



'01

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 42
бр. 4

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93



ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

нови миленијум | 2001

www.shd.org.yu/hp.htm

српско хемијско друштво

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Volume 42

NUMBER 4

Editor in chief

RATKO M. JANKOV

Honorary editor

STANIMIR R. ARSENJEVIĆ

SERBIAN CHEMICAL SOCIETY

Karnegijeva 4

Belgrade/Yugoslavia

Годиште 42.

број 4

Издаје

СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК

Ратко М. Јанков

ПОЧАСНИ 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, Иван Драганић, Војислав Илић, Јован Јовановић, Славко Нешић, Владимир Павловић, Владимир Рекалић, Слободан Рибникар, Момчило Ристић (председник), Љубиша Ристовић, Миленко Ђелап, Живорад Чековић, Миленко Шушић.

Годишња претплата за студенте и ученике који нису чланови СХД 200 дин, за појединце који нису чланови СХД 400 дин, за радне организације 600 дин., за иностранство 30 US \$. Претплату прима Српско хемијско друштво, Београд, Карнегијева 4/III. Жиро рачун 40803-678-0-5738.

Web site: www.shd.org.yu/hp.htm

e-mail: hempred@chem.bg.ac.yu

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

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

САДРЖАЈ

ЧЛАНЦИ

Слободан В. Рибникар

Slobodan V. Ribnikar

ОРГАНО-ХАЛОГЕНА ЈЕДИЊЕЊА, БЛАГОДАТ И ПРОКЛЕТСТВО

ORGANO-HALOGEN COMPOUNDS, BOTH

A BLESSING AND DAMNATION _____ 73

ПРИРОДНО ЈЕ ... _____ 77

Јасмина Савић, Јасминка Јоксић

Jasmina Savić, Jasminka Joksić

ПРИМЕНА ПЛАЗМЕ У ХЕМИЈИ И ТЕХНОЛОГИЈИ

THE APPLICATIONS OF PLASMA IN CHEMISTRY

AND TECHNOLOGY _____ 81

Бошко В. Павловић, Димитрије С. Пешић

Boško V. Pavlović, Dimitrije S. Pešić

100 ГОДИНА КВАНТНЕ ТЕОРИЈЕ

100 YEARS OF THE QUANTUM THEORY _____ 86

Зденко Диздар

Zdenko Dizdar

СТРАМПУТИЦЕ У НАУЧНОМ РАДУ

PATHS OF DECEPTION IN SCIENTIFIC RESEARCH ____ 89

ВЕСТИ ИЗ ШКОЛА

ПРОПОЗИЦИЈЕ ЗА ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

УЧЕНИКА ОСНОВНИХ И СРЕДЊИХ ШКОЛА ЗА

ШКОЛСКУ 2001/02. ГОДИНУ _____ 92

ВЕСТИ ИЗ СХД _____ 95



УВОДНИК

Ево нас на почетку нове школске године. Нова прилика да се, бар са ученицима и студентима, започне са новим снагама и на нов начин – за ново, будуће време. Исто би могло да важи и за оне колеге које раде у привреди. Ако нам у привреди буде кренуло, биће боље и за СХД, али и за све нас.

*

За органo-халогена једињења зна се да нису реткост у природи. Идентификовано их је око 1500 врста, што није чудно, јер већина потиче из мора, где халогени доминирају. Ипак, савремена синтетска хемија доприноси бројним новим једињењима, од којих нека имају за живи свет корисне, али и неповољне особине. Одабран мањи број таквих једињења где су ове категорије често у сукобу описане у једном од радова из овог броја.

*

Недавно је навршено 100 година од кад је Макс Планк, проучавајући једначине зрачења црног тела, дошао до сазнања да је енергија зрачења дисконтинуалне природе, тј. да се не емитује, нити апсорбује континуално у произвољним износима, већ да је једнака суми такозваних елементарних кванта енергије. Са чланком који је посвећен стогодишњици овог открића мало каснимо, али смо успели да га уклопимо у 2001. годину.

*

Плазма се користи у физици и хемији, а последњих година и у многим другим областима као што су: комуникације, биотехнологија, медицина, текстилна индустрија, штампање, производња керамике, нанолитографија, заштита човекове околине (обрада отпада), таложење дијамантских филмова, производња фулерена, пројекат високотемпературних суперпроводних филмова, микрооптика, микроелектроника, полупроводничка технологија, израда мембрана и сензора, свемирска индустрија итд. И о томе имамо чланак у овом броју. А имамо чланак и о томе како су неки аутори већег калибра покушали да варају у науци. У чланку је дат један број оних које су ухватили. За остале – не знамо!

*

На овим нашим просторима просто смо загађени навалом разних травара, врачара и других сличних «покрета», медицинских и парамедицинских. Има их у огласима свих новина, има их и на телевизијама. Много је у томе неукости, много преваре, али и много свих проблема кроз које пролази и ова наша наука, кад не уме да да јасан одговор у неким случајевима. Колико је од свега тога истина? Шта би могло да буде перспективно, а шта не? Шта је од тога наука, шта враџбина, а шта бескрупулозна превара ради профита? Шта је од свега истина?

У овом броју наћи ћете превод из часописа Краљевског (Британског) хемијског друштва, *Chemistry in Britain*. Одабрали смо га зато што из њега можете ви-

дети да, и у уређеним друштвима, покушај препознавања разних пара-медицинских активности представља јак велики проблем за уклапање у шири систем одговорности према безбедности људи. Али, они бар покушавају да среде и уреде оно што се да средити.

*

На Трибини која је била организована у оквиру Априлских дана професора хемије 2001. године донета је одлука да се у овом, септембарском броју *Хемијског прегледа* (бр. 4), објаве пропозиције које ће важити за такмичење ученика основних и средњих школа из хемије, које ће, по традицији, организовати СХД у сарадњи са Министарством просвете и спорта Републике Србије током школске 2001/2002 године. Поштујући договор Уредништво *ХП* доноси, у рубрици *Вести за школе*, важне пропозиције. Организатори ће се потрудити да, већ на почетку школске године, утврде тачне датуме за поједине фазе такмичења, како не би дошло до колизија између такмичења у разним школским предметима.

*

У вестима из СХД имате (основне) информације о 15. Југословенском симпозијуму о електрохемији одржаном на Палићу, 11-13. јуна 2001. године. Основни подаци о овом скупу налазе се на страницама *Вести из СХД*. Проблем који је поново почео да се јавља на нашим скуповима, а на који смо већ указивали, је да се рад пријави, а да се на скупу нико од аутора не појави. Зато ћемо ми, у наредном броју (бр. 5), дати списак свих оних учесника који су тако поступили на протеклим скуповима које је организовало СХД.

*

Већ неко време нисмо писали о електронској презентацији нашег часописа, а ту је све у најбољем реду! О најброј вас који има у рукама папирну верзију *Хемијског прегледа* вероватно сматра да је то исто, тако да, чак и ако је у прилици, не користи могућности приступа нашем часопису преко Интернета. Ипак, пробајте! Има тамо, у оквиру презентације, и више података и могућности него што очекујете. Омогућили смо да се последње три године «претражују» по појмовима, именима једињења, по ауторима, тако да вам је, у многоме, олакшано тражење података који се налазе на страницама *Хемијског прегледа*. Имамо и Књигу утисака, као и Страницу за комуникацију са редакцијом. На такву страницу за комуникацију «залутао је», пре пар недеља, и један Милан, ученик из Крагујевца. Послао нам је поздрав. Како никакав други податак о себи није дао, ова notiца у Уводнику једини је начин да му «отпоздравимо». Позивамо и све друге читаоце *Хемијског прегледа* и чланове СХД да што више и што чешће употребљавају и ове «нове» начине комуникације са нама и нове начине коришћења *Хемијског прегледа*. Адреса је www.shd.org.yu/hp.htm. Стално је, великим словима, штампано и на корицама *Хемијског прегледа*.



ЧЛАНЦИ

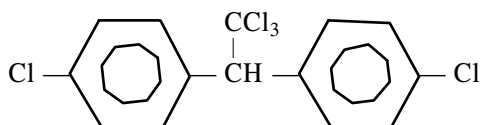
СЛОБОДАН В. РИБНИКАР, Факултет за физичку хемију, Београд

ОРГАНО-ХАЛОГЕНА ЈЕДИЊЕЊА, БЛАГОДАТ И ПРОКЛЕТСТВО

Органо-халогена једињења нису реткост у природи. Идентификовано их је око 1500 врста, што није чудно, јер већина постоји из мора, где халогени доминирају. Ипак, савремена синтетичка хемија доприноси бројним новим једињењима, од којих нека имају за живи свет корисне али и невољне особине. Одбран је мањи број таквих једињења где су ове категорије честе у сукобу.

ВАРЉИВИ DDT

У потрази за инсектицидом довољно ефикасним према инсектима, нешкодљивим за људе и довољно трајним на обрађеном терену швајцарски хемичар Милер (Paul Hermann Müller, 1899-1965) између осталог, 1939. године испробао је и једињење *p*-дихлор-дифенил-трихлор етан, $C_{14}Cl_5H_9$, које је први синтетисао немачки хемичар Цајдлер (O. Zeidler) још 1874. године, али га није истражио у горњем смислу.



Показало се да је ово једињење јак контактни отров за инсекте и да је испуњавало тражене захтеве. Добило је скраћени назив DDT (ми га обично изговарамо по енглеском као "ди-ди-ти"). У току Другог светског рата је нађено да је веома делотворан против вашију, бува, комараца, губара, кромпирове златице итд.

Употреба овог инсектицида се нагло проширила у свету, што се осетило на увећаним пољопривредним приносима и сузбијању болести које инсекти преносе. Тако су, на пример, у нашим крајевима били распрострањени маларија и пегави тифус (ово у оба светска рата с тешким последицама), који су данас практично искорењени. Рачуна се да је тако у свету спасено око 25 милиона живота.

Стога није чудно што је Паул Милер 1948. године добио Нобелову награду за медицину.

Временом се ипак показало да инсекти стичу све већу отпорност на овај отров, па су биле потребне све веће количине за исти ефекат. DDT се веома

споро разграђује у природи с полувременом од око 8 година (што је, уосталом, био и један од циљева истраживања Милера). Године 1968, процењује се, било је већ акумулирано 450 милиона килограма широм света. DDT је постао састојак риба и птица, гомилајући се у масном ткиву, па и код људи који завршавају биолошки ланац исхране. Штетне последице повећаних концентрација биле су неизбежне. Између осталог, DDT изазива слабљење имуног система, утиче на развој мозга потомства, могућно је да је карциноген итд. Трагови овог инсектицида и данас се налазе почев од гренландског леда па до пингвина на Антарктику, где DDT никад није растуран.¹

Почев од шездесетих година ово је довело до међународне забране производње и употребе овог инсектицида. Ипак, овај јефтини инсектицид и даље је у употреби у неразвијеним земљама, које су прорачунале да добробит овог инсектицида (у виду повећаних приноса на пољима и сузбијања болести које инсекти преносе) надмашују штетност. Следећи за људе нешкодљиви инсектицид је знатно скупљи за шта се нема пара.

После Другог светског рата у конкуренцији са овим инсектицидом био је гамексан (назван и линдан), који је по саставу хексахлор-циклохексан, $C_6H_6Cl_6$, (познат још од 1825. год.), тачније његов гама-изомер. Када се испоставило да је отрован за рибе већ у концентрацији $1:10^6$, његова је производња престала.

ПОТМУЛИ ПОЛИХЛОРОВАНИ БИФЕНИЛИ

Бифенил (дифенил, фенил-бензен), $C_6H_5-C_6H_5$, налази се у смоли каменог угља а може се синтетисати дехидрогенацијом бензена. То је течност високе тачке кључања која се може хлоровати елементарним хлором дајући вискозну, хемијски веома стабилну, незапаљиву и мало испарљиву течност, слабо растворљиву у води. Због ових особина нашла је примену као мазиво, преносилац топлоте, пластификатор и нарочито као диелектрик (изолатор) у електричним трансформаторима и кондензаторима.

¹ Бизаран је пример особа које се одлуче на дијете за брзо слабљење. DDT, до тада временом нагомилан у масном ткиву, бива нагло ослобођен, па су забележени и смртни случајеви.

Полихлоровани бифенили (РНВ или РСВ) нашли су широку индустријску примену тридесетих година. Ипак, од средине седамдесетих производња ових једињења је ограничена јер је нађено да су штетна за живи свет.

РНВ нису били предвиђени да уђу у природну средину али су ипак нашли пут у ваздух, воду и тло преко одлагања градског отпада и цурења из механичких уређаја. Процењује се да 10-15% произведених РНВ ипак доспева до река и приобалних мора. Висока отпорност РНВ на разградњу доводи до задржавања у тлу и воденим акумулацијама више година, што их уводи у ланац исхране. Они су изузетно токсични за рибе и бескичмењаке већ при малим концентрацијама. Код људи изазивају дисфункцију јетре, дерматитис и вртоглавицу. Сумња се да су ова једињења карциногена. Мистериозна "епидемија" у Јапану 1968. године сведена је, на крају, на РНВ који се случајно или намерно, нашао у јестивом уљу на тржишту.

Откако је ограничена производња, запажено је опадање концентрације РНВ у природној средини.

Током недавног бомбардовања наше земље разорен је низ великих трансформатора, чији су РНВ испурили у количини која се мери тонама. Нашли су се у подземним водама, рекама и, на крају, у Дунаву. Зна се да је у Београду постојала велика цистерна неупотребљеног РНВ која је, да би избегла бомбардовање, сељена на разна места у Србији, али је нико није желео у свом суседству јер је цистерна испурила. Где је данас не знамо.

Уништење ове супстанце представља приличан проблем. Уобичајени поступак код органских једињења, сагоревање у кисеоничном пламену, овде је од мале помоћи. Ово сагоревање би створило низ нових хлорних једињења која су још отровнија од почетне течности, укључујући и веома отровни фозген (COCl_2) и диоксин ($\text{C}_{12}\text{Cl}_4\text{H}_4\text{O}_2$).

Седамдесетих година на тржиште су уведени производи, као што су сапуни, пасте за зубе, дезодоранси и сл. који су садржали бактерицид *хексахлорофен*, $\text{C}_{13}\text{Cl}_6\text{H}_6\text{O}_2$, који је веома широко рекламиран. Слушајући ове рекламе човек би закључио да све што не садржи хексахлорофен - не ваља. Крај његове "каријере" је био када су две бебе умрле после пошпања пудером који је садржао ово једињење.

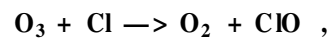
НЕВЕРНИ ФРЕОНИ

Развој хемије флуорових једињења у тридесетим годинама овог века понудио је тржишту низ деривата метана и етана који садрже флуор и хлор. У овој серији једињења пажњу је нарочито привукао дихлор-дифлуор-метан, CCl_2F_2 . То је гас са тачком кључања од -30° , незапаљив, без мириса и потпуно нешкодљив¹. Његове термодинамичке особине су показале да је погодан као флуид у расхладним уређајима из којих је брзо потиснуо до тада употреб-

љавани корозивни и отровни амонијак, NH_3 , и добио је назив фреон-12 или CFC-12 .²

Најширу у потребу фреон-12 је нашао као погонски гас (пропелант) у распршивачима (спрејевима) свих врста, који се производе и троше у огромним количинама.

Средином осамдесетих година неочекивано је установљено да је фреон-12 главни кривац за нестајање озонског слоја у стратосфери, који површину земље штити од шkodљивог ултраљубичастог зрачења Сунца. Ово инертно једињење меша се с ваздухом у којем је веома дуготрајно. У високим слојевима атмосфере, на висинама од 20 до 30 km, где је претежна количина стратосферског озона, од фреона настају фотолизом радикали CF_2 и Cl . Они трансформишу O_3 у O_2 дајући при томе радикале ClO :



који се даље фотохемијски редукују до хлора, па се процес понавља. Тако један молекул фреона може извести трансформацију неких 100 000 молекула озона у O_2 . Помоћ овом циклусу даје и азот-моноксид, NO , који је производ сагоревања угљоводоника у ваздуху, нпр. из издувних гасова аутомобила.

После ових налаза настала је панична потрага за заменом фреона-12 у расхладним уређајима и распршивачима, што није било једноставно. Од повратка на амонијак наравно, није било ништа (ко би желео фрижидер који када почне да цури, потрује сву породицу у кући!). На тржишту се појавило двадесетак нових флуида и њихових смеша, али ни једна нема све повољне особине самог фреона-12. (Неки су одмах елиминисани као неприхватљиви од стране америчке Агенције за заштиту околине). Технички је проблем замене пуњења постојећих фрижидера и клима-уређаја у домаћинствима и аутомобилима, који већ садрже фреон-12. (Процењује се да у САД постоји бар око 30 милиона оваквих направа). Спалывање фреона производи веома отровне дифлуор-фозген (COF_2) и хлор-флуор фозген (COClF).

Као погонски гас код распршивача као замена најчешће је уведен изобутан, $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$, с тачком кључања од -10°C , који је нажалост запаљив и са ваздухом даје експлозивне смеше. (На боцама нових распршивача често стоји "пре употребе добро промућкати", што значи да активна супстанција није растворљива у изобутану, као што је била у фреону). Чак се препоручује примена ручних пумпица. (Зашто да не! То је некада сасвим добро функционисало).

И када би се данас прекинуло са сваком производњом фреона (што се само делимично и невољно чини) до значајног смањења утицаја на озон, процењује се, треба да прође педесетак година!

Ипак, нађено је да фреон-12 није једини виновник нестајања озона у стратосфери; то би могао, између осталог, бити фумигант (средство којим се задимљава) метил-бромид, CH_3Br , који је у односу на

1 Човек може више часова пребивати у ваздуху са 40% овог гаса без видљивих последица.

2 И други халогени деривати метана и етана носе назив фреона, али с другим природатим бројевима, који су често сасвим неодређени и збуњујући.

озон 10 до 100 пута активнији од хлорних деривата, али се ипак далеко ређе користи или чак метан који је, између осталог, производ подривања преживара! Тако су краве, сем за "лудило", неправедно опужене и за опекотине настале при сунчању.

Наоко идеални флуид постао је узрок главобоља. Не треба се неодговорно играти с равнотежом у природи!

ПЛЕМЕНИТИ ТЕФЛОН

Време Другог светског рата обиловало је активностима у изградњи нуклеарне ("атомске") бомбе. Један од предуслова било је одвајање лаког, фисибилног изотопа урана, ^{235}U , од тешког, ^{238}U ¹. Да би се ово остварило, требало је располагати с испарљивим (гасовитим) једињењем урана. Испоставило се да је то једино уран-хексафлуорид, UF_6 , који је изузетно агресиван према органским супстанцама (слично елементарном флуору). Тражена су једињења која би служила као загревачи и мазива у уређајима за раздвајање изотопа гасном дифузијом.

Решење је нађено у синтези полимера који би садржао само атоме флуора уместо водоника. Ово је био поли(тетрафлуороетилен), $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2)_n$, аналог полиетилену, који је добио назив тефлон или PTFE. Пошто је тефлон заштићени трговачки назив, у Европи се још зове флуон, хостафлон или фторопласт[4]. Он је у свим познатим растварачима нерастворан полимер који се одликује изузетном хемијском инертношћу: реагује само с истопљеним алкалним металима. Поседује и веома мали коефицијент трења, па је то "најклизавији" материјал за који се зна. Обртне осовине с лежиштима од тефлона немају потребе за подмазивањем. Радна температура тефлона је од -269 до $+260^\circ\text{C}$, што је јединствен случај код органских полимера. Разграђује се тек преко 415°C . Тефлон се у шали назива и "платином" међу пластичним масама. Од његовог праха се синтеровањем могу добити жељени облици.

Тефлон је брзо нашао примену и у домаћинству. Њиме се облажу унутрашње површине кухињског посуђа са којег се врло лако могу спрати остаци хране. Иако је тефлон бела рожната супстанца, за те сврхе му се додају мрки или црни пигменти из чисто естетских разлога.

До данас тефлону још нису нађене особине које би га сврстале међу проскрибоване "колеге" који су горе поменути, што не значи да једног дана неће.

Сем чврстог тефлона може се справити и кополимер који поред флуора садржи и удео хлора, па постаје мекши и податнији, задржавајући своју хе-

мијску инертност. Трговачки назив му је KelF и служи као изузетно хемијски отпорно мазиво.

ДОБРИ СТАРИ ПОЛИВИНИЛ

Помињући само до сада поменуто, остали би смо неправедни према другим органо-халогеним једињењима која активно учествују у токовима савремене цивилизације. На првом месту је винил-хлорид, $(\text{CH}_2=\text{CHCl})$, односно његов полимер, који је и у нашој земљи одиграо значајну улогу после Другог светског рата, избацујући на тржиште наше прве пластичне масе ("Југовинил"). У периоду између два светска рата његова синтеза је решила проблем огромних вишкова хлора, производа електролизе раствора NaCl у сврху добијања натријум-хидроксида². Поред полиетилену, по количини поливинил-хлорид је данас, водећи производ индустрије полимера усвету.

Не прође много времена да се не открије да су неки производи од поливинила или других пластичних маса отровни. Тако је страдала армија лутака и других дечјих играчака. Овде очигледно није кривица до поливинил-хлорида већ су то неодговарајући пластификатори, пуниоци и боје.

Полимер винилиден-хлорида, 1,1-дихлоретилену $(\text{CCl}_2=\text{CH}_2)$, даје танке податне фолије за паковање назване саран. Угљен-тетрахлорид (CCl_4) , хлороформ (CHCl_3) и трихлоретилен (C_2HCl_3) изузетни су и незаменљиви растварачи итд.

Ипак, као инсектициди, хербициди (средства против корова) и дефолијанти (средства која изазивају опадање лишћа) у употреби су били многи деривати халогена, од којих је већина временом добила слабе оцене. Један од таквих је тзв. "диоксин" (2, 3, 7, 8-тетрахлорбензо-*p*-диоксин³), који је стекао веома ружну славу у Вијетнамском рату и после њега.

Крајњи закључак: више штете него користи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Драган Веселиновић и др. *Промет и загађивача у природи*, Научна књига, Београд, 1979.
2. Владимир Ђорђевић и др., *Заштита и унапређивање животне средине*, Научна књига, Београд, 1979.
3. С. Станковић, Радиохемијски и хемијски аспекти угрожености животне средине, *Хем. преглед*, 41 (2000) 68-76.
4. *Крайняя химическая Энциклопедия*, И - В, Советская Энциклопедия, Москва, 1961-1967.
5. *Encyclopaedia Britannica CD98*, Multimedia Edition, Microsoft Corp., 1998.

1 То је "осиромашени" уран без намене, ако се изузме прављење пробојних пројектила од њега. Америчка нуклеарна индустрија се тако ослобађа непотребних залиха, наравно не на својој територији.

2 Приликом спаљивања отпада, у којем најчешће има предмета од поливинил-хлорида, овај хлор се ипак поново у диму јавља као хлороводоник, HCl , што загађује ваздух.

3 Диоксини су једињења која у саставу садрже два бензенова прстена повезана са по две -O- везе.

Abstract

ORGANO-HALOGEN COMPOUNDS, BOTH A BLESSING AND DAMNATION

Slobodan V. Ribnikar

Faculty of Physical Chemistry, University of Belgrade

A reference is made to the most widely used organo-halogen compounds in modern times. It turns out that

many of them show beneficial properties in the beginning, but adverse effects when later applied, particularly when attempting their disposal. An emphasis is given to DDT, the polychlorinated biphenyls, the freons, Teflon, polyvinyl chloride, hexachlorophene, dioxin etc.



ПРИРОДНО ЈЕ . . .¹



Од врха на доле: гинкго, гинсенг, ивањска трава

... али, имаће ли од њих било какве користи? Лекови на бази лековитог биља постојау све популарнији, ие истовремено подстичу Европску комисију да размисли спровођење студија о њиховој употреби. Роб Кингстон (Rob Kingston) размислира актуелне проблеме у вези са законском регулативом и кораке који се предузимају у циљу њиховог решавања.

Допунска и алтернативна медицина (ДАМ) велики је бизнис – и постаје све већи. Према Британском медицинском удружењу (БМУ) само у Британији чак 5 милиона људи годишње затражи "алтернативно" лечење, и неке процене укупног трошка на ДАМ-у износе 1. 600. 000. 000 фунти годишње.

Мада ова бројка обухвата широки спектар терапија (видети **оквир 1**), управо је за лекове на бази лековитог биља последњих година забележен највећи пораст. Британско тржиште за производе на бази лековитог биља, које је годинама било толико мало да је буквално било игнорисано од стране конвенционалне медицине, винуло се чак до износа од 240. 000. 000 фунти годишње, ако се обухвате и наручбине преко поште и интернета, и даље је у експанзији.

Много је разлога за ово повећање популарности. Професор Едзар Ернст (Edzard Ernst) са Универзитета у Ексетеру, који једини у Британији држи Катедру за допунску медицину, наводи утицај медија као један од најважнијих фактора. Новине и магацини све више промовишу лекове на бази лековитог биља, каже Ернст, често представљајући стандардно лечење у неповољном светлу са нпр. застрашујућим причама о нежељеним ефектима.

Повећање коришћења интернета у потрази за саветима о здрављу такође олакшава посао лекарица и произвођачима ДАМ-е у промовисању својих услуга и производа, а свеукупан ефекат је стварање јаке везе код људи између "природног" с једне и "сигурног и ефикасног" с друге стране. Поглед на карактеристична писма колумни здравствених савета потврђује овај став с обзиром да се већина аутора тих писама интересује за алтернативна лечења, чини се, зато што "не желе да узимају лекове".

¹ Преведено из часописа **Chemistry in Britain**, 37 (1), January 2001, стр. 18-20

ИЗУЗЕТИ ОД ПРОПИСА

Управо оваква схватања спречавају многе научнике и докторе да узму за озбиљно биљну медицину. Ипак, многе биљке заиста садрже фармаколошки активне супстанце и збиља је значајна количина конвенционалних лекова базирана на једињењима изолованим из биљака. Ова чињеница указује на то да неке биљке могу бити делотворне у лечењу одређених болести, али то такође значи да и оне могу произвести нежељене ефекте, исто као и синтетички лекови. Међутим, док комерцијални фармацевтски препарати пре него што се појаве на тржишту морају да прођу сложена испитивања како би се показала њихова нешкодљивост и ефикасност, лекови на бази лековитог биља не суочавају се са таквим захтевима.

Овај посебан третман за лекове на бази лековитог биља постоји у једном или другом облику од XVI века, када је Хенри VIII одобрио Закон о контроли поседовања отрова, изузимајући траваре и њихове снабдеваче.

Не тако давно, 1968. године параграфом бр. 12 Закона о медицини (донет у тренутку када се јавио велики број новорођенчади са деформитетима проузрокованих талидомидом) лекови на бази лековитог биља изузети су од уобичајеног законодавног поступка, под условом да се не прерађују (осим мрвљења и/или сушења), да се не продају под регистрованим именом и да уз њих не стоје никакве индикације или тврдње о деловању.

Ова ситуација одговара произвођачима таквих производа зато што то значи да не морају да обаве скупа клиничка испитивања, а правила која забрањују специфичне медицинске тврдње у пракси су често натепнута. Баш зато што непрерађени лекови на бази лековитог биља не могу бити патентирани међу произвођачима постоји незнаган финансијски подстрек да своје производе подвргну медицинском процесу регистрације.

Као што Асоцијација приватника Британије истиче (АПБ, стручно удружење које представља произвођаче лекова /који се продају без рецепта / и додатака храни) потрошач не може никако да зна да ли се производи на бази лековитог биља продају као лекови са лиценцом или као допунска лековита средства обухваћена параграфом 12: они се често на полицама налазе један до другог, при чему се разликују једино по неупадљивом броју лиценце на паковању.

На паневропском нивоу ситуација је мање јасна. Директива Европске уније 65/65/ЕЕЗ дефинише ове производе, "било коју супстанцу или комбинацију супстанци намењених лечењу или превенцији болести . . . или које могу бити даване са циљем постављања медицинске дијагнозе или поновног успостављања, кориговања или модификовања физиолошких функција", као лековите производе који захтевају лиценцу или тржишну дозволу.

Међутим, у случају лекова на бази лековитог биља, разлика између лекова и немедицинских произ-

вода, као што су храна и козметички производи, често је нејасна, а одлука је препуштена самој земљи-чланици Европске заједнице, што ствара конфузију и недоследност међу осталим чланицама.

У покушају да се разреши ова ситуација, Фармацеутски комитет Европске комисије основао је радну групу, која је на темељу нацрта предлога поднетог од стране Завода за контролу исправности лекова Британије (ЗКИЛ), сачинила нацрт смерница за регулацију лекова на бази лековитог биља. Ови предлози омогућили би одобравање лиценце оваквим производима или другим са истим састојцима, начином дозирања и начином примене који се за одређену индикацију користе у "традиционалној употреби" најмање 30 година. Од произвођача би захтевали и библиографски преглед безбедности као и експертски извештај на ту тему.

Чак и ако се предложена смерница усвоји, протекло би најмање 5 – 10 година пре њеног спровођења. Мајкл Бејкер (Michael Baker), директор АПБ за законска питања и регулативе, верује "да не би требало чекаги Европу да усклади своје прописе". Уместо тога, Асоцијација предлаже да Британија у међувремену уведе своје сопствене законе који би захтевали доказивање нешкодљивости и квалитета лекова, али не и клиничке ефикасности. Јавности треба рећи: "Ово је безбедно, и премда ефикасност још увек није доказана, традиционално се користи при лечењу при лечењу тога- и - тога, и пусти их да сами одлуче", каже Бејкер.

ОШТРА КОНФУЗИЈА

Таква одредба решила би један проблем: неадекватну контролу квалитета. Данашњи производи на бази лековитог биља разликују се по саставу, па корисници немају јасну представу о ономе шта узимају.

Производи могу бити контаминирани другим биљкама – на пример, одређен број кинеских лекова контаминирани су врстом *Aristolochia*, за коју се зна да је токсична за бубреге или – у неким случајевима, могу чак уопште и дане садрже одговарајућу биљку. Ова забуна често потиче од чињенице да многе биљке могу имати веома слична заједничка имена, било у енглеском, или осталим језицима попут кинеског.

Продукти са етикетом "жен-шен", на пример, могу да садрже било "прави" жен-шен (*Panax ginseng*) или сибирски жен-шен (*Eleutherococcus senticosus*) – сасвим различите биљке, са различитим својствима. Слично, за најмање два случаја отказивања бубрега у Британији верује се да су проузрокована тако што су фитотерапеути преписали *Aristolochiu* уместо препарата заснованог на павиту, *Mu tong*, који је познат под истим именом.

Нова предложена правила такође би помогла рашишћивању конфузије око дозирања. Многа на први поглед идентична лековита средства заправо садрже веома различите количине активног састојка. Често количина није иста кнута на етикету – уствари, у много случајева, идентификација фарма-

Оквир 1. Допунски и алтернативни лекови

У свом последњем извештају о ДАМ-и изабрани Комитет за науку и технологију, првог пододбора Горњег дома обухватио је широк опсег терапија под дефиницијом ДАМ-е, и након разматрања доказа одређеног броја заинтересованих фитотерапеута и организација, поделио их је у три групе:

Група 1: "Професионално организоване алтернативне терапије" које специјалисти за ДАМ-у виде као "велику петорку". Две од ових – остеопатија и лечење манипулацијом зглобова – већ су регулисане одлукама парламента, а одбор Горњег дома препоручио је да би законску регулативу требало проширити на фитотерапију и акупунктуру, и касније у будућности на хомеопатију.

Акупунктура: користи игле за стимулацију нервних импулса. Традиционална кинеска акупунктура заснована је на концепту ЂИ, енергији која меридијанима тече кроз тело. Западна акупунктура усмерена је у деловању на централни нервни систем и користи се у виду аналгетика или анестетика.

Лечење манипулацијом зглобова: користи манипулацију и масажу коју примењује на мишићно-скелетне системе, засновану на идеји да је за болест одговоран "смањени нервни проток".

Биљна медицина: позната и као фитотерапија. Користи биљке и њихове екстракте у лечењу обољења и одржавању стабилног здравља.

Хомеопатија: користи древни принцип "слично се сличним лечи". Симптоми се лече значајно разблаженим супстанцама – често толико разблаженим да активни молекули нису присутни у типичној дози – које би, при већим концентрацијама, продуковале идентичне симптоме на здраве субјекте.

Остеопатија: слична је лечењу манипулацијом зглобова, користи манипулацију у дијагнози и лечењу мишићно-скелетних проблема; основна теорија овог лечења заснована је на веровању да је узрок здравственим проблемима погоршање снабдевања крвљу.

Група 2: "Допунске терапије", најчешће коришћене као допуна конвенционалне медицине.

Александрова техника: базира се на томе да заузимање извештаченог става утиче на здравље.

Ароматерапија: користи етарска уља биљака путем масаже, инхалације или повремено узимања "преко уста" (per os).

Бах и осцили цветни лекови: користи теорију која каже да је "снага живота" биљака у цвећу и да се може утиснути у водену инфузију коју пацијент пије.

Антицирсуна терапија: постиче пацијенте да размишљају о њиховим мислима и животима, са циљем максимизирања благостања.

Терапија хипнозом: користи хипнозу у лечењу поремећаја у понашању.

Масажа и "рагибаванье": користи трљање, пњечење и сл. у лечењу непрекидних болова и свраба и помаже релаксацију.

Медијација: има за циљ да опусти пацијента омогућавајући дубоку рефлексiju и "чишћење ума".

Њуриционизам: користи режиме исхране (често уз изузетак одређене хране) и њене додатке. У односу на "конвенционалну" дијететику користи се при лечењу ширег опсега поремећаја.

Рефлексологија: масажа стопала, заснована на теорији да сваки орган тела има одговарајућу област на стопалу.

Шицу: јапанска масажа која има за циљ стимулацију излечења применом притиска на извесне тачке тела.

Духовно излечење: често базирано на молитви и религиозним веровањима; има за циљ лечење болести нефизичким средствима.

Јога: користи различите ставове тела и вежбања у потпомагању духовног и физичког благостања.

Група 3: "Алтернативне дисциплине" које, по мишљењу пододбора, "фаворизују филозофски приступ, док су индиферентне према научним принципима конвенционалне медицине".

Антропософистичка медицина: тежи да искористи утицај душе и духа на физичко тело за побољшање лечења.

Ајурведа: стара индијска техника заснована на интеракцији ума, тела и духа. Често користи мешавине лекова на бази лековитог биља.

Кинеска биљна медицина: користи комбинације биљака чији се избор прилагођава сваком појединцу при лечењу широког опсега обољења. Друге традиционалне кинеске терапије, попут масаже и технике вежбања Qigong често су укључене у ову групу.

Терапија кристалима: заснована је на идеји да кристали могу регулисати енергетско поље тела или ауру.

Раиље: саме за себе не представљају терапију, али се користе уз друге технике (нпр. свиском).

Иридологија: проучава знаке у дужици ока ради дијагностике здравствених проблема.

Кинезиологија: да би се идентификовали "недостаци и неуравнотежености", који се потом лече акупресуром, мери се отпор различитих мишићних група стресу.

Најурологија: заснована на "природним законима"; користи низ приступа као што су посебан режим исхране, биљке и излагање сунцу.

Радиосензија: има за циљ да детектује болести пре него што се физичке појаве укључивањем у енергетско поље тела".

Овај чланак концентрише се на биљну медицину, зато што је та грана ДАМ-е најближа конвенционалној фармацијској индустрији. Изгледа да одбор Горњег дома уважава потенцијал лекова на бази лековитог биља стављајући их у групу 1. Поједини закључци извештаја привукли су, међутим, критике експерата из тог поља – нарочито класификација кинеске биљне медицине у трећу групу терапија. Професор Едзар Ернст са Универзитета у Ексетеру рекао је за "Хемију у Британији": "Не видим логику у изреци да биљке нису добре зато што долазе из Кине".

колошки активне супстанце није лака. На пример, дуго се сматрало да је хиперин (1) супстанца која је одговорна за биљну активност кантариона (*Nuregicum perforatum*, енгл. St John's wort, биљка која се обично користи у лечењу депресије), али се данас зна да је за његову активност одговорна сасвим друга супстанца, хиперфорин (2).

Често није поуздан ни запис састава производа који се налази на етикети. Вероу Тајлер (Vero Tyler),

универзитетски професор фармакологије у пензији (студија о својствима лекова и кандидатима за исте) са Универзитета у Пурдју (САД) – где се лекови на бази лековитог биља могу продавати као "додаци храни" уз мало бриге о регулативним процесима – одредио је састав одређеног броја уобичајених производа. По сопственим речима Тајлер је нашао да су многи од тих производа били потпуно смеће. На пример из опсега производа базираних на ефедрину

Оквир 2. Питање ефикасности

Због недостатака захтева за регулацију, тешко је наћи податке о поузданој безбедности и ефикасности лекова базираних на лековитом биљу. Последњих година, многи истраживачи извели су испитивања на биљкама које лече велики број болести али су она, према Едзару Ернсту, често лоше дизајнирана или су њихови резултати лоше интерпретирани.

Тешко је поредити резултате различитих испитивања, додаје он, зато што производи који се тестирају нису стандардизовани. Често постоји много различитих начина припреме или давања лековитог средства, што може довести до значајних варијација активног једињења које стиже до пацијента.

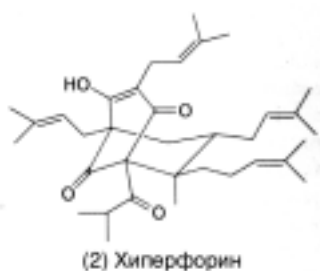
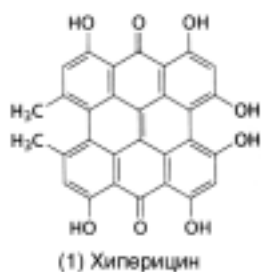
Још један проблем је тзв. "негативна јавна предрасуда" – пошто, генерално гледано, истраживачи не воле да публикују рад са негативним или неуверљивим резултатима, а ово може извитоперити податке. Па ипак, циљ Ернстове групе на Ексетерском универзитету је да спроведе објективно истраживање засновано на доказима о ДАМ-и. Кључ пружања поузданих података је, верује Ернст, у систематском прегледу одређеног броја насумичних контролних испитивања (НКИ) – испитивања у којима се лек пореди било са плацебом, било са алтернативним леком на пацијентима који не знају какво им се лечење пружа. Недавно је са колегама завршио тзв. "мета-анализе" извесног броја производа на бази лековитог биља, од којих су неки тестирани на лечење више од једне болести. Док се за неке производе нашло мало или нимало доказа за ефикасност при овим прегледима, други више обећавају. *Ginkgo biloba* нарочито је показао 'охрабрујуће' резултате

те код Алцхајмерове болести (Clin. Drug Invest., 1999, 17, 301), али и исту ефикасност као и стандардни лек за лечење интермитентне клаудикације (бол у ноzi проузрокован сужавањем артерије) (Ann. J. Med., 2000, 108, 226).

Други истраживачи такође су спровели сличне мета-анализе. Мета-анализа Џона Вилијамса (John Williams) са Универзитета у Тексасу, САД, закључила је да је кантарин супериорнији у односу на плацебо и да се може упоредити са комерцијалним трицикличним антидепресивима (Ann. Intern. Med., 2000, 132, 751), а у скорије време, испитивање Хелмута Волка (Helmut Woelk) са Универзитета у Гисену (Немачка) пружило је сличне закључке (Chem. Br., October 2000, стр. 13).

Мада ови резултати обећавају, Ернст каже да би пацијенти требало да обрате пажњу на упозорење када узимају ове лекове. Студије *in vitro* показале су да је кантарин стимулисао продукцију ензима у јетри, цитохрома P450 који разграђује одређене лекове, смањујући тако њихову ефикасност или проузрокујући нежељене ефекте. Сматра се да би се овакве ствари могле дешавати код лекова као што су имunosупресиви, антикоагуланти, и инхибитори ХИВ протеаза и код хормона који се користе у контрацептивним пилулама.

У међувремену *Ginkgo* је доведен у везу са извесним бројем нежељених ефеката као што су главобоља, мучнина, крварење и епилептични напади, а може имати укрштено дејство и са антикоагулантним лековима због његовог ефекта на активирајући и фактор тромбоцита. Ернстов савет је: ако узимате било које друге лекове, увек консултујте вашег лекара пре употребе лекова на бази лековитог биља.



(коришћених за лечење астме) неки ни не садрже активан састојак, док су други имали 15,4% од вредности приказаних на етикети; а од 26 узорака јохимбина (коришћеног као афродизијак) ниједан није имао прокламовану дозу.

Нови прописи представљају велики корак у правом смеру; иду ли они, међутим, довољно далеко? Ернст мисли да не. Ради примера, он истиче да *aloe vera* има најмање туче "традиционалних употреба" у

различитим деловима света, од лечења каријеса зуба и пилула коришћених као афродизијак па чак до контрацептивног средства. "Јасно је да *aloe vera* није чудесан лек", каже Ернст, "тако да то што се нешто негде традиционално користи није поуздан доказ".

Он жели да види лекове на бази лековитог биља са лиценцом добијеном на основу клиничких испитивања, и када би се тако урадило, верује да би се појавио одређен број делотворних примена традиционалних лековитих средстава. Међутим, ограничен број и квалитет таквих испитивања спроведених до данас говори о томе да је исте компликовано урадити (видети оквир 2).

У КОМ ПРАВЦУ ДАЉЕ?

Селекциони научни и технолошки одбор Горњег дома основао је 1999. године пододбор са лордом Волтоном од Дечанта (Lord Walton of Detchant) као председавајућим ради припреме извештаја о допунској и алтернативној медицини. Извештај пододбора објављен новембра 2000. године нарочито се бавио питањима делотворности, информацијом која је намењена како пацијентима тако и докторима, финансирањем истраживања, обуком лекара за ДАМ-у, прописом и опасностима, као и припремом ДАМ-е за здравствене службе Британије.

Одбор је у свом извештају констатовао да је "потреба за регулацијом производа на бази лековитог биља проистекла из појаве одређених проблема у здравственој заштити", и заузео се да "се истраже сви законодавни путеви у циљу обезбеђивања боље

контроле" те индустрије. Пододбор је истакао да Министарство за заштиту здравља (МЗЗ) разматра са Европском асоцијацијом фитотерапеута (ЕАФ), новоформираном невладином организацијом, њено обухватање законском регулативом, нарочито новим Законом о здравству из 1999. године.

Још увек није потпуно јасно како ће примењени Закон функционисати, али у основи постоје две могућности. Прва опција подразумева да би се контролни орган (у овом случају ЕАФ) могао пријавити за регулисање Прописа реда државног савета (у циљу избегавања тражења посебног закона у Парламенту, као што је био случај са остеопатијом и лечењем манипулисањем зглобова).

Друга опција искористила би предност законског укидања постојања регистра професија које допуњују медицину замењујући га са новим регистром здравствених професија. Ова промена омогућава новим професијама – попут фитотерапије – да се прикључе већ раније дефинисаној групацији издвојених професија унутар регистра. У овој фази, међутим, одбор није у могућности да каже који би пут био бољи.

У циљу омогућавања неопходних података за регулацију, извештај је препоручио лекарима за ДАМ-у и истраживачима "покушај изградње базе података са истом ригорозношћу као код конвенционалне медицине", уз коришћење насумично изабраних контролних испитивања (НКИ). Таква база података одговорила би на три питања:

- Нуди ли овакво лечење терапеутске користи у поређењу са плацебом?
- Да ли је оно нешкодљиво?
- Како га поредити, са аспекта медицинског исхода и исплативости, са осталим лечењима?

Извештај је препоручио да би управни одбор Националне службе за истраживање и развој и Медицински истраживачки савет требало да "упумпају бесповратна средства" у истраживање ДАМ-е финансирањем стварања центара референтних за квалитет, али и да тела као што су МЗЗ, истраживачки савети и фондови такође треба да упознају све оне који се баве ДАМ-ом са могућностима финансирања

које они нуде. То је и позив произвођачима да улажу у истраживање.

Пошто недостагак патент заштите значи да се од индустрије ДАМ-е не може очекивати да инвестира у истраживање и развој на истом нивоу као што то чине конвенционалне фармацеутске фирме (типично више од 25-28 % укупног прихода), извештај је предложио да би произвођачи могли потрошити 5 % по обрту на испитивање – што би значило додатних 12. 000. 000 фунти годишње само за биљни сектор

Мада је одбор био недвосмислен када је реч о значају безбедности и квалитету производа на бази лековитог биља амбивалентност је била већа када је реч о доказу ефикасности. Сваки нови режим "требао би да поштује разноврсност производа које користе фитотерапеути", речено је, узимајући у обзир упозорења индустрије да оваква превише ревносна регулатива може учинити њихов положај "неодрживим".

Одбор је потврдио гледиште група потрошача као што је Брига болесника, да лечење са недоказаним терапијама није погрешно ако је болесник задовољан таквим лечењем, премда зна да није доказано, и ако га нико није навео да верује да ће оно бити сигурно ефикасно. С друге стране, извештај је истакао да би се такви лекови могли показати опасним када би се болесници поуздали у њих, на штету коришћења других лекова, при лечењу болести које угрожавају живот.

Овде нема очигледног решења, али изгледа да нема сумње да ће индустрија морати нешто да промени ако хоће да настави са убирањем плодова бума лека на бази лековитог биља.

ДАЉЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

Извештај Горњег дома Британског парламента о допунској и алтернативној медицини доступан је на интернету на следећој адреси

[www. publications. parliament. uk/pa/ld199900/ldselect/ldstech/123/12301. htm](http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldstech/123/12301.htm)

Превео **Борис Пејић**, студент IV године биохемије, Хемијски факултет, Београд (borispejin@yahoo.com)



ЈАСМИНА САВИЋ, ЈАСМИНКА ЈОКСИЋ, Лабораторија за физичку хемију, Институт за нуклеарне науке "Винча", п.п. 522, 11001 Београд

ПРИМЕНА ПЛАЗМЕ У ХЕМИЈИ И ТЕХНОЛОГИЈИ

Плазма се користи у физици и хемији, а последњих година и у многим другим областима као што су: комуникације, биотехнологија, медицина, електроника, индустрија, истраживање, производња керамике, нанотехнологија, заштитна човекове околине (обрада отпада), и апликације дијамантских фил-

мова, производња фулерена, производња високо-температурних суперпроводних филмова, микрооптика, микроелектроника, полупроводничка технологија, израда мембрана и сензора, свемирска индустрија итд.

Термин плазма по први пут је употребио Лангмир (Langmuir) 1929. године, означавајући њиме стање гаса у позитивном стубу гасног пражњења ниског притиска. То исто стање Крукс (Crookes) је означило као "материју у четвртом агрегатном стању".

Гасна плазма је више или мање јонизован гас који се састоји из електрона, позитивних и негативних јона, атома и молекула у основном и ексцитованом стању [1]. Физичко понашање гасне плазме одређено је колективним интеракцијама које се заснивају на Кулоновим силама. Посредством електромагнетног поља које потиче од свих честица плазме заједно, свака појединачна честица истовремено реагује са свим осталим честицама. При нарушавању макроскопске електроненутралности плазме настају врло интензивне електростатичке силе које су усмерене ка њеном поновном успостављању.

На Земљи је плазма редак облик материје (муња, јоносфера, поларна светлост), док у васиони чини доминантно агрегатно стање - преко 90% материје васионе је у стању плазме.

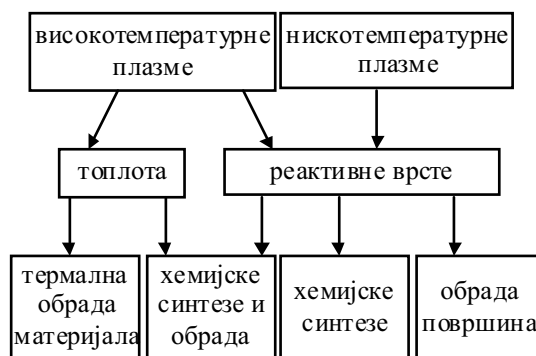
У лабораторијским условима јонизација гаса се обично изводи нееластичним сударима неутралних атома гаса са електронима или фотонима довољно високе енергије. Овакви судари могу довести до следећих елементарних процеса: ексцитација, јонизација, захват електрона, измена наелектрисања и рекомбинација. Осим гасних пражњења (у стационарном, високофреквентном или импулсном режиму), плазма може настати [2]: термално, ударним таласима, хемијским реакцијама високе специфичне енергије (хемијонизацијом), ласерском јонизацијом, адијабатском компресијом, нуклеарним реакцијама, бомбардовањем квантима електромагнетног зрачења или честицама.

Зависно од односа температуре компонената, плазме се могу поделити на:

- термодинамички равнотежне - температуре свих компонената су међусобно једнаке и не постоји ни температурни ни концентрациони градијент
- изотермне - температуре компонената су међусобно једнаке у свакој тачки плазме, али постоји температурни градијент од тачке до тачке
- неизотермне - температуре појединих компонената су различите чак и у истој тачки

Плазма представља погодну средину за одигравање разноврсних хемијских реакција. На слици 1 приказано је како се могу искористити високе температуре плазме и присуство великог броја реактивних врста за различите примене у хемији плазме и плазма технологији. За реакције у плазми је карактеристично да поред компоненти плазме у њима може учествовати и материјал електрода, зидови реактора или супстрат. Стога се у плазми могу одигравати хемијске синтезе; у интеракцији плазме са различитим материјалима (најчешће чврстим) може доћи до хемијске реакције, а сем тога и до обрада материјала. Посебна погодност плазме као средине за одигравање хемијских реакција је могућност да се

њене особине могу релативно једноставно мењати у широким опсезима [3] (погодним избором система за формирање плазме и избором услова пражњења као што су снага, проток, притисак, напон, положај и температура супстрата и др) и на тај начин реакције водити у жељеном смеру. У плазми се могу одигравати и реакције које се знатно разликују по реакционом механизму и продукцима од обичних хемијских реакција. Понекад су механизми реакција у плазми много једноставнији (нпр. одигравају се само у једном ступњу), а могу настати и једињења која се не могу добити конвенционалним хемијским методама.



Слика 1. Примене нискотемпературних и високотемпературних плазми [4]

У овом раду дати су примери новијих примена плазме, са акцентом на интеракцији плазме са чврстом површином у циљу њене модификације.

ТЕРМАЛНА ОБРАДА МАТЕРИЈАЛА

Високотемпературска плазма користи се рутински у индустрији за топљење, пречишћавање, легирање, заваривање или сечење метала. Један од новијих примера термалне обраде материјала у индустрији је коришћење индуктивно спрегнуте плазме (ISP) за сфероидизацију керамичких прахова [5]. Прахови се, уз помоћ носећег гаса, уводе у реактор изграђен од нерђајућег челика чији се зидови хладе водом. На овај начин могу се термално обрађивати оксиди Al_2O_3 , Cr_2O_3 , SiO_2 и ZrO_2 . Ефикасност сфероидизације примарно зависи од брзине увођења праха у индукциону плазму (са повећањем брзине, ефикасност сфероидизације се смањује).

ХЕМИЈСКЕ СИНТЕЗЕ

Гасне плазме се при хемијским синтезама користе било за производњу нових хемијских врста, било за грађење реактивних интермедијера који даље учествују у реакцијама синтезе. Тако се плазме користе за синтезу метана, ацетилена, азотних оксида и других једињења. У гасној плазми могу се изомеризовати и реаранжирати органски молекули. Тако се могу брже и једноставније добити жељени продукти.

Једна од новијих примена је синтеза поликристалног дијамантског заштитног слоја који се депонује на молибденским и силицијумским супстратима коришћењем ISP на атмосферском притиску [6]. Де-

поновање дијаманата на различитим подлогама изводи се коришћењем RF водоничне плазме која садржи мали проценат метана или неког другог угљоводоника. У плазми настају CH_3^+ јони који се усмеравају ка подлози на којој се депоњује угљеник у облику графита и дијаманта. Јони H^+ такође ударају о површину депонованог слоја и нагризају графит и дијамант. Међутим, пошто је графитни слој термодинамички нестабилна модификација угљеника, његово нагризање обавља се много брже. На тај начин дијамант бива незнатно нагрижен и остаје депонован на супстратима, а графитни слој се потпуно изгуби.

Овакву синтезу први пут је извео Мацумото (Matsumoto) 1987. године. Синтеза дијаманата помоћу ISP на атмосферском притиску је у предности у односу на технологију депоновања при ниском притиску, јер при атмосферском притиску електрони и теже честице имају једнаке температуре (због малог средњег слободног пута тј. великог броја судара при већим притисцима), па је и динамика флуида у случају овакве равнотежне плазме знатно једноставнија.

Ли Јин (Li Yin) и сар. [7] синтетисали су поликристални β C_3N_4 (материјал веће тврдоће од дијаманта) методом RF магнетронског распршавања. Ова метода често се користи за добијање карбон-нитридних филмова (честице су димензија и изнад $15\mu\text{m}$). Предности ове методе над осталим методама синтезе филмова су висока репродуктивност и висока густина плазме (а самим тим и велика густина депоновања), при чему се скоро уопште не оштећује филм.

Синтеза фулерена представља плазма хемијску реакцију између угљеникових атома и кластера која се одвија у атмосфери инертног гаса (најчешће је то аргон). За постизање високог приноса реакције синтезе фулерена најважнији параметар је концентрација угљеника. Следећи битан параметар је брзина продувавања гаса кроз врућу плазма зону (што је брзина продувавања гаса мања то је већи принос реакције). Трећи фактор је температурни градијент унутар плазма зоне (што је температурни градијент мањи, принос реакције је већи).

Године 1992. публикован је рад Екучи (К. Equis-hi) и Јошида (Т. Yoshida) [8] који говори о новој методи синтезе фулерена испаравањем честица угљеника уз коришћење хибридне плазме која представља комбинацију RF плазме и једносмерног лука, при атмосферском притиску. Пошто се ни у RF плазми ни у једносмерном луку не могу остварити оптимални услови за испаравање угљеника и добијање довољно велике вреле плазма зоне, коришћена је хибридна плазма која представља њихову комбинацију. Као полазни материјал за синтезу фулерена користе се чађ, бензен и ацетилен. Распршавање честица чађи димензија испод $10\mu\text{m}$ ради се аргонском струјом. Пара бензена такође се уводи помоћу аргона. Ови полазни материјали уводе се у врелу плазма зону температуре изнад 6000 K , где се распадају на мање фрагменте типа C , C_2 , C_3 или C_2H .

Резултат овог испитивања је да са повећањем притиска у гасној плазми долази до повећања приноса фулерена. Такође је значајно и то да је принос реакције синтезе фулерена (C_{60} , C_{70} , $\text{C}_{84}\dots$) био око 7%.

ISP се користи и за синтезу металофулерена. Године 1997. Мошел С. Moschel и Џенсен М. Jansen [9] дали су нов поступак за синтезу ендохедралних фулерена, који подразумева испаравање угљеника и метала (у овом случају Ва) при различитим положајима у реактору индуктивне RF пећи тј. на различитим температурама, како би се добио ендохедрални фулерен одговарајуће стехиометрије.

ОБРАДА МАТЕРИЈАЛА И ХЕМИЈСКЕ СИНТЕЗЕ

Модификовање површина може се урадити на различите начине. Механичка обрада површина има малу ефикасност; хемијска обрада укључује примену различитих растварача, јаких киселина и база, а све то је скупо и све више постаје неприхватљиво са аспекта безбедности и заштите човекове околине. Осим тога, површине обрађене на овај начин нису равномерне, а репродуктивност обраде је мала. Обрада плазмом нуди изузетно широк спектар могућих измена површине и то почев од једноставних рељефних измена до креирања површинске хемије и облога који се потпуно разликују од главнине материјала. При том је могуће површину модификовати интеракцијом са компонентама плазме. Интеракција плазме са чврстом површином ограничена је на танки површински слој [10]. Зависно од физичког стања полазног материјала и продуката, може доћи до нагризања, обраде површине или таложења превлака. Конвенционалне технике бојења, распршавања и превлачења погодне су за дебеле филмове; танки филмови добијени овим методама нису довољно кохерентни, а адхезија са супстратом је лоша. Превлаке добијене коришћењем плазме имају изузетно добру адхезију (чак и за врло танке филмове).

Индуктивно спрегнута RF плазма често се користи за поменуте сврхе. Тако се њеном применом могу чистити и депоновати дебљи слојеви Si на алуминијумским супстратима [11] у циљу добијања што чистијег силицијумског слоја. Ово се постиже употребом Ag плазми са различитим садржајем O_2 и H_2 . Елиминација нечистоћа изводи се њиховом оксидацијом.

ISP се примењује и у процесима нагризања танких филмова као што су SiO_2 депоновани на Si супстратима [12]. Као реакциони гас користи се C_4F_8 . Додавањем водоника у дифузиону област плазме постиже се велика брзина и селективност нагризања SiO_2 . Основна улога H_2 састоји се у везивању F атома (који су одговорни за нагризање), при чему настаје HF. Овако формиран HF у свим областима ISP, осим у дифузионом региону, редисосује јер електрони имају довољно енергије да изазову дисоцијацију HF, формирајући опет F атоме који нагризају и SiO_2 и Si (брзина нагризања је иста). Међутим, у дифузио-

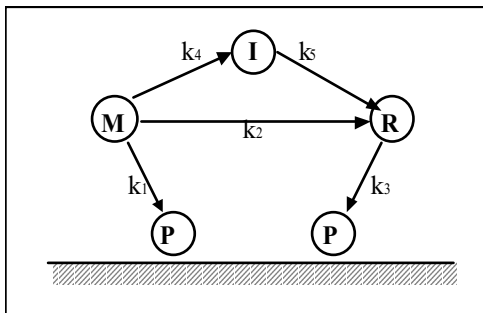
ном региону ISP електрони немају довољно енергије да изазову дисоцијацију HF, који остаје недисосован, па се на Si, због захватања F атома, формира полимер богат угљеником, који надаље штити Si тако да феномену нагризања подлеже само SiO₂, чиме се селективност битно повећава.

Једна од примена индуковано спрегнуте радиофреквентне (RF) плазме на ниским притисцима је у "online" дијагностици плазме при површинским интеракцијама са супстратом (PPI) за време таложења танких филмова [13] дебљине реда величине 1µm. На пример танки филмови LaMnO₃ који се користе као високотемпературни суперпроводници добијају се увођењем раствора нитрата La и Mn (у односу 2/1) у плазму чије су компоненте аргон и кисеоник. Испитивање PPI интеракција омогућено је бомбардовањем површине ексцитованим врстама насталим у плазми. Сем тога, могу се пратити и процеси распрскавања и нагризања депоноване површине дејством редукционе (Ar+H₂) и оксидационе (Ar+O₂) плазме.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЈЕ У ПЛАЗМИ И ОБРАДА ПОВРШИНА

Ширењем примене полимерних материјала, постављају се све већи захтеви за особине полимера, пре свега за њихов површински слој [14]. За разлику од конвенционално добијених полимера, који су готово искључиво ланчани молекули, плазма полимери су умреженији (разликују се по физичким особинама од конвенционалних и то, пре свега, по растворљивости, брзини бубрења и тврдоћи). Полимерни филмови могу се добити из већине органских и органометалних једињења која се уводе у зону пражњења. Полимери настали у плазми могу се наносити на метале, стакло, полупроводнике, тканине, керамику итд.

Механизам полимеризације у плазми, према једном од модела [15], дат је на слици 2 при чему је M-мономер; P- полимер; R- радикал; I- интермедијер, k₁-k₅ су константе брзине одговарајућих елементарних ступњева. Брзина полимеризације зависи од константи брзине појединачних елементарних ступњева (зависност је сложена).



Слика 2. Модел полимеризације у плазми [15]

При обради површине полимера плазмом, разликују се два типа реакција: плазма може директно деловати на полимер тако што га нагриза или доводи до аблације материјала и/или га модификује хе-

мијски (нпр. оксидација у ваздушним пражњењима) или се могу формирати слободни радикали у плазми или на површини (могу да доведу до депозиције новог полимера на површини супстрата). Доминантна реакција одређена је саставом гаса или паре, карактеристикама супстрата, геометријом и условима пражњења.

Фрајтаг (Freitag) и сар. [16] испитивали су полимере метана, ацетилена, TFE и TMDS, настале у плазми при различитим радним условима. Ови полимери користе се као заштитне превлаке. Као супстрати су коришћене стаклене плочице на које је распрскавањем нанесен филм 20Fe-80Ni легуре дебљине 200-400 nm. Плазма полимеризација изведена је у реактору са стакленом комором и Al електродама, које су пре сваког коришћења чишћене и сушене како би се постигла што већа репродуктивност. Пре привлачења полимером узорци су испитивани оптичким микроскопом, како би се утврдило да ли површина легуре има дефекте. За сваки од испитиваних мономера наносене су превлаке дебљина 20, 40 и 80 nm (уз мењање радних услова). Осим тога, проучаван је ефекат претходне обраде површине супстрата у плазми инертног гаса.

Након депозиције полимера, стаклена комора је евакуисана, а онда су узорци (третиран и нетретиран у плазми) излагани дејству корозивних средстава. Степен нагризања површине одређиван је тако што су узорци осветљавани зрачењем под одређеним углом - ненагризена површина рефлектује зрачење, а нагризена га расејава.

Установљено је да најбољу заштиту од корозије за мале дебљине филма пружају превлаке полимера TFE.

Процес полимеризације у плазми коришћен је за добијање филмова који садрже силицијум на алуминијуму као супстрату [3]. Као мономери користе се органосилицијумова једињења која образују високо умрежене филмове са одличном термичком и хемијском стабилношћу, великим отпором према абразији и малом пропустљивошћу за воду. Због оваквих добрих особина, могу се користити као превлаке које штите метал од корозије.

Алуминијумски супстрат припрема се термалним напаривањем Al филмова (~ 100 nm) на специјалном супстрату који је претходно третиран плазмом. Као мономер коришћен је хексаметилдисилоксан (HMDS), а носећи гас је кисеоник. Ваљаност заштите филмовима добијеним у плазми оцењена је тестом топле воде (40°C, 48 сати) и високо-температурским тестом (180°C, 96 сати). Уколико дође до промене боје превлаке, њеног пуцања и појаве малих испупчења на Al филмовима значи да полимер није успешно прошао тестирање.

Полимеризација смеше органосилицијумово једињење/O₂ резултује у филмовима типа силоксан и силика, зависно од радних услова. Силика филмови имају већу постојаност и термалну стабилност, па су погоднији за заштиту Al филмова. На брзину депозиције и структуру филма утичу снага RF генератора, притисак и количина мономера.

Пражњења у плазми и полимеризација користе се успешно за мењање састава биоматеријала [17] (материјала који долазе у контакт са телесним течностима, а који су страни организму) у циљу побољшања њихових својстава. У биоматеријале спадају различити полимери, метали, керамика, карбони, реконструисана или посебно обрађена природна ткива и композити настали различитим комбинацијама ових материјала. У медицини се доста користе полимери - од њих се праве замене за срчане записке, артерије, душник, мокраћне цеве итд.

Синтетички крвни судови од полиетилентерефталата PET користе се као замена за веће крвне судове [18]. За судове мањег пречника од 5 mm неопходно је да се претходно обраде (унутрашњи зид суда), како би се побољшала њихова компатибилност са крвљу. Обрада се може обавити RF тивајућим пражњењем при чему се добијају танке превлаке на синтетичким крвним судовима које не утичу на њихова механичка својства. Карактеризацијом полимера добијеног у плазми помоћу ESCA установљено је да током обраде површине крвног суда у плазми долази до реаранжирања и фрагментације мономера TFE. Униформност и репродуктивност обраде површина TFE плазмом су велике. Зависно од брзине протока, количина флуора у превлаци се мења (при повећању брзине протока, количина флуора се смањује).

У области текстилне индустрије доста се примењује нискотемпературна плазма [19]. Одећа од полиестера много се користи јер је дуготрајна и једноставно се одржава, али због своје хидрофобности и кристаличности тешко се боји, слабо се кваси, доста сакупља прашину и лако се статички наелектрише. Сувом обрадом нискотемпературском кисеоничном плазмом повећава се хидрофилност полиестера и његова способност бојења, постиже се боља адхезија и смањује тежња ка статичком наелектрисавању. Хидрофилност полиестера тесно је повезана са садржајем хемијских елемената на површини. Увођењем кисеоничних и азотних поларних функционалних група на површински слој полиестера побољшава се његова квашљивост.

Последњих 20 година мембране за инверзну осмозу (ИО) много се проучавају због њихове велике примене у индустрији. При припремању ИО мембране јако је битно да се направи што уједначенији и што тањи површински слој који раздваја растворке од растварача [20].

Добра мембрана за инверзну осмозу треба да има велику пропустљивост за воду и да је непропустљива за соли. Обрадом у плазми могу се добити изузетно танки и умрежени активни површински слојеви на порозним PAN филмовима. Испитана је зависност особина ИО од радних услова (трајање обраде, притисак гаса, снага, врста гаса). Модификовањем површина у плазми долази до уграђивања хидрофилних група као што су $>C=O$, $-OH$, $>NH$.

Процент задржавања соли за необрађене мембране износио је 10%, а за обрађене 98%. Најбољи резултати при обради плазмом постижу се када се

као носећи гасови користе водоник и хелијум, док при коришћењу кисеоника и ваздуха на особине ИО веома утичу радни притисак и снага. Реакције у плазми ограничене су на танки површински слој материјала - зависно од услова пражњења одигравају се процеси умрежавања и деградације полимера. PAN мембрана, умрежена обрадом у плазми, на ваздуху се не мења ни хемијски ни механички. Пошто су PAN мембране обрађене у плазми бољих карактеристика од конвенционално обрађених мембрана, значајно се користе у постројењима за десалинзацију воде.

Плазма се примењује и за обраду пластичних фолија. Корона реактор за обраду површине обично се састоји од ротирајућег ваљка који представља потпору за филм којег треба обрадити (то је истовремено уземљена електродна) и високонапонске електроде у облику оштрице ножа која је паралелна са осом ваљка [4]. На овај начин могу се обрађивати филмови дебљине 50 m.

Филмови се обрађују наизменичним корона пражњењем, при чему се третирају узорак налази на ваљку који ротира одређеном брзином. Обрада површина је дисконтинуална - сваки део узорка пролази неколико пута кроз део уређаја где се одвија пражњење. Испитиван је утицај садржаја флуора, хлора и брома на особине површине додавањем SVF_3 или $CClF_3$ у различитим пропорцијама у ваздух. Ефикасност обраде површина повећава се са повећањем струје пражњења; исто се дешава продужавањем времена трајања обраде (за оба ова параметра уочен је ефекат засићења за велике вредности). Следећи фактор важан за ефикасност обраде, који се мора оптимизовати у реактору, је дужина електродног размака која контролише време задржавања хемијских врста у пражњењу.

У поређењу са уобичајеном обрадом површине корона пражњењем (континуалног синусоидалног напона), коришћењем низа пулсева постиже се боља статистичка расподела микропражњења, односно униформна обрада површине [21]. Због кратког трајања пулса струја микропражњења углавном се преноси електронима, док температура јона остаје блиска собној температури (ово је важно за обраду површина које су осетљиве на високе температуре). Коришћењем меша реактивних гасова строго контролисаног састава на атмосферском притиску омогућава се таложење танких филмова на површине фолија. Оваквом обрадом постиже се велика вредност површинског напона и добра адхезија полипропиленских фолија (превлаке су стабилне дуже време). Такође, побољшава се адхезија фолије са лепковима и мастилом. На појаву микропражњења знатно утичу врста гаса и фреквенција примењеног напона.

Применом RF капацитивно спрегнуте плазме чије су компоненте кисеоник и азот или амонијак нагризају се полиетилenske фолије и на тај начин олакшава се штампање по њима [22].

Предности примене плазме за обраду површина су: не загађује се животна средина, мала потрошња хемикалија, метода није деструктивна (не оштећује

се супстрат), кратко траје. Велика потрошња енергије је недостатак примене плазме. Међутим, пошто је квалитет филмова добијених у плазми већи од квалитета филмова добијених конвенционалним методама (а могу се добити филмови жељених карактеристика) плазма се све више користи.

Abstract

THE APPLICATIONS OF PLASMA IN CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

Jasmina Savić, Jasminka Joksić

Department of Physical Chemistry, Institute of Nuclear Sciences VINCA, POB 522, 11001 Belgrade, Yugoslavia

Plasma science and technology have tremendous potential for 21st century applications including fusion and many other applications.

Nowadays, plasma applies besides in physics and chemistry in many other areas such as: communications, biotechnology, medicine, textile industry, printing, ceramic production, nanolithography, environmental protection (toxic waste treatment), pure diamond film deposition, manufacture of fullerenes, production of high-temperature superconducting films, microoptics, microelectronic technology, semiconductor technology, manufacture of membranes, sensor technology, space technology etc. An overview is given about some important applications of plasma in chemistry and technology.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милић Б., *Основи физике тачног сјања*, Београд, (1988).
2. Venugopalan M., *Reactions Under Plasma Conditions*, Vol. I, (1971).
3. Young J.T., Lian Y.M., Liao S.L., *ISPC-13*, (1997) 1362.
4. Goldman A., Amoroux J., *Plasma Chemistry*, (1983).
5. Piguard N. M., Boulos M. J., *ISPC-13*, (1997) 1031.
6. Owano T. G., Kruger C. H., *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 3, (1993) 433.
7. Yin L., Xu S., Han-shi L., *ISPC-13*, (1997) 1083.
8. Eguchi K., Yoshida T., *Appl. Phys. Lett.* 23, (1992) 2782.
9. Moschel C., Jansen M., *Chem. Ber. / Recueil*, 130, (1997) 1761.
10. Suhr H., *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 1 (1989) 7s.
11. Morvan D., Krayem F., Magnaval S., *ISPC-13*, (1997) 1053.
12. Yang Y., Yan J., Hauming W., *ISPC-13*, (1997) 950.
13. Avni R., Nickel N., Miralai F., *13th International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC-13)*, (1997) 924.
14. Zhang L., Dinghua L., Wang J., *ISPC-13*, (1997) 1325.
15. Drost H., *Plasmachemie*, Berlin, (1978).
16. Freitag W.O., Yasuda H.K., *J. of Appl. Pol. Sci.: Appl. Pol. Symp.* 38, (1984) 185.
17. Hoffman A.S., *J. of Appl. Pol. Sci.: Appl. Pol. Symp.* 42, (1988) 251.
18. Kiaei D., Hoffman A.S., *J. of Appl. Pol. Sci.: Appl. Pol. Symp.* 42, (1988) 269.
19. Chen J., Wang X., Li Z., Li M., *ISPC-13*, (1997) 1380.
20. Shimomura T., Hirakawa M., *J. of Appl. Pol. Sci.: Appl. Pol. Symp.* 38, (1984) 173.
21. Meiners S., Salge J.G.H., *ISPC-13*, (1997) 1331.
22. Coates D.M., Kaplan S.L., *Plasma Processing of Advanced Materials*, (1996).



БОШКО В. ПАВЛОВИЋ, Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду
ДИМИТРИЈЕ С. ПЕШИЋ, Институт за нуклеарне науке "Винча"

100 ГОДИНА КВАНТНЕ ТЕОРИЈЕ

Макс Планк (**слика 1**) дао је низ великих научних доприноса у различитим областима физике, попут термодинамике, статистичке механике, оптике, а затим и у физичкој хемији. Међутим, његова слава лежи примарно на улози коју је имао као творац квантне теорије. Ова теорија је револуционисала наша знања о атомским и субатомским процесима, управо као што је Ајнштајнова теорија релативности револуционисала наша знања о простору и времену. Заједно, они су творци физичких теорија које су од фундаменталног значаја за физику 20-ог века.

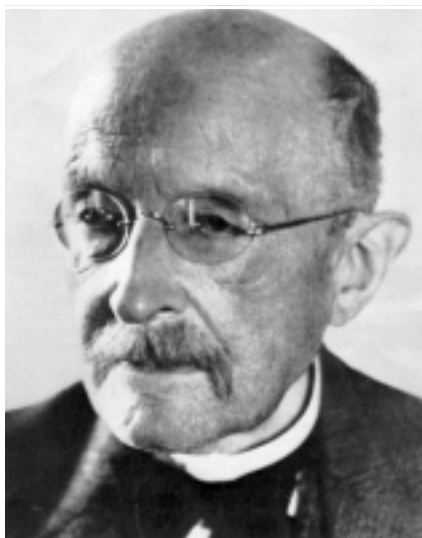
Недавно је навршено 100 година од кад је Макс Планк,¹ проучавајући једначине зрачења црног тела, дошао до сазнања да је енергија зрачења дисконтинуалне природе, тј. да се не емитује, нити апсорбује континуално у произвољним износима, већ да је једнака суми такозваних елементарних кванта енергије. О тим својим истраживањима Планк је реферисао на два састанка Немачког физичког

друштва у Берлину, 19. октобра и 14. децембра 1900. године. Ти датуми се у историји науке означавају као датуми открића кванта енергије и постављања квантне теорије.

Имајући у виду значај који је то откриће доцније имало не само у физици, хемији већ и у сродним наукама, сматрамо да је корисно подсетити се на то како је Планк дошао до открића кванта енергије. Реч квант (лат. quantum) означава малу количину. У физици и хемији, квантом се назива најмања количина извесних величина, нпр. енергије, момента количине кретања, дејства, електрицитета, итд., што значи да не постоје мање величине од одговарајућих кванта.

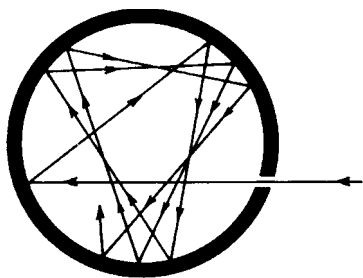
КАКО СЕ ДОШЛО ДО ИДЕЈЕ О КВАНТИМА ЕНЕРГИЈЕ

Сва тела континуално апсорбују и емитују зрачење. Њихове особине као апсорбера или емитера,



Слика 1. Макс Планк

међутим, могу бити врло различите. Иако на пример, прозорско стакло скоро и не апсорбује видљиву светлост (видљиво зрачење) и X-зраке, али зато великим делом апсорбује ултраљубичасто зрачење. Насупрот томе, алуминијумска плоча исте дебљине апсорбује и видљиво и ултраљубичасто зрачење, а у знатној мери пропушта X-зраке. Да би неко тело било у погледу зрачења у равнотежи зрачење које оно емитује мора бити једнако (по таласној дужини и интензитету) зрачењу које апсорбује. Осим тзв. црног тела, ниједно друго тело није идеални апсорбер и емитер зрачења. Апроксимацију црног тела можемо добити тако што посматрамо шупљину тела с малим отвором и унутрашњим зидовима који добро рефлектују зрачење (слика 2).



Слика 2. Модел црног тела

Кад се шупљина загрева, кроз отвор се емитује зрачење практично идеалног црног тела. Постепеним повишењем температуре прво се види тамноцрвена светлост, што значи да се зрачење које црно тело емитује претежно састоји од зрачења већих таласних дужина, тј. нижих фреквенција; затим се на вишим температурама запажа наранџасто усијање тела, да би на још вишим било постигнуто бело усијање црног тела. То показује да се са повишењем температуре из тела све више емитују зрачења краћих таласних дужина, тј. већих фреквенција, као и да максимум интензитета зрачења црног тела континуално расте са смањењем таласне дужине, односно порастом фреквенције емитованог зрачења. Једначине којима су физичари у другој половини XIX века покушали да прикажу запажене појаве, тј. опишу спектар зрачења црног тела, нису биле применљиве за цео спектар зрачења. Те једначине су биле базиране на поставкама класичне физике да природа не прави скокове ("*natura non facit saltum*"). Сматрало се да је енергија строго континуалног карактера, тј. да се она може емитовати и апсорбовати у произвољно малим прираштајима, иако се већ знало да је маса тела атомистичког састава, дакле дисконтинуалне природе.

Да би решио овај проблем Макс Планк је две године упорно радио на постављању једначине која би могла да задовољи сва дотадашња знања о зрачењу црног тела. Та једначина је требало да буде применљива на цео спектар зрачења, тј. од топлотног и инфрацрвеног, преко видљивог, до ултраљубичастиог. Другим речима, од најдужих до најкраћих, у то време, познатих таласних дужина у спектру зрачења црног тела. Та једначина је морала да буде таква, да се из ње може добити зависност укупне енергије зрачења тела од температуре, као и да омогући да буде израчуната таласна дужина λ_{\max} за коју спектрална моћ зрачења достиже максималну вредност. Тако на пример за $T = 2000 \text{ K}$, максимална моћ зрачења је на $1442,5 \text{ nm}$ (инфрацрвена област зрачења), на 3000 K је на 962 nm (инфрацрвена област зрачења), на 5000 K на 577 nm (жутозелени део спектра видљиве светлости). Значи, једначином је требало показати како се повишењем температуре тела мења боја емитованог зрачења од тамноцрвеног, преко светлоцрвеног, наранџастиог, жутог до белог.

У процесу постављања своје једначине зрачења црног тела, Планк је одбацио гледиште класичне

1 Макс Планк (Max Karl Ernst Ludwig Planck) се родио 23-ег априла 1858. године у Килу, у породици Вилхелма Планка професора права на Килском универзитету. Као сјајна ђак завршава у 17-ој години елитну минхенску Maximilian гимназију и размишља шта да студира, физику, класичну филологију или музику. Срећом по науку, одабрао је физику. Студије је започео на Минхенском универзитету, а затим наставио на Берлинском. Посебно га је интересовала термодинамика, и она је остала предмет његовог интересовања целог живота. Вративши се у Минхен одбранио је 1879. године докторску дисертацију "О другом закону механичке теорије топлоте". Следеће године, после хабилитационог рада "Равнотежно стање изотропних тела при различитим температурама" започиње у Минхену универзитетску каријеру као доцент. У 1885. години био је постављен за ванредног професора на Универзитету у Килу. Четири године касније (1889), долази на Берлински универзитет. За редовног професора изабран је 1892. године. Од 1887. године Планк започиње интензиван рад на проблему топлотног зрачења. Резултат ових истраживања било је откриће функције расподеле зрачења по фреквенцијама, за чију је интерпретацију Планк увео хипотезу кванта енергије. У Берлину остаје до краја свог активног живота. Пензионисан је 1928. године. Високи научни и морални квалитети донели су му низ признања и почаста, од којих је најзначајнија Нобелова награда за физику 1918. годину. Умро је у Гетингену 4-ог октобра 1947. године.

физике о континуално малим променама енергије. Био је принуђен да у тој формули предложи да се зрачење емитује у порцијама (квантима) енергије чија је величина $\epsilon = h\nu$, у којој је h нека универзална константа коју је Планк назвао "елементарни квант дејства" и износи $h = 6,62 \times 10^{-27} \text{ erg. sec}$,¹ а ν фреквенција зрачења. Укупна енергија је пак једнака целобројном умношку елементарних кванта енергије, тј. $E = nh\nu$. Планкова једначина која се одлично слагала са експерименталним подацима за зрачење црног тела, има облик:

$$E(\lambda, T) = (8\pi h \nu / \lambda^4) [\exp(h\nu/kT) - 1]^{-2}$$

где је $E(\lambda, T)$ спектрална моћ зрачења при датим вредностима таласне дужине λ и температуре T ; k је Болцманова константа. Из ове једначине, која је применљива за све области спектра, добијају се као гранични случајеви Винов (W. Wien) закон: $E(\lambda, T) = (\alpha \lambda^5) \exp(-\beta/kT)$, за веће, и Рејли-Џинсов (J. W. Rayleigh-J. Jeans) закон: $E(\lambda, T) = (2\pi c / \lambda^2) kT$, за мање фреквенције. У овим једначинама су α и β емпиријске константе, c брзина светлости. Даље, из Планкове једначине се може да изведе Стефан-Болцманов (Stefan-Boltzmann) закон $E = \sigma T^4$ као и Винов закон померања: $T\lambda_m = b$ где је λ_m таласна дужина која одговара максималној емисионој моћи, тј. максимуму криве $E(\lambda, T)$, а b константа. Прве експерименталне потврде Планковог закона дао је немачки физичар Рубенс прецизним мерењима зрачења црног тела.

Када је поставио ову једначину Планк је имао 42 године. Презентирао ју је децембра 1900. године пред својим колегама у Немачком физичком друштву, у исцрпном, сувопарном предавању под називом "Прилог теорији закона расподеле енергије у нормалном спектру".

Аудиторијум није био велики, али су се присутни слушаоци ипак интересовали за појам квантовања енергије и за, у то време, нелогичне и противречне ставове изнете у предавању. Прихватање Планкове идеје о квантима енергије за многе је тада значило нарушавање логичне грађе класичне физике.² Злобници кажу да је тог дана било лоше и тмурно децембарско време па су се зато многи радије задржали у сали у којој је одржано предавање и дискусија о резултатима које је изложио Планк, него да се враћају кући по киши и суснежици. Но било како било, тог дана је у сали за седнице Немачког физичког друштва рођена нова наука - учење о квантима. Признање које је добио Планк дошло је тек касније. Касније је схваћен и значај Планкове константе за цео свет атома. Она се показала врло малом, али је отворила врата у свет атомских појава. И увек када се жели да се из света обичног и класичног пређе у необични и квантни свет, мора се проћи кроз ова малаврата.

Иако се Планк, као теоретичар и перфекциониста, трудио да образац за квант енергије докаже,

то није могао учинити, нити доказати, као што се не може доказивати ни образац Закона гравитационог привлачења. Њих ова исправност се констатује из резултата који из њих следе. За теорију кванта се може рећи да је она, на изврстан начин, зачета као атомистичка теорија енергије

Признавање физичке реалности кванта био је спор и постепен процес. На основу теорије кванта су током наредних година и деценија објашњене многе појаве (нпр. фотоелектрични ефекат, Комптонов ефекат, ласери), затим, протумачен је Боров атомски модел и настанак атомских и молекулских спектара, итд. Она је омогућила, уз теорију о дуалистичкој природи материје, развој квантне механике која се данас примењује за тумачење појава у свету молекула, атома и субатомских честица.

ПЛАНК О КВАНТУ

Макс Планк је, приликом примања Нобелове награде 2. јуна 1920. године у Шведској академији наука у Штокхолму, одржао предавање "Постанак и развој теорије кванта" у којем је говорио о стварању квантне теорије. Због његовог историјског значаја овде наводимо неколико извода из тог предавања.

"Када се осврнем на двадесетогодишњи период, откада су се из првих, од низа експерименталних чињеница, почели оцртавати смисао и величина физичког кванта дејства, и осврнем на дуги кривудава пут који је на крају крајева довео до открића кванта, то ми се сада чини новом илустрацијом давно потврђених Гетеових речи да човек често лута и греши док стреми ка неком циљу. Сав напоран рад духа могао би се прилежном истраживачу показати узалудним и безнадежним, ако му понекад необичне чињенице не би давале непобитне доказе да се он, на крају свог трновитог и кривудаваог пута у крајњем случају, макар на корак приближио истини. Упорно тражење одређеног циља, чија далека светлост не тамни од првих неуспеха, је неопходна претпоставка, иако му ни издалека не гарантује успех. Рушење свих настојања да се премости настали понор ускоро је отклонио све сумње. Ако би квант дејства био фиктивна величина онда би цело извођење једначине закона зрачења било принципијелно илузорно и представљало игру формулама лишена садржаја. Међутим, ако би при извођењу овог закона у основу била уграђена правилна физичка идеја онда би квант дејства требало да игра фундаменталну улогу у физици, а његово појављивање огласи нешто потпуно ново. Другим речима, било је потребно извршити трансформацију самих основа нашег физичког мишљења доказаног у времену Њутнове и Лајбницевог анализе бесконачно малог, а заснованог на претпоставци о непрекидности свих узрочних веза.

После свих ових резултата, за чије је потпуно излагање било потребно навести још много великих имена и судова, а не желећи да пренебрегнем чиње-

1 Садашња вредност је $h = 6,6260755(40) \times 10^{-34} \text{ Js}$ [према В. N. Taylor, Physical Constants, European Phys. Journal, 3,69 (1998)]

2 И сам Планк се врло тешко мирио са одступањима од класичне физике па је после свог великог открића упорно покушавао током следећих година да прилагоди свој закон зрачења црног тела начелима класичне физике.

нице, не остаје ништа друго него дати кванту дејства пуно право грађанства у систему универзалних физичких константи, јер се у разнородном мноштву различитих процеса, у сваком појединачном случају квант дејства увек јавља као једна иста величина, чија је вредност $6,62 \times 10^{-27}$ ерг секунди. Може се учинити чудном подударношћу да у време, када је мисао о општој релативности прокрчила себи пут и достигла нечувене успехе, природа открила баш тамо, где се то могло најмање очекивати, нешто апсолутно, неку стварно незаменљиву јединицу мерења, која се садржи у просторновременском елементу и помоћу које је могуће величину дејства изразити бројем, савршено одређеним, слободним од произвољности, чиме се та јединица ослобађа свог релативног карактера.

То што нам данас изгледа несхватљиво, у будућности ће нам се указати с више тачке гледишта, сасвим простим и хармоничним. Али пре него што тај циљ буде достигнут, проблем кванта неће престати да побуђује и оплођује мисао истраживача, и уколико је више труда уложено у његово решење, уколико је оно важније за ширење и продубљивање нашег физичког знања."

УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Признавање физичке реалности кванта био је спор и постепен процес у мери како су све нове појаве добијале објашњење у оквирима ове теорије.

Страх од рушења великог здања којег је изградила класична физика показао се преувеличаним због тога што је нова теорија само нашла подесан начин смиревања, неки *modus vivendi* који су сви постепено прихватили. Изванредно мала вредност Планкове константе h доводи до тога да у оним појавама, у којима је присутна велика количина кванта, дискретност скоро ишчезава уступајући место привидној непрекидности. По аналогији, то би било слично великој гомили ситног песка, састављеној од

огромног броја ситних честица, која изгледа непрекидна у целини. Другим речима, већина закона класичне физике задржава своје значење ако се посматрају као статистички описи различитих појава. На тај начин могу се сачувати скоро нетакнути основни закони класичне физике који су откривени током претходних векова.

Abstract

100 YEARS OF THE QUANTUM THEORY

Boško V. Pavlović

Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade

Dimitrije S. Pešić

Institute for Nuclear Sciences "Vinča"

The fundamental law of the quantum theory was originated by Max Planck in 1900. The essential concept of the theory was that the energy transfer associated with radiation was made up of the definite quanta. A short story of this historical event is presented in this article.

ЛИТЕРАТУРА

1. З. Диздар, Нобелове награде за науку - Лице и личје, Глосариум, Београд, 1991.
2. Л. И. Пономарев, Под знаком кванта, Наука, Москва, 1989.
3. М. Лџоци, Историја физике, Мир, Москва, 1970.
4. Н. Kangro, "Max Karl Ernst Ludwig Planck", *Dictionary of Scientific Biography*, **11**, 7 (1975).
5. М. Klein, "Max Planck and the Beginning of the Quantum Theory", *Archive for History of Exact Sciences*, **1**, 459 (1962); "Planck, Entropy and Quanta, 1901-1906", *The Natural Philosopher*, **1**, 83 (1963); "Thermodynamics and Quanta in Planck's Work" *Physics Today* **19**, 23 (1966).
6. М. Planck, "Zur Geschichte der Auffindung der physikalischen Wirkungsquantums", *Naturwiss.*, **31**, 153 (1943).
7. A Biographical Dictionary of Scientists, Edited by T. I. Williams, A. & C. Black, London, 1969.



Зденко Диздар, Институт за нуклеарне науке "Винча"

СТРАМПУТИЦЕ У НАУЧНОМ РАДУ

У научној и дневној штампи појављују се с времена на време вести и о већим или мањим преварама у науци, измишљеним експериментима, прекрајаним резултатима, позајмљеним идејама или радовима итд. Такве вести увек изазивају нелагодност и чуђење, јер се ради о научној испрживању, човековој делатности коју је одувек праћило ореол строжности и објективности. У чланку је реч о два вида нарушавања етике у науци: плагијату и злоупотреби система рецензије.

ИЗВЛАЧЕЊЕ ИЗ РЪАВОГ ДРУШТВА

Присвајање туђе идеје, преписивање туђег рада у целини или делимично ненавођење извора којима се служило или омашке у њиховом цитирању и слично, уопште, нису реткост у стваралачком чину. Том искушењу не могу понекад да одоле ни они највећи и то не само са подручја научног стваралаштва.

На приговор да је за свој *Clavigo* користио *Мемоаре* Пјера Бомаршеа Гете је, на пример, хладно одговорио "Све је то моје. Сасвим је свеједно да ли сам то узео из живота или из књиге. Ради се једино о

томе да ли сам све то на најбољи могући начин искористио". Ни Молијер се није устручавао да користи дела других аутора. Његова девиза је била: "Узимам своје благо тамо где га нађем". Шекспиру се замерало да је у своје драме уносио читаве сцене из дела савремених аутора. Што је најгоре, уместо да им за то буде захвалан, он је са презиром говорио: "Ја сам само једну кћерку из рђавог увео у пристojно друштво". Бертолд Брехт је за своју *Ојеру за шри гроша* користио дело Цона Греја старо две стотине година и помешао га са баладама Франсоа Вилона. Брехт је плагијат правдао својом "начелном слабошћу према духовном власништву".

Ко је плагирано оплодио новом духовном вредношћу, сматра немачки часопис *П.М. Маг азин*, из кога су и узети ови примери, и не мора да има баш много проблема са савешћу. По речима аустријског писца Егона Фридела: "Уз крађу иду укус, такт и широки хоризонт. *Илијада* је лежала на улици, али украсти ју је могао само један Хомер". Осим тога, посматрано са вишег гледишта, можда крађа идеја и није тако лоша ствар, сматра публициста Габријел Лауб. Без ње би свет друкчије изгледао. "Да је већ код старих Јевреја постојала заштита духовног власништва, не би дошло до појаве хришћанства и ислама", каже он.

Упркос оваквим мудровањима, чињеница је, ипак, да је плагијат непоштена ствар, да не служи на част ономе ко се њим користи, а и закон га кажњава.

У науци је одвајкада било случајева прећуткивања коришћења туђег духовног власништва. Коперник је, изгледа, знао за Аристотелове идеје о хелиоцентричном систему и поменуо их је у једном поглављу своје књиге (*De revolutionibus*), које је касније елиминисао, као да није желео да компромитује сопствену оригиналност (Асимов).

Занимљив је случај Јохана Бернулија (1667-1748), швајцарског математичара који је усавршио инфинитезимални рачун. Био је отац Данијела (1700-1782), такође математичара, познатог по једначини из динамике флуида која носи његово име. Отац је плагирао једначину свог сина и то тако што је антидатирао своју књигу како би изгледало да се појавила пре синовеве књиге у којој је једначина први пут објављена!

Наводно се и славни Огистен-Луј Коши (1789-1857), свестрани и невероватно продуктивни француски математичар – уз бројне уџбенике објавио је скоро осам стотина радова – "инспирисао" чланцима које му је на мишљење слала Академија наука.

У новије доба случајеви плагијата у науци су учесталији, што је разумљиво с обзиром на ширину коју је научни рад достигао. По мишљењу Дејвида Шарпа, уредника угледног биомедицинског часописа *Lancet*, стање ипак није алармантно. Напротив! Он каже да је за двадесетак година његовог уредниковања откривено само седам случајева плагијата, што је занемарљиво у односу на десет хиљада чланака, колико их је за то време прошло кроз његове руке.

Од тих седам случајева два су откривена пре него што су чланци објављени, осталих пет касније.

Биохемичар Рејмонд Штамбергер био је шеф ензимолошког одељења Кливлендске клиничке фондације у којој је радио од 1969. године. Био је познат по својим истраживањима везе селена у земљишту и смртности. То га је довело до хипотезе по којој селен штити од срчаних обољења и рака. Године 1983. објавио је и књигу *Биохемија селена*, која је, међутим, бар према приказу у часопису *Nature* "била пуна очигледних грешака". Тада је Штамбергер оптужен за плагијат. Колин Кемпбел, професор медицине на Корнеловом универзитету, упозорила је на то да су велики делови Штамбергерове књиге *Исхрана и рак*, коју је објавио 1984. године, преузети из једног извештаја Националној академији наука из 1982. године, који је добро познавала јер је и сама на њему сарађивала. Штамбергерова књига је повучена из оптикаја а он је поднео оставку на положај.

Године 1980. у часопису *Human factors* изашао је чланак Г. Лејсмана у коме су се налазили сви битни делови методе, резултати и интерпретација једног саопштења које су два француска биолога поднела на једном међународном колоквијуму и објавила у часопису *Brain research*.

Слично се догодило и америчком физичару који је открио да је један његов чланак просто преписан и под туђим именом објављен у часопису Јапанског физичког друштва.

У литератури је забележен и случај бостонског психијатра С. Фрејзира који је руководио једном болницом у саставу Харвардовог универзитета. Пошто је установљено да се у радовима које је објављивао између 1966. и 1975. године служио и туђим материјалима, био је принуђен да поднесе оставку новембра 1988. године – тринаест година после последњег објављеног рада!

НАЛИЧЈЕ ЈЕДНЕ ДОБРЕ ЗАМИСЛИ

Ни један научни рад се не може објавити, ни један научни пројекат финансирати ако га не прати позитивно мишљење рецензента. Рецензенти су по правилу добри, ако је могуће и најбољи познаваоци одређене проблематике. Међутим, они су и људи, подложни слабостима и ограничењима који прате људску природу уопште. Не треба се стога чудити ако су они пре склони да прихвате опште признате истине него нове идеје које су увек проблематичне а захтевају и додатни напор да би се схватиле. Такав је и став фондова, који ће увек пре финансирати радове који су јасно дефинисани и обећавају сигуран резултат него дифузне идеје које се могу показати погрешним.

Године 1844. Ц. Ц. Вотерсон је покушао да објави чланак који је за неколико година антиципирао Меквелову и Болцманову кинетичку теорију гасова. Рецензент је био мишљења да се ради "о чистој бесмислици која не заслужује чак ни да се прочита пред Краљевским друштвом".

Норвешки математичар Нилс Абел (1802 – 1829) послао је Гаусу свој рад о немогућности решења једначине петог степена алгебарском методом. Гаус је, погледавши рад овлаш, помислио да се ради о још једном покушају да се те једначине реше, па је рад бацио у кош.

Истакнути швајцарски ботаничар Карл Нигели (1817 – 1891) олако је прешао преко рада који му је послао непознати аустријски ботаничар, уз то калуђер, Грегор Мендел (1822 – 1884). Рад је био строго рационалан и неспекулативан те га је Нигели презриво одбацио, чиме је за читаву генерацију одложио развој генетике.

Уред за истраживачки рад Америчке морнарице, Америчка атомска комисија и Национална научна фондација су у своје доба, на основу мишљења рецензента, одбили да финансирају Доналда Елазера, будућег нобеловца, тј његов рад на развоју мехурасте коморе, касније стандардног уређаја за праћење догађаја у физици високих енергија.

Разни часописи су, на основу мишљења рецензента, бар једном одбили чланак Сатјендре Бозеа о његовој статистици (1924), Енрика Фермија о теорији бета-распада (1933), Хермана Алмквиста о открићу витамина К₂ (1935), Ханса Кребса о циклусу лимунске киселине (1937). У свим овим случајевима радило се о врхунским научницима, често будућим нобеловцима. Никад се неће сазнати колико вредних радова остаје у фијокама конзервативних, љубоморних или неспособних рецензента.

Дон Вилемсон, професор Ливерпулског универзитета, пише у *New Scientist*-у (18. нов. 1995. год.) да издавачи и рецензенти биолошких часописа иду предалеко у потискивању погледа који нису у складу са њиховим предубеђењима. У прилог овоме он наводи да му је седам часописа одбило један његов рад уз коментар који се кретао од небитно до нетачно. Други рад одбила су три часописа, а одговарајућу књигу седам издавача, да би је објавио тек осми – *Chapman & Hall*. У наслову је стајала одредница *На њууу кановој зоологији*.

Аутор овог чланка се као уредник часописа и сам сретао с овим проблемом. Тако му је један аутор, чији су рад рецензенти упорно одбијали, писао 1987. године: "Мој пример још једном показује како је тешко код нас продрети са новим идејама ... Због тога не чуди ако још и данас млади перспективни људи радије одлазе у иностранство него да падну у шаке оваквим рецензентима који потезом пера могу да доведу у питање њихову будућност". Али, као што смо видели, таквих рецензента има и на другим странама и никако нису наша специфичност. Осим тога, не треба овде пренебрећи ни другу страну медаље: увек има и оних аутора који ће преврнути свет да би га уверили да је њихов перпетуум мобиле остварив. Једина препрека су, ето, конзервативни, лењи или неспособни рецензенти.

НЕСРЕЋНА СЛУЧАЈНОСТ

Захваљујући свом привилегованом положају да су први у додиру са идејама методама и резултатима других истраживача који раде у истом подручју, често и на истом проблему, рецензенти су у могућности да злоупотребе такав положај. Они могу да искористе неке податке из рада који им је достављен на рецензију, могу рад да одбију или да га задрже колико је потребно да би себи обезбедили приоритет.

Године 1971. у Сједињене Државе дошао је млади индијски лекар Виђај Соман који је четири године касније добио стипендију за Јелски универзитет, а већ 1977. и положај доцента. Као одличан радник брзо је напредовао радећи на изучавању анорексије код пацова. Од Националног института за здравље добио је сто хиљада долара за наставак истраживања. Професор Филип Фелиг, истакнути истраживач са више од две стотине радова и потпредседник Медицинске школе Јелског универзитета, био му је непосредни шеф.

Новембра 1978. године Фелиг је од једног часописа добио на рецензију рад Хелене Вахслихт – Родбард, лекара у Националном институту за здравље, која је радила на истом проблему на коме и Соман. Фелиг је дао рад Соману да га прегледа и приложи мишљење. Оно је било негативно, па је Фелиг чланак вратио часопису с предлогом да се не објави. При том није поменуо да његов млађи сарадник ради на идентичном проблему.

Док је имао чланак у рукама Соман га је копирао и касније користио при писању свог рада. Крајем децембра 1978. године, месец дана по прегледу Хелениног рукописа, Соман је свој рад, на коме се налазило и Фелигово име као коаутора, послао једном другом часопису чији је помоћник уредника био Фелиг. На њихову несрећу, уредник је послао рад на мишљење директору Националног института за здравље, а овај је, знајући да се тим проблемом бави Родбардова, проследио чланак њој. Она је била запрепашћена: то је био њен рад, читави делови били судословно преписани из њеног чланка који јој је само неколико дана раније враћен са негативним мишљењем анонимних рецензента. Знала је о којима је људима реч. Одмах је написала писмо уреднику часописа у коме је ову двојицу оптужила за плагијат.

Након одређеног времена упутила је писмо и декану Медицинске школе Роберту Берлинеру у коме је објаснила случај и захтевала истрагу. Берлинер је истрагу и спровео али пошто се радило о двојици истакнутих истраживача, савим површно. Његова констатација је била да се ради о неважној ствари па је тако и известио Родбардову, уз примедбу да је за њега тај случај окончан.

Међутим, није био окончан и за Хелену. Она је и даље покушавала на све начине да покрене озбиљну истрагу, у чему је најзад и успела – после годину и по дана упорне борбе. Истрага која је покренута почетком 1980. године открила је, поред плагијата, низ фалсификата, измишљања и брисања података. Једнаест радова, од којих је седам носило Фелигов

потпис као коаутора, било је повучено. Соман је дао оставку и вратио се у Индију. Фелиг, који је управо очекивао унапређење, остао је да вади кестење из ватре. Био је принуђен да да оставку и на положај на коме је до тада био. Хелену Васхлихт - Родбард та борба је исцрпља, те је дала оставку у Националном институту за здравље и дигла руке од истраживачког рада.

Нису сви случајеви превара и подвала тако тешки нити стичу тако широк публицитет као ови који су овде поменути. Има не мало таквих за које знају само научници, али их не објављују јер немају сигурних доказа да су заиста почињени. Тежак је и мучан пут до истине, чак и кад је превара очигледна.

За разлику од великих превара до којих повремено долази ови видови кршења етике у научном раду о којима је у чланку реч не могу озбиљније да угрозе напредак науке. Они само остављају ожиљке на моралном лику појединаца и научне заједнице у целини што је ваљан разлог да се не прихватају олако.

Abstract

PATHS OF DECEPTION IN SCIENTIFIC RESEARCH

Zdenko Dizdar

Institute for Nuclear Sciences, Beograd-Vinča

From time to time news of bigger or lesser frauds in scientific work - fabricated experiments, altered results, borrowed ideas - appear in scientific or daily press. Since it happens in science, a human activity respected for its severity and objectivity, such news arise astonishment and uneasiness.

The paper deals with two aspects of the ethics violation in the scientific work: plagiarism and misuse of the review system.

ЛИТЕРАТУРА

1. P.K.Magazin, 7. (1991) 82; 8 (1991) 84; 9 (1991) 90
2. Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology, Pan Books, N.Y. 1975, s.24-25
3. C.Truesdall, у предговору Eulers Opera Omnia, Ser.II, Bd.II, S.XXXV
4. La Recherche, 196 (1988) 240
5. Science, 237 (1987) 1098
6. La Recherche, 116 (1980) 1345
7. Ref.2, s.309-310
8. Ref.2, s. 367
9. New Scientist, 18. Nov. 1995, s.75
10. Science, 212 (1981) 137



ВЕСТИ из ШКОЛА ВЕСТИ за ШКОЛЕ

На Трибини која је била орџанизована у оквиру Априлских дана професора хемије 2001. године донета је одлука да се у септембарском броју Хемијског прегледа објаве пропозиције које ће важити за такмичење из хемије које ће се орџанизовати током школске 2001/2002. године. Пошљујући договор Уредништво ХП доноси, у рубрици Хемија за школе, важће пропозиције.

ПРОПОЗИЦИЈЕ ЗА ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ И СРЕДЊИХ ШКОЛА ЗА ШКОЛСКУ 2001/02. ГОДИНУ

Организација такмичења

Организатори такмичења су Српско хемијско друштво и Министарство просвете и спорта Републике Србије.

Стручни део спроводе републичка, међуокружна и општинске стручне комисије које одређују организатори. Републичку стручну комисију чине наставници и сарадници Хемијског факултета у Београду и других факултета у Србији на којима се изучава хемија. Међуокружне и општинске стручне комисије могу бити састављене од наставника и сарадника факултета и професора средњих и основних школа. Општински активни наставника хемије су одговорни за организацију општинских, а школски надзорници за организацију међуокружних такмиче-

ња. Међуокружна такмичења не морају да се одржавају у седишту одељења Министарства за просвету.

Видови такмичења

Постоје два вида такмичења:

I - тест и експерименталне вежбе и

II - самостални истраживачки рад и тест

I - ТЕСТ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

Број учесника и начин квалификовања

а) Основне школе

На такмичењу ученици се деле у две категорије: ученици VII и ученици VIII разреда.

Нивои такмичења су: школско, општинско, међуокружно (у оквиру подручних јединица Министарства просвете и спорта) и републичко. Постоји могућност организовања савезног такмичења у сарадњи са Хемијским друштвом Црне Горе и Министарством просвете Црне Горе.

Број учесника на општинском такмичењу одређује општинска стручна комисија.

Ранг-листу са општинског такмичења општинска стручна комисија доставља међуокружној стручној комисији најкасније седам дана по завршетку такмичења. На основу ранг-листа међуокружна стручна комисија прави заједничку ранг-листу. Максималан број ученика који приступа такмичењу је четири пута већи од броја општина у подручној јединици Министарства просвете.

На републичко такмичење сваки међуокруг има право да упути три ученика VII разреда и три ученика VIII разреда. Изузетно, Београд, због већег броја ученика, има право да упути по 4 ученика из сваке категорије. За сваког такмичара који је претходне године заузео једно од првих пет места увећава се број такмичара из одговарајућег међуокруга на следећи начин: 5 додатних места у конкуренцији VIII разреда распоређује се на основу ранг листе VII разреда из претходне године; 5 додатних места у конкуренцији VII разреда распоређује се на основу ранг листе VIII разреда из претходне године.

б) Средње школе

На такмичењу ученици се деле у три категорије. Најмлађа категорија су ученици првог разреда, средња категорија ученици II разреда, док најстарију категорију чине ученици III и IV разреда.

Нивои такмичења су: школско, међуокружно (у оквиру подручних јединица Министарства просвете) и републичко. Постоји могућност организовања савезног такмичења у сарадњи са Хемијским друштвом Црне Горе и Министарством просвете Црне Горе.

За међуокружно такмичење школа може да пријави по правилу укупно 12 ученика за све три категорије такмичења.

На републичко такмичење сваки међуокруг има право да упути 3 ученика I разреда, 3 ученика II разреда и 3 ученика III и/или IV разреда. Изузетно, Београд, због већег броја ученика, има право да упути по 4 ученика из сваке категорије. За сваког такмичара који је претходне године заузео једно од првих пет места увећава се број такмичара из одговарајућег међуокруга на следећи начин: 10 додатних места у конкуренцији III и IV разреда распоређује се на основу ранг-листа III и IV разреда (5 места) и II разреда (5 места) из претходне године; 5 додатних места у конкуренцији II разреда распоређује се на основу ранг-листе I разреда из претходне године, а додатних 5 места у конкуренцији I разреда на основу ранг листе III и IV разреда из претходне године.

Пријава такмичара

Пријава такмичара садржи следеће податке: име и презиме ученика, школа, општина, разред и одељење, адреса стана и телефон, име и презиме ментора. Пријаве се подnose међуокружним комисијама најкасније седам дана пре почетка међуокружног такмичења.

Међуокружне стручне комисије шаљу пријаве ученика који су се квалификовали за републичко такмичење на основу наведених критеријума, организационом одбору у месту где ће се одржати републичко такмичење. Пријаве треба да стигну најкасније 7 дана пре почетка такмичења.

Место одржавања републичких такмичења одређује Српско хемијско друштво и Министарство просвете и спорта.

Програм такмичења и начин бодовања

а) Основне школе

Такмичење се састоји из два дела:

1. тестирања (теоријски део, који се састоји из решавања тестова са 15 проблемских задатака објективног типа), што доноси максимално 70 поена, и
2. експерименталних вежби (које обухватају садржаје наставног програма VII, односно VIII разреда, постављене као проблемски практични задатак), што доноси до 30 поена.

Школска и општинска такмичења састоје се само из тестирања, а припремају их и спроводе школе (школско) и општинске стручне комисије (општинско такмичење).

Теоријском делу приступају сви ученици који су се квалификовали према критеријумима претходног нивоа такмичења. Теоријски део траје 120 минута. Практични део траје 60 минута.

Тестове за општинско, међуокружно и републичко такмичење припрема републичка стручна комисија.

На тестирању се од ученика захтева познавање градива по програму одговарајућих разреда за редовну и додатну наставу. За школско, општинско и међуокружно такмичење тестовима је обухваћено градиво које се изучава до датума датих у календару такмичења. За републичко такмичење од ученика се захтева познавање целокупног градива. За ученике VIII разреда подразумева се да знају и градиво из VII разреда.

Практичном делу такмичења приступа 30% ученика према броју освојених поена на тесту. За оцењивање практичног дела републичка стручна комисија прецизно одређује критеријуме за бодовање с обзиром на то да се ради о практичним проблемским задацима.

У случају једнаког укупног броја поена код такмичара, предност на ранг-листи имају ученици са већим бројем поена освојених на тесту.

б) Средње школе

Такмичење се састоји из два дела:

1. тестирања (теоријски део, који се састоји из решавања тестова са 20 проблемских задатака објективног типа), што доноси максимално 70 поена, и

2. експерименталних вежби (квалитативна и квантитативна анализа), што доноси до 30 поена

Школска такмичења састоје се само из тестирања, а припремају их и спроводе школе.

Теоријском делу приступају сви ученици који су се квалификовали према критеријумима претходног нивоа такмичења. Теоријски део траје 150 минута. Тестове за међуокружно и републичко такмичење припрема републичка стручна комисија.

На тестирању се од ученика захтева познавање градива по програму гимназије природно-математичког смера за редовну и додатну наставу, и то: од ученика I разреда знање целокупног градива I разреда, од ученика II разреда целокупног градива II разреда, а од ученика III и IV разреда целокупног градива III разреда. Подразумева се да такмичари треба да знају градиво из претходних разреда.

Уколико ни један ученик у датом категорији не освоји максималан број поена на тесту, урадиће се корекција броја поена тако што ће се број поена сваког такмичара у тој категорији множити коефицијентом који представља однос максималног броја поена (70 поена) и броја поена такмичара са најбољим тестом.

Практичном делу такмичења приступа 30% ученика према броју освојених поена на тесту. Практични део за све три категорије ученика састоји се из квалитативне и квантитативне анализе. Квалитативна анализа за ученике I и II разреда обухвата доказивање по једног катјона и анјона у узорку. У обзир долазе:

Катјони: Ag^+ , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ .

Анјони: Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , CH_3COO^- .

Квалитативна анализа за ученике III и IV разреда обухвата такође доказивање по једног катјона и анјона у узорку. Поред претходно наведених јона у обзир долазе: Sn^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Na^+ , K^+ и PO_4^{3-} .

За тачно доказани јон добија се по 5 поена, а за тачно написане једначине за идентификацију по 2,5 поена (укупно 15 поена).

Квантитативна анализа за ученике I и II разреда обухвата одређивање HCl титрацијом стандардним раствором NaOH , а за ученике III и IV разреда одређивање слабе киселине титрацијом стандардним раствором NaOH . Укупан максимални број поена на овом делу анализе је 15, при чему се максимални број поена добија за грешку до 0,3%. Анализа се оцењује са 0 поена за грешку већу од 4,5%, а грешке од 0,3 до 4,5% бодују се према линеарној скали.

У случају једнаког укупног броја поена код такмичара, предност на ранг-листи имају ученици са већим бројем поена освојеним на тесту.

Жалбе

Рок за жалбе је један сат по објављивању резултата на тесту, односно један сат по објављивању привремене ранг-листе.

Награде

За освојено једно од прва три места у одговарајућој категорији на републичком такмичењу такмичару се додељује диплома и награда. Поред тога, за пласман од 4. до 6. места такмичару се додељује похвалница.

Дипломе се додељују и наставницима чији ученици освоје прво место на републичком такмичењу.

За освојено једно од прва три места у одговарајућој категорији на међуокружном и општинском такмичењу такмичару се додељује диплома.

II - САМОСТАЛНИ ИСТРАЖИВАЧКИ РАД И ТЕСТ

У овој категорији такмиче се ученици основних и средњих школа. Такмичење се састоји од израде самосталног истраживачког рада (текстуални део и одбрана рада) и теста.

Нивои такмичења су: општинско (само за основне школе), међуокружно и републичко. Постоји могућност организовања савезног такмичења у сарадњи са Хемијским друштвом Црне Горе и Министарством просвете Црне Горе.

За основну школу истовремено се рангирају ученици VII и VIII разреда. За средњу школу постоје две ранг-листе: за I и II, односно за III и IV разред.

Истраживачки рад могу да раде највише два ученика који се одвојено бодују.

За републичко такмичење сваки међуокруг шаље највише по два рада у свакој категорији.

Самостални истраживачки рад може да буде и изван програма редовне и додатне наставе и треба да буде на нивоу могућности боље опремљене школске лабораторије (примењене методе и технике истраживања). Оријентационо, истраживачки рад ученика основних школа треба да има око 5, а ученика средњих школа око 10 куцаних страна нормалног прореда не рачунајући прилоге.

Текст рада треба да садржи увод са назначеним циљевима рада, теоријски део (кратак преглед сазнања о теми која се обрађује), експериментални део (приказ коришћених метода, инструмената, прибора и хемикалија), приказ резултата и њихову дискусију, закључак, преглед литературе и прилоге. Рад треба конципирати тако да ученици могу да прикажу део експеримената на такмичењу. Такмичари су обавезни да обезбеде одговарајуће материјалне услове за демонстрацију практичног дела (уређаје, прибор, потребне хемикалије и остале материјале).

Радови се у три истоветна примерка достављају организатору одређеног нивоа такмичења 7 дана пре заказаног такмичења.

Приликом пријављивања такмичара општинским и међуокружним комисијама, као и републичкој комисији школе су у обавези да уз сваки рад приложе пријаву са основним подацима: име и презиме ученика, школа, општина, разред и одељење, адреса стана и телефон, име и презиме ментора и назив рада.

Такмичари прво раде тест који је исти као и за вид такмичења I. Истраживачки рад брани се пред оцењивачком комисијом почев од општинског такмичења. Одбрани рада приступају такмичари који су на тесту освојили више од 50% поена првопласираног ученика за оба вида такмичења, а у категорији разреда у којој се такмичи. Ученици који нису освојили наведен број поена на тесту могу приказати резултате свог рада пред жиријем и заинтересованима, без могућности освајања поена.

Одбрана се састоји од презентације истраживачког рада и одговора на питања члановима оцењивачке комисије, а која су непосредно везана за област из које је рад рађен. Ако су у изради рада учествовала два ученика, оба учествују у одбрани рада. Комисија оцењује одговоре и технику рада сваког ученика појединачно. Максималан број поена на одбрани рада износи 25. Писани део рада се бодује од 0 до 25 поена (исти број за оба ученика). Овим поенима се додају кориговани поени освојени на тесту помножени фактором 50/70. Укупан број поена у овом виду такмичења износи 100.

На ранг листи се најпре рангирају ученици који су приступили одбрани рада. У случају да два ученика имају једнак број поена предност на ранг листи има ученик који има већи број поена за писани део рада и одбрану рада. Ако су и ови поени једнаки, предност се даје ученику који је освојио већи број поена на одбрани рада.

Жалбе

Рок за жалбе је један сат по објављивању резултата на тесту, односно један сат по објављивању привремене ранг листе.

Награде

Награде и похвалнице додељују се оним ученицима који приступе одбрани рада.

За освојено једно од прва три места у одговарајућој категорији на републичком такмичењу такмичару се додељује диплома и награда. Поред тога, за

пласман од 4. до 6. места такмичару се додељује похвалница.

Дипломе се додељују и наставницима чији ученици освоје прво место на републичком такмичењу.

За освојено једно од прва три места у одговарајућој категорији на међуокружном и општинском такмичењу такмичару се додељује диплома.

*

На основу успеха у протеклој години, за 2001/2002. годину предвиђени број такмичара на републичком нивоу, по регионима износи:

V II разред	
Шабач	3 + 1
Нови Сад	3 + 2
Зајечар	3 + 1
Ниш	3 + 1
V III разред	
Београд	4 + 2
Крушевац	3 + 1
Сомбор	3 + 1
Крагујевац	3 + 1
I разред средње	
Београд	4 + 3
Нови Сад	3 + 2
II разред средње	
Лесковац	3 + 3
Ниш	3 + 1
Нови Сад	3 + 1
III/IV разред средње	
Београд	4 + 3
Нови Сад	3 + 3
Ниш	3 + 1
Крушевац	3 + 1
Чачак	3 + 1
Ужице	3 + 1

Сви остали региони у свим категоријама задржавају "стални" број такмичара, односно по три (Београд 4 такмичара)



ИЗВЕШТАЈ СА 15. ЈУГОСЛОВЕНСКОГ СИМПОЗИЈУМА О ЕЛЕКТРОХЕМИЈИ (ПАЛИЋ, 11-13. ЈУНА 2001. ГОДИНЕ)

ОРГАНИЗАЦИЈА И РЕЛИЗАЦИЈА СИМПОЗИЈУМА

Организациони одбор 15. југословенског симпозијума о електрохемији чинили су:

Александар Декански, председник Нестор Ташин
Рефик Зејниловић Милка Ђикановић
Звонимир Станковић Драган Томић

Томислав Тришковић
Владимир Панић

Маја Обрадовић и

У току припреме Симпозијума, Организациони одбор одржао је 3 састанка на којима су донете одлуке о месту и времену одржавања скупа, висини котизације и разматрања сва организациона питања. Поред тога Организациони одбор је током рада обезбедио одржени број спонзора ску-

па и организовао малу пратећу изложбу опреме и инструмената. Детаљи о овим активностима дати су у Финансијском делу извештаја (који је у архиви СХД).

Скуп је одржан у времену од 11. до 13. јуна на Палићу, при чему се радни део скупа одржао у амфитеатру ЕКО-Центра на Палићу.

РАДНИ ДЕО СИМПОЗИЈУМА – ПРЕДАВАЊА И САОПШТЕЊА

Научни одбор Симпозијума чинили су:

Александар Деспић, председник	Лука Бјелица
Александар Декањски	Драгутин Дражић
Владимир Комненић	Драган Марковић
Славко Менгус	Весна Мишковић-Станковић
Бранислав Николић	Миомир Павловић
Миљан Пјешчић	Петар Ракин
Велизар Станковић	Амалија Трипковић
Милан Војновић	Љиљана Врачар

Научни одбор је упутио позиве за четири пленарна предавања следећим особама:

Проф. Ерика Калман, Мађарска академија наука, председник ИСЕ;

Проф. Росано Амадели, Универзитет у Ферари, Италија,

Др Бранимир Гргур, ТМФ, Београд и

Др Раде Стевановић, Центар за електрохемију ИХТМ, Београд.

Од позваних предавача сви осим др Радета Стевановића су се одазвали позиву, па је уместо њега за пленарног предавача позвана др Светлана Штрбац, Центар за електрохемију ИХТМ, Београд. Нажалост и она је након што је позив првобитно прихватила, учешће одказала, али касно да би уместо ње био позван други пленарни предавач. Сви остали пленарни предавачи су послали изводе својих радова и одржали своја пленарна предавања према Програму Симпозијума.

За симпозијум је прелиминарно пријављено **58** радова, од којих је пристигло **48** извода саопштења који су штампани у Књизи извода радова. Како је број пристиглих радова био мањи од очекиваног, Симпозијум је са првобитна четири дана трајања (11.-14.-јуни 2001.), скраћен на три дана (11.-13. јуни 2001.).

Пристигли радови су подељени у 5 секција¹:

1. Електродика и електрокатализа
- 1.1. Метали и легуре – 15 радова (7)
- 1.2. Оксиди и полимери – 6 радова (1)
2. Корозија и електрохемијска обрада површина – 5 радова (3)
3. Депозиција и растварање метала и легура – 7 радова (2)
4. Електроаналитика и мерене технике – 9 радова (4)
5. Електрохемијске технологије – 6 радова (4)

Непосредно пред почетак Симпозијума Организациони одбор је у Програм уврстио и презентацију фирме **Sineks laboratorz, Београд**, која је реализована у оквиру секције **4**. Од наведених **48** пристиглих радова, на Симпозијуму је презентовано **27**, плус поменута презентација. У следећем броју *Хемијског прегледа* биће дати сви аутори који су своје радове пријавили, а неоправдано се (односно без отказивања) нису појавили на скупу.

Током трајања Симпозијума, у понедељак 11. јуна 2001., са почетком у 16.00 часова одржан је и округли сто са темом: **Правци развоја савремене електрохемије**, чији је модератор био Проф. Драгутин Дражић. Може се рећи да је округли сто био успешан, јер је дискусија била дуга и садржајна (скоро 3 сата), а по изјавама учесника и корисна.

Основни заклјучак Округлог стола је, укратко речено, констатација да је савремене електрохемија оријентисана примењеним истраживањима, односно да и када су у питању фундаментална истраживања, она више него до сада, воде и рачуна о применљивости потенцијалних резултата. У том смислу, закључено је, треба да се усмери и наша електрохемија, поготово када се има у виду скори почетак нових пројекта у оквиру основних истраживања које ће финансирати Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије.

ДРУШТВЕНЕ АКТИВНОСТИ

Организациони одбор је организовао и реализовао следеће друштвене активности током трајања Симпозијума:

- **Коктел добродошлице** – недеља 10. јуни 2001., башта хотела Парк,
- **Изложба: Кактуси и друге сукуленте** – отворена у понедељак 11. јуна у 12.00 часова, трајала током целог Симпозијума,
- **Концерт Суботичке филхармоније** - понедељак 11. јуни 2001., Велика већница Градске куће у Суботици (детаљи у Програму Симпозијума),
- **Заједнички излет учесника симпозијума на фарму нојева, Гуљаш чарда** – уторак 12. јуни 2001., 16.00– 18.30 часова,
- **Заједничка вечера учесника Симпозијума** – уторак 12. јуни 2001. у 20.30 часова, Рубља чарда на Палићу.

ЗАКЉУЧАК

Узимајући у обзир већ на значене, у првом реду, финансијске (не)прилике у земљи, посебно на институтима и факултетима, може се констатовати да је само одржавање Симпозијума, и са овако малим бројем учесника, успех. Погоотово ако се зна да је највећи део учесника присуствовао скоро свим излагањима, да је организација, бар са становишта Организационог одбора, протекла без већих пропуста и да се традиција одржавања Симпозијума наставила. Посебну вредност скупа представља и одржан округли сто

Ипак, имајући у виду све мањи број учесника, са једне стране, од симпозијума до симпозијума, а са друге бројност центара електрохемије, како у нашој земљи, тако и у суседним земљама, Организациони и Научни одбор су стали на становиште да би требало размислити да се уместо Југословенског у будућности организују Регионални симпозијуми о електрохемији. На основу искустава у организацији регионалних скупова у другим областима хемије, предлог је одбора да Српско хемијско друштво буде (док се околности не промене) стални организатор таквих симпозијума, али да се позивање учесника и дистрибуција обавештења скупу обавља кроз национална хемијска друштва или одговарајуће асоцијације. Одбори предлажу да се у таква регионална скупа укључе електрохемичари из Југославије, Мађарске, Румуније, Бугарске, Македоније, Грчке, Албаније, Босне и Херцеговине и Хрватске, а евентуално и из Турске, Молдавије, Чешке, Словачке и са Кипра.

Коначан Извештај ће бити достављен Друштву по пријему свих очекиваних уплата.

Председник Научног одбора 15. ЈСЕ, Александар Деспић

Председник Организационог одбора 15. ЈСЕ, Александар Декањски

¹ У заградама је број отказаних и неодржаних предавања