величина која се логаритмује у ствари бездимензионална.

За раствор у којем све растворене супстанце задовољавају једнакости типа (2) кажемо да је „идеалан”. Идеалних раствора у стварности нема, већ постоје реални раствори у којима су једнакости типа (2) задовољене као прилично добре апроксимације. Такви су, на пример, разблажени водени раствори шећера или слабих електролита (амонијска или сирћетне киселине).

Из релације (2) се могу извести многе важне последице, од којих је ученицима средњих школа најпознатији закон о дејству маса (то јест израз за константу равнотеже).

Невоља је у томе да су у случају раствора јаких електролита одступања од релације (2) драстично велика. Да се не бисмо морали одрећи низа лепих и јако важних резултата који се из овог услова изводе, уводимо једну погодну изабрану величину, означену са a_B , која по дефиницији задовољава услов

$$\mu_B = \mu_B^\circ + RT \ln a_B \quad (3)$$

Једначина (3) важи (по дефиницији) за све растворе, укључујући и растворе електролита. Величина a_B која фигурише у једначини (3) назива се „*активност*” (у датом случају то је активитет супстанце В). Дакле, активитет је дефинисан као величина која тачно задовољава једначину (3). Ако се то некоме више свиђа, можемо рећи да је активитет (супстанце В) дефинисан као

$$a_B = \exp[(\mu_B - \mu_B^\circ) / RT] \quad (4)$$

У једначинама (3) и (4), μ_B° је даље означава стандардни хемијски потенцијал, али сада је то онај хемијски потенцијал који има супстанца В када јој је активитет једнак јединици.

Величина дефинисана једначинама (3) или (4) је, у ствари релативни активитет (супстанце В). Постоји и апсолутни активитет, који нас овде неће занимати. Приметимо да је активитет **бездимензионална величина**, детаљ који многим хемичарима (па и писцима уџбеника) није познат.

Активитет се понекад назива „активност” или „активна маса”.

И највећи оптимисти ће морати признати да наведена дефиниција активитета није приступачна ученицима средњих школа. Зато је потпуно разумљиво што писци средњошколских уџбеника избегавају да чак и помену овај тако сложен појам из хемијске термодинамике.

Сврха увођења активитета је следећа. Све формуле које се могу извести за идеалне растворе (изрази за константу равнотеже, константе дисоцијације киселина и база, производ растворљивости, јонски производ воде, електродне потенцијале и др.) задржавају своје важење и у случају раствора јаких електролита произвољне концентрације, ако се у њих уместо концентрације унесе активитет.

Вега активитета и концентрације формално се остварује преко „*кофицијента активности*” f . дефинисаног тако да је $a_B = f_B c_B$

Јасно је да су у идеалним растворима коефицијенти активитета једнаки јединици. Код раствора чије понашање мало одступа од идеалног, коефицијенти активитета су блиски јединици.

Такав је, на пример, случај, са јако разблаженим растворима јаки електролита.

Следећи пример⁶ има за циљ да илуструје до које мере се активитети јаких електролита разликују од концентрација. Наводимо средње (експериментално одређене) коефицијенте активитета за H^+ и Cl^- јонове у воденим растворима хлороводоничне киселине различитих концентрација.

концентрација HCl [mol dm ⁻³]	средњи коефицијент активитета HCl
0,0005	0,975
0,001	0,965
0,005	0,928
0,01	0,904
0,05	0,830
0,1	0,796
0,5	0,757
1,0	0,809
1,9	1,009
3,7	1,762
5,4	3,22
6,9	5,90
8,3	10,44
9,6	17,25
10,9	27,3
11,9	42,4

Видимо да се коефицијент активитета приближава јединици када је раствор веома разблажен. За растворе већих концентрација коефицијент активитета може бити како мањи тако и већи од јединице. До данас није нађен задовољавајући теоријски опис зависности активитета од концентрације, чак ни у тако једноставним системима као што је раствор хлороводоничне киселине.

Више о активитету, његовом експерименталном одређивању, теоријским моделима помоћу којих се он може (макар приближно) израчунати, факторима од којих зависи и сл. може се наћи у уџбеницима физичке хемије, хемијске термодинамике и електрохемије.

Како обрадити појам активностита у настави хемије у средњој школи

Одмах да истакнемо да се наш предлог односи на **додатну** наставу хемије, која је усмерена према бољим и за хемију заинтересованим ученицима. Ако се активитет уопште и буде помињао у оквиру редовних предавања, било би коректно рећи ученицима да је то један тежак појам за чије су дефинисање и разумевање потребна знања која се стичу тек на универзитету.

На додатној настави појму активитета јона у раствору методички би се могло приступити на следећи начин.

Пођимо од свима познатог случаја када се закон о дејству маса примењује на једну хемијску равнотежу. Узмимо пример који је ученицима познат из редовне наставе - добивање етил-естра сирћетне киселине (етил-ацетата) из сирћетне киселине и етанола:



и напишимо одговарајућу константу равнотеже:

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = K_c \quad (6)$$

где $c(X)$ означава концентрацију супстанце X .

Објаснимо ученицима да једначина (6) показује да без обзира на састав полазне смеше супстанци (сирћетне киселине и етанола или етил-ацетата и воде), реакција (5) тече било лева надесно или десно на лево све док одговарајуће четири концентрације не достигну вредност која задовољава једначину (6). У том тренутку реакција (5) се зауставља (или тачније: тече истом брзином у оба смера) и успоставља се (динамичка) хемијска равнотежа. У стању равнотеже (на некој одређеној температури) четири концентрације које фигуришу у једначини (6) могу да имају различите вредности, али увек такве да израз на левој страни формуле (6) има исту бројчану вредност која одговара константи равнотеже K_c .

Све до сада речено требало би да је од раније познато ученицима.

Затим треба додати следеће: Тврдња да у стању равнотеже израз на левој страни формуле (6) има увек исту бројчану вредност није сасвим тачна. Мерења показују да се овај израз за различите саставе равнотежне смеше донекле разликује. Те разлике нису велике и не чинимо велику грешку ако их занемаримо.

Размотримо сада једну хемијску равнотежу у којој учествују јони. Нека то буде оксидација јодида водоник-пероксидом:



за коју константа равнотеже (према ономе што већ знамо) гласи:

$$\frac{c(\text{I}_2) \cdot c(\text{OH}^-)^2}{c(\text{I}^-)^2 \cdot c(\text{H}_2\text{O}_2)} = K_c \quad (8)$$

Мерења показују да у овом случају (као и свим другим реакцијама у којима учествују јони) за различите саставе равнотежне смеше лева страна формуле (8) нема увек исту вредност. Те разлике у вредности „константе” K_c могу бити прилично велике. Додатну тешкоћу представља то што вредност K_c у формули (8) зависи и од тога да ли су у воденом раствору присутни и неки други јони. На пример, ако у раствор у коме је успостављена равнотежа (7) додамо натријум-сулфат - једињење које даје јоне Na^+ и SO_4^{2-} , од којих ни један не учествује у реакцији (7) - вредност „константе” равнотеже K_c ће се значајно променити.

То значи да се закон о дејству маса, у облику у којем фигуришу концентрације (као у формулама

(6) и (8)), у случају јонских реакција може применити само као доста груба апроксимација. Код хемијских прорачуна у којима се захтева веће тачност хемичари се сналазе на следећи начин:

Математички облик закона о дејству маса се задржава, али се уместо концентрација употребљава једна друга величина која се назива „активитет”. Тада, на пример, једначина (8) добија следећи облик:

$$\frac{a(\text{I}_2) \cdot a(\text{OH}^-)^2}{a(\text{I}^-)^2 \cdot a(\text{H}_2\text{O}_2)} = K_a \quad (9)$$

при чему $a(X)$ означава активитет супстанце X . Активитети се бирају тако да у стању равнотеже лева страна једначине (9) има увек исту вредност, једнаку константи равнотеже K_a . Чак и ако раствору додамо неку другу супстанцу (на пример, натријум-сулфат), лева страна једначине (9) задржаће своју претходну вредност, тј. K_a .

У веома разблаженим растворима активитет неког јона је бројчано једнак концентрацији. Што је концентрација раствора већа, разлика између активитета и концентрације постаје све већа.

Сада можемо одговорити на питање постављено на почетку овог чланка, наиме да ли законитости које важе за слабе електролите могу да се примене и најаче.

У случају слабих електролита највећи број растворене супстанце је у облику недисосованих, дакле ненаелектрисаних молекула. Већи степен дисоцијације достиже се само ако је раствор веома разблажен. У оба случаја концентрација јонова, насталих услед дисоцијације слабог електролита, је мала. Тада су активитети бројчано врло блиски концентрацијама. Због тога је за растворе слабих електролита употреба концентрација уместо активитета потпуно оправдана, и то се у пракси редовно и чини.

У случају јаких електролита у раствору су присутни само јони и зато је њихова концентрација велика. Тада се активитети и знатно разликују од концентрација и (осим у случају веома разблажених раствора) једноставне законитости које важе за слабе електролите су битно нарушене. Примена ових законитости на јаче електролите мора се сматрати грубом апроксимацијом и сме се чинити само уз потребне мере опреза.

На активитет једног јона утиче не само концентрација тога јона, него и концентрација свих других јона у раствору. Зависност активитета једног јона од хемијског састава и концентрације раствора је веома сложен проблем који ни до данас није на задовољавајући начин решен. То практично значи да не знамо да израчунамо активитет једног јона у раствору ако знамо концентрацију тога јона и концентрацију свих осталих јона. Постоје, међутим,

разне теорије које омогућавају да се активитет израчуна приближно, нарочито у случају разблажених раствора. Од тих теорија посебно треба поменути ону коју су у двадесетим годинама овог века развили велики холандски физикохемичар Петер Дебај и немачки научник Ерих Хикел (Peter Debye, Erich Hückel).

С друге стране, активитети јона у раствору могу се експериментално одређивати. За то постоји велики број поступака, од којих треба истаћи оне засноване на мерењу електромоторне силе односно електродних потенцијала.

На крају треба поставити следеће питање: Зашто је формула (6) врло добра, а формула (8) знатно мање добра апроксимација?

Да бисмо одговорили на ово питање уочимо прво да су све супстанце које учествују у реакцији (5), а чије се концентracије појављују у једначини (6), састављене од ненаелектрисаних молекула. Између тих молекула постоје међумолекулске привлачне и одбојне силе, али оне су релативно слабе. Због тога се електронеутрални молекули крећу у раствору у великој мери независно једни од других.

С друге стране, у реакцији (7) учествују наелектрисане честице, за које се зна да једна на другу делују веома снажним електростатичким привлачним и одбојним силама. Иако се јони у раствору крећу хаотично, њихов међусобни распоред ипак није сасвим произвољан. У близини сваког јона налази се (у просеку) више јона супротног него истоименог наелектрисања. То значи да је сваки јон у раствору окружен јонима супротног знака који образују такозвани „јонски облак” или „јонску атмосферу”. Услед тога покретљивост јона је смањена, тј. кретање једног јона у раствору јако утиче на кретање околних јона. Другим речима, јони у раствору веома „осећају” присуство свих других јона. Тако, на пример, на понашање јодидних и хидроксидних јона (који учествују у реакцији (7)) веома утичу сулфатни и натријумови јони, иако они у реакцији (7) не учествују. Што је раствор разблаженији то су јони у њему на већем просечном растојању једни од других. У врло разблаженим растворима јони (због велике међусобне удаљености) слабо делују једни на друге и тада се и на јонске равнотеже могу применити формуле типа (8). У концентрованијим растворима међусобна дејства јона су толико јака да долази до значајних одступања од важења формула типа (8). У таквим растворима, посебно ако желимо постићи

високу тачност, морамо примењивати формуле типа (9).

На крају би ваљало неизоставно напоменути да су многи детаљи у вези активитета остали (и морали остати) недоречени. Ученици који желе да више сазнају о необичним и до данас недовољно разјашњеним особинама раствора електролита треба или да се одлуче за студије природних наука или да погледају у неки универзитетски уџбеник.

A b s t r a c t

METHODOLOGY OF TEACHING THE CONCEPT OF ACTIVITY IN SECONDARY SCHOOLS

Ivan Gutman and Radivoj Nikolajević

Faculty of Science, University of Kragujevac, Kragujevac, Yugoslavia, and Technical School „Jovan Vukanović”, Novi Sad, Yugoslavia

In the existing textbooks for secondary schools, the activity of ions in solutions is either not mentioned at all or is mentioned, but without any explanation. Here a method is proposed how the concept of activity can be presented to students of secondary schools, in a correct, yet understandable manner. The basic thermodynamic notions, on which the concept of activity is based, are briefly repeated.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Isaković, Lj. Lukić, M. Isaković, N. Panajotović, *Opšta i neorganska hemija za I razred hemijsko-tehnološke grupe struka i metalurške struke*, Naučna knjiga, Beograd, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1992, str. 172, 176, 177.
2. S. Đukić, R. Nikolajević, M. Šurjanović, *Opšta hemija za I razred srdenje škole*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1995, str. 81, 99, 101, 117.
3. M. Rakočević, R. Horvat, *Opšta hemija za I razred srednje škole*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 1994, str. 95, 121-122.
4. S. Grujić, N. Mošorinski, A. Jokić, M. Pešić, *Hemija za I i II razred usmerenog obrazovanja prehrambene struke i za I razred usmerenog obrazovanja poljoprivredne struke*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1987, str. 84.
5. S. Uvodić-Karadžić, M. Marković, *Fizička hemija za III i IV razred srednje škole (područje rada hemije i nemetali)*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 1995, str. 78.
6. V. Simeon, *Termodinamika*, Školska knjiga, Zagreb, 1980, str. 303.

**И.И.ТИМОФЕЈЕВА, Институт за проблеме науке о материјалима Националне академије наука Украјине, Кијев (Украјина),
А.М.МАРИЧИЋ И М.М.РИСТИЋ, Здружена лабораторија за материјале Српске академије наука и уметности, Београд**

АМОРФНЕ ЛЕГУРЕ И ЊИХОВА ЕЛЕКТРИЧНА СВОЈСТВА

У последње време посебна пажња посвећује се проучавању структуре и физичких својстава металних легура које се добијају ултрабрзим хлађењем течних распеја и имају аморфну структуру. Такви материјали, које карактерише ближи поредак узајамног распореда атома, називају се и металним стањима по аналогији са структуром неорганских стакала. Неуређени распоред атома у структури металних стакала условљава да ови материјали имају специфична механичка, електрична и магнетна својства [35].

У овом раду изложени су основни принципи добијања аморфних легура, а размислени су и механизам њихове кристализације, односно специфичности електричних својстава ових материјала.

1. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ДОБИЈАЊА АМОРФНИХ ЛЕГУРА

Аморфни метали се у принципу могу добити на три начина:

- кондензацијом метала из парне фазе,
- ултрабрзим хлађењем течног метала, и
- увођењем дефеката у метални кристал.

Механизми и услови аморфизације у сва три случаја су различити (сл. 1) [1].

Данас се за добијање аморфних легура највише користи метода ултрабрзог хлађења ("замрзавања" структуре) растопа. Она се састоји у томе што се растоп хлади много већом брзином него што је брзина при којој се остварује термодинамички равнотежно стање када растоп кристалише на температури T_m . Тада долази до подхлађења растопа

који отврдњава на температури T_g , која се назива температуром остакљивања. Уколико температурски интервал између T_g и T_m није велики таква се легура лако аморфизује. Поред тога, ако вискозитет подхлађеног растопа јако зависи од температуре, са снижењем температуре вискозитет може веома да порасте, па је у том случају лако добити аморфну легуру.

Способност дате легуре да се аморфизује у принципу се може ценити по критичној брзини хлађења R_c . Међутим, треба указати да на величину R_c утичу различити фактори, од којих су најважнији - температурска зависност вискозитета подхлађеног растопа и скривена топлота топљења ΔH_c^m . Вредности критичних брзина хлађења R_c неких легура дате су у таб. I. [1]. У принципу вредности R_c треба да буду веће од $10^2 - 10^3$ K/s. За силикатно стакло критична брзина хлађења износи $10^{-2} - 10^{-1}$ K/s, док је за чисте метале R_c изузетно велико ($10^{10} - 10^{12}$ K/s), па је зато њихова аморфизација јако отежана.

Способност метала и легура да се аморфизују зависи и од њиховог хемијског састава.

Таб. I. Карактеристичне температуре и критичне брзине хлађења при којима се одиграва аморфизација при каљењу растопа неких легура

Legura	T_m (K)	T_g (K)	$T_m - T_g$	T_g/T_m	P (K/s)
Ni	1725	425	1300	0,25	$3,0 \times 10^{10}$
Fe ₉ B ₉	1628	600	1028	0,37	$2,6 \times 10^7$
Fe ₈₉ B ₁₁	1599	640	959	0,40	$3,0 \times 10^7$
Te	723	290	433	0,40	$3,2 \times 10^6$
Au _{77,8} Ge _{13,8} Si _{8,4}	629	293	366	0,47	$7,4 \times 10^5$
Fe ₈₃ B ₁₇	1448	760	688	0,52	$1,0 \times 10^6$
Fe _{41,5} Ni _{41,5} B ₁₇	1352	720	632	0,53	$3,5 \times 10^5$
Co ₇₅ Si ₁₅ B ₁₀	1343	785	608	0,56	$3,5 \times 10^5$
Ge	1210	750	460	0,62	$5,0 \times 10^5$
Fe ₇₉ Si ₁₀ B ₁₁	1419	818	601	0,58	$1,8 \times 10^5$
Ni ₇₅ Si ₈ B ₁₇	1340	782	558	0,58	$1,1 \times 10^5$
Fe ₈₀ P ₁₃ C ₇	1258	736	522	0,59	$2,8 \times 10^4$
Pt ₆₀ Ni ₁₅ P ₂₅	875	500	375	0,57	$4,0 \times 10^3$
Pd ₈₂ Si ₁₈	1071	657	414	0,61	$1,8 \times 10^5$
Ni _{82,4} Nb _{37,6}	1442	945	497	0,66	$1,4 \times 10^5$
Pd _{77,5} Cu ₆ Si _{16,5}	1015	653	362	0,64	320
Pd ₄₀ Ni ₄₀ P ₂₀	916	602	314	0,66	120

При добијању аморфних легура методом брзог каљења растопа у металној матрици образују се

микрообласти са добро уређеном структуром, такозвани "замрзнути" центри кристализације (нуклеуси). Услед разлике молских запремина легуре у кристалном и аморфном стању на граници раздела нуклеус-аморфна матрица јављају се еластична напрезања.

За добијање легуре у аморфном стању при каљењу из растопа неопходно је остварити услове, који спречавају процес кристализације.

За одређивање брзине хомогеног образовања кристала I и линеарне брзине раста кристала U користе се релације [2]:

$$I = \frac{N_0 D}{a_0} \exp\left(\frac{-A_k}{RT}\right) \quad (1)$$

$$A_k = \frac{16 \pi \sigma^3 V_m^2}{3 \Delta G^2} \quad (2)$$

$$U = \frac{D}{a_0} \left[1 - \exp\left(-\frac{DG}{RT}\right) \right] \quad (3)$$

где је A_k - рад образовања нуклеуса критичних димензија; N_0 - број атома у јединици запремине; D - коефицијент дифузије; a_0 - пречник атома; σ - површински напон; V_m - молска запремина; DG - разлика слободних енергија између аморфне и кристалне фазе.

Сл. 2. Температурска зависност брзине образовања нуклеуса I и брзине раста кристала U у аморфном гвожђу (1,3) и аморфној легури Fe₈₀B₂₀ (2,4)

Резултати прорачуна I(T) и U(T) за аморфно гвожђе и легуру Fe₈₀B₂₀ приказани су на сл. 2, где је T_p температура равнотежног прелаза кристал → растоп [2].

Из анализе кривих $I(T)$ и $U(T)$ следи, да се најинтензивније образовање нуклеуса одиграва у области температура $(0,4-0,7)T_p$ док се максималан раст одиграва у области температура $(0,7-0,9)T_p$.

Удео искристалисане запремине у аморфној легури (X) у току времена t , у изотермским условима, може се израчунати [2] коришћењем једначине

$$X(t) = (\pi/3) U^3 t^4 \quad (4)$$

Сл. 3. Међусобна зависност времена трансформације и температуре трансформације за кристализацију аморфног гвожђа (1) и легуре $Fe_{80}B_{20}$ (2). Удео кристалне фазе $x = 10^{-6}$ [2]

Примера ради, коришћењем ове једначине прорачуната је температурска зависност од времена за кристализацију удела запремине $X = 10^{-6}$ [2]. Резултати прорачуна приказани су на сл. 3. Из кривих 1 и 2 оцењена је критична брзина хлађења R_c довољна да се метални растоп преведе у аморфно стање у којем се налази задати удео кристалне фазе. Тако за добијање гвожђа и легуре $Fe_{80}B_{20}$ у аморфном стању са уделом кристалне фазе $X \sim 10^{-6}$ треба да су брзине хлађења 10^{10} и 10^6 K/s респективно.

Структурна анализа аморфних легура показује, да су оне на собној и вишим температурама микронехомогене по типу паковања атома и расподели компонената, тј. постоје микрогупације које се разликују међуатомским растојањима и координационим бројем, радијусом уређености и концентрацијом компонената.

2. КРИСТАЛИЗАЦИЈА АМОРФНИХ ЛЕГУРА

Аморфне легуре налазе се у неравнотежном стању и при одгревању у њима се одигравају процеси структурне релаксације, а затим и кристализације, што утиче на многа својства тих материјала, и посебно на механичка, електрична, и магнетна [4-6]. Узроци ових промена последица су нестајања еластичних напрезања у легури током загревања, хемијског и тополошког уређења [7]. Ови процеси се могу поделити у две групе [8].

Прва група је повезана са смањењем повећане "замрзнуте" запремине. Одгревањем аморфних ле-

гура долази, дакле, до смањења "замрзнуте" запремине до одређеног нивоа. Енергија активације овог процеса је мала ($0,5-1$ eV).

Друга група неповратних процеса у аморфним легурама повезана је са хемијским и тополошким прерасподелама, које се одигравају једновремено са запреминским променама.

При одгревању у аморфним легурама одигравају се у принципу два конкурентна процеса: с једне стране, долази до смањења повећане запремине, што доводи до смањења брзине дифузионог транспорта масе, и с друге стране, процеси уређења приближавају легуру кристалном стању, односно повећава се њена готовост за кристализацију. Полазна легура, захваљујући знатном повећању запремине после каљења, одликује се високом дифузионом покретљивошћу. Процеси дифузије у њој се, дакле, одигравају релативно лако. При нискотемпературском одгревању долази до релаксације напрезања насталих услед каљења, и као што је већ речено, смањења повећане запремине. Услед овог смањења брзина процеса дифузије се смањује, па је кристализација отежана. Са повећањем дужине одгревања повећана запремина се даље смањује, и, благодарећи процесима тополошког уређивања, делови нехомогене структуре у целој запремини узорка могу се приближавати кристалној структури. У таквој легури постоји велики бој места у којима је олакшано образовање нуклеуса кристалне фазе - она кристалише на нижој температури и има ситнозрнастију структуру.

Даље повишење температуре и дужине одгревања може довести до дифузионог распада система на рачун дифузије на даља растојања, односно до кристализације. При кристализацији аморфних легура долази до издвајања топлоте и њена количина достиже неколико kJ/mol. Вероватно да при одређеним условима она може каталитички утицати на процес кристализације, када кристал који се образовао предаје издвојену топлоту окружујући аморфној матрици, која се на тај начин термички активира и кристалише.

На сл. 4 приказана је температурска зависност промене запремине $\Delta V_0/V_0 = \phi(T)$ (V_0 - запремина легуре у аморфном стању на собној температури, T - температура узорка) аморфне легуре $Fe_{40}Ni_{38}P_{13}B_9$ током загревања брзином од ~ 15 K/min. Као што се види, дата зависност има линеарни ток до $200^\circ C$, после чега постаје сложенија. Температура најинтензивније кристализације одређује се према наглом смањењу запремине и она износи $\sim 385^\circ C$. Током хлађења после кристализације $\gamma(T)$ има линеарни облик.

Временска зависност релативне промене запремине $\Delta V/V_0 = \phi(T)$ аморфне легуре $Fe_{40}Ni_{38}P_{13}B_9$ током изотермског одгревања у области $200-370^\circ C$ приказана је на сл. 5. Са порас-

Сл. 4. Температурска зависност релативне промене запремине аморфне легуре $Fe_{40}Ni_{38}P_{13}B_9$ током непрекидног загревања (1) и хлађења (2) [7]

Сл. 5. Временска зависност релативне промене запремине легуре $Fe_{40}Ni_{38}P_{13}B_9$ на различитим температурама и зотермског одгревања ($^{\circ}C$): 200 (1), 250 (2), 300 (3), 320 (4), 340 (5), 345 (6), 350 (7), 360 (8), 370 (9) [7]

том температуре одгревања ефекат смањења запремине се повећава. При том у области 200-320 $^{\circ}C$ основно смањење запремине одиграва се у току кратких времена одгревања, па је очигледна мала зависност $\Delta V/V_0$ од времена. На кинетичким кривим $\phi(T)$ на температурама изнад 320 $^{\circ}C$ видљиви су карактеристични преломи, што доказује да постоји вишестадијност процеса кристализације.

Рендгеноструктурном анализом показано је да после одгревања у току 2 сата у области 200-320 $^{\circ}C$

легура остаје рендгеноаморфна. Електронском дифракцијом утврђено је да структура легуре одгреване на 300 $^{\circ}C$ представља аморфну матрицу у којој се налазе нуклеуси кристала.

Аморфне легуре система Fe-B користе се уопште као моделне, а осим тога представљају основу за добијање различитих композиција са практично важним својствима. Проучавање почетног стадијума кристализације у тим легурама може да пружи информацију о механизму утицаја низа фактора, и посебно, мале количине додатака треће компоненте на термичку стабилност аморфног стања. Постоје два основна прилаза овом важном проблему [9].

У првом, структурном, разматрају се, углавном тип и карактер хемијске интеракције између компоненте легуре и њихове промене при легирању, које се могу појавити у специфичностима њене атомске грађе.

Други, кинетички, заснован је на примени неких представа о законитостима кристализације растопа на аморфне легуре; овде, међутим, треба имати у виду, да на прелаз аморфног у кристално стање могу утицати "замрзнути" центри (закаљени нуклеуси) чије је образовање могуће непосредно у процесу каљења растопа.

У вези са наведеним испитивана је легура $Fe_{85}B_{15}$ у којој је гвожђе делимично замењивано малом количином (0,01 %) додатака Si, Cr, Co, Ni, Nb, Mo, Sn, Nd и Re [9]. Ови елементи имају различите температуре топљења, атомске димензије, кохезиону енергију, растворљивост у гвожђу итд. и зато могу имати различит утицај на карактер тополошког и композиционог уређења а самим тим и на термичку стабилност основне легуре. Термичка стабилност је одређивана на основу односа T_K/T_L (T_K - температура почетка кристализације, T_L - температура ликвидуса легуре).

Кристализација свих испитиваних аморфних легура, као и основне бинарне, протиче у два стадијума, што је утврђено мерењем електричног отпора, а потврђено резултатима рендгеноструктурне анализе; карактер фазних трансформација као резултат таквог легирања не мења се (Таб. II). При том је утврђено да сви додаци изузев Re повећавају вредност T_K/T_L у упоређењу са основном легуром, као и да ефективност утицаја расте у низу Cr-Co-Si-Sn-Nd-Ni-Nb-Mo (Таб. III).

Таб. II Фазни састав легура после изотермског одгревања у току 10 минута

Додатак	ТЕМПЕРАТУРА ($^{\circ}C$)								
	320	330	340	350	360	370	380	390	400
Основна	A	A	A+ α	A+ α	α +A	α +A	α +A	α +B	α +B
Cr	A	A	A+ α	A+ α	α +A	α +A	α +A	α +B	α +B
Co	A	A	A+ α	A+ α	α +A	α +A	α +A	α +B	α +B
Si	A	A	A	A	A+ α	A+ α	α +A	α +B	α +B

Sn	A	A	A	A	A+α	A+α	α+A	α+B	α+B
Nd	A	A	A	A	A	A+α	α+A	α+B	α+B
Ni	A	A	A	A	A	A+α	α+A	α+B	α+B
Nb	A	A	A	A	A	A+α	A+α	α+B	α+B
Mo	A	A	A	A	A	A	A+α	α+B	α+B
Re	A+α	A+α	A+α	α+A	α+A	α+A	α+A	α+B	α+B

Објашњење: А- аморфно; α-чврсти раствор на основи α-Fe; В-борид;
- прагови фазе

Таб. III. Стабилност аморфних легура (Fe_{0,99}M_{0,01})₈₅B₁₅

Додатак (М)	T _K (K)	T _K /T _L
Основна легура	623	0,428
Cr	628	0,433
Co	630	0,437
Si	648	0,448
Sn	648	0,449
Nd	658	0,455
Ni	660	0,457
Nb	668	0,465
Mo	684	0,475
Re	612	0,423

Анализа експерименталних података о кристализацији аморфних легура показује да температура прелаза аморфних легура у кристално стање (T_K) директно зависи од апсолутне вредности Гибсове слободне енергије (G_{Ts}⁰) и запремине грам-атома (G_{Ts}) течних компонената [10] на њиховој температури топљења (T_S):

$$T_K = \beta \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \right)^{0,8} \quad (5)$$

при чему је $\alpha = G_{Ts}^0 / V_{Ts}$ и $\beta = 108$.

На основу анализе експерименталних вредности T_K добијених при загревању аморфних легура може се поставити следећа зависност

$$T_k \approx 0,4 \sum_{i=1}^n x_i T_{s,i} \quad (6)$$

где је x_i - парцијални део i-те компоненте у легури, T_{s,i} - температура топљења i-те компоненте. Производ x_iT_{s,i} назива се парцијалном температуром i-те компоненте.

Уопште посматрано при загревању аморфних легура одигравају се следећи процеси (сл. 6) [1]

- у почетку се у аморфној фази издваја високодисперзна метастабилна фаза MS-I,
- потом таква мешана структура потпуно прелази у кристалну метастабилну фазу MS-II,

Сл. 6. Термограми добијени диференцијалном сканирајућом калориметријом загревањем аморфних легура метал-металоиди, при укупном садржају металоида (ат.%): <25 (а), око 25 (б) и >25 (в): 1- издвајање фазе MS-I; 2- издвајање фазе MS-II; 3- стабилна фаза [1]

- на крају се метастабилна фаза MS-I на вишим температурама трансформише у стабилну равнотежну структуру.

Фаза MS-I представља веома fine кристале основног метала. Фаза MS-II која се образује из ње услед неравномерне нуклеације расте веома брзо због чега аморфна матрица веома брзо ишчезава.

Ако се аморфна легура дуго греје на ниским температурама може доћи до појаве микрокристалне фазе SS, која представља пресићени раствор у основном металу.

Ток процеса кристализације зависи од садржаја металоида. Ово се очигледно види из резултата, добијених методом диференцијалне сканирајуће калориметрије (сл. 7). У области концентрације металоида (25 ат. % види се раздвајање егзотермског пика. Нискотемпературски максимум одговара издвајању фазе MS-I, а високотемпературски максимум - фази MS-II. При повећању концентрације металоида приближно до 25 ат. % први максимум ишчезава и остаје само један, који одговара издвајању фазе MS-II. На тај начин у легури са знатном концентрацијом металоида фазе MS-I и MS-II издвајају се готово једновремено.

Интересантно је, међутим, указати да аморфне легуре $Ti_{52}Cu_{48}$, $Ni_{10}Cu_{43}Ti_{47}$ и $Ti_{46.55}Cu_{42.80}Ni_{8.40}Si_{2.25}$ кристалишу према сл. 6а (36-38), и легура $Fe_{89.8}Ni_{1.5}Si_{5.2}B_3C_{0.5}$ и $Fe_{72}V_5Cu_1Si_{14}B_8$ према сл. 6б [39,40].

3. ЕЛЕКТРИЧНА СВОЈСТВА АМОРФНИХ ЛЕГУРА

Значајне информације о транспортним својствима аморфних легура могу се добити мерењем њихове специфичне електричне отпорности и термоелектромоторне силе. Интерпретација ових резултата, са најопштије тачке гледишта, показује да се аморфна легура може сматрати замрзнутим растопом које карактерише Блохова сферна површина, под којом се подразумева граница између попуњених и непопуњених једноелектронских стања. При том због високог степена неуређености ових легура дужина слободног прелета електрона у њима је мала и има величину реда атомских растојања. У случају веома високог степена неуређености постоји велика вероватноћа локализације електрона. Ово постаје разумљиво, ако се најпре размотри прелаз из чврстог (кристалног) у течно (аморфно) стање, које се одиграва током топљења. Може се претпоставити, да топљење настаје онда, када је енергетски температурско деловање на електронски систем више од енергије слободних електрона који су одговорни за даљи поредак у легури. Очигледно, уколико је мање слободних електрона, уколико је њихова локализација око атома већа, па је отуда лакше различитим начинима (ултрабрзим хлађењем, на пример) спречити у аморфним легурама формирање даљег поретка. Повећање локализације електрона може се остварити одговарајућим избором компонената легуре.

3.1. Специфична електрична отпорност аморфних легура

Велика неуређеност аморфних легура је главни фактор који одређује величину њиховог специфичног електричног отпора и мада је концентрација проводних електрона, у аморфним легурама релативно висока (10^{22} cm^{-3}), специфични електрични отпор ових легура и њихових кристалних аналога суштински се разликује. Тако је однос специфичног електричног отпора на собној температури у аморфном и кристалном стању у најопштијем случају $R_{\text{am}}/R_{\text{crist}} \approx 1,78$. Ово, вероватно, одражава улогу периодичности решетке у преносу електрицитета, а осим тога и значај ближег поретка при кристализацији [11].

Механизам електричне проводљивости, као и друга својства, слична су за аморфно стање и растоп [12,13]. На сл. 8 приказана је зависност електричног отпора легуре $\text{Fe}_{80}\text{B}_{20}$ у аморфном стању (а) и растопу (1) [14]. У оба случаја облик зависности је аналоган.

Сл.8. Специфични електрични отпор легуре $\text{Fe}_{80}\text{B}_{20}$ у аморфном стању (а) и растопу (1) [12]

Растоп метала састоји се од хаотично распоређених јона и проводних електрона (сл. 9);

Сл. 9. Модел простог течног метала (на примеру Na) [12]

слично томе треба схватити и структуру аморфних легура. Према томе имајући у виду сличност јонских и електронских својстава металних растопа и чврстих аморфних легура Зајманова дифракциона

теорија може представљати основу за разумевање природе електричног отпора аморфних металних легура [15]. Ова теорија полази од разматрања потенцијала расејања проводних електрона на неуређеном ансамблу расејавајућих центара. Температурска зависност специфичног електричног отпора ТКО одређује се интерференционом функцијом или структурним фактором $S(k)$. Величина специфичног отпора и температурски коефицијент отпора одређују се положајем $2k_F$ (k_F - радијус Фермијеве сфере) у односу на k_p (положај главног пика структурног фактора). При том особености електронске структуре утичу на специфични електрични отпор.

Примера ради, сагласно Зајмановом моделу, интересантно је разматрати понашање електричног отпора легуре $(\text{Pd}_{50}\text{Ni}_{50})_{100-x}\text{P}_x$ када је $x = 15-27,5$ ат% (сл. 10) на температурама 1,2 до 450 К [16]. Из сл. 10 види се да је ТКО > 0 у случају $x \leq 23$ ат.%, а да је ТКО < 0 у случају $x > 23$ ат.%

Сл.10.Отпорност легуре $(\text{Pd}_{50}\text{Ni}_{50})_{100-x}\text{P}_x$ [16]

На сл. 11 представљена је схема која приказује зависност структурног фактора $S(k)$ од таласног вектора за температуру T . Ова зависност може бити добијена на основу резултата рендгенске дифракције у сагласности са једначином $k = 2\pi \sin(\theta/\lambda)$, где је 2θ - Брегов угао који одговара структури $S(k)$.

При повишавању температуре од T_1 до T_2 долази до проширења главног пика $S(k)$ у близини k_p . Ако легуру карактерише $2k_F$ блиско вредности k_p , то за ту легуру треба очекивати негативну вредност ТКО. С друге стране, ако се величина $2k_F$ разликује од k_p , то се вредности интерференционе

функције увећавају и у том случају је ТКО позитиван. Тако, када се легира једновалентан елемент са вишевалентним вредности ТКО треба да буду позитивне ако је концентрација валентних електрона $< 1,5$ ел/атом, односно негативне када је концентрација $1,5-2$ ел/атом. Највећа вредност ТКО треба да буде када је $2k_F = k_p$ [11].

ТКО у зависности од тога колико је величина $2k_F$ блиска вредности k_p за дату легуру.

Једно од преимућства Зајмановог модела је могућност објашњења зашто су многе аморфне легуре стабилне и лако се образују у близини састава код којег је 80 ат.% прелазни метал (на пр. $Au_{81}Si_{19}$, $Pd_{80}Si_{20}$, $Fe_{80}B_{20}$, $Co_{80}B_{20}$, $Ni_{81}B_{19}$ итд.). Објашњење повишене стабилности аморфне фазе у близини овога састава засновано је на електронским својствима легура [19]. Способност за аморфизацију легура расте са концентрацијом сагласно томе како се дијаметар Фермијеве сфере $2k_F$ приближава вредности k_p .

Овде је интересантно истаћи да су аморфне легуре типа "прелазни метал-металоид" (ПМ-Ме) највише испитивана класа аморфних легура. У оквиру тога проучени су као структурни модел аморфне легуре $Fe_{80}B_{20}$ и $Ni_{80}B_{20}$ (ПМ-В) [20]. Уопште је познато да је присуство призматичног паковања карактеристика аморфних легура ПМ-В. Што се тиче легура $Fe_{80}B_{20}$ и $Ni_{81}B_{19}$ преовлађујући структурни мотив код њих је призматично паковање тригоналних призми. Пошто су атоми бора у призматичном паковању одређујући елемент, то њихово одсуство доводи до појаве других типова уређења, посебно, икосиједриске координације. При том је испитивање легуре Fe-B показало да структурно стање аморфних трака овог система, по правилу, не треба да буде униформно не само због непостојања температурско-временских услова каљења. Суштински фактор је структурно стање растопа. Осим тога анализа дифракционих резултата структуре аморфних трака показује да при наглом хлађењу долази до издвајања метастабилне фазе Fe_3B у тетрагоналној или орторомбичној модификацији [21].

Велико повећање електричног отпора на ниским температурама и његова велика зависност од концентрације и карактера примесних атома у разблаженим легурама типа прелазни метал-металоид повезује се са Кондо-ефектом [22]. Кондо-ефекат је условљен расејањем проводних електрона на локалним магнетним примесима у немагнетној матрици. Ово доводи, на ниским температурама, до повећања електричног отпора који зависи од спина, што повезано са обичним повећањем расејања на фононима на високим температурама доводи до минимума укупне вредности електричног отпора у тим легурама. Кондо је показао да је део специфичног електричног отпора који зависи од спина једнак:

$$R_{\text{spin}} = R_M [1 + I \cdot c \cdot \ln(T/T_K)] \quad (8)$$

где је c -концентрација магнетне примесе у легури, I -локална запремина, T_K - Кондо-температура која се одређује из ширине проводне зоне $D = k_B T_K$.

Сл. 11. Схема структурног фактора аморфних легура [11]

Треба, међутим, имати у виду да је функцију $S(k)$, у случају аморфних материјала, могуће одредити експериментално, али да не постоји довољно прост начин за мерење вредности $2k_F$. Вредност k_F се може израчунати из једначине:

$$k_F = (3 \pi^2 N d Z / A)^{1/3} \quad (7)$$

где је N - Авогардов број, d - густина, Z - ефективни број проводних електрона у материјалу чија је маса A [11]. Ипак, у неким случајевима, као код легура Ga, Sn и Pb са Cu, Ag и Au ова једначина не важи [17].

Са Зајмановим моделом су у сагласности резултати испитивања специфичног електричног отпора од температуре аморфне легуре $V_{40}Ti_{50}Zr_{10}$ у температурском интервалу од 100 K до температуре кристализације (≈ 600 K). ТКО је у целом овом температурном интервалу негативан. Ако се узорак загреје до 550 K, а затим хлади и мери електрични отпор, он ће бити виши него при загревању. При том ТКО практично остаје неизмењен, пошто се зависност $\rho(T)$ просто помера у област виших температура. При том се у аморфној легури одиграва структурна релаксација. Као последица ове релаксације појављује се снижење или повишење

Релативна промена отпора може се дефинисати на следећи начин (23):

$$\Delta R_{(T)} = \frac{R_{(T)} - R_{(T_1)}}{R_{(T_1)}} \quad (9)$$

што се за одређен систем легура (на пример Fe-Ni) уклапа у једну универзалну криву у широком опсегу концентрација (сл. 12).

Сл. 12. $\Delta(R(T))$ у зависности од T/T_1 за девет легура на бази Fe-Ni [23]

Међутим, на основу анализе експерименталних резултата који се односе на отпорност аморфних легура прелазних метала показано је да постоји корелација између специфичне електричне отпорности (ρ) и ТКО ($\alpha = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)$) [24-25]. Ова корелација је приказана на сл. 13. Анализа добијених резултата указује на следеће:

Сл. 13. Зависност ТКО од специфичног електричног отпора за кристалне легуре (крстићи), танке филмове (црни кружићи) и аморфне легуре (коси крстићи) [25]

1) Када је специфична електрична отпорност висока ($\rho > 100 \mu\text{ohm}\cdot\text{cm}$ вредност ρ није осетљива на специфичности електронске структуре и атомске грађе;

2) По правилу код легура чија је специфична отпорност већа од $100 \mu\text{ohm}\cdot\text{cm}$ ТКО је негативан;

3) За све вредности заосталог отпора и за све нискотемпературске вредности ТКО -све легуре у области високих температура одликују се специ-

фичном електричном отпорношћу реда $150\text{-}200 \mu\text{ohm}\cdot\text{cm}$ која не зависи од температуре (ово доводи до сигмоидалног облика кривих зависности $\rho = f(T)$ како у случају позитивних, тако и у случају негативних вредности α , као што је то приказано на сл. 14);

Сл. 14. Општи карактер зависности специфичног електричног отпора од температуре за аморфне легуре [24]

4) Корелација важи за све аморфне легуре прелазних елемената.

Експериментална испитивања зависности специфичне електричне отпорности аморфних легура различитог састава од температуре показују (26) да ову зависност уопште карактерише једначина

$$\rho(T) = \rho_0 \exp(T/T_0)^{1/4} \quad (10)$$

Механизам проводљивости у овом случају представља скоковито тунеловање електрона кроз енергетске нивое који карактеришу локализована стања. Вероватноћу таквих прелаза одређује температурска зависност енергије електрона у различитим локализованим стањима, растојање између њих, њихова густина у јединици запремине, као и силе интеракције електрон-фонон.

3.2. ТЕМС аморфних леџура

Проучавање термоелектромоторне силе (ТЕМС) аморфних легура од посебног је интереса за проверу модела електричног отпора, пошто ова величина представља извод отпора по енергији [11]. Израчунавање ТЕМС аморфних легура врши се према [27] по једначини:

$$S = \left(\frac{\pi^2 kT}{3eE_F} \frac{\partial \ln \rho(E)}{\partial E} \right)_{E=E_F} \quad (11)$$

где је: k - Болцманова константа, T - апсолутна температура, e - наелектрисање електрона, E_F - Фермијева енергија; $\rho(E)$ - специфични електрични отпор.

Интересантно је истаћи да је ТЕМС код немагнетних аморфних легура позитивна, а да крива температурске зависности ТЕМС нема константан нагиб [28,29]. Теоријска температурска зависност ТЕМС за $\tau \approx 10^{-14}$ s (τ - типично време релаксације електрона у аморфним легурама) дата је на сл. 15 [29]. Експерименталне криве $S(T)$ аморфних легура система Ca-Al, које су карактеристичне и за друге аморфне легуре [30], приказане су на сл. 16.

Сл.15. ТЕМС као функција температуре аморфних легура [29]

Сл. 16. Температурска зависност ТЕМС аморфних легура система Ca-Al: 1- $\text{Ca}_{55}\text{Al}_{45}$; 2- $\text{Ca}_{67}\text{Al}_{33}$; 3- $\text{Ca}_{70}\text{Al}_{30}$; 4- $\text{Ca}_{75}\text{Al}_{25}$ [29]

ТЕМС свих немагнетних аморфних легура у области $T > 50\text{K}$ је линеарна, али се крива $S(T)$ не екстраполише у почетак координатног система. Ово говори о другојачијој температурској зависности ТЕМС на ниским температурама. Природа "колена" на кривој $S(T)$ на 50K повезана је са променом карактера расејања електрона при прелазу из нискотемпературне у високотемпературну област.

Што се тиче "колена" на температурској кривој ТЕМС веома је интересантна претпоставка [31,32], да је она последица повећања масе електрона због њихове интеракције са фононима. Ова идеја је потврђена испитивањем аморфних легура система Cu-Zr и Ni-Zr, које показује, да је код њих константа електрон-фононске интеракције веома велика [33].

ТЕМС магнетних легура, по правилу, мења се са температуром нелинеарно [34].

Abstract

AMORPHOUS ALLOYS AND THEIR ELECTRICAL PROPERTIES

I. I. Timofeyeva*, A.M. Maričić, M.M. Ristić

* *Institute for Problems of Materials Science of the National Academy of Science of the Ukraine, Kiev, Ukraine*

** *Joint Laboratory for Advanced Materials of the Serbian Academy of Sciences and Art, Belgrade, Yugoslavia*

Materials, which are characterized by a closer ordering of atoms, are also called metallic glass, analogous to the structure of inorganic glass. The disorganized ordering of the atoms in the structure of metallic glass causes specific mechanical, electrical and magnetic properties of these materials.

In this paper basic principles of obtaining amorphous alloys are presented, and crystallization methods, i.e. specific electrical properties of these materials are also discussed.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 К.Судзуки, Х.Фудзимори, К.Хасимото, Аморфные металлы, Металлургия, Москва, 1987
- 2 Е.И.Харьков, В.И.Лисов, А.М.Ищенко, Металлофизика, 9(1987), 55
- 3 А.П.Бровко, В.В.Букаленко, Металлофизика, 4(1982), 76
- 4 Ю.В.Валдохин, О.С.Козлова, В.А.Марков, П.Ю.Колотыркин, Металлофизика, 10(1988), 7
- 5 А. Benkel, S. Zwaag, A. Mulder, Acta Met., 32(1984), 1895
- 6 Т. Komatsu, K. Matusita, R. Yonota, J. Non-Cryst. Solids, 69(1985), 347
- 7 А.М.Ищенко, Е.И.Харьков, Металлофизика, 10(1988), 3
- 8 А.В.Серебряков, Г.Е.Абрисимова, С.С.Аронин, Металлофизика, 7(1985), 63
- 9 Г.М.Зелинский, В.В.Маслов, Д.Ю.Падерно, А.В.Романова, А.В.Мележин, Металлофизика, 14(1992), 45
- 10 К.А.Осипов, Новые идеи и факты в металловедении, Наука, Москва, 1986

- 11 Amorphous Metallic Alloys (ed. by F.E.Luborsky), Butterworths, London, 1987
- 12 Metallic Glasses, (ed. by J.J.Gylman and H.J.Leamy), American Society for Metals, Metals Park, 1984
- 13 G.S.Cargili III, Ferromagnetism in Amorphous Solids, AIP Conf. Proc., Vol. 24, 1975; p. 13
- 14 N.Heiman, K.Lee, R.I.Potter, Exchange Coupling in Amorphous Rare Earth-Iron, AIP Conf. Proc., Vol. 29, 1976; p. 430
- 15 J.M.Ziman, Phyl. Mag., 6(1961), 1014
- 16 B.Y.Boucher, J.Non-Cryst.Solids, 7(1972), 277
- 17 D.Korn, H.Pfeifle, G.Zibold, Z.Phys., 270(1974), 195
- 18 Y.Waseda, H.S.Chen., Phys.Stat.Solidi, 87 (1978), 777
- 19 S.Nagel, J.Tanc, Phys.Rev.Lett., 35(1975), 380
- 20 А.П.Шпак, А.Б.Мельник, Металлофизика и новейшие технологии, 16(1994), No. 2; 28
- 21 А.В.Романова, Металлофизика и новейшие технологии, 17(1955), No.8; 3
- 22 J.Kondo, Solid State Phys., 23(1967), 183
- 23 K.V.Rao, T.Egami, H.Gudmundsson, H.U.Astrom, H.S.Chen, W.Nagele, J.Appl. Phys. 52(1981), 2187
- 24 Glassy Metals, I.Ionic Structure, Electronic Transport and Crystallization (ed. by H.J.Guntherodt and H.Beck), Springer-Verlag, Berlin, 1981
- 25 J.H.Mooji, Phys.Stat.Solidi, A 17(1973), 521
- 26 А.В.Белоцкий, Ю.А.Куницкий, Я.П.Грицкий, Структура и физические свойства быстрозакаленных сплавов, КПИ, Киев, 1984
- 27 V.I.Ivlev, A.D.Ödin, Metallofizika, 7(1985), 14
- 28 R.Harris, B.G.Mulimani, Phys.Rev. B - Condens Matter., 100(1984), 94
- 29 В.Е.Егорушкин, Н.В.Мельников, Металлофизика, 10(1988), 81
- 30 B.L.Gallagher, J.Phys. F, 15(1985), 91
- 31 B.L.Gallagher, J.Phys. F, 11(1981), 207
- 32 J.Jackle, J.Phys. F, 10 (1980), 43
- 33 A.B.Kaiser, J.Phys. F, 12(1982), 43
- 34 J.Carini, S.Basak, S.R.Nagel, J.Physique, 41 (1980), 463
- 35 М.М.Ристић, Принципи науке о материјалима, САНУ, Београд, 1983
- 36 B.D.Radojević, A.Maričić, R.Novaković, M.M.Ristić, J.Serb.Chem.Soc., 60(19995), 1117
- 37 M.Šušić, P.V.Budberg, S.P.Alisova, A.M.Maričić, J.Serb.Chem.Soc., 57(1991), 579
- 38 M.V.Šušić, A.M.Maričić, Z.Metallkde, 79(1988), 759
- 39 M.V.Šušić, A.M.Maričić, N.S.Mitrović, S.Đukić, D.Stojanović, Sci.Sintering, 28, Spec. issue (1996), 189
- 40 N.Mitrović, A.Maričić, M.V.Šušić, B.Jordović, M.M.Ristić, EUROMAT '95, Proc.-Symposium F, Padova, 1995; p.459
- 41 В.С.Иванова, А.С.Баланкин, И.Ж.Бунин, А.А.Оксогов, Синергетика и фракталы в материаловедении, Наука, Москва, 1994

ЈУ. Н. КУКУШКИН, Санкт-Петербуршки технолошки институт, Санкт Петербург

ХАРТИЈА И ОЛОВКА*

Може се без икаквог преувеличавања рећи да сваки човек свакодневно и у великим количинама користи хартију или производе од ње. Улога хартије у историји културе је непроцењива. Писана историја човечанства која се процењује на око 6000 година, започета је пре открића хартије. На почетку су за ову сврху служиле глинене плочице и камен. Међутим, без хартије тешко да би писменост - најважније средство комуницирања међу људима - достигла овакав развој. Писање је начин бележења речи помоћу знакова и оно омогућава да се речи сачувају кроз време и преносе на даљину. Упркос великој распрострањености радија, телевизије и магнетофона, као и употреби електронских рачунских машина, хартија као средство за чување информација и културних вредности човечанства не

одумире, него и дан-данас има своју непроцењиву улогу.

Сачувани су документи који указују да је још 105. год. пре наше ере један министар неког кинеског цара организовао производњу хартије од биљних влакана уз додатак текстила. Око 800. године таква хартија је била широко распрострањена у Кини и на Блиском истоку. Европљани су хартију упознали током крсташких похода на Блиски исток - у Сирију, Северну Африку, Палестину - које су организовали западноевропски феудалци и Католичка црква (први крсташки поход је био 1096-1099. год.). У епохи раног средњег века (пре крсташких похода) у Европи се за писање углавном употребљавао папирус. У Италији су га још увек користили у XII веку.

У Русију је хартија увезена из Европе током XIV века. До тог времена све књиге и документи су писани на пергаменту. Прва производња хартије у Московској области везује се за 1550. год., а шири развој је достигнут током владавине Петра Великог.

* Поглавље „Бумага и карандаши“ из књиге: Ју. Н. Кукушкин, „Химия вокруг нас“. Высшая школа, Москва 1992. Објављено по одобрењу аутора. Са руског превео и прилагодио **Дејан Полети**.

Писменост је позната још у старом Египту у Месопотамији крајем IV и почетком III миленијума пре наше ере, тј. много пре открића хартије. Како је већ помињано, главни претходници хартије, као материјали на којима се писало, били су папирус и пергамент.

Биљка папирус (*Cyperus papyrus*) расте у Египту у мочварним областима око реке Нил. Стабло биљке је чишћено од коре и од снежнобелог језгра сусечене танке фолије. Њих су слагали тако да чине укрштене слојеве, а затим механичким притискањем уклањали биљни сок. Тај сок и сам има способност да слепи слојеве папируса. Касније су за спајање слојева коришћени лепкови од брашна или необрађених кожа. После сушења на сунцу добијени листови су глачани каменом или кожом. Други назив за хартију - папир долази од речи папирус.

Пергамент је сирова кожа дивљих звери, оваца или коза са које је уклоњено крзно и која је обрађена кречом. Као и папирус, пергамент је чврст и дуговечан материјал. Мада је хартија мање чврста и трајна, она је јефтина, па је доступнија за широку употребу.

Пергамент је добио свој назив према граду Пергамону у Малој Азији. Житељи тог града су побољшали квалитет и унапредили производњу пергамента до таквог степена, да је у тим крајевима рано прекинута израда и коришћење папируса.

У III веку наше ере у Кини су за писма почели да користе свилене траке. Као сировину за њих узимали су старе, коришћене свилене тканине и отпатке настале при производњи свиле. Таква сировина је дробљена дрвеним тучковима у каменом авану. Влакнасту суспензију су разблаживали водом и пребацивали у калуп. У калуп је стављена мрежица припремљена од бамбосових нити у облику грубе тканине. На мрежици су се таложила свилена влакна образујући чврсти слој. Он је скидан и сушен на закошеним дрвеним или глиненим плочама. Најзад је свилена хартија учвршћивана скробним лепком.

У II веку пре наше ере у Вавилону, Јудеји и Кини као материјал за писање почели су да користе плочице од печене глине, а такође и комаде дрвета или мале дашчице од бамбуса. У Индији се за писање употребљавало лишће неких биљака, на пример неких врста палми. У Русији, посебно у Новгороду, много се користила брезова кора.

Хартија је материјал који се састоји од млевених биљних влакана, која су испреплетана без реда и међусобно повезана површинским силама. Основна сировина за производњу хартије јесте целулоза, која у облику влакана представља основни састојак зидова већине биљних ћелија. Главни извор за добијање целулозе је дрвена маса. За производњу хартије је боља дрвна маса од четинарског него од листопадног дрвећа. Хартија од четинарске целу-

лозе обично је 1,3-2 пута чвршћа него хартија од листопадне целулозе.

У сировој дрвеној маси влакна целулозе су међусобно везана лигнином. Да би се уклонио лигнин и ослободила целулоза дрвна маса се кува. Најраспрострањенији је **сулфитни поступак кувања**. Он је разрађен у САД 1866. год., а прва фабрика по тој технологији израђена је у Шведској 1874. год. Широку примену поступак је добио од 1890. год. На тај начин, за уклањање лигнина и неких других супстанци присутних у дрвеној маси, она се кува у сулфитном лугу, који садржи $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, H_2SO_3 и SO_2 . Лигнин се сулфонује (претвара у сулфо-производе), постаје растворљив у води и прелази у раствор, а целулоза заостаје у виду тврде масе. После завршеног кувања целулоза се темељно пере водом. Зато се фабрике за производњу целулозе праве на обалама река или језера.

После млевења и мешања с водом, влакнаста маса целулозе, која садржи само 0,5% суве материје, се пребацује у машину за производњу хартије. Маса се наноси у слоју на покретну мрежу, где се уклања вода, прво спонтано, а затим под принудом, помоћу вакуум пумпе. Даље се маса преноси на покретну сукнену траку, где се наставља уклањање воде и сушење. Крајња влажност хартије износи 5-6%.

После тога хартија се подвргава глачању (полирању). Тако се добија једнострано глатка хартија. Ако је потребно, хартија се полира и са друге стране. Понекад се хартија подвргава и процесу оплемењивања.

Неоплемењена хартија се састоји од повезаних влакана целулозе, која образују систем капилара. Поред тога, влакна целулозе имају својство да упијају влагу (хидрофилна су). Због капиларности и хидрофилности таква хартија није погодна за писање мастилом или тушем. Штамп се на њој такође разлива. Ипак, постоји велика потреба и за таквом хартијом, на пример, од ње се израђују салвете, папирни убриси и тоалетни папир. У прошлости, када се у школама писало мастилом, у свескама се увек налазио и комад упијача, лист де беле хартије који је добро упијао вишак мастила. Упијач је такође израђиван од неоплемењене хартије.

Под процесом оплемењивања се пре свега подразумева додаток лепила и пунила. Лепак се може налазити у целој маси или само на површини. За то се користе разни природни и синтетички лепкови. Од најстаријих лепкова треба поменути скроб и животињска лепила. При додатку лепила он испуњава празнине и шупљине, па хартија у знатној мери губи способност упијања воде. Осим лепкова у површински слој хартије се додају и минерални пигменти, којима се постиже глаткоћа и боље упијање штампарске боје. Минерални пигменти омогућавају да се маскира или промени основна боја хартије и

дају јој непрозирност. Понекад минералне супстанце чине 70-90% масе површинског слоја.

Да би се обезбедила чврста веза између честица пигмента и основе хартије потребно је везиво. Често улогу везива имају супстанце које су истовремено и лепило за хартију. Као минерални пигменти обично се користи каолин - супстанца из групе глина, али која у поређењу са њима има мању пластичност и већу белину. Један од најстаријих пунила је калицијум-карбонат (креда), па су такве хартије назване кредне. У познате пигменте такође спадају титан-диоксид, TiO_2 , и смеша калцијум-хидроксида, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, са алуминијум-сулфатом, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Ова смеша у ствари даје калцијум-сулфат, CaSO_4 , и алуминијум-хидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$, који настају као резултат јонске измене.

За производњу картографских, плакатних, декоративних и других сличних хартија користе се лимунисцентни пигменти. У њих спадају сулфиди цинка, ZnS , кадмијума, CdS , калцијума, CaS , и стронцијума, SrS . У ове супстанце се додају и специјални активатори - соли неких метала.

За паковање цигарета, чаја и других роба користи се хартија са залепљеном алуминијумском фолијом. Понекад се на хартију наноси и слој полимерних материјала. Такви процеси се називају каширање хартије. Каширана хартија се много користи као амбалажа за фармацевтске и козметичке препарате.

У састав новинске хартије улази само 25-30% небелене сулфитне целулозе, а осталих 70-75% чини ситно самлевена смеша добијена из дрвне масе механичким поступком. Дрвна маса се такође додаје у картонску амбалажу, хартију за тапете и хартију за санитарну употребу. Замена целулозе дрвном масом врши се само због снижења цене. Наравно да таква хартија има лошији квалитет.

За израду специјалних хартија за банкноте, карте, документацију, цигарете раније се као сировина користио искључиво текстил. Хемичари су одавно утврдили да се влакна памука и лана састоје од практично чисте целулозе високог квалитета. Присуство текстилних сировина обезбеђује хартији добра физичко-механичка својства, као отпорност на савијање, еластичност, непропустност за ваздух, стабилност према влаги и светлости, те према томе обезбеђује друготрајност. Данас у састав тканина често улазе и синтетичка влакна. Она тканинама дају низ вредних својстава. Међутим, отпаци таквих тканина и одговарајуће крпе нису погодни за производњу хартије, јер се тешко прерађују. Због тога се значај текстилних влакана у производњи хартије данас јако смањио.

Треба скренути пажњу читаоцима на чињеницу да то што се памучне и неке друге тканине, као и хартија састоје од целулозе није једина сличност текстилне индустрије и хартије. Још у прошлом веку је било установљено да се у води

нерастворне, памучна и дрвна целулоза прилично добро растварају у бакарно-амонијачном раствору, који садржи комплексно једињење $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$. На овај начин је могуће добити растворе који садрже до 10% целулозе. Ако се такав раствор излије у воду, поново се издваја целулоза у облику чврсте масе. Ово својство целулозе лежи у основи процеса добијања хидроцелулозних влакана - првих вештачких влакана која су имала и примену. У пракси се бакарно-амонијачни раствор целулозе пропушта кроз никлену мрежицу, а затим кроз калупе напуњене водом. У води настају одговарајуће нити. Састав и грађа једињења које настаје при реакцији комплексног једињења бакра $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ са целулозом нису ни до данас тачно установљени.

Све већу важност као сировина за производњу хартије добија макулатура. Под макулатуром се подразумевају отпаци добијени током прераде хартије и картона, различити облици искоришћене хартије и производа од хартије. У насељима макулатуру углавном представљају старе новине и књиге, ређе употребљена амбалажа.

Прерада макулатуре у белу хартију за штампање или писање није рационална. Ради се о потреби да се разграде штампарске боје и уклоне лепила и пунила. Због тога се од макулатуре у пракси углавном израђује хартија за паковање и унутрашњи слојеви вишеслојних картона. У таквим случајевима се прерада макулатуре углавном своди на механичке операције: макулатора се у води на повишеној температури разграђује до потребног степена уситњености и маса се усмерава у производњу картона.

Ниска рентабилност прераде макулатуре у белу хартију не умањује значај сакупљања старе хартије. Коришћењем секундарне сировине штеде се многи хектари шума. Са порастом производње фабрике хартије имају потребу за све већим количинама дрвне масе, чиме се исцрпљује шумско благо. Сакупљање и прераде макулатуре, па и других секундарних сировина, су важан задатак сваког друштва.

Требало би рећи неколико речи о штампарским бојама. Ко није осетио њихов мирис, купујући, на пример, ујутру дневне новине на киоску? Шта је то штампарска боја? Она се састоји од пигмента и везивних материјала. Пигмент је ситно самлевен прах одређене боје. Најраспрострањенији црни пигмент јесте чађ. Понекад се ради постизања боје додају неоргански или органски пигменти. У састав везива улазе, појединачно или у смеси: биљна уља, рицинусово уље, восак, етри целулозе и др. У боје се додају сикативи - соли олова (II), мангана (II) или кобалта (II), које убрзавају сушење. Конзистенција боје, која се налази у облику пасте, регулише се разређивачима, а специјални додаци смањују лепљивост и спречавају отирање површине хартије.

Као додаци се обично употребљавају ланолин, маст, сапун, сало и њихове смеше са различитим другим масноћама, асфалтом и смолама. Треба приметити да оплемењене врсте хартије слабије упијају штампарску боју, па захтевају дуже сушење.

За читаоца може бити интересантна и основна информација о начинима штампе. Данас се за штампу утроши око 90% произведене хартије. Начин штампања откривен је у Кини у VIII веку. У Европи је штампање књига открио Јохан Гутенберг (Johan Gutenberg, око 1400-1468. год.). Ако се узме нека књига, на почетку (или на крају) се увек налазе подаци о томе када је она штампана, ко је издавач, колики је тираж и сл. Такође се може наћи податак о начину штампе. Шта значи, на пример, висока штампа?

Постоје три основна начина штампе: висока, равна и дубока. Још увек се јако пуно користи висока штампа, мада примат полако преузима равна (офсет) штампа. Код високе штампе боја се задржава на рељефним, испупченим деловима калупа (слова, форме) за штампу. Са ових делова боја се преноси на хартију под притиском. Овај вид штампе има много заједничког са писањем на обичној писаћој машини или савременим рачунарским штампачима (принтерима) са иглицама.

Код дубоке штампе боја се задржава у удубљеним местима калупа за штампање. Да би се ово постигло потребно је изгравирати штампарску форму. Штампарска боја се ваљцима наноси на форму, а затим се вишак боје уклања са не удубљених делова. Затим се хартија и калуп доводе у контакт, при чему боја из удубљења прелази на хартију. Ова врста штампе се обично користи за штампање илустрација и каталога. Сlike добијене на овај начин имају уметнички изглед.

Код равне штампе, која се још назива литографска или офсет, боја се задржава само на одређеним деловима равне површине. Штампарска форма се прави од камена, или, чешће, од металне фолије. Треба припремити површину да прима, или не прима боју, што се постиже механичким, хемијским или фотохемијским поступком. Ова штампа се користи за уметничке радове, етикете, али све чешће и за штампање књига.

У данашње време се у многим земљама интензивно испитују могућности за добијање „вештачке“ хартије код које би целулозу у потпуности заменили влакнасти полимерни материјали.

Оловке и водене боје. Поред креде, од давних времена су се као средство за писање користили и комадићи меког минерала графита - једне од алотропских модификација угљеника. Графит има слојевиту, љуспасту структуру. При трењу о било какав предмет љуспице графита се отиру и остављају траг на предмету. Назив графит је настао од трчке речи графо, што значи пишем. Временом су од графита почели да се праве штапићи, а касније

је, да се не би прљале руке, он обложен различитим материјалима (тканина, хартија итд.). Еволуција графитног прибора за писање је на крају крајева довела до настанка прве оловке познате сваком човеку. Како се прави савремена оловка?

За израду радног дела графитне оловке припрема се смеша графита и глине са додатком малог дела хидрогенованог сунцокретовог уља. У зависности од односа графита и глине добијају се оловке различите тврдоће - што је садржај графита већи писаљка је мекша. Смеша се уз додатак воде хомогенизује у кугличном млину током 100 сати. Припремљена маса се пропушта кроз филтер-пресу и добијају се плоче. Оне се суше, а затим се од њих помоћу шприц-пресе израђују језгра оловке, која се режу на одређену дужину. Помоћу специјалног прибора језгра се суше и исправљају се на стала закривљења. Потом се жаре на 1000-1100°C у пећи.

За израду дрвеног дела оловке у разним земљама се користе различите врсте дрвета (липа, кедар и др.). Дашчице одређене величине (за 5-7 оловака) се паре у аутоклаву са воденим раствором калијумовог сапуна уз додатак турског црвеног сапуна на притиску који је 100 пута већи од атмосферског, али без загревања. После обраде у аутоклаву дашчице се суше топлим ваздухом. Затим се урезају канали који тачно одговарају половини језгра оловке. Даље се дашчица премазује лепком (поливинилацетат), у канале се убацује графитно језгро и дашчица се прекрива другом, такође премазаном лепком, али без језгра. Лепљење се завршава под пресом на собној температури. Слепљене дашчице се секу на одговарајући број оловака и обрађују до жељеног облика - округлог или шестоуга оног, крајеви се обраде, површина изглача и обоји. На крају се још помоћу пресе утискује назив фабрике и марке - назив оловке.

У састав дрвених бојица улазе талк, стеарин (познат широком кругу људи као материјал за израду свећа) и калцијум-стеарат (калцијумов сапун). Стеарин и калцијум-стеарат су пластификатори. Као везиво служи карбоксиметилцелулоза. Тај лепак се користи и за лепљење тапета на зидове. Овде га такође претходно мешају са водом да набубри. Поред наведених, језгру се наравно додају и одговарајуће боје, по правилу органског порекла. Оваква смеша се замешава у специјалним машинама и добија у виду танких плоча. Затим се ситни и добијеним прахом се пуне специјални пиштољи из којих се истискује језгро. Оно се даље реже на потребну дужину и суши. За украшавање површине оваквих бојица обично се користе пигменти и лактови којима се боје и дечије играчке. Припрема и обрада дрвеног дела је иста као код графитних оловака.

Да ли је могуће наћи човека који у детињству није цртао воденим бојицама које се називају и акварели? Без сумње ће се многи одрасли људи врати-

ти овој забави заједно са својом децом или унуцима. Шта су то уметничке боје типа акварела? То су врло ситно самлевени (финодисперзни) пигменти високог квалитета, помешани са биљним лепком, гумирабиком или декстрином, добијеним загревањем скроба у присуству киселина. Важно је што су оба лепка растворљива у води. У смешу се обично додају пластификатори (мед или глицерин) и антисептик (фенол). Аквареле карактерише прозачност и они се користе без додатка белила. После сушења на хартији не смеју да се отиру или лако додиру и морају бити отпорни на светлост. Акварели се производе у чврстом облику, као таблете и у посудима, или као пасте у тубама. Акварелима су сличне темпере, које се разликују по саставу везива, боље покривају, а могу имати и сјај, ако им се дода фирнајз.

Аварелима је близак и гваш или плакатна боја. Он, као допуна у односу на акварел, садржи бели пигмент. Због тога гваш, за разлику од акварела, није прозачан. Гваш се продаје у тубама, јер има пластичну, али течну конзистенцију.

Abstract
PAPER AND PEN

Yu. N. Kukushkin

Sankt Peterburg Tehnological Institute, Russia

A history of means for writing is given in this article. Their development since ancient to modern times is presented. Contemporary industrial methods for production of paper and pens are described in some details. In addition, some attention has been paid to process of printing and production of artistic paints.

ЈОВАН ВУЧЕТИЋ, Хемички факултет, Београд
КРИСТИНА ГОПЧЕВИЋ, Медицински факултет, Београд

ЈОНИ И ЗДРАВЉЕ ЧОВЕКА

УВОД

У овом раду је даји садржај, метаболичке одлике као и биолошка улога макро и микроелемената. Наведени су подаци о потреби за макро и микроелементима у разним фазама човековог развоја, зајим о акумулацији микроелемената у разним ткивима. Наглашена је улога појединих макро и микроелемената у лечењу неких тежких болести.

Метали-јони који улазе у састав организма могу бити подељени према количини на: макроелементе, чије је присуство веће од 0,1%, микроелементе чија се количина креће од 10^{-1} - 10^{-4} %, и ултрамикроелементе чије је присуство мање од 10^{-4} %.

Ради одржавања здравља и даље еволуције човека неопходно је стално уносити јоне. Савременом технологијом добивања и прераде хране одстрањује се чак и до 80% минерала из хране. Какве последице трпи људско здравље ако се из хране потпуно или делимично одстране: калијум, натријум, фосфор, магнезијум, калцијум, манган, јод, флуор, хром, селен и неки други јони?

При недостатку наведених јона у организму може доћи до поремећаја метаболизма, што отвара пут многим болестима. Због тога је начин исхране важан чинилац у очувању људског здравља. Све док се не побољша исхрана не можемо да говоримо о задовољавању основних физиолошких потреба. За одржавање електролитног баланса у ћелијама и ћелијским течностима организам захтева већу

количину јона. Онога дана када су млинови од камена замењени челичним, почела је несрећа са хлебом. Хлеб направљен без људске зрна, лишен основних витамина и минерала нема потпуну и праву биолошку вредност.

У Француској црни хлеб је скупљи од белог, не зато што је његова производња тежа и скупља, него зато што има већу биолошку вредност. Данас смо у великој зависности од технолошких процеса прераде хране. Наводимо пример глазираног пиринча, рафинисаног шећера, додавање адитива намирницама и др.

Осим тога, и неправилан начин припремања хране осиромашује је и чини је биолошки непотпуним. Управо због тога, у нашој свакодневној исхрани треба да се употребљава што више воћа и поврћа. Храна богата воћем и поврћем добро се вари, изазива апетит, брже сити а што је најважније богата је минералима. Јасно је, дакле, да постоји одговорност сваког појединца за начин исхране и сопствено здравље.

Живот без јона је немогућ. То је експериментално утврђено на животињама и биљкама. При недостатку соли у земљи настају карактеристичне болести биља. Недостатак у храни гвожђа, цинка, кобалта, јода, селена и других микроелемената доводи до различитих поремећаја и болести. На већем броју примера је утврђено да многе болести настају услед поремећене оптималне концентрације различитих макро и микроелемената. Макро и мик-

роелементи односно њихови јони учествују у регулацији болести као што су атеросклероза, шећерна болест, туберкулоза, чир на желуцу, рак и друге.

Хемијски елементи и њихови јони показују битан утицај на еволуцију и животну активност организама. Тако, микроелементи углавном имају улогу у изградњи пластичног материјала, еластичног и нееластичног ткива, одржавању осмотског притиска, јонске равнотеже, кисело-базне равнотеже, стању колоида. За одржавање електролитног баланса у ћелијама и ћелијским течностима организам захтева већу количину натријума, калцијума, калијума, магнезијума, фосфора и хлора.

Због чега су људском организму потребне врло мале количине микроелемената, на чији део одлази свега 0,01% масе тела?

Улога микроелемената је веома битна и везана је за биохемијску функцију организма. Тако, микроелементи активирају читав низ ензима и ензимских система који катализују различите ензимске реакције. Наводимо неколико таквих примера: улога јода у функцији тироксина, селена у глутатионпероксидази, тровалентног хрома у метаболизму уљених хидрата. Хром потпомаже везивању инсулина за рецепторе плазмине мембране. Комплекс тровалентног хрома са ниацином и глутатионом олакшава транспорт глукозе и назван је фактором толеранције глукозе (ГТЕ-фактор).

Цинк је заступљен у DNK и RNK - полимеразима и тимидин-кинази, бакар у супероксиддисмутази, ман-

ган у глукозилтрансферази и пируваткарбоксилази. Гвожђе улази у састав цитохрома. Молибден се налази у ксантиндехидрогенази.

Микроелементи се изучавају и разматрају са различитих аспеката; у првом реду као састојци околне средине, затим у поремећајима који настају у метаболизму. Микро и макроелементи су одговорни за настанак читавог низа поремећаја у метаболизму и настанку различитих болести.

Биљке су директан или индиректан извор микроелемената у људској исхрани. На садржај микроелемената у биљци утиче не само природа биљке него и тип земљишта, као и ђубриво које се употребљава. Садржај микроелемената у намирницама животињског порекла углавном зависи од биљака које животиње употребљавају за исхрану, као и појединих минералних додатака.

У табелици 1. су дати садржај (у g), метаболичке одлике и потребе одраслог човека за наведеним микроелементима.

У табелици 2. наведене су дневне потребе у микроелементима за узраст од 0,5-18 година.

У табелици 3. наведен је садржај неких микроелемената у ткивима човека, а у табелици 4. су наведени есенцијални микроелементи, њихова улога у организму човека, као и промене изазване њиховим дефицитом.

Таблица 1. Садржај, метаболичке одлике и потребе одраслог човека за неким макроелементима

Елементи	Метаболичке одлике	Садржај и распоред у организму	Присуство у намирницама	Дневна потреба, g
Натријум	Регулатор је осмотског притиска, кисело-базне равнотеже.	70–100 g, 60% се налази у ванћелијској течности	Као со (NaCl). У свим намирницама биљног и животињског порекла.	4–5
Калијум	Регулатор је осмотског притиска, врши побуђивање нервних и мишићних ћелија, активира ензиме. Учествује у синтези колагена.	150 g, 90% калијума налази се унутар ћелије.	Поврће, кромпир, воће, махунасте биљке.	3–5
Калцијум	Побуђује нервне и мишићне ћелије. Учествује у коагулацији крви. Активира ензиме. Структурни материјал за зубе и кости.	1000–1500 g, 90% се налази у костима и зубима, док је 1% у слободном стању.	Млеко, млечни производи, поврће, орах.	0,8–1,0
Магнезијум	Активира ензиме, побуђује нервне и мишићне ћелије.	20–30 g, 50% се налази у скелету.	Поврће, кромпир, воће, махунарке.	0,4–0,5
Фосфор	Саставни део енергетски богатих једињења и нуклеинских киселина. Структурни материјал за кости, зубе, ћелијску мембрану.	500–800 g, 60% фосфора у скелету.	Млеко, млечни производи, пасуљ, месо, рибе, јаја.	1,2
Хлор	Регулатор осмотског притиска. Састојак желудачног сока (HCl).	80–100 g, 90% хлоридних јона је у ванћелијској течности	Кухињска со, конзервирани производи, месни производи, хлеб, сир итд.	5–7

Таблица 2. Дневне потребе у микроелементима за узраст од 0,5–18 година, изражене у mg/dan (Food and Nutrition Board of the National Academy of Sciences, 1980)

Узраст	Дневне потребе за микроелементима (mg/dan)								
	Fe	Zn	I	Cu	Mn	F	Cr	Se	Mo
0–0,5	10	3	0,04	0,5–0,7	0,5–0,7	0,1–0,5	0,01–0,04	0,01–0,04	0,03–0,06
0,5–1	15	5	0,05	0,7–1,0	0,7–1,0	0,2–1,0	0,02–0,06	0,02–0,06	0,04–0,08
2–3	15	10	0,07	1,0–1,5	1,0–1,5	0,5–1,5	0,02–0,08	0,02–0,08	0,05–0,1
4–6	10	10	0,09	1,5–2,0	1,5–2,0	1,0–2,5	0,03–0,12	0,03–0,12	0,06–0,15
7–10	10	10	0,12	2,0–2,5	2,0–3,0	1,5–2,5	0,05–0,2	0,05–0,2	0,1–0,3
11–18	18	15	0,15	2–3	2,5–5,0	1,5–2,5	0,05–0,2	0,05–0,2	0,15–0,5

Таблица 3. Садржај неких важних микроелемената у ткивима човека (mg/kg)

Ткиво	Cu	Zn	Mn	Cr	Mo	Co
Надбубрежна жлезда	10,53	80	1,80	0,50	0,70–0,75	0,2–0,25
Аорта	4,85	98	0,55	0,22	0–0,25	0,1–0,2
Мозак	18,52	41	1,00	0,04	0–0,2	0–0,1
Диафрагма	7,54	25	0,85	0,18	0–0,2	0,15–0,25
Срце	10,75	140	1,15	0,17	0–0,2	0,1–0,15
Једњак	7,02	150	0,85	0,25	0–0,2	0–0,1
Дванаестопалачно црево	15,04	125	3,51	0,17	0,05–0,2	0,05–0,15
Слепо црево	11,08	165	4,52	0,11	1,65	0,2–0,25
Бубрези	14,51	245	9,01	0,36	0,05–0,2	1,85
Грљан	2,95	65	0,44	0,10	0–0,2	0–0,1
Јетра	34,0	190	6,51	0,07	4,0	0,2–0,25
Језик	6,50	70	1,20	1,00	0–0,2	0,15–0,25
Мишићи	4,25	240	0,34	0,12	0–0,2	0,15–0,25
Панкреас	7,5	120	5,56	0,18	0–0,2	0,05–0,15
Простата	5,52	460	0,15	0,11	0–0,2	0,05–0,15
Кожа	6,01	50	1,10	2,05	0,05–0,25	0,15–0,25
Желудац	11,57	130	2,35	2,05	0,05–0,2	0,1–0,15
Штитна жлезда	5,04	145	0,45	0,12	0–0,2	0,1–0,2
Мокраћна бешика	6,00	16	0,90	0,50	0,05–0,25	0,15–0,25

Таблица 4. Есенцијални микроелементи, билошка улога у организму човека, мањак микроелемената у организму

Микроелемент	Накупљање	Билошка улога	Мањак
^{26}Fe	Еритроцити, слезина, јетра	Улази у састав хемоглобина, учествује у процесу дисања и оксидо-редукционим реакцијама. Металопротеин респираторног ланца.	Пад ћелијског имунитета, анемија, главобоља, бледило, поремећај дисања, поремећај синтезе везивног ткива.
^{30}Zn	Јетра, простата, мрежњача ока	Улази у састав низа ткивних протеина и ензима. Активира хормоне хипофизе, панкреаса, полне хормоне. Учествује у раду жлезда са унутрашњих лучењем. Омогућава удаљавање CO_2 из организма. Састојак 90 металоензима. Стабилизује мембране. Повећава имунитет и репарацију ткива.	Слаб раст, опадање косе, слабљење полних функција. Слабо зарастање рана. Ослабљена хемотакса и функција леукоцита и Т-лимфоцита. Карактеристичан дерматитис.
^{53}I	Штитна жлезда и надбубрези	Улази у састав хормона штитне жлезде-тироксина. Активира функцију штитне жлезде. Утиче на синтезу низа протеина и липида. Интензивира оксидо-редукционе процесе.	Недостатак јода се везује за појаву гушавости-струме.
^{29}Cu	Јетра, кости, мозак, мишићи	Улази у састав многих активних протеина и ензима (лаказе, тирозиназе, оксидазе итд.). Бакар има улогу катализатора у стварању хемоглобина. Повећава активност неких хормона. Учествује у ензимској оксидацији, ткивном дисању, имуним процесима, пигментацији, синтези мијелина, минерализацији костију.	Анемија, неутропенија, хипопигментација коже, патолошке фрактуре костију, хипотонија мишића.
^{25}Mn	Кости, јетра, штитна жлезда, хипофиза	Учествује у формирању скелета, у реакцијама имунитета, помаже синтезу хемоглобина. Утиче на активност многих виталних ензима и хормона. Улази у састав металоензима: супероксидизмутазе, пируваткарбоксилазе. Антиоксиданс је.	Абнормалност тромбоцита, дерматитис, анорексија. Дефицит мангана се испољава у поремећајима коагулације и хипохолестеролемијом.
^{9}F	Коштано ткиво, зуби	Учествује у формирању скелета, повећава стабилност зуба према каријесу, стимулише имунитет.	Каријус зуба
^{24}Cr	Коса, нокти	Улази у активни центар ензима трипсина. Активира оксидационе процесе. Потенцира активност инсулина (трансаминацијом на нивоу рецептора).	Смањена толерантност за глукозу, смањена активност липопротеин-липазе. Код дуготрајног дефицита (Cr^{3+}) јавља се инсулин-резистентни дијабетес и неуролошке манифестације.
^{34}Se	Јетра, бубрези, слезина	Ступа у интеракцију са протеинима крви: албумином, хемоглобином и глобулинима, као и са инсулином. Повећава активност коензима Q (убихинона). Смањује адреналинску хипогликемију. У повећаним дозама је токсичан. Антиоксиданс, спречава акумулацију липидних пероксида и штити ћелијске мембране од деловања слободних радикала.	Мишићна слабост, срчана аритмија, ниска волтажа ЕКГ, кардиомиопатија, ослабљена функција лимфоцита. Ниске вредности селена у еритроцитима.
^{42}Mo	Јетра, бубрези, бела супстанца мозга, пигментна опна очију	Улази у састав ткивних протеина и неких ензима (ксантиноксидазе, алдехидоксидазе итд.) катализује реакције преноса кисеоника до супстрата који ће бити оксидован.	Тахикардија, главобоља, мука, молибденска подагра.

ЗАКЉУЧАК

До сада је сакупљено доста теоријских и експерименталних података о значају макро и микроелемената у биљном и животињском метаболизму.

Велику пажњу данас привлаче макро и микроелементи са становишта очувања људског здравља

и лечења неких тешких болести (шећерна болест, кардиоваскуларне болести, психичке болести, рак, имунолошке болести и др.).

Међутим, поред макро и микроелемента који имају познате физиолошко-биохемијске функције у организму, постоје и елементи који инхибирају ензимске системе, па о њима говоримо као о ток-

сичним. Токсични су јони тешких метала: олово, жива, кадмијум итд.

Abstract

IONS AND HUMAN HEALTH

¹Jovan Vučetić, ²Kristina Gopčević

¹Chemical Faculty, ²Medical Faculty, Belgrade

Food technology and food preparing mode decrease content of micro and macroelements in human nutrition. The lack of macro and microelements is very serious problem in public nutrition. In this paper metabolic characteristics content and biological role of macro and microelements were discussed. Examples of contents of microelements in tissues in different phases of development were given. The role and significance of some microelements in different diseases were explained.

ЛИТЕРАТУРА

1. Underwood E. J. Trace Elements in human and animal nutrition. 3rd. Ed., Academic Press, New York - London, 1971
2. Hughes N. The inorganic chemistry of biological process. Wiley, London, 1972
3. Nozdrynkin L. R., Semonovič N. I., Yurcev P. N. Imunopatologija. Mikroelementi. Ateroskleroz. Nauka, Moskva, 1973
4. Nozdrynkin L. R., Grinkevia N. I., Naruchenie mikroelementarnogo obmena i puti ego korektsii. Nauka, Moskva, 1980
5. Jacimirskij K. B., Uvod u bioneorgansku hemiju (prevod sa ruskog). Privredni pregled, Beograd, 1980
5. Jaredić M., Vučetić J. Mikroelementi u biloškom materijalu. Privredni pregled, Beograd, 1982
7. Kastori R. Neophodni mikroelementi. Fiziološka uloga u biljnoj proizvodnji. Naučna knjiga, Beograd, 1990

ЗАНИМЉИВОСТИ ИЗ ХЕМИЈЕ [в. Хемијски преглед, 37, 4 (1996)]

52. - У зидарству се широко користе цинк-фосфатни цементни, који се у основи састоје од ZnO са различитим додацима (MgO , SiO_2 , Al_2O_3 , Bi_2O_3). Као итечног помоћу које се постиже очвршавање додаје се ортофосфорна киселина. Ови цементни брзо очвршавају (3-10 min) и брзо достижу велику чврстоћу (од 1500 kg/cm^2 током 24 h).

53. - За производњу 1 тоне сировог звожја треба прерадити 3-4 т сирове руде, за 1 т бакра треба у флоидацији обрадити 120-150 т руда, а за 1 т калаја, молибдена или волфрама 1700-2500 т руде. Разлози леже у чињеници да је садржај обојених метала у рудама много мањи него садржај звожја.

54. - Кристал (кристално стакло) је пронађено у Енглеској у XVII веку. Као зориво за његи у то време је коришћен камену згаљ. Производи сагоревања су задржавали стакло, па су почели да га топе у завореним ћувовима. Међутим, при томе је требало или повисити температуру, или наћи додаци које снижавају температуру топљења стакла. Јадан од могућих додатака је био олово (Pb)-оксид. Показало се да стакло које садржи PbO због високог индекса преламања има вредна декоративна својства.

55. - Израз неутралан се широко користи у хемији и физици, а потиче од латинске речи *neutralis*, којом се означавао средњи (ни мушки, ни женски) род. Отуда неутрална (ни кисела, ни базна) средина, неутрални (ни позитиван, ни негативан) набор.

56. - Дијамант је дуго смањан врло чистим обликом кварца. Тек је у XVII веку претпостављено да он може да зори, што је 1694. год. и доказано

паљењем дијаманта у жижи издувљеног огледала Лавоазје (*Lavoasier*) је у периоду 1766-1772. год. доказао да при сагоревању дијаманта настаје угљен-диоксид. Интересантно је да су му за ове огледе париски јувелири бесплатно уступили дијаманте.

Маса обрађених дијаманта (бриљаната) се изражава у каратима (1 карат = 0,2 g), а ситних комадића у поинтима (1 point = 0,01 карат). Маса бисера се изражава у гранима (1 gran = 0,25 карата).

Интересантна је историја назива „карат“. Тако се називао плод једног ситројског дрвета, церајоније, који при сушењу није мењао своју масу. Та зрна су се користила за одређивање масе дијаманта и предмета од злата. Повезивање карата са масом од 0,2 g извршено је тек 1907. год.

Прве вештачке дијаманте је добио Моасан (*Moissan*) 1893. год. Суштина методе се састојала у расправљању угљеника у распуштеном звожђу и брзом хлађењу распушта. У распуштено звожђе задржано на 3000°C додаван је угљеник добијен из шећера. Распушта је изливан у бакарни калуј са хлађеном водом. После хлађења звожђа је расправљено у некој киселини. Уостатаку, који се углавном састојао од угљеника, нађени су и кристалићи дијаманта.

57. - Већина метала и њихових леђура се „замара“, тј. губи чврстоћу, при дужој употреби. За леђуре бакра са 1-3 % берилијума (берилијумске бронзе) је карактеристично суво: временом се код њих чврстоћа повећава.

ЗАПАЖАЊА ЈЕДНОГ УРЕДНИКА НАУЧНОГ ЧАСОПИСА*

Аутор је главни и одговорни уредник научног часописа Journal of the Serbian Chemical Society и на основу десетогодишње искуства анализира спремношћу и способношћу наших научних истраживача да на адекватан начин презентују поставку научног проблема, опис експерименталног рада, добијање резултата и њихову научну анализу. Указује се на уочене недостацике случајног и систематског карактера и на неопходности адекватне припреме за обављање ове врсте посла кроз различите видове образовања почев од основне школе па до универзитета.

1. УВОД

Часопис који уређујем, Journal of Serbian Chemical Society (JSCS) (издавач је Српско хемијско друштво) има традицију од преко 65 година (први број изашао је 1930. год.) а од пре десет година излази под горе наведеним називом искључиво на енглеском језику (са кратким изводима на српском језику). Часопис покрива све области теоријске и примењене хемије и хемијске технологије, а објављује искључиво оригиналне научне радове аутора из ових области и евентуално монографски приказ доприноса истакнутих истраживача у дужем временском периоду у некој ужој научној области.

Уређујући овај часопис током протеклих десет година имао сам прилике да добро упознам наше хемичаре и технологе кроз њихове радове који су поднети часопису за објављивање. При томе их је могућно ценити из различитих углова посматрања: кроз научни допринос развоју појединих научних дисциплина, умећу дефинисања проблема за проучавање, дефинисања услова и начина извођења експеримената, прикупљања и обраде резултата, на чина дискусије резултата, начина извлачења закључака, начина презентације, итд. Стицајем околности имао сам прилике да се упознам и са сличним публикацијама из области машинства, грађевинарства и неких других области и на која се могу, такође, скоро у потпуности односити ова моја запажања, а односе се на тему овог скупа.

Постоји једна правилност релевантна за сваког ко се бави неким озбиљним радом, па и научним радом, а која се може исказати једначином:

$$\begin{array}{l} \boxed{U} \\ \text{(укупан штруд за} \\ \text{решење неког проблема)} \end{array} = \begin{array}{l} \boxed{P} \\ \text{(штруд за дефинисање} \\ \text{проблема)} \end{array} + \begin{array}{l} \boxed{R} \\ \text{(штруд за софистицирано} \\ \text{решење проблема)} \end{array} + \begin{array}{l} \boxed{S} \\ \text{(штруд за преношење} \\ \text{информација о нађеном} \\ \text{решењу околине)} \end{array}$$

Грубо посматрано, сваки члан горње једначине са њене десне стране чини 1/3 укупног потребног уложеног труда. Међутим, специфичност ове једначине је да без обзира на квантитативну једнакост ових трећина оне немају једнак значај у извршењу целог подухвата, имајући у виду да труд и значај нису идентичне категорије. На први поглед може да изгледа чудно, али горе наведене ступење реализације неког пројекта по њиховом значају треба сврстати у следећи низ:

$$R < P < S$$

где најмањи значај има само решавање проблема (тј. добро дефинисање проблема је већ „дола” његовог решења), а највећи значај је саопштавање решења околини да га она разуме и прихвати. Јасно је да се може десити да због неадекватно обављеног последњег дела, одн. последње трећине посла, цело претходно уложени труд изгуби сваки друштвени смисао.

Имам утисак да знатан број истраживача који има амбицију или већ мисли да се бави озбиљним, научним радом претходно наведен начин размишљања не прихвата или му бар не посвећује довољно пажње. Вероватно да су значајни узроци за ово и одређени недостаци у образовању неких истраживача и то на свим нивоима образовања, од основне школе до универзитета, наравно свако по одређеним питањима о којима ће се у даљем тексту шире елаборирати.

2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОБЛЕМА

Истраживачке проблематике којима се баве наши истраживачи у највећем броју случајева дефинисане су одговарајућим, нарочито у основним наукама, дугорочним приоритетима истраживања, а који су опет дефинисани неким државним приоритетима. У глобалном програму обично није тешко дефинисати истраживачки проблем. Тешкоће настају када такве програме треба конкретизовати и јасно дефинисати истраживачки задатак за решење проблема у ужем смислу. Другим речима раздвојити шта је у одговарајућој научној области којој припада посматрани проблем *већ разјашњено* у тренут-

* Саопштено на III научном скупу: Технологија, култура и развој - Образовање за уравнотежени културни и технолошки развој појединца и друштва, Суботица - Палић, 11-13. септембар 1996.

ку дефинисања задатка, а *ишћа* је то што је научно *непознато* или *недовољно разјашњено* и чему заправо треба посветити истраживачку пажњу. У тој анализи критеријум мора да буде светска наука јер сви други критеријуми, а поготово локални, осим одређених оправданих изузетака заправо доводе до неповратног губитка времена и средстава, мада све може да изгледа као да се ради озбиљан и користан посао.

Једна процена како се овоме код нас озбиљно прилази може да се изведе на основу једне мале статистичке анализе коришћених референци у научним радовима наших аутора (штампаних у JSCS) и разних аутора у светски реномираном часопису *Electrochimica Acta*. На дијаграму на сл. 1а приказани су процентни удели референци из појединих наведених петогодишњих периода (за по око 1500 наведених референци) из одређеног броја радова у овим часописима из свезака од краја 1995. и почетка 1996. године. Да би се елеминисао евентуални утицај санкција на радове наших аутора слично поређење је приказано и дијаграмима на сл. 1б, на основу анализе свезака из 1991. год. Из ових дијаграма се могу извући два значајна закључка:

1. Скоро 1/3 свих коришћених референци иностраних аутора припада последњем петогодишњем периоду, док је тај удео за исти период скоро упола мањи код наших аутора.

2. Горе наведени односи су практично исти и за период пре увођења санкција (тј. пре 1991. год.) и данас (упореди сл. 1а и 1б).

Другим речима, независно од проблема наметнутог спољним санкцијама, просечни истраживач у дефинисању и анализи истраживачких проблема значајно више консултује литературу старију од пет година од иностраних колега. Ако се пак узме рационална претпоставка да се половина наших истраживача труди да раде као колеге у иностранству (тј. да у истом проценту користе референце из последњих 5 година) онда је коришћење текуће савремене литературе у дефинисању истраживачких проблема код оне друге половине (од око 10.000 званично регистрованих истраживача код Министарства за науку и технологију Србије) на недозвољиво ниском нивоу. Наравно да недовољно коришћење савремене, одн. текуће литературе не доприноси пре свега бољем дефинисању проблема.

Чиме се може објаснити оваква ситуација и које су објективне и субјективне тешкоће организационе и друге природе које деле истраживачке популације онемогућава јасно дефинисање истраживачких задатака.

Поменућемо овде само неке:

1. Неоходност постојања „критичне масе” истраживача, знања и опреме у ужој истраживачкој области и познавања *сйварних* научних дилема. По

Сл. 1. Релативна заступљеност наведених референци по годинама у часописима *Journal of the Serbian Chemical Society (JSCS)* и *Electrochimica Acta (EA)*, (анализирано по око 1500 референци): а) из радова објављених у периоду 1995-96. и б) из радова објављених 1991. год

правилу изоловани „слободни стрелци” немају озбиљне шансе за успешно истраживање, већ се морају укључити у рад већих домаћих и иностраних програма.

2. Непознавање могућности (тј. недостатак одговарајућег образовања) које међународни информациони системи и базе података нуде за брзо прикупљање и анализу најсавременијих података.

3. Неадекватна организација надлежних информационих служби у земљи (Народна библиотека, Универзитетска библиотека, Југословенски патентни завод и др.) које не показују никакву озбиљну самоиницијативу да олакшају истраживачима приступ и коришћење постојећих информација и база података. Тако нпр. Патентни завод располаже са документацијом о преко 12 милиона патената, а који су практично недоступни истраживачима. Други сличан пример је непостојање везе између рачунарске мреже Београдског универзитета и Народне библиотеке Србије, а која је задужена од Министарства за науку Србије да буде научни информациони центар и дистрибутер информација. Како се може разумети чињеница да Народна библиотека (или Министарство?) обезбеди (CD-ROM за „Current Contents” (многи истраживачи и не знају *шта* је то) али не и са правом укључења бар у рачунарску мрежу Универзитета? Истраживачи - појединци нису у могућности да решавају ову врсту проблема, осим да врше *перманентни притисак на надлежне да обаве свој део посла* (а за који примају плату).

4. Недовољно познавање светских језика доводи до ситуације да се и иначе доступне и присутне информације не користе, а чини и психолошку баријеру сваком озбиљном покушају обезбеђења адекватних информација које у највећем броју случајева *морају да долазе из иностранства*.

Све ово, а вероватно и још понешто друго доводи до ситуације да уреднику часописа, а и читаоцу научних радова није из презентованог Увода рада јасно *шта* је заправо актуелни проблем на који презентовани рад покушава да да одговор и *шта* се ту може очекивати стварно научно новог.

3. РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА

Решавање научних проблема у природним и техничким наукама неизбежно укључује и извођење одговарајућих експерименталних истраживања, било у циљу прикупљања примарних квантитативних информација о особинама проучаваних система, било у циљу провере оправданости одређених модела функционисања посматраних система. Научно изведени експеримент подразумева *мерење* одређених величина карактеристичних за испитивани систем и то са инструментацијом и тачношћу која је неопходна за доказивање поузданих закључака о постављеним питањима. Треба имати у виду да добро и репродуктивно изведени експеримент и измерене величине у једном научном раду једино представља-

ју објективне чињенице. Тек на основу овако изведених експеримената могу се у дискусији резултата извучити индиректни закључци о моделима система и другим интересантним и значајним особинама, одн. дати одговор на претходно постављена питања.

Имајући све ово у виду код знатног броја радова поднетих за штампу овом часопису у експерименталним деловима радова често се уочава следеће:

- коришћење застареле и/или недовољно осветљиве мерне опреме,
- непознавање теорије грешака при мерењу и адекватне статистичке обраде,
- не поклањање пажње опису извођења експеримената како би и други могли да га репродуктивно понове,
- недовољно познавање других сличних научних дисциплина и њихових експерименталних искустава,
- ретко коришћење мултидисциплинарних приступа.

4. ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА

Претпостављајући да је истраживачки проблем на адекватан начин решен увек остаје да се уради најважнији део посла, да одговарајуће решење на најпогоднији начин постане доступно свим другим потенцијално заинтересованим. Ово је активност која у много чему подсећа на маркетинг у индустријској производњи, мада ово поређење никако не треба буквално схватити.

Основни мотив сваког научно-истраживачког посленика је разјашњење одређених феномена, физичких и хемијских процеса и у крајњој линији обогатење ризнице знања, а не општу корист. Да би остварени научни резултати стварно постали опште добро неопходно их је приказати јасно и недвосмислено у разумљивом виду, односно јасно исказати и могуће дилеме. Наравно, не постоје ни идеални људи ни идеални истраживачи, живот намеће и решавање одређених финансијских и других проблема, па се истраживачке мотивације у реалном животу крећу у широком распону од „идеалног” до „врло реалног”. „Реалност” се најчешће одражава у „неопходности” да се прикупи одређени број поена за **R** фактор за пројекте Министарства за науку, одређеног броја радова за избор у звања на универзитету и томе слично. Како другачије објаснити инсистирање и учесника и организатора великог броја научних симпозијума да се пријављени радови штампају у зборницима радова у обиму о 2-4 стране. Наиме, по критеријумима Министарства за науку такво „сочињеније” има третман штампаног рада у целини (**R54** или **R73**), а организатори не прихватају дуже радове јер то поскупљује трошкове организације. Прави проблем је што се обично ради о 2-4 странице текста куцаног крупним словима са великим проредом, заједно са сликама, референцама

и евентуалним изводом на страном језику, тако да то обично представља тзв. проширене изводе. Наравно, проширени извод се не може озбиљно рецензирати, иако се обично каже да се то ради. Из оваквих публикација не може се најчешће извући нека већа корист осим да се заинтересованим омогући директан контакт уз помоћ присутне адресе. А то се може постићи и само штампањем извода радова на максимум једној страници.

Значајно је још нешто. Озбиљан и потпун научни рад обично захтева 8-10 страница штампаног слога који одговара часопису, а то је финансијски само 2-2,5 пута више него штампање тзв. научног рада у зборнику на 4 стране. Поставља се наравно питање како то да је тешко организовати излагање научног часописа (у Србији их има свега неколико), а нема ни организационих ни финансијских проблема да се масовно штампају тзв. *зборници радова* (овде се не мисли на зборнике извода радова). Овакви зборници штампају се у малом тиражу и практично су недоступни широј научној јавности, а и када се до њих дође из рада штампаног на 2-4 стране ретко куцаног текста тешко се може закључити како су експерименти извођени (аутори као да ово чувају у виду „пословне тајне”), док дискусииони део личи на слободно мишљење аутора, а не солидно документовани закључак. Како се иначе може другачије разумети чињеница да после недавно одржана два *научна скупа*, (I и II Југословенски симпозијум о хемији и заштити животне средине) са по преко 300 саопштења на сваком скупу појединачно, аутори нису успели, или још жалосније нису нашли за потребу, да побликују више од 30-40 научних радова у рецензираним научним часописима.

Наравно, критичке опаске и негативни примери који се овде наводе ниуколико не значе да ови проблеми доминирају нашом научном публицистиком. Али мислим да нећу погрешити ако преценим да се све ово ипак односи на један приличан број наших истраживача, грубо процењено бар 1/3, ако не и више. Илустрације ради од око 240 радова припелих у претходној календарској години за публикавање у JSCS, око 18% је и уз не посебну оштрину оцене рецензена морало да буде одбијено јер су због већег броја битних примедба били непоправљиви и неприхватљиви. Од осталих 25-30% било је прихваћено без или са минималним поправкама, док је остатак морао да буде враћен ауторима са ознаком „потребне веће исправке”. Највећи део примедби односио се на питања која се и помињу у овом тексту, а најчешће су проузроковане недовољном пажњом аутора, одн. неразумевању да су при презентацији урађеног рада неопходни сви елементи о којима је било или ће још бити речи.

Сумирајући најзначајније опаске које се односе на већ наглашену најважнију трећину научно-

истраживачког посла - презентацију резултата - може се констатовати следеће:

- Узимајући у обзир број научних истраживача и релативно ограничен број научних резултата вредних пажње код нас се организује превелики број научних скупова. Често се исти или слични резултати понављају на различитим скуповима, а све ово је још додатно негативно стимулирано Правилником Министарства за науку Србије и амбицијом за прикупљање R коефицијената.

- Зборници радова са скупова у обиму 2-4 стране дестимулативно делују на ауторе да се потруде да своје резултате прикажу у научно једино погодној форми-рецензираним раду у одговарајућем научном часопису.

- Недовољно се поклања пажња уводним деловима радова у којима би се јасно констатовало *шта* је одраније у литератури познато или шта су дилеме које се анализирају у понуђеном раду.

- Недовољно се поклања пажња детаљном опису извођења експеримената, како би их свако други ко то жели могао поновити.

- Недовољно познавање и коришћење појма значајне цифре при саопштавању резултата мерења, као и теорије грешака.

- Изостанак или нејасно дефинисање закључака.

- Лоша презентација дијаграма.

- Непридржавање улутстава која се дају као помоћ ауторима.

- Изостављање потпуне адресе аутора или бар једног задуженог за комуникацију са заинтересованим.

- Енглески текст се неизоставно мора лекторисати од стране неког довољно стручног (не језички!) лица коме је енглески матерњи језик или ко је довољно дуго у младости учио енглеске школе.

Вероватно би се још нешто могло додати овој листи како би се добри резултати припремили за јавно саопштавање, а као најважнији чин целокупних претходно уложених истраживачких напора.

5. НЕКЕ СУГЕСТИЈЕ ЗА БОЉЕ ОБРАЗОВАЊЕ ИСТРАЖИВАЧА КОЈИ СЕ БАВЕ НАУКОМ

У претходној анализи указано је на неке пропусте и недостатке који се повремено јављају у рукописима које наши аутори нуде научним часописима за штампу. Као и у теорији грешака и овде се ти недостаци могу поделити у случајне и систематске.

О случајним пропустима, а који су најчешћи у категорији превида и сличног, не треба много говорити осим чињенице да је њихов број најчешће обрнуто пропорционалан педантерији аутора.

Систематски пропусти су много озбиљнија ствар и врло су чврсто повезани са *недостацима* у

образовању истраживача, почев од основне школе па до универзитета и даље.

Какве би кораке у образовном смислу требало предузети?

· Од основне школе па надаље неопходно је гадити и подржавати радозналост, која је основни предуслов за успешно истраживање. Радозналост помаже у раздвајању непознатог од познатог.

· Од основне школе па надаље неопходно је развијати способност раздвајања поступака и чињеница по редоследу важности, одн. хитности.

· Од основне школе па надаље неопходно је озбиљно учење енглеског и још једног светског језика.

· Кроз научно-популарну литературу и оспособљавање музеја науке и технике за интерактиван однос деце и музејских експоната оспособити децу за креативно експериментисање и закључивање.

· У оквиру универзитетске наставе стално проширивати потребу за коришћењем библиотека, литературе и информатике уз претходно озбиљно упознавање како се библиотека и савремени извори информација и базе података могу да користе.

· У оквиру универзитетске наставе, било као посебан курс или уклопљено у неки одговарајући предмет приказати методологију научно-истраживачког рада и проблема презентације постигнутих резултата.

· Инсистирати на разијању и правим значењима појмова наука и струка, имајући у виду да наука открива *нове* чињенице, а струка зналачки користи већ *установљене* научне и друге чињенице. Бркање ових појмова, а данас је то код нас често, доводи до запоставања струке која је заправо права основа брзог и успешног развоја земље. С друге стране бракање ових појмова збуњује нарочито младе истраживаче и отежава стварно истраживање и налажење *новог*.

Истраживање у науци је посао и задовољство, испуњено сталним тражењима па и лутањима, које се у научном смислу могу успешно савладати само ако је истраживач личност од интегритета заинтересована да сазна праву истину и да је непрестано тражи. Морална чврстина истраживача је при томе врло значајна особина при чему се подразумева да се исте норме морају примењивати и у истраживању и у свакодневном животу.

У нашем друштву већ неко време тече акција промовисања међународних стандарда групе ISO 9000. При томе се често пада у грешку наводећи да то треба да буде неко ново понашање производних и других фактора за прелазак у трећи миленијум. Наравно ово је погрешно, пошто у принципу стандардизација и није ништа друго него принуда да се сви натерају на понашање и начин рада који је већ дуже време пракса у напредним и развијеним земљама. Другим речима, развијене земље терају остале да се *сви* понашају као они. У неком смислу и овај чланак поред осталог има сврху да на неки начин да допринос увођењу ISO 9000 стандарда за публикавање научних радова, одн. помогне истраживачима да научно-истраживачки посао обављају што ближе светским стандардима.

Наравно и аутор ових редова није савршен и повремено чини грешке на које овде указује. Такође добро зна да су материјални услови у нашој средини скромни и да је нашим истраживачима знатно теже да задовоље светске стандарде. Али је неоспорна чињеница да су искључиво истраживачи ти који могу да јасно дефинишу проблеме за истраживање, укључујући и ограничавајуће финансијске проблеме, па је онда и јасна њихова обавеза да на свим друштвеним нивоима на ово *јасно и недвосмислено* указују. ISO 9000 стандарди искључиво траже одговоре *да* или *не*, а не дискусију колико то кошта. Из овог се за наше услове може извести и практичан закључак: боље мало доброг, него много незадовољавајућег.

A b s t r a c t

EXPERIENCE OF AN SCIENTIFIC JOURNAL EDITOR

Dragutin M. Dražić

Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Yugoslavia

Author is the editor-in-chief of the Journal of the Serbian Chemical Society and based on his ten year experience discusses the readiness and ability of our scientific researchers to present adequately the essence of the problem studied, description of the experimental work, obtained results and properly made analysis. It is pointed out to some defaults of accidental and systematic character. Also, suggestion is made that in order to prepare scientific researchers for obtaining and proper presentation of their results they should be better prepared for that during their educational training including elementary schools and universities.

НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ХЕМИЈУ ЗА 1996. ГОДИНУ ДОДЕЉЕНА ЈЕ ЗА ОТКРИЋЕ ФУЛЕРЕНА

Нобелова награда за хемију за 1996. годину додељена је тројници научника за њихово откриће фулерена, фамилије високосиметричних угљеникових молекула чији је основни члан молекул C_{60} . Откриће овог новог облика угљеника отворило је једну потпуно нову област хемије.

Нобелову награду поделили су *Р. Е. Смоли* (Richard E. Smalley), професор физике на Рајс универзитету (Rice University), у Хјустону, САД, *Р. Ф. Карл* (Robert F. Curl, Jr.), професор хемије с истог универзитета и *Х. Крото* (Harold Kroto), професор хемије са Сусекс универзитета (University of Sussex) у Брајтону, Енглеска.

Р. Е. Смоли је рођен 1943. године у Акрону, Охајо, САД. Студије хемије завршио је на Мичигенском универзитету (University of Michigan) у Ен Арбору, САД. Докторску тезу одбранио је 1973. године на Универзитету у Принстону. Затим је радио у Шеловим лабораторијама за истраживање, а 1976. год. изабран је за професора на Рајс универзитету.

Р. Ф. Карл је рођен 1933. године у Алисе, Тексас, САД. Студије хемије завршио је на Рајс универзитету, а докторску тезу је одбранио 1957. године такође на Рајс универзитету у Хјустону на коме је наставио и своју универзитетску каријеру.

Х. Крото је рођен 1939. године у Вирбичу, Енглеска. Докторску тезу одбранио је 1964. године на Универзитету у Шефилду. На универзитету у Брајтону (University of Sussex) је од 1967. године.

Откриће фулерена, као и многа друга фундаментална открића у науци, било је случајно. Крото, Карл и Смоли су почели заједно да проучавају угљеникове кластере. Пре заједничког рада Крото се интересовао за микроталасну спектроскопију великих црвених звезда богатих угљеником, Карл је био стручњак за микроталасну и инфрацрвену спектроскопију и Кротов пријатељ, који је истовремено сарађивао са Смолијем. Смоли је, као физичар, конструисао једну справу за стварање и карактеризацију кластера различитих елемената. Крото је осамдесетих година изучавао полиацетиленска једињења са дугачким ланцима чији су спектрални подаци откривени и у међузвезданим гасовима и атмосферама великих црвених звезда. Крото је тада дошао на идеју да употреби Смолијеву справу за ласерско напаравање суперсоничног зрака да проучава стварање полиацетиленских честица.

Тако су на Рајс универзитету, 1985. године, Крото, Карл и Смоли извршили серију експеримената на стварању угљеникових кластера ласерским напаравањем графита. Настале производе анализира-

ли су масеном спектрометријом и очекивали присуство полиацетиленских молекула. Међутим, нашли су да масени спектар показује серију пикова који одговарају молекулима који садрже паран број угљеникових атома, од око 40 до 100 угљеникових атома. Под одређеним условима ласерског напаравања масени пик који одговара C_{60} био је највећи у спектру, док су C_{56} , C_{58} , C_{62} и C_{64} кластери били веома мали и сличног интезитета.

C_{60}

C_{70}

Ова научна екипа, Смоли, Карл и Крото, дала је објашњење због чега је молекул C_{60} био највише присутан у смеси и описали структуру овог молекула који није имао ничега заједничког са полиацетиленским молекулима. Наведено је да је молекул C_{60} сферичан молекул који има геометрију зарубљеног икосаедра, односно полиедрона са 60

ивица, односно угљеник-угљеник веза, да има 32 равни, односно прстена, од којих 20 шестоугаоних равни, односно бензенових прстенова и 12 циклопентадиенских прстенова, односно петоугаоних равни. Геометрија овог молекула је иста као и фудбалска лопта па га зато неки називају фудбален, а аутори су му дали име "buckminsterfullerene" у част познатог архитекте Buckminster Fuller-a, који је први конструисао полиедарске структуре (грађевину на Светској изложби у Монреалу, 1967. год.).

У следећих пет година (1985-90) Крото, Карл и Смоли, независно један од другог, бавили су се фото физиком и фотохемијом угљеникових кластера и прикупљали податке који подржавају хипотезу о фулеренима. Доказали су да молекул угљеника C_{60} има кавезасти простор довољан да се у њега може сместити неки атом. Тада су пронашли да када се врши ласерско напаравање графита који је импрегниран са лантан-хлоридом да се добивају комплекси C_{60} у којима се налази уграђен атом лантана. Сличне експерименте извршили су и са цезијумом и натријумом. Када су ови комплекси озрачивани ласером није се вршила дисоцијација и метал је остајао затворен у кавезу.

На Рајс универзитету као и на Сусекс универзитету извршени су бројни експерименти са циљем да се добију веће количине фулерена, али су сви покушаји остали без успеха. Међутим, В. Крачмар (W. Kratschmar) из Макс-Планковог института за нуклеарну физику у Хајделбергу, Немачка и Хафмен (D. F. Hufman) са Аризона универзитета, САД, пронашли су 1990. године, да се простим напаравањем графита у електричном луку, у атмосфери хелијума, добива фулерен C_{60} и други угљеникови молекули (C_{60} у приносу до 5%). Изоловањем и преочишћавањем довољних количина (грамске количине) и применом савремених метода и инструмената за преочишћавање и одређивање структуре, потврђена је структура молекула C_{60} и C_{70} . Тада је почела велика научна трка хемичара, физичара и других, да свака са свога аспекта проучава ову врсту молекула, као и могућности њихових примена. Истраживањима у овој области данас се бави велики број научника различитих профила.

Проналазак фулерена са теоријског становишта доприноси објашњавању неких доста одвојених научних проблема и природних загонетки, као што су галактички угљеник и ароматичност као кључан појам теоријске хемије. С друге стране предвиђања суда ова класа једињења (C_{60} и друга) може дати соли које имају суперпроводљиве особине, затим да се од њих могу добити тродимензионални полимери, нови кристали и разни нови материјали. Испити-

вања могућности примена фулерена данас су усмерене у следећим правцима: за израду оптичких уређаја заснованих на фотопроводљивости а заснованих на фотонапонским особинама фулерена; за стварање карбида на нижим температурама; за хемијске сензоре; за израду уређаја за одвајање гасова; за добивање танких дијамантских филмова, за производњу батерија, катализатора за израду уређаја за акумулирање водоника, за добивање полимера као и у другим применама. Стога физичари сматрају C_{60} као значајан материјал који обећава широк спектар примена.

Пошто су фулерени растворни облик угљеника (раствара се у бројним неполарним растварачима), то су омогућене и различите хемијске трансформације ових лоптастих органских молекула. До сада су извршене бројне трансформације фулерена помоћу електрофилних, нуклеофилних и слободнорадикалских интермедијерних частица, па се сматра да се од фулерена може направити неограничен број нових молекула.

Поред ове класе затворених молекула, фулерена, Смоли и други су пронашли методу за добивање нано-цеви, које имају зидове од једноугљеничног слоја. Ове цеви имају кристалну структуру сличну металима (може се поредити са бавром) и сматра се да нано-цеви могу наћи велике практичне примене.

Abstract

NOBEL PRIZE FOR CHEMISTRY IN 1996. WAS AWARDED FOR FULLERENES DISCOVERY

Živorad Čeković

Faculty of Chemistry University of Beograd, Belgrade, Yugoslavia

Professors Richard E. Smalley and Robert F. Curl, Jr. from Rice University, USA and Harold Kroto from University of Sussex, England were awarded by Nobel Prize for Chemistry in 1996. for their discovery of a new family of highly symmetrical carbon molecules named fullerenes. The basic member of this family is molecule C_{60} . With their discovery of fullerenes a new branch of chemistry, named „round” chemistry is started.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes*, M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, P. C. Eklund, Academic Press, London, 1996.
2. *Buckminsterfullerenes*, H. W. Kroto et al, Eds. W. E. Billups, M. A. Liufolini, VCH, New York, 1993.
3. F. Diederich et al. *Chem. Soc. Rev.*, 1994, 243.
4. R. M. Baum, *Chem. & Eng. News*, (1993) 71, 8(47) 8.
5. A. Hirsch, *Angew Chem. Int. Ed. Engl.*, (1993) 32, 1138
6. R. C. Haddon, *Acc. Chem. Res.*, (1992) 25, 127
7. R. Baum, *Chem. & Eng. News*, (1997) 75, (1) 29.

НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ХЕМИЈУ ЗА 1957. ГОДИНУ ДОДЕЉЕНА ЈЕ ШКОТЛАНЂАНИНУ ЛОРДУ ТОДУ ЗА РАД НА НУКЛЕОТИДИМА И НУКЛЕОТИДНИМ КОЕНЗИМИМА

Шкотланђанин Александер Тод (Lord Alexander Robertus Todd, 1907-) је добио Нобелову награду за хемију за 1957. годину за рад на нуклеотидима и нуклеотидним коензимима.

Лорд Тод је рођен у Глазгову 2. октобра 1907. године у службеничкој породици. У Глазгову је похађао средњу школу у којој су главни предмети били математика, физика и хемија. Као мали је планирао да студира медицину али је променио мишљење када му је лекар неспретно излечио леви лакат који је повредио приликом пењања на дрво. За хемију се вероватно заинтересовао још у осмој години када је на поклон добио гарнитуру за извођење хемијских огледа. Тај интерес се повећао у вишим разредима средње школе која се налазила преко пута радње у којој је Тод куповао хемикалије и најразличитији хемијски прибор (често од новца намењеног за ручак). Студије хемије уписао је на Универзитету у Глазгову. Свиђали су му се неорганска и органска хемија коју је предавао Петерсон (T. S. Patterson). Квалитативну и квантитативну анализу није волео. Његов најдражи курс је био истраживачки пројект о дејству PCl_5 на етилтартарат и његове диацетилне деривате. Тодов задатак је био да одреди да ли природа одлазеће групе има утицај на ток Валденове инверзије. Добивени резултати су довели до његове прве публикације објављене у часопису енглеског хемијског друштва (*J. Chem. Soc.*). Са Петерсоном је објавио и други рад - о оптичкој ротационој дисперзији манитола и његових деривата. Када је дипломирао (1928) са одличним оценама из хемије добио је једногодишњу стипендију да настави рад са Петерсоном. Међутим, држећи се Берцелијусове дефиниције да је органска хемија пре свега хемија супстанци у живим организмима а не само хемија угљеникових једињења Тод је закључио да његов рад са Петерсоном није интересантан. Са намером да настави студије хемије и савлада бар један страни језик отишао је на Универзитет у Франкфурт код Валтера Боршеа (Walther Borsche) који је за то време имао одлично опремљену лабораторију. Борше је био ученик Ота Валаха (Нобелова награда за хемију за 1910) и помоћник Адолфа Виндауса (Windaus) који је радио на природним производима. Овде је Тод радио на структури апохолне киселине, деградационом продукту холне (жучне) киселине.¹ Докторирао је 1931. године.

По повратку у Енглеску, иако је имао немачки докторат, Тод је прихватио докторандску стипендију Универзитета у Оксфорду. Радио је код Роберта Робинсона (Нобелова награда за хемију за 1947) који је био познат по својим истраживањима структуре биљних супстанци и синтези природних производа. Радећи са Робинсоном Тод је извршио синтезу дигликозидних антоцијанина (црвених и плавих бојених материјала у цвећу) и помогао да се одреди структура и комплетира синтеза неких деривата антрахинона као што су хелминтоспорин и цијандонтин. До 1932. године он је извршио синтезу хирсутина, малвина и цијанина и тако ефектно заокружио рад на антоцијанинима. Свој други (реткост код хемичара), британски докторат, Тод је добио 1933. године. Рад са Робинсоном, признатим стручњаком за органску синтезу, помогао му је да овлада тајнама органске синтезе, што му је касније било од непроцењиве користи у проучавањима нуклеотида и нуклеинских киселина.

Следеће године (1934) Тод је напустио Оксфорд и запослио се као асистент медицинске хемије на Универзитету у Единбургу. Овде је радио код Џорџа Барџара (George Barger) на структури витамина B_1 и помогао да се разради индустријска синтеза овог важног фармацеутошког производа. Две године касније (1936) Тод је прешао у Листер институт за превентивну медицину у Лондону а 1937. је постао предавач биохемије на Лондонском универзитету.

Следеће године (1938) Тод је добио место професора органске хемије на Универзитету у Манчестеру. Овде је радио на синтези витамина Е. Такође се концентрисао на проучавање хемије конопље (*Cannabis sativa*) која служи као база за различите наркотице. Његова открића су показала да биљке рода *Cannabis* имају изванредне фармаколошке особине које потичу од канабинола и да је могуће да се овај продукт издвоји из смоле која ствара наркотик. Овде је започео са проучавањем нуклеотида. На Универзитету у Манчестеру Тод је радио до 1944. године када је добио место професора органске хемије на Универзитету у Кембриџу где је остао до пензионисања.

Целокупан Тодов научни опус везан је за проучавања природних производа са билошким значајем. Проучавао је витамине B_1 , Е и B_{12} , састојке врсте *Cannabis*, факторе који утичу на паразитизам и разне гљивичне производе. Но ипак, тек резултати које је постигао у хемији нуклеотида

и нуклеотидних коензима, показали су да је научник изузетног кова, па је за достигнућа у овој области награђен Нобеловом наградом за хемију 1957. године.

За хемију нуклеотида Тод се заинтересовао посредно 1934. године, када је у Единбургу радио на истраживању структуре анти-берибери фактора, витамина В₁. Пошто је извршио синтезу овог витамина, заинтересовао се за специфичност дејства витамина, тј. за разлоге због чега су ова једињења тако важна за живе организме. У то време биохемијска истраживања других научника показала су да се витамини из групе В преводе у организму у комплексније деривате који функционишу као коензими у метабиличким системима. Доказано је чак да коензими, сродни са В витаминима, укључују нуклеотиде флавин-аденин-динуклеотид (ФАД) и козимазу или дифосфопиридин-нуклеотид (ДФПН). Тод извлачи закључак да ако витамини функционишу у облику нуклеотидних коензима, онда је за даље ра-

зумевање специфичности витамина неопходно детаљно проучавање хемије нуклеотида. Овај момент представља преломну тачку у даљој научној активности Тода.

Када је 1939. године Тод започео интензивна проучавања нуклеотида, било је познато да су ове супстанце по хемијском саставу фосфатни естри N-гликозида пуринских и пиримидинских база (нуклеозиди). Фундаменталне супстанце из ове групе - нуклеозиди, добијане су хидролизом нуклеинских киселина и већ су била изолована 4 нуклеозиди изведени из рибонуклеинских киселина: -N-D-рибозиди аденина, гуанина, урацила и цитозина (Сл. 4). Међутим, није била одређена величина лактолног прстена у остатку шећера (D-рибозе, Сл. 1), а такође није била позната конфигурација гликозидне везе. Што се тиче нуклеозиди изведених из дезоксирибонуклеинских киселина, било је познато да су то 2-дезокси-D-рибозиди аденина, гуанина, тимина и цитозина (Сл. 4) и претпоставља-

распоредити слике 1, 2, 3, 4

ло се да су структурно аналогни са рибонуклеозидима. Хемија нуклеотида - фосфата нуклеозида - била је у одговарајућем примитивном стању, мада је већ тада било познато да нуклеотици, као уосталом и нуклеозиди, заузимају централно место у хемији живе ћелије. Разлог за овако спори развој хемије нуклеотида била је, свакако, чињеница да су ове супстанце врло поларне, растворљиве у води, да немају правилне тачке топљења и да се крајње тешко пречишћавају и идентификују класичним техникама органске хемије, што је очигледно обезхрабривало озбиљна научна истраживања у овој области пре Другог светског рата.

Тод планира своја истраживања врло систематично и одлучује да у првој фази разјасни структуру најпростијих јединица - нуклеозида. За решавање овог проблема бира искључиво синтетички прилаз. Синтетизује у лабораторији разне нуклеозиде и упоређује их са нуклеозидима добијеним из

хидролизата рибонуклеинских и дезоксирибонуклеинских киселина, при чему обилно користи новопронађене модерне технике, као што су хроматографија на хартији, јоноизмењивачка хроматографија и електрофореза на хартији. Доказује да су и рибонуклеозиди и дезоксирибонуклеозиди у ствари фуранозиди и утврђује тачне структуре и конфигурације свих рибофуранозида и дезоксирибофуранозида, при чему структуре свих рибофуранозида докажује и тоталном синтезом. Тодови радови у овој, првој фази истраживања, демонстрирали су на сјајан начин снагу органске синтезе у решавању структурних проблема.

Охрабрен овим успехом, Тод започиње проучавање нуклеотида фосфатних естара нуклеозида (Сл. 5). Пошто открива да не постоје довољно благи и селективни реагенси за фосфориловање разних приступачних хидроксилних група у молекулима нуклеозида, Тод прави читаву студију о

слике 5 и 6

реакцијама фосфориловања хидроксилних група. Уводи нове реагенсе за фосфориловање, пре свега дибензилфосфорохлоридат. Показује да се ова прилично нестабилна супстанца лако прави у раствору из дибензилфосфита хлоровањем и да лако реагује са алкохолима у присуству терцијарних база и даје алкил-дибензил-фосфате из којих се заштитне групе могу уклонити на разне начине. Користећи овај реагенс, али и друге реагенсе за фосфориловање које је изумео, Тод синтетизује све теоријски могуће просте нуклеотиде изведене из природних рибонуклеозида и дезоксирибонуклеозида и тиме одређује њихову егзактну хемијску структуру. Овим резултатима Тод истовремено отвара пет за напад на још комплексније проблеме у вези са одређивањем структуре нуклеинских киселина и нуклеотидних коензима.

Снагом свог научног генија Тод уноси знатно више светлости и у познавање структуре нуклеинских киселина (Сл. 6). До Тода било је познато да су ове, биолошки изванредно значајне супстанце по хемијској структури полинуклеотиди и да њихови молекули чине главни низ од наизменичних молекула шећера и фосфорне киселине, при чему сваки молекул шећера има на себи везану, као мали додатак, групу која садржи азот. Број азотних база у нуклеинским киселинама је ограничен и обично су присутне само четири различите базе. Пошто су нуклеинске киселине гигантски молекули (молекулска тежина може износити неколико милиона), број могућих комбинација распореда ове четири базе је огроман, па прави хемијски састав нуклеинских киселина није могуће одредити. Својим радовима Тод доказује да разлике између разних нуклеинских киселина зависе баш од редоследа у којем се у низу јављају есенцијалне базе. Још важније откриће чини проучавањем ензиматске хидролице рибонуклеинских и дезоксирибонуклеинских киселина са разним ензимима укључујући рибонуклеазу и разне нуклеазе слезине. Тачно одређује који атоми учествују у формирању интернуклеотидних веза, па на тај начин утврђује тачну схему повезивања структурних елемената нуклеинских киселина - нуклеотида.

Тодови радови су дали снажан подстицај развоју хемије нуклеотида. Користећи његове резултате као темељ, други научници поставили су врло интересантне теорије о спиралном образовању низова нуклеинских киселина. Помоћу ових теорија било је могуће објаснити како нуклеинска киселина може посредовати у образовању другог молекула нуклеинске киселине или чак и протеинског молекула, чиме је утрт пут за обље разумевање хемијских реакција које се врше у самим ћелијама.

Тод је такође као значајан допринос и у истраживању структуре витамина В₁₂, супстанце

која се налази у јетри и која је активна у лечењу пернициозне анемије. Заједно са Дороти Ходкин (Dorothy Hodgkin, добитник Нобелове награде за хемију 1964) одредио је структурну формулу витамина В₁₂ и показао да је то нуклеотид врло необичне структуре.^{4,5,9}

Поред Нобелове награде за хемију, Тод је добитник многих међународних награда и медаља. Члан је великог броја Академија наука и Научних друштава из читавог света. Истицао се и својом активношћу у међународним удружењима за размену научних информација па је једно време био председник Интернационалне уније за чисту и примењену хемију (IUPAC). За своје успехе у науци добио је племићку титулу 1954. године а 1962. је постао Лорд Тод од Трумпингтона (Trumpington).

Abstract

NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY 1957: ALEXANDER ROBERTUS TODD

Slobodan Mladenović,

Faculty of Science, University of Belgrade, Yugoslavia

Stanimir Konstantinović,

Faculty of Science, University of Kragujevac, Yugoslavia

Scottish chemist Sir Alexander Robertus Todd synthesized all the naturally occurring nucleotide components of the nucleic acids. Todd was knighted in 1954 and for his work on nucleotides and nucleotide coenzymes was awarded the 1957 Nobel Prize in chemistry. In 1962 he was created Baron Tod of Trumpington.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Borsche, A. R. Todd, *Z. physiol. Chem.* **198** (1931) 173.
2. J. Baddiley, B. Lythgoe, D. McNeil, A. R. Todd, „Synthesis of Purine Nucleotides Part I. Model Experiments on the Synthesis of 9-Alkylpurines”, *J. Chem. Soc.* (1943) 383-358.
3. J. Baddiley, B. Lythgoe, A. R. Todd, „Experiments on Synthesis of Purine Nucleotides Part II. New and Convenient Synthesis of Adenine”, *J. Chem. Soc.* (1943) 386-389.
4. A. R. Todd et al, *Nature* **174** (1954) 1168.
5. A. R. Todd et al, *Nature* **178** (1956) 64.
6. A. R. Todd, „Organic Chemistry 1851-1951”, *Advancement of Science* **8** (1952) 393-396.
7. A. R. Todd, Synthesis in the Study of Nucleotides”, *J. Chem. Soc.* (1946) 647-653.
8. A. R. Todd, *A Time to Remember: The Autobiography of a Chemist*, Cambridge University, Cambridge, England, 1983, New York 1984.
9. A. R. Todd, „Vitamins of the B Group”, *J. Chem. Soc.* (1941) 427-432.
10. A. R. Todd, „Synthesis in the Study of Nucleotides”, *Nobel Lectures, Chemistry, 1942-1962*, Elsevier Publishing Company, New York, 1964.

УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЧКИХ АКТИВНОСТИ У СОЛВЕНТНОЈ ЕКСТРАКЦИЈИ У ПЕРИОДУ 1980-1993.

1. УВОД

У намери да се начини упоредни преглед истраживачких активности у солвентној екстракцији у периоду 1980-1993. година, за извор је изабрана „Међународна конференција за солвентну екстракцију” (International Solvent Extraction Conference - ISEC), као најрепрезентативнија за ову проблематику. У том циљу дефинисане су истраживачке области у овој проблематици, користећи за основу секције које су биле заступљене на конференцијама ISEC одржаних 1980, 1983, 1986, 1988, 1990. и 1993. године /1-6/. Тако су дефинисане петнаест области и то: 1 - уређаји за екстракцију, 2 - екстракциони процеси, 3 - хидродинамика, пренос масе и кинетика, 4 - екстрагенци и модификатори, 5 - екстракција метала, 6 - екстракција неорганских супстанци, 7 - екстракција органских супстанци, 8 - екстракција нуклеарних супстанци, 9 - надкритична екстракција, 10 - мембранска екстракција, 11 - симулација, моделовање и контрола, 12 - екстракција ефлуената, 13 - фундаменти, 14 - аналитичка хемија и 15 - физичка хемија.

Полазећи од претпоставке да број радова у области представља у одређеном степену меру истраживачке активности у тој области, одређен је број радова по областима и укупан број радова за сваку конференцију ISEC у периоду 1980-1993 /1-6/. У циљу квантификације овог поређења, одређен је проценат заступљености радова - PZR за сваку област у односу на укупан број радова на конференцији за сваку конференцију ISEC одржану у периоду 1980-1993. На овај начин, преко PZR у одређеној области, дата је могућност поређења, како различитих области на одређеној конференцији ISEC, тако и по истим областима али на различитим конференцијама ISEC, а омогућено је и поређење области кроз интегрални преглед радова на конференцијама ISEC '80-93.

Да би се омогућила примена кондензованијег приступа анализи прегледа, образоване су групе од дефинисаних области, а као квантитативни показатељ истраживачке активности у формираним групама усвојен је збирни PZR, који представља сумарну вредност PZR за дефинисане области које чине групу, а који се скраћено означава са ZPZR.

Овде свакако треба напоменути да се резултати начињене анализе на основу конференција ISEC '80-93, могу узети само као груба апроксимација истраживачких активности у формираним областима солвентне екстракције у периоду 1980-1993. година.

2. РЕЗУЛТАТИ ПОРЕЂЕЊА И ДИСКУСИЈА

Упредни преглед процентуалне заступљености радова (PZR) у петнаест дефинисаних области конференција ISEC '80, '83, '86, '88 и '93 /1-6/, дат је на слици 1. Из ове слике следи да је укупан број радова различит по конференцијама ISEC '80-93. Тако, број радова на ISEC '80 је 206, на ISEC '83 је 271, на ISEC '86 је 300, на ISEC '88 је 392, на ISEC '90 је 324 и на ISEC '93 је 266 /1-6/. Међутим, из слике 1 је очигледно да све области нису заступљене на свим конференцијама ISEC '80-93. То се у ствари односи на области: 2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14 и 15. При томе треба нагласити да су области 9 и 10, новије области на конференцијама ISEC. Но, непојављивање осталих наведених области на конференцијама ISEC у периоду 1980-1993. година, у основи не би требало схватити као одсуство истраживачке активности у тим областима, пре свега због њихове природе, већ пре као периоди у којима те области нису имале ударни акценат на појединим конференцијама ISEC. У ствари, истраживања из наведених области појављују се и у оквиру комплексних истраживања која су презентирани у другим областима, а пре свега у областима: 5, 7 и 8.

Процент заступљености радова у појединим областима - PZR, по појединим конференцијама ISEC одржаним у периоду 1980-1993, сагласно слици 1, је различит, па је самим тим различито и место области одн. њен ранг на појединим конференцијама ISEC, што указује на различите истраживачке активности по појединим областима на конференцијама ISEC. Међутим, овде се нећемо упустити у анализу ранга области на појединим конференцијама ISEC '80-93, јер смо мишљења да је корисније да то урадимо за интегрални период 1980-1993.

Из интегралног упоредног прегледа заступљености радова из појединих области на конференцијама ISEC '80-93, приказаног на слици 2 и табели 1, може се добити целовита, мада апроксимативна, слика истраживачких активности у појединим областима. Из табели 1 је евидентно да примат истраживачке активности припада области 5 са PZR 19,3, а да затим следе области: 7 са PZR 12, 8 са PZR 10,9, 13 са PZR 8,8, 1 са PZR 8,7, 3 са PZR 7,5 и 10 са PZR 7,4. У ствари ове области и представљају најинтензивније истраживачке области на конференцијама ISEC '80-93. Значајна активност, али мањег интензитета од активности у претходним областима, одвија се у областима: 4 са PZR 5,1, 2 са PZR 4,7, 14 са PZR 4,2 и 11 са PZR 3,7. У осталим областима:

Сл. 1. Упоредни преглед заступљености радова у појединим областима ISEC'80-93
 (Називи области: 1- уређаји за екстракцију, 2 - екстракциони процеси, 3 - хидродинамика, пренос масе и кинетика, 4 - екстрагенси и модификатори, 5 - екстракција метала, 6 - екстракција неорганских супстанци, 7 - екстракција органских супстанци, 8 - екстракција нуклеарних супстанци, 9 - надкритична екстракција, 10 - мембранска екстракција, 11 - симулација, моделовање и контрола, 12 - екстракција ефлуената, 13 - фундаменти, 14 - аналитичка хемија, 15 - физичка хемија.)
 6, 15, 12 и 9, истраживачка активност је слабијег интензитета са PZR: 2,4, 2,0, 1,8 и 1,5.

I SEC'80-93

Ранг области														
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Број области														

Таблица 1. Класификација области по рангу одн. месту заступљености у интегралном прегледу на

5	7	8	13	1	3	10	4	2	14	11	6	15	12	9
---	---	---	----	---	---	----	---	---	----	----	---	----	----	---

У циљу интеграције формулисаних области истраживачких активности, дефинисане су следеће три групе: а) хемијско-технолошка, б) хемијско-инжењерска и с) физичко-хемијска. При томе група а) обухвата области: 2, 5-8 и 12, са ZPZR 51,1; б) обухвата области: 1, 3, 11 и део (око 1/2 PZR) области: 9, 10 и 13, са ZPZR 28,7 и група с) обухвата области: 4, 14, 15 и део (око 1/2 PZR) области: 9, 10 и 13, са ZPZR 20,1. На основу наведених вредности ZPZR, следи да интензитет истраживачке активности опада од групе а), преко групе б) до групе с).

3. ЗАКЉУЧАК

Упоредни преглед истраживачких активности по областима солвентне екстракције и по групама области, начињен на основу радова објављених на конференцијама ISEC у периоду 1980-1993. године, дозвољава да се изведу следећи закључци:

1. Истраживачке активности изражене преко процента заступљености радова су различите, како по областима унутар конференције ISEC, тако и по одређеним областима на различитим конференцијама ISEC. Међутим, примат истраживачких активности припада области 5, док значајна истраживачка активност припада областима: 4, 2, 14 и 11, а релативно слабија, областима: 6, 15, 12 и 9.

2. Најинтензивније истраживачке активности одвијају се у оквиру комплексне групе хемијско-технолошких истраживања, затим следе групе: хемијско-инжењерска истраживања и физичко-хемијска истраживања.

3. И поред релативно скромне процентуалне заступљености радова у областима: 9 и 10, ове области заслужују да се на њих скрене пажња, због њихове потенцијалне атрактивности за примену.

Abstract

COMPARATIVE SURVEY OF RESEARCH ACTIVITIES IN SOLVENT EXTRACTION DURING 1980-1993

Aleksandar S. Tolic

Faculty of Metallurgy and Technology Podgorica, University of Montenegro, 81000 Podgorica, Yugoslavia

Selecting proceedings of papers from the International Solvent Extraction Conference - ISEC, from the period 1980-1993, as representative source of research activities in solvent extraction, comparative survey of research activities in the formed research fields is performed and analysed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Proc. Int. Solvent Extraction Conf., ISEC'80, Belgium, Liege 1980
2. Ibid., ISEC' 83, USA, Denver 1983
3. Ibid., ISEC' 86, Germany, Munich 1986
4. Ibid., ISEC' 88, Russia, Moscow 1988
5. Ibid., ISEC' 90, Japan, Kyoto 1990
6. Ibid., ISEC' 93, UK, York 1993