

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 43.

број 1
фебруар

Editor in chief
RATKO M. JANKOV
Deputy Editor in Chief
DRAGICA ŠIŠOVIĆ
Honorary editor
STANIMIR R. ARSENIJEVIĆ
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY
Karnegijeva 4
Belgrade/Yugoslavia

Volume 43
NUMBER 1
(FEBRUARY)

Издаје
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ
УРЕДНИКА
Драгица Шишовић

ПОЧАСНИ УРЕДНИК
Станмир 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, Снежана Зарић, Јован Јовановић, Славко Кеврешан, Драган Марковић, Радо Марковић, Владимир Павловић, Слободан Рибникар, Радомир Саичић, Живорад Чековић (председник).

Годишња претплата за студенте и ученике који нису чланови СХД 280 дин, за појединце који нису чланови СХД 550 дин, за радне организације 850 дин., за иностранство 30 US \$. Претплату прима Српско хемијско друштво, Београд, Карнегијева 4/III. Жиро рачун 40803-678-5-2005738.

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

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

САДРЖАЈ

ЧЛАНЦИ

ТИБОР ПАСТОР

Tibor Pastor

КИСЕЛИНСКО-БАЗНЕ ТИТРАЦИЈЕ У НЕВОДЕНИМ
РАСТВОРАЧИМА
ACID-BASE TITRATIONS IN NONAQUEOUS SOLVENTS __ 2
МОЛЕКУЛИ БОЛА
PAIN RELIEF _____ 8

Вукић Мишовић

ОРГАНСКА ХЕМИСКА СИНТЕЗА С ОБЗИРОМ НА
ПРИМЕНУ У ЖИВОТУ И У ИНДУСТРИЈИ _____ 12

БЕЛЕШКЕ

Нуклеарна ера и здравље човека _____ 18

ВЕСТИ ИЗ ШКОЛА

ВЕРА МУЖДЕКА

СЦЕНАРИО ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ЧАСА
ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА _____ 19

ВЕСТИ ИЗ СХД _____ 23



УВОДНИК

Укорачили смо у нову годину. Настављајући традицију да на корице сваке године стављамо неке мотиве који имају везе или су значајни било за хемију у свету било за СХД, ове године обележавамо 130 година од када је Сима Лозанић, као веома млад, дошао на Велику школу у Београду. Тиме је у Србији почела ера модерне хемије. Током 2002. године, с јесени, у саорганизацији СХД-а и Музеја науке САНУ, биће организована изложба о Сими Лозанићу.

*

Понављамо молбу с почетка сваке године да што пре платите чланарину у СХД-у. На тај начин обезбедићете свој примерак Хемијског прегледа. Уколико сувише касно платите не можемо се обавезати да ћемо вам обезбедити све бројеве из дате године, односно оне бројеве који су изишли пре ваше уплате за дату годину. Ми *Хемијски преглед* штампамо у ограниченом тиражу, односно у онолико примерака колико имамо чланова и претплатника у датом тренутку!! Чланарина за ову годину је 400 динара.

*

Настављајући акцију «чистих рачуна» са научних скупова које организује СХД, доносимо списак оних колега који се нису појавили на скупу у Зрењанину. Овај списак броји чак 44 саопштења на којима се аутори нису појавили! Пошто смо у претходном броју (бр.6, годиште 42) дали аналогне спискове са скупова на Златибору и на Палићу, на овај начин закључујемо (тужни) списак немара наших колега који се нису појављивале на скуповима које је СХД организовало током прошле (2001) године.

*

И, као последње, а што већ постаје традиција у сваком првом броју за текућу годину, Уредништво *Хемијског прегледа* објављује неке сугестије којих би требало да се држи сваки аутор при достављању чланка за објављивање у овом часопису.

1. Рад би требало да буде читко и јасно написан на компјутеру, с тим што дужина текста са прилозима не би требало да прелази 7 страница (12.000 карактера или око 1500 речи).
2. Уз папирне примерке (у две копије) обавезно доставити рад и на дискети (пожељно у програму WORD).

3. Поред имена аутора рада обавезно се наводи установа у којој је аутор запослен, пожељно и e-mail адреса аутора.
4. Добро је да рад има кратки извод на српском језику, као увод у тему чланка.
5. Пошто је наш часопис сложен ћирилицом, потребно је да сви делови текста који треба да остану у ЛАТИНИЦИ (на пример: оригинална имена – упутство 6, или јединице – упутство 7 или литературни подаци – упутство 11) буду куцани (на дискети) у фонту различитом од оног у коме се куцају делови који ће бити штампани ћирилицом. Избор фонтова препушта се аутору.
6. Страна имена у чланку требало би да буду транскрибована; при њиховом првом појављивању у тексту потребно је у загради навести име у оригиналу.
7. Сlike, цртежи и шеме достављају се на квалитетном белом папиру (као цртежи и/или црно-беле фотографије). Сlike се могу доставити и скениране (на дискети), али их не треба уметати у текст, већ их треба записивати као независне фајлове.
8. У раду би требало употребљавати искључиво Међународни систем мерних јединица (SI). С обзиром да је наш часопис штампан ћирилицом, мерне јединице требало би написати латиницом, одговарајућим фонтом.
9. Називи једињења у чланку требало би да буду усаглашена са IUPAC-овом номенклатуром.
10. Краћи извод (резиме) рада наводи се на његовом крају, и то обавезно на енглеском језику: прво се наводи наслов рада, затим име аутора и назив установе у којој ради.
11. На крају рада наводи се литература коју је аутор користио при писању чланка. Сва наведена литература мора да буде написана на оригиналном језику (на пример, руска литература на руском писму, руским фонтом). Наводе литературе у тексту треба давати у угластим заградама, на пример: [4]. Пожељни начин навођења часописа је: Назив часописа, годиште (година) стр., на пример: J. Serb. Chem. Soc., **44** (1998) 323.
12. Сваки достављени рад подлеже рецензији, а рецензенте одређује уредништво. Рукописи се не хоноришу и не враћају.

Р. М. Јанков



ЧЛАНЦИ

ТИБОР ПАСТОР, Хемијски факултет, Универзитет у Београду

КИСЕЛИНСКО-БАЗНЕ ТИТРАЦИЈЕ У НЕВОДЕНИМ РАСТВОРАЧИМА

Дати је крајњак приказ услова за титрацију киселина и база у неводеним срединама. Наведена литература омогућава детаљније упознавање значаја неводених растварача у аналитичкој хемији и у хемији уопште, као и теорију неводених раствора.

Аналитичка хемија је научна дисциплина која се бави доказивањем и одређивањем елемената, молекула, фаза и изотопа, структурном анализом, разрадом и изучавањем метода за решавање већ наведених задатака, као и развијањем теоријских основа аналитике - хеометрија. Она се појавила истовремено са савременом хемијом у 17. веку, а у 18., као и у првој половини 19. века представља главну грану ове науке. Касније, са развојем и других грана хемијске науке, аналитичка хемија је само привидно потиснута, јер се са све интензивнијим развојем природних наука и материјалне производње она суочава са решавањем све обимнијих и сложенијих задатака, а нарочито у новије време, у доба научно-технолошке и техничке револуције. Аналитика је данас нужно присутна у свим природним наукама (хемији, биологији, физици, геологији, минерологији), у неким гранама уметности (сликарству, итд), у целокупној материјалној производњи (хемијској, фармацеутској, прехранбеној и текстилној индустрији, металургији, пољопривредној производњи, при истраживању и коришћењу рудних богатстава, при производњи чистих и суперчистих супстанци, као и нових материјала), у медицинској дијагностици и у организацији здравствене заштите у целини. Успешна заштита животне средине не може се замислити без поуздане контроле врсте загађивача и степена загађености земљишта, воде и ваздуха. Методе и резултати аналитике широко се користе и при изучавању космоса.

Многоструке и сложене задатке аналитика може успешно да решава само захваљујући непрекидном побољшавању постојећих и изналажењу нових, савременијих, метода анализе. У том циљу проналазе се нове, брже и осетљивије хемијске, као и инструменталне (физичкохемијске и физичке) методе анализе које омогућавају и компјутерску обраду података и дигитално истицање резултата.

У другој половини 20. века класичне хемијске аналитичке методе суочене су са све оштријом тенденцијом њиховог потискивања. Тако се, гравиме-

тријске методе које су изузетно споре, данас примењују само при одређивању макро-компоната у испитиваним узорцима, када је неопходна висока тачност; као референтне методе при утрђивању поузданости и тачности резултата добивених инструменталним методама, као и при припремању стандардних раствора и стандардних узорака.

Неопходно је, међутим, нагласити да друга класична аналитичка метода, волуметрија, није доживела сличну судбину првенствено захваљујући својој универзалности, једноставности, брзини извођења анализа, као и задовољавајућој тачности добивених резултата. Она се и данас стално развија и освежава увођењем нових метода за детекцију завршне тачке и аутоматизацијом процеса одређивања.

Средином 20. века волуметрија је доживела значајан подстрек у своме развоју увођењем новог титрационог средства, динатријумове соли етилендиаминтетрасирћетне киселине, као и неких других комплексона од стране Шварценбаха (Schwarzenbach) и његових сарадника [1]. Примена комплексона данас већ омогућава једноставно и лако одређивање скоро свих метала, неких анјона, анализу вода, стена, руда, легура, хемикалија [1,2], лекова [3], итд.

Друга велика и важна област волуметрије која се развила у 20. веку су титрације у неводеним растварачима. Она се појавила 1910. године када су Фолин и Вентворт (Folin i Wentworth) [4] титровали у води нерастворне више масне киселине натријум-алкохолатом у апротичним растварачима. Њихов рад, међутим, није привукао већу пажњу тадашњих хемичара који су већ прихватили и привикли се на тумачење појма киселина и база по класичној, Аренијус-овој (Arrhenius) (1888.) теорији. Но, независно од тога што се почетком двадесетих година 20. века појавила и нова, протолитичка теорија киселина и база, коју су скоро истовремено, али независно један од другог, предложили Бренштед (Brönsted) [5] у Данској и Лори (Lowry) у Енглеској [6], и радови Конанта (Conant), Хола (Hall) и Вернера (Werner) [7-10] из периода од 1927 - 1930. године, у којима су они описали титрације база у глацијалној сирћетној киселини, остају скоро незапажени.

Интензиван развој аналитичке хемије у неводеним растварачима започео је пред крај, а нарочито

одмах по завршетку II Светског рата у САД [11-13], СССР-у [14-16], СР Немачкој [17], Канади [18], Индији [19], Мађарској [20], и Чехословачкој [21], а од почетка шездесетих година 20. века и у Југославији [22]. Водећу улогу у овој област ускоро су преузеле две школе: а) једна у САД, на челу са професором Колтхофом [I. M. Kolthoff] највећим аналитичарем 20. века и б) друга у СССР-у, под руководством професора Измајлов-а (Н. А. Измајлов), физикохемичара широког профила. У циљу проналажења оптималних услова за титрацију киселина и база у неводеним растварачима сарадници ових школа квантитативно су проучавали и утицај особина растварача на понашање растворених супстанци одређујући физикохемијске карактеристике раствора, енергију солватације јонана и молекула, обичне (опште) константе дисоцијације (K_0) растворених супстанци, итд.

ПРОТОЛИТИЧКА ТЕОРИЈА КИСЕЛИНА И БАЗА

Применом неводених растварача показало се да, осим водоничних, односно хидроксида јонана, носиици киселе, односно базне особине раствора могу бити и неке друге јонске врсте. Тако, на пример, киселост раствора у глацијалној сирћетној киселини зависи од концентрације ацетонијум ($\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$) јонана, а базност је одређена концентрацијом ацетатних (CH_3COO^-) јонана, док су у течном амонијаку, амонијум (NH_4^+) јонана киселина, а амидни (NH_2^-) јонана база. Отуда је јасно да протолитичка теорија [5,6] по којој су киселине донори, а базе акцептори протона, има изузетан значај за развој аналитичке хемије у неводеним срединама.

НЕВОДЕНИ РАСТВОРАЧИ И ЊИХОВА КЛАСИФИКАЦИЈА

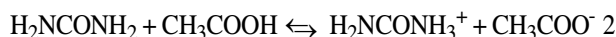
Број неводених растварача је изузетно велики. Међу њих убрајамо све класичне раствараче, изузев воде, многа хемијска једињења, компримоване (течне) гасове, растопе соли, лако топиве метале и легуре, итд. У аналитичкој хемији, као растварачи најчешће се користе: угљоводоници, алкохоли, гликоли, етри, кетони, киселине, анхидриди киселина, амини, амиди, ацетонитрил, пропиленкарбонат, нитрометан, диметилсулфоксид, итд, као и смеше растварача.

Класификацију растварача вршили су Колтхоф [16], Дјенеш (Gyenes) [20], и други истраживачи, али њихове једнозначне поделе за сада не постоје. Данас се у литератури налазе поделе растварача извршене: I) на основу начина њихових учешћа у процесу киселинско-базних реакција, и II) по њиховом утицају на јачину растворених електролита.

(I) По првој подели, Бренштед [5] и Колтхоф [13] разликују: а) протолитичне и б) апротичне раствараче.

а) Протолитични растварачи су хемијска једињења чији молекули могу одавати, везивати или и одавати и везивати протоне. На тај начин они директно учествују у киселинско-базним реакцијама. Ови

растварачи деле се на амфипротичне (неутралне), протогеничне (киселе) и протопхилне (базне). Они често у тој мери утичу на понашање у њима растворених супстанци да се једно те исто једињење може понашати као киселина, као база и као неутрална супстанца [15]. Тако је, на пример, карбамид који је у води врло слаба база, много јача база у безводној сирћетној киселини, а у течном амонијаку понаша се као киселина. Реакције карбамида у поменутим растварачима представљене су следећим једначинама:



б) Класични (инертни) апротични растварачи су у хемијском погледу инертна једињења, чији молекули практично нису способни ни везивати, а ни одавати протоне. У ту групу спадају угљоводоници и халогенсупституисани угљоводоници са ниском диелектричном константом (< 15) и малим диполним моментом (0 - 2) [23].

Хемичари све више пажње посвећују диполарним апротичним растварачима с израженим диполним моментом (2,5 - 4,5) и релативно високом диелектричном константом (> 15) [23]. У ту групу спадају: кетони, нитрили, амиди, сулфоксиди и нитро-једињења. Колтхоф повлачи фину границу између диполарних протопхилних растварача (диметилформамид, диметилсулфоксид, диоксан, пиридин, тетра-хидрофуран) и диполарних протопхобних растварача (кетони, нитрили, нитрометан). Диполарни апротични растварачи нашли су широку примену у физичкој хемији, у области кинетичких и каталитичких испитивања, као и у електрохемији; у органској хемији, при изучавању механизма органских реакција, и у аналитичкој хемији при диференцијалним титрацијама вишеккомпонентних смеша електролита.

Овде приказане класификације растварача су доста произвољне јер: 1) не постоји оштра граница између појединих типова растварача, 2) може се сматрати неоснованим избор воде као стандарда, што је овде учињено, 3) изложене класификације не указују на нивелирајући и диференцирајући ефекат растварача на јачину електролита, и 4) многи растварачи нису обухваћени приказаном класификацијом (нпр анхидрид сирћетне киселине) док су неки други растварачи истовремено убрајани у две или више групе.

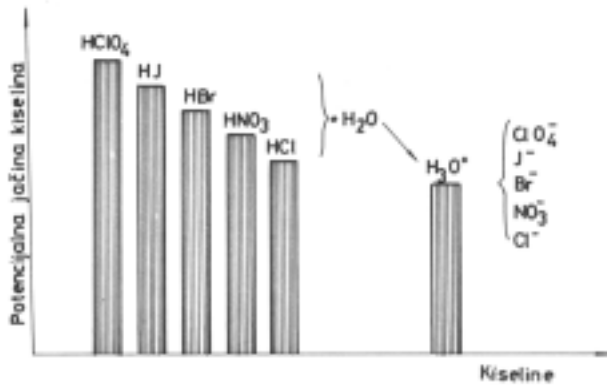
(II) Већ смо раније истакли да раствараче делимо и по њиховом утицају на јачину растворених електролита.

а) Раствараче у којима се јачине киселина, односно база, изједначују, називамо нивелирајућим. У ту групу спада, на пример и вода, у којој је најјача киселина оксониијум (H_3O^+) јон и у којој су, на основу реакције:



све јаке минералне киселине исте јачине (Сл. 1) [16,24]. Изостајање сличне појаве при растварању

слабих киселина у води објашњава се њиховим слабо израженим протон-донорним ефектом. Нивелирајући ефекат растварача у односу на киселине је израженији, уколико је њихов протон-акцепторни ефекат јаче изражен. Тако на пример, течни амонијак показује нивелирајући ефекат већ и у односу на у води слабе киселине (слика 1).

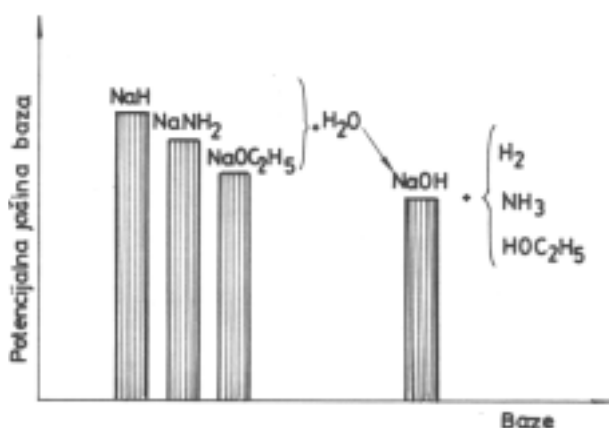


Слика 1. Нивелирајуће дејство воде на јаке минералне киселине

Вода такође нивелира и јачину јаких база које у свом саставу садрже NH_2^- , H^- , $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$, итд. групе, до јачине OH^- -јона који је најјача база у овом растварачу:

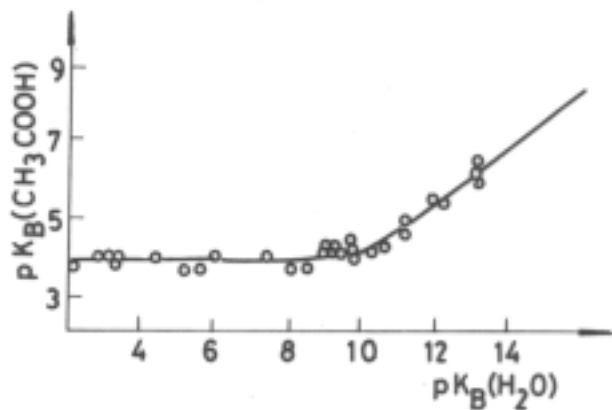


(слика 2) [16,24]. Нивелирајући ефекат растварача у односу на базе је утолико израженији уколико је њихов протон-донорни карактер јаче изражен. Тако нпр. мравља киселина ($\epsilon = 57$) показује нивелирајући ефекат у односу на у води слабе базе, док, међутим, сирћетна киселина ($\epsilon = 6,13$) јачину у води јаких база и база средње јачине нивелира, а диференцира јачину у води слабих база (слика 3) [15].



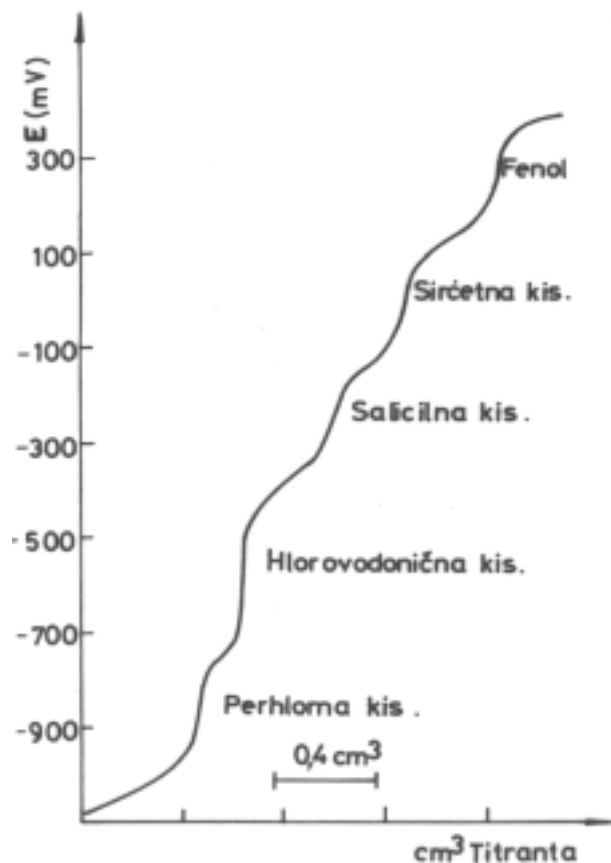
Слика 2. Нивелирајуће дејство воде на јаке базе

б) Раствараче у којима се изразите разлике јављају у јачини растворених електролита називамо диференцирајућим растварачима. У њима се осетно повећавају разлике између константи јачине растворених електролита, односно њихових pK -вредности ($\Delta\text{pK} = \text{pK}_1 - \text{pK}_2$) [16]. Тако је, на пример, pK -вредност салицилне киселине у води 2,98, а пикринске



Слика 3. Зависност јачине органских база у сирћетној киселини од њихове јачине у води

киселине 0,80, тј. њихова разлика износи 2,18 pK -јединице. У ацетону, диференцирајућем растварачу, њихова $\Delta\text{pK} = 9,53 - 3,17 = 6,36$ pK -јединице, а у етанолу $\Delta\text{pK} = 8,60 - 3,93 = 4,67$ pK -јединице. Изразито диференцирајуће дејство на растворене електролите показују: кетони, ацетонитрил, диметилформамид, диметилсулфоксид итд., тј. углавном диполарни апротични растварачи (слика 4).



Слика 4. Потенциометријска титрациона крива смеше: 1) перхлорне киселине, 2) хлороводоничне киселине, 3) салицилне киселине, 4) сирћетне киселине и 5) фенола, при неутрализацији 0,2 М раствором тетрабутиламонијум-хидроксида у и-пропанолу у присуству стаклене и платинске електроде

На основу својих истраживања и резултата других истраживача, Измајлов је указао на постојање неколико типова диференцирајућег дејства растварача [14]:

1) Први тип диференцирајућег дејства се јавља код протогеничних растварача са релативно ниском диелектричном константом. У њима опада број супстанци са киселим особинама, а у води јаке киселине постају слабије. Тако нпр. у сирћетној киселини ($\epsilon = 6,13$) већина карбоксилних киселина не показује кисели карактер, а HClO_4 , HCl , HBr , HI , H_2SO_4 и HNO_3 постају релативно слабе и диференцира се њихова јачина. Мравља киселина, која показује израженији протон-донорни карактер од сирћетне киселине, а која има високу диелектричну константу ($\epsilon = 57$), само мало смањује јачину минералних киселина.

Диференцирајући ефекат протофиличних растварача је сличан у односу на растворене базе.

2) Диполарни апротични растварачи показују диференцирајуће дејство на јачину у њима растворених електролита углавном због измене енергије солватације молекула и јонова. Ова врста диференцирајућег дејства је најизраженија при преласку од растварача једне ка растварачима друге природе и при преласку од једне групе хемијски сродних електролита ка електролитима друге групе.

ИЗБОР РАСТВОРАЧА

Промене особина супстанци под утицајем растварача могу се искористити у аналитичкој хемији [11,12,14-17,19,20,22]. Неводени растварачи примењују се када је потребно [14]:

1) повећати, или смањити растворљивост одређиваних супстанци, као и награђених реакционих производа

2) појачати, или ослабити јачину електролита

3) променити међусобни однос јачина анализираних киселина, односно база

4) променити однос између јонског производа (константе аутопротолизе) растварача и константе дисоцијације киселина, односно база.

Опште теоријске основе неводених титрација киселина и база разрадио је Измајлов [14]. Он је показао да, под иначе свим другим једнаким условима, тачност одређивања зависи од величине титрационе константе (K_t):

$$\text{а) } K_t = \frac{K_s}{K_{0,HA}} \quad (\text{при одређивању монопротичних киселина}) \quad 6$$

$$\text{б) } K_t = \frac{K_s}{K_{0,B}} \quad (\text{при одређивању монопротичних база}) \quad 7$$

$$\text{ц) } K_t = \frac{K_{0,HA2}}{K_{0,HA1}} \quad (\text{при титрацији смеша монопротичних киселина, или при титрацији дипротичних киселина}) \quad 8$$

$$\text{д) } K_t = \frac{K_{0,B2}}{K_{0,B1}} \quad (\text{при титрацији смеша монопротичних база, или при титрацији дипротичних база}) \quad 9,$$

где је K_S јонски производ растварача.

Ови изрази, као што се види, указују на могућност титрација појединачних супстанци, а и на могућност диференцијалног одређивања компонената смеша киселина, односно база, при чему се услови за одређивања побољшавају при смањењу вредности титрационе константе. Примера ради наводимо испитивање могућности одређивања карбамида (чија је константа дисоцијације у води $K_{0,B} = 1,5 \times 10^{-14}$, а у мрављој киселини, $K_{0,B} = 5,6 \times 10^{-2}$), у води, $K(\text{H}_2\text{O}) = 1 \times 10^{-14}$, односно у мрављој киселини $K(\text{HCOOH}) = 5 \times 10^{-7}$. На основу датих података се види да је константа титрације карбамида у води приближно једнака јединици, а у мрављој киселини реда величине 10^{-5} . То показује да се и поред веће вредности јонског производа мравље киселине и константе јачине карбамида у том растварачу, карбамид може одређивати у мрављој киселини, а у води не може.

Величина скока потенцијала, односно оштрина прелаза боје индикатора у завршној тачки, зависи од константе аутопротолизе употребљеног растварача. Тако је нпр., у води на 25°C разлика рН-вредности између 10^{-4} М раствора хлороводоничне киселине ($\text{pH} = 4$) и 10^{-4} М раствора натријум-хидроксида ($\text{pH} = 10$) 6 рН-јединица. Међутим, разлика рН-вредности у етанолу између 10^{-4} М раствора хлороводоничне киселине ($\text{pH} = 4$) и 10^{-4} М раствора натријум-етилата ($\text{pH} = 16$) износи 12 рН-јединица, $[K(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 10^{-20}]$. На основу рН-вредности горе наведених раствора у води и етанолу очигледно је да су у етанолу услови за титрацију бољи.

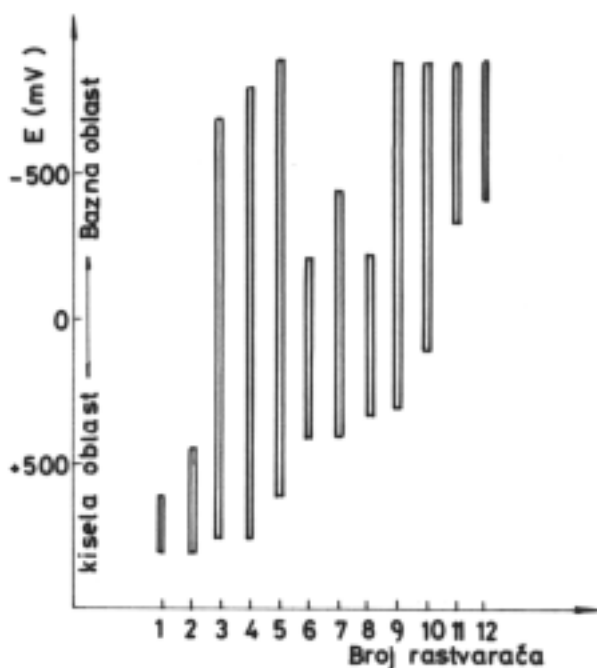
Из до сада изложеног се види да је у циљу предвиђања могућности одређивања супстанци у неком растварачу неопходно знати његову константу аутопротолизе, односно ширину (величину) рН-скеале, као и константе јачине анализираних супстанци у том растварачу. Измајлов [14] је предложио две скале киселости у неводеним растварачима: pH_p и pA . Прва скала киселости, pH_p , где индекс "р" представља половину ширине скале киселости у неком одређеном растварачу, нпр у води $\text{pH}_p = \text{pH}_7$, јер је ширина pH_p скале киселости воде 14 рН-јединица, омогућава упоређивање киселости раствора у том растварачу, под условом да постоји серија стандардних пуферских раствора припремљених у њему. Друга скала киселости, pA , је апсолутна скала киселости и она би требала да омогући међусобно упоређивање киселости раствора у разним растварачима. Значајан допринос решавању овог сложеног задатка дали су Измајлов [14], Брукенштајн и Колтхоф [25] Бејтс (Bates) [26], Александров (В. В. Александров) [27] и неки други.

Раније су избор растварача у аналитичкој пракси вршили на основу величине полунеутрализационог потенцијала супстанци ($E_{1/2}$) у употребљеном растварачу [20,23,28] и на основу релативне ска-

ле киселости растварача (E_S) [15,16]; ове величине експериментално се одређују. Полунутрализациони потенцијал је величина потенцијала у раствору када је половина супстанце иститрована. Релативна (емпиријска) скала киселости неког растварача представља разлику између величине потенцијала полунутрализације раствора истих концентрација једне јаке киселине (нпр. HClO_4) и једне јаке базе (нпр. R_4NOH , или $\text{C}_2\text{H}_5\text{OK}$) у њему:

$$E_S = E_{1/2(\text{HA})} - E_{1/2(\text{B})} \quad 10$$

и изражава се у волтима или милivolтима (слика 5) [23,28].



Слика 5. Релативне скале киселости (E_S) 12 растварача, поређаних по њиховој растућој базности, снимљених помоћу стаклене и засићене каломелове електроде: 1) Трифлуорсирћетна киселина, 2) сирћетна киселина, 3) хлорбензен, 4) ацетон, 5) ацетонитрил, 6) метанол, 7) *i*-пропанол, 8) вода, 9), диметилформаид 10) пиридин, 11) *n*-бутиламин, 12) етилендиамин

На основу горе поменутих величина може се закључити следеће:

1) Уколико је релативна скала киселост растварача већа то он показује јаче диференцирајуће дејство на јачину растворених електролита, и у њему се могу одређивати компоненте смеша супстанци.

2) У растварачима са израженим базним особинама, или код којих се скала киселости већим делом налази у алкалној области, могу се титровати и слабије киселине, а у растварачима са израженим киселим особинама, или код којих се скала киселости већим делом налази у киселој области могу се титровати и слабије базе.

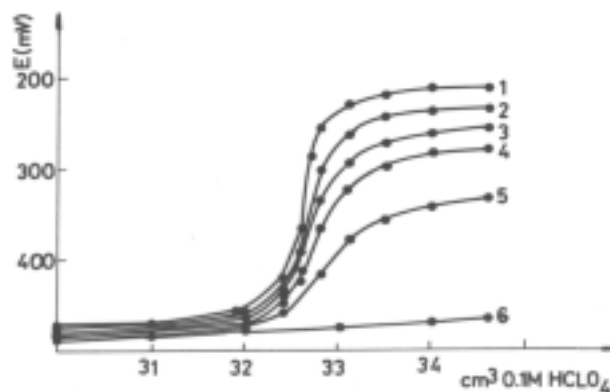
Неопходно је, међутим, нагласити да величина и положај емпиријске скале киселости растварача зависи од многих фактора (од присутних примеса и нечистоћа, грађења нерастворних и комплексних једи-

њења у току титрација, врсте употребљених електрода, итд). Због тога се у последње време испитивања у овој области ређе врше.

Осим правилног избора растварача при титрацији киселина и база у неводеној средини неопходно је одабрати и погодно титрационо средство [15,16,20,23]. У ту сврху при визуелној и потенциометријској детекцији завршне тачке користе се раствори јаких база, односно киселина у погодном растварачу, док је при кондуктометријским и високофреквентним титрацијама често целисходније користити растворе слабих база, односно киселина. При избору титрационог средства значајну улогу има и понашање, у току титрације награђених, реакционих производа у употребљеном растварачу. Тако нпр., при титрацији дикарбоксилних киселина у алкохолима, кетонима и нитрилима, раствором тетраалкиламонијум-хидроксида, односно раствором калијум-хидроксида, добивају се криве различитог облика, јер се њихове калијумове соли у поменутим растварачима слабије растварају; у току титрације гради се талог, услед чега је потенциометријска завршна тачка оштрије изражена.

Услови титрација у неводеним растварачима могу се значајно побољшати електрохемијским добивањем титрационих средстава с високим процентом искоришћења струје [29-36]. На тај начин грешке, које се јављају због великог температурског коефицијента ширења неводених растварача [20], ишчезавају.

Вода присутна у неводеним растворима смањује тачност одређивања [20]. Она умањује оштрину детекције завршне тачке потенциометријском и визуелном методом, а у киселим растварачима, у којим је она слаба база, повећава и утрошак титрационог средства (слика 6) [37-39]. Количина воде у употребљеним растварачима и у анализираним супстанцама најчешће се одређује помоћу К. Фишер-овог (К. Fischer) реагенса, или кулометријском методом [16,20]. Вода се из њих уклања погодним методама и поступцима [16,20].



Слика 6. Потенциометријске титрационе криве органске базе у глацијалној сирћетној киселини добивене при неутрализацији 0,1 М раствором перхлорне киселине у истом растварачу у присуству: 1) 0 %, 2) 1 %, 3) 2 %, 4) 3 %, 5) 5 %, и 6) 10 % воде

Завршна тачка при титрацији киселина и база у неводеним срединама детектује се визуелно [30,31], фотометријски [30,31,40], електрохемијским [31,40] и термометријским [32,40] методама. При потенциометријској детекцији завршне тачке користе се исте електроде као и у води, али се по потреби оне и модификују [14,31].

Основе неводених титрација теоријски су прво детаљно изучавали Колтхоф и Брукенштајн при раду у сирћетној киселини [13,41]. Они су одредили и рН-вредност раствора у поменутом растварачу [25] и на основу добивених података снимали су титрационе криве база перхлорном киселином [42]. Нешто касније Крешков (А. П. Крешков) и сарадници [16] су конструисали титрационе криве у неводеним растварачима узимајући у обзир константу аутопротолитизе растварача, константу јачине титрованих супстанци, једначине електронеутралности раствора и једначине баланса киселина и база. У последње време на том пољу значајне резултате су постигли Гал (Gaal) и Абрамовић [43-45].

Широк избор растварача, титрационих средстава и метода за детекцију завршне тачке, утицај хемијских и физичких особина растварача на понашање растворених супстанци, величина и положај рН-скеале растварача, итд. омогућава не само да титрационе методе буду још увек актуелне, већ и сталан развој ове гране аналитичке хемије. Киселинско-базним титрационим методама у неводеним срединама могу се одредити неорганске и органске киселине, базе и соли, супстанце са слабо израженим киселим, односно базним особинама у води, природни производи, неки састојци производа нафтне индустрије, функционалне групе полимерних једињења, итд. Оне су, такође, нашле широку примену при провери чистоће биолошки активних једињења, активних компонента лекова, као и при анализи фармацеутских препарата. Захваљујући диференцирајућем дејству многих растварача на јачину растворених електролита, у неводеној средини могу се одредити и компоненте сложених узорака [11, 12, 15-22, 24, 29-37, 46-48].

Abstract

ACID-BASE TITRATIONS IN NONAQUEOUS SOLVENTS

Tibor Pastor

Faculty of Chemistry, University of Belgrade

A short survey of conditions for titrations of acids and bases in non-aqueous solvents is given. The numerous references given enable more detailed acquaintance with the role of the non-aqueous solvents in analytical chemistry and chemistry in general, as well as the theory of non-aqueous solutions.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Schwarzenbach, H. Flaschka, Die komplexometrische Titration, Fünfte Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1965

2. F. J. Welcher, The Analytical Uses of Ethylenediaminetetraacetic acid, D. Van Nostrand Co., Princeton, 1958
3. F. W. Fales, "Calcium (Complexometric)", in Standard methods of Clinical Chemistry, Vol. 2, D. Seligson, ed., Academic Press, New York, 1958, pp. 1-11
4. C. Folin, A. H. Wentworth, J. Biol. Chem., 7 (1910) 421
5. J. N. Brönsted, Rec. Trav. Chim., 42 (1923) 718; C.A. 17 (1923) 3821
6. T. M. Lowry, Trans. Faraday Soc., 20 (1924) 13
7. J. B. Conant, N. F. Hall, J. Am. Chem. Soc., 49 (1927), 3047, 3062
8. J. B. Conant, T. H. Werner, J. Am. Chem. Soc., 52 (1930) 4436
9. N. F. Hall, J. Am. Chem. Soc., 52 (1930) 5115
10. N. F. Hall, T. H. Werner, J. Am. Chem. Soc., 50 (1928) 2367
11. J. S. Fritz, Acid-Base Titrations in Nonaqueous solvents, G. F. Smith Chem. Co., Columbus, Ohio, 1952
12. J. S. Fritz, Acid-Base Titrations in Nonaqueous solvents, Allyn and Bacon, Boston, 1973
13. I. M. Kolthoff, S. Bruckenstein, Acid-Base Equilibria in Nonaqueous Solutions, in I. M. Kolthoff, E. J. Elving, E. B. Sandell, Eds., Treatise on Analytical Chemistry, Part I, Vol. I, The Interscience Encyclopedia, Inc., New York, 1959
14. Н. А. Измайлов, Электрохимия растворов, Издание второе, Химия, Москва, 1966
15. А. П. Крешков, Л. Н. Быкова, Н. А. Казарян. Кислотно-основное титрование в неводных растворах, Химия, Москва, 1967
16. А. П. Крешков, Аналитическая химия неводных растворов, Химия, Москва, 1982
17. W. Huber, Titrations in Nonaqueous Solvents, Academic Press, New York, 1967
18. B. Kratochvil, Anal. Chem., 48 (1976) 355-362R
19. Ш. Р. Палит, Н. Н. Дас, Г. Р. Сомаяджулу, Неводное титрование, перев. с англ., Госхимиздат, 1958
20. I. Gyenes, Titrations in nichtwässrigen Medien, Dritte neubearbeitete und ergänzte Auflage, Akademiai Kiado, Budapest, 1970
21. J. Kucharsky, L. Šafarik, Titrations in Nonaqueous Solvents, Elsevier, Amsterdam, 1965
22. V. Vajgand, T. Pastor, J. Electroanal. Chem., 8 (1964) 40, 49
23. O. Popovych, R. P. T. Tomkins, Nonaqueous Solution Chemistry, Wiley, New York, 1981
24. H. H. Sisler, Chemistry in Non-Aqueous Solvents, Reinhold, New York, 1962
25. S. Bruckenstein, I. M. Kolthoff, J. Am. Chem. Soc., 78 (1956) 2974
26. R. G. Bates, Determination of pH, Theory and Practice, Wiley, New York, 1964
27. В. В. Александров, Кислотность неводных растворов, Вишца школа, Харьков, 1981
28. H. B. van der Heijde, E. A. M. F. Dahmen, Anal. Chim. Acta, 16 (1957) 378
29. W. B. Jr. Mather, F. C. Anson, Anal. Chim. Acta, 21 (1959) 468
30. V. Vajgand, T. Pastor, T. Todorovski, F. Gaal, M. Todorović, Proceedings of the Analytical Chemical Conference, Budapest, Vol. I, (1956) 152
31. Т. Ј. Пастор, Докторска дисертација, Београд, 1969
32. Ф. Ф. Гаал, Докторска дисертација, Београд, 1977

33. Р. Михајловић, Докторска дисертација, Београд, 1978
34. Т. Ј. Пастор, Гласник Хем. друштва Београд, 47 (1982) 153
35. Љ. Н. Јакшић, Докторска дисертација, Београд, 1991
36. Р. М. Цудовић, Докторска дисертација, Београд, 1994
37. Ch. W. Pifer, E. G. Wollish, Anal. Chem., 24 (1952) 300
38. S. Bruckenstein, Anal. Chem., 31 (1959) 1757
39. S. Bruckenstein, I. M. Kolthoff, J. Am. Chem. Soc., 79 (1957) 5915
40. В. Д. Безуглый, Т. А. Худякова, А. М. Шкодин, Л. Н. Балягинская, В. И. Ермаков, В. В. Кузнецов, М. И. Лебедева, О. Файзулаев, В. И. Вайль, Титриметрические методы анализа неводных растворов, Химия, Москва, 1986
41. I. M. Kolthoff, S. Bruckenstein, J. Am. Chem. Soc., 78 (1956) 1,10
42. I. M. Kolthoff, S. Bruckenstein, J. Am. Chem. Soc., 79 (1957) 1
43. F. F. Gaal, B. F. Abramović, Talanta, 32 (1985) 559
44. Б. Ф. Абрамовић, Докторска дисертација, Нови Сад, 1982
45. B. F. Abramović, S. D. Tepavčević, B. K. Abramović, F. F. Gaal, Analyst, 121 (1996) 425
46. S. Siggia, Quantitative Organic Analysis via Funcional Groups, 3rd Ed., Wiley, New York, 1963
47. N. D. Cheronis, T. S. Ma, Organic Functional Group Analysis by Micro and Semimicro Methods, Wiley, New York, 1964
48. A. H. Beckett, E. H. Tinley, Titration in Non-Aqueous Solvents, Third Edition, B. D. H. Poole, England, 1959



МОЛЕКУЛИ БОЛА¹

Како настѣјаје осећај бола на врховима наших нерава? Пар недавно пронађених молекула ћомажу да се демистификују ови процеси, како Мајкл Грос (Michael Gross) извештава.

Јао, то боли! Међутим, то је уједно и добра ствар. За наше добро битно је тренутно и упечатљиво пријавити топлоту, ране и друге потенцијално опасне стимулусе. Због тога у сваком милиметру коже имамо нервне ћелије специјализоване за опажање бола (ноцицепторе). Када дође до повреде оне враћају електричне поруке нашем централном нервном систему. Овај део процеса се доста добро разуме. Шта се, међутим, дешава на самом врху нерва у ћелијској мембрани ноцицептора одакле овај сигнал потиче? Додир и бол дуго су међу нашим најлошије схваћеним чулима на биохемијском нивоу. Последњих година, међутим, научници су нашли нове молекуле и механизме који би могли да пруже одговоре на мноштво питања.

Један веома важан молекул чије недавно откриће мења начин размишљања научника о болу је мета у ћелији за капсаицин, супстанцу која проузрокује јак осећај горења који осећате од љутих паприка. Премда је од 1969. године капсаицин коришћен у неуролошким студијама, а од 1975. године предвиђено је и постојање његовог рецептора, више од две деценије тај рецептор остао је неухватљив. Оно што је било познато је да извесне врсте нервних завршетка реагују на капсаицин омогућавајући јонима калцијума да улазе у ћелију. Ово доводи до промене електричног потенцијала дуж ћелијске мембране, који се даље преноси као нервни сигнал који мозак коначно прочита као љуто.

НАЈНОВИЈЕ ОТКРИЋЕ

Група Дејвида Џулијуса (David Julius) са Калифорнијског универзитета у Сан Франциску тек 1997. године успела је да клонира и окарактерише рецептор за капсаицин из сензорних неурона пацова. Након поновљених серија селективног клонирања гена из DNK библиотеке били су у стању да селектују ген који кодира овај рецептор издвајајући га из хиљаде других гена који су активни у ћелијама. Због познате функције рецептора капсаицина као калцијумовог канала, истраживачи су могли да користе анализу за калцијумове јоне засновану на флуоресценцији.

Из гена су могли да производе овај рецептор у култури ћелија која је погодна за детаљна биохемијска проучавања, и нашли су да он отвара своја врата за јоне калцијума не само у реаговању на капсаицин, већ такође и на примену довољно високих температура које стварају бол [1]. Стога не изненађује да осећај проузрокован љутим паприкама у многоме личи на онај који потиче од физичке топлоте.

Независно од капсаицина, рецептор реагује и на сличне хемикалије које су познате под заједничким именом као ванилоиди, укључујући још потентнији иритант ресинифератоксин. Овај рецептор често се назива ванилоидни рецептор, а прва клонирана верзија данас је позната као VR1. Иронично је да се капсаицин може користити и као локално средство које ублажује бол код хроничних болести као што је артритис. Изгледа да континуално излагање ноцицеп-

¹ Преведено из часописа **Chemistry in Britain**, 37 (6), June 2001, стр. 27-29.
Наслов оригинала: The molecules of pain

ОЛАКШАЊЕ БОЛА

Средства која ублажују бол (аналгетици) могу спречити бол било на извору или у његовој близини, било на вишем положају перцептивног пута, у централном нервном систему. Док лекови који делују у оквиру централног нервног система укључују најјача средства (нпр. морфијум), најуобичајенија средства која ублажују бол обично делују у оквиру периферног нервног система и често су класификована као нестероидни анти-инфламаторни лекови (НАИЛ).

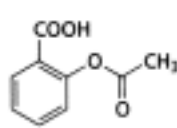
Ова група обухвата класичну ацетилсалицилну киселину (ASS, коју је прво добио Феликс Хофман (Felix Hofman) 1897. године, а две године касније пријављена је под именом аспирин) заједно са неким новијим средствима као што су ибупрофен и парацетамол. Мета ових лекова је биосинтеза простагландина, група локалних хормона која учествује у многим различитим процесима, укључујући упалу. Аспирин инхибира обе верзије ензима циклооксигеназе, Cox-1 и Cox-2, спречавајући синтезу не само простагландина, већ и тромбоксана који су склони угрушавању. Он зато има велики број споредних ефеката; једни су благотворни (заштита од тромбозе, срчаних удара и извесних облика рака), док су други непожељни (оштећења желуца и бубрега). Парацетамол (у САД-а познат под именом ацетаминофен) познат је више од сто година и постао је у свету најшире коришћено средство за ублажавање бола. Међутим, механизам његовог деловања још увек је нејасан. Мада је то веома слаб анти-инфламаторни лек, парадоксално је да је укључен у групу НАИЛ лекова зато што се мисли да инхибира биосинтезу простагландина. Његово инхибиторно деловање, међутим, на периферији је мање ефикасно у односу на друге лекове ове групе.

Упркос општем успеху ових лекова чија мета је систем простагландина, још увек постоји захтев за специфичнијим инхибитором Cox-2 (аспирин без нежељених последица). Целекоксиб су 1999. године на тржиште увели Монсанто/Физер (Monsanto/Pfizer) у виду првог инхибитора Cox-2 друге генерације, са специфичношћу за Cox-2 сто пута јачом у односу на Cox-1. Пет месеци касније Мерк Фрошт (Merck Frosst) лансирао је рофекоксиб, који је још селективнији за Cox-2.

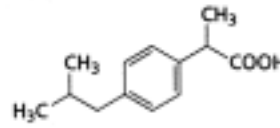
Друга, класична породица периферних аналетика још је старија од ASS, те нас враћа до Лудвиг Кнорове (Ludwig Knorr) синтезе антипирина, данас познатог као феназон. Фабрика боја Хехст (Farbwerke Hoechst) тада је тестирала и комерцијализовала ову супстанцу те је она постала први синтетички аналетик, а уједно и први Хехстов фармацеутски производ. Ова фамилија данас укључује друге пирозолоне укључујући ефикаснији пирамидон, који је заменио првобитни антипирин, и деривате индола као што је индометацин.

Постоји богата разноликост унутар широке класе периферних средстава која ублажују бол. Трећа класична група базира се на хемији деривата анилина и обухвата много употребљавани парацетамол. Такође постоје и антранилиати (нпр. флуфенамска киселина) и арил пропионске киселине (нпр. ибупрофен).

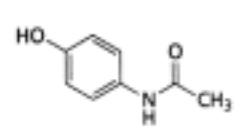
Код озбиљних случајева, као што је лечење рака, када се бол не може избећи или потиснути на извору, једно средство још увек би могло да се избори са осећајем бола модулацијом активности неурона на путу од периферног нервног система до мозга. На овај начин делују опијати (морфијум, хероин, метадон). Рецептора за опијате нарочито има у кичменој мождини и у мозгу. Иако су морфијум и његови деривати нама најјача позната средства која ублажују бол, њихову употребљивост ограничавају опасности од навикавања на наркотику и предозирања.



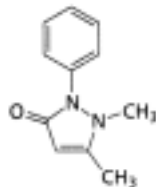
Аспирин



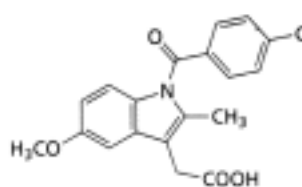
Ибупрофен
(арил пропионске киселине)



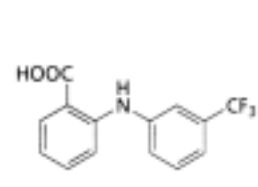
Ацетаминофен
(Парацетамол)



Феназон
(Антипирин)



Индометацин



Флуфенамска киселина

Референца J. L. McGuire(ed). Pharmaceuticals vol. 2. Weinheim: Wiley-VCH, 2000.

тора капсаицину коначно убија ћелију, која тада не може да доживи више бол. Док ток догађаја још увек није сасвим јасан, смрт на крају наступа као резултат уласка јона Ca^{2+} услед сталне отворености канала мембране у присуству капсаицина. Исти механизам функционише код активности ресинифератоксина код ублажавања бола, а који се добија из осушеног латекса биљке *Euphorbia resinifera*. Овај материјал, такође познат и под називом еуфорбијум,

описан је као терапеутско средство још за време владавине римског императора Августа.

Више истраживачких група проучавало је ванилоидни рецептор и закључиле су да он уствари игра значајну улогу у сигнализирању штетне топлоте. Истраживачи су такође уочили да је он укључен у цео низ других физиолошких процеса. На пример, 1999. године група Едварда Хогештета (Edward Högestätt's group) са Универзитета у Лунду, Шведска, са-

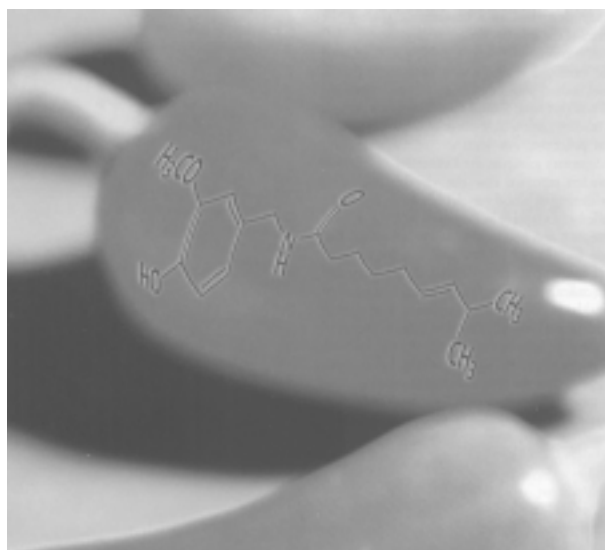
општила је да се ефекат вазодилатације (ширења крвних судова) телесне супстанце назване анандамид одиграва посредством ванилоидног рецептора, и стога капсаицин утиче на њега [2]. Случај општије улоге овог рецептора касније је био поткрепљен када су Ева Мезеј (Eva Mezey) и њене колеге са Националног института за здравље САД-а у Бетезди, Мериленд, установили да се VR1 не ствара само у сензорним неуронима на периферији нервног система, већ такође и у многим различитим регионима мозга. Ово указује на то да рецептор може бити укључен и у неуронске процесе који су различити од опажања бола [3].

ВИШЕСТРУКЕ ФУНКЦИЈЕ

Прошле године неколико лабораторија саопштило је студије на мишевима код којих је издејствована одсутност или нефункционалност VR1 [4,5]. Изгледа да се код таквих мишева и даље јавља почетни осећај за штетну топлоту, али да је типична хипералгезија (интензивирање бола) кроз време одсутна. Други рецептори осетљиви на топлоту, уз изузеће VR1, морају стога наставити почетно реаговање [6]. Још један доказ у прилог вишеструке функције VR1 је и саопштење Луис Премкумар (Louis Premkumar) и Герарда Ахерна (Gerard Ahern) са Универзитета Јужни Илионис у Спрингфилду, Илионис, из децембра 2000. године, које каже да протеин киназа С може активирати VR1 на собној температури [7]. Изгледа да је ово сложена мрежа зависности и унакрсних реакција које укључују супстанце као што су про-инфламаторни пептиди, брадикинин и анандамид. Док је ово истраживање у великој мери још увек у развоју, слика која из овога проистиче указује да VR1 можда интегрисхе опсег сигнала који су у вези са болом од топлоте, запаљења или хемикалија.

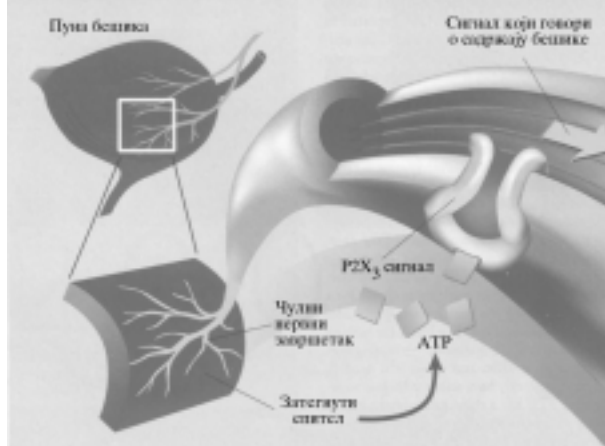
Други важан играч у опажању бола је мали, добро познати молекул који преноси енергију - АТФ. Овде, као и у много других случајева за време еволуције живота, природа је позајмила и прерадила постојећи молекул за нову сврху. АТФ је деценијама познат као основни материјал за грађење ДНК. Његов други посао је чување хемијске енергије и њено ослобађање када и где је то потребно. Тек недавно научници су почели да схватају да АТФ има трећи посао, наиме, сигнализовање осећаја бола и притиска пуне бешике.

Док АТФ своја прва два класична посла може обавити унутар ћелије, улога чула захтева да молекул напусти ћелију и да се на путу укрести са нервном ћелијом. Када имате рану или на неки други начин оштетите ткиво, неке ћелије могу се распасти и ослободити свој садржај, укључујући и АТФ који им служи у енергетске сврхе. Средином 1970-их Цирил Килова група (Cyril Keele's group) из Мидлсекс болнице у Лондону на волонтерима је проучавала које би врсте ћелијских екстраката могле да покрену бол. Они су уочили да што више АТФ-а течности садрже, утолико је већи бол који они проузрокују [8].



Капсаицин - најновија супстанца за олакшање бола

Пажњење бешике – зашто осећате нагон



Стога су предложили да АТФ може бити сигнал који указује на присуство деградираних ћелија.

Била је ово лепа идеја, али да би убедили биологе требало је наћи рецептор за овај молекул, који претвара хемијску поруку у нервни сигнал. Зато што такав рецептор није био познат у то време, идеја да је АТФ сигнал бола пала је у заборав. Само две деценије касније други истраживачи клонирали су ген чији протеински производ одговара захтевима рецептора за бол који реагује на АТФ [9]. Недавно су две истраживачке групе, једна са Универзитетског колеџа у Лондону (УКЛ), а друга са Рош Бионаука из Пало Алта, Калифорнија, презентовале детаљна запажања на мишевима без свести, који су специфично одгајани како не би имали овај рецептор.

ЧУЛНА ОПАЖАЊА

Као прво, оба тима потврдила су да су мишеви који немају рецептор за АТФ, будући да су били потпуно нормални у већини аспеката своје физиологије и понашања, мање осетљиви на бол створен повредом ткива [10,11]. Како би објективно мерили ову осетљивост, убризгали су малу количину хемикалије

у стопало миша и тада су посматрали колико га је често миш лизао. Као што су предвидели, мишеви без свести лизали су своја стопала мање учестало у односу на нормалне мишеве. Насупрот овоме, осећаје додира и бола, не укључујући повреде ткива (нпр. стезањем животињског репа), осетиле су обе групе подједнаким интензитетом.

Сем тога, тим из САД-а, који је предводила Дебра Кокејн (Debra Cockayne), запазио је да су мишеви без рецептора за АТР мокрили ређе од нормалних мишева [10]. Ово указује да је АТР укључен у схватању када је бешика пуна. Мада је извршен број биохемичара већ радио у овом смеру, ово је прва потврда добијена на живој животињи. Бешика је обавијена епителом, танким омотачем коже. Истраживачи претпостављају да ћелије презатегнутог епитела почињу да пропуштају АТР. У близини нервних завршетака који имају одговарајуће P2X₃ рецепторе, осећају да се овај АТР расипа и обавештавају мозак да би одлазак у тоалет био препоручљив.

Тим из Британије, предвођен Џоном Вудом (John Wood) са УКЛ-а, који је такође поднео извештај о клонирању овог рецептора пре неколико година [9], открио је да дефектни мишеви нису могли да осете незнатно, пријатно загревање коже [11]. Начин на који нормални мишеви (и људи) откривају овај осећај још увек је непознат, али сазнање да нерви мишева без свести просто не одговарају на благо загревање, указује да АТР има важну улогу и у овом контексту. Друга абнормалност коју индукује брисање рецептора за АТР била је претерана реакција на извесне врсте хроничног запаљења. Реаговање на капсаицин, међутим, није изостало.

Фармацутске компаније засигурно воде рачуна о овим напредовањима. Као што Џон Вуд каже "види у молекуларне механизме сензорне трансдукције имају важне практичне примене у погледу на могуће фармаколошке интервенције, тј. на развој средстава која ублажују бол." Уз већи опрез, додаје: "нажалост, механизми који леже у основи чулних запажања (и свести) као и одувек остају недокучиви. У нај-

мању руку, познавање пар молекула укључених у пресудне процесе, добар је почетак." Сва класична НАИЛ средства која ублажују бол функционишу ометањем система простагландина (видети **Оквир**), групе локалних хормона укључених у изазивање запаљења. Ова традиционална средства која ублажују бол често имају много нежељених последица, тако да су нове ћелијске мете за потенцијална средства која ублажују бол добродошле. Иако овај пут не води одмах до лека, боље разумевање молекула који посредују код тако елементарних осећаја као што су бол, топлота и додир свакако упућује на збуњујућу празнину у нашем познавању људске физиологије.

Мајкл Грос је независни писац научних чланака са Оксфордског центра за молекуларне науке. Можеће га контактирати преко његове веб странице која је на следећој адреси: www.michaelgross.co.uk

РЕФЕРЕНЦЕ

1. M. J. Caterina et al, Nature, 1997, **389**, 816.
2. P. M. Zygmunt et al, Nature, 1999, **400**, 452.
3. E. Mezey et al, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2000, **97**, 3655.
4. M. J. Caterina et al, Science, 2000, **288**, 306.
5. J. B. Davis et al, Nature, 2000, **405**, 183.
6. P. Cesare et al, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1999, **96**, 7658.
7. L. S. Premkumar and G. P. Ahern, Nature, 2000, **408**, 985.
8. T. Bleehen et al, J. Physiol., 1976, **262**, 131.
9. C. C. Chen et al, Nature, 1995, **377**, 428.
10. D. Cockayne et al, Nature, 2000, **407**, 1011.
11. V. Souslova et al, Nature, 2000, **407**, 1015.

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

Хвала од срца **Ољи Поповић**, вишем предавачу енглеског језика на Хемијском факултету у Београду, за коректуру овог превода. Велико хвала и мојој **Јеци** за употребу њеног рачунара при изради прилога за *Хемијски преглед*.

Анегдоте из бележнице Радивоја Николајевића

АНЕГДОТЕ ИЗ ЖИВОТА ПОЗНАТИХ НАУЧНИКА

Хамфри Дејви, код кога је као лаборант радио млади Фарадеј, једном је рекао:

„Ја сам начинио неколико открића која нису без значаја за науку. Највеће је то што сам открио Фарадеја.“

Немачком хемичару Роберту Бунзену су од сталног рада са киселинама, базама и високим температурама руке постале »ватросталне«. Тумачећи студентима грађу пламеника који је конструисао, ставио је прст у пламен и рекао:

„Ево овде, у овој зони, у којој се налази мој прст температура износи приближно 300⁰ С.“

Немачки физикохемичар-нобеловац Вилхелм Оствалд волео је да сам израђује апаратуре које су му биле потребне у научним истраживањима. Тој вештини учио је и своје студенте, објашњавајући да није довољно само начинити прибор, већ такође треба настојати да се из њега »извуче« све што је могуће.



Вукић Мишовић
(1896-1981)

Поводом двадесетогодишњице смрти Вукића Мишовића (1896-1981), једног од оснивача модерне хемије у Србији,¹ објављујемо његов рад у рукопису, настиао пре пола века, односно 1952. године, недавно нађен у његовој заоставштини. У то време Мишовић је био шеф Катедре за хемију, управник Хемијског института, декан Природно-математичког факултета (до 1952) и ректор Београдског универзитета (од 1952). Рад је значајан јер омогућава сагледавање ондашњег стања органске хемије - органске синтезе, а истовремено баца светлост на вишегодишње најоре В. Мишовића да истакне фундаментални значај хемије за науку и развој друштва.

Вукић Мишовић

ОРГАНСКА ХЕМИСКА СИНТЕЗА С ОБЗИРОМ НА ПРИМЕНУ У ЖИВОТУ И У ИНДУСТРИЈИ

Промене које се врше на различитим телима и материјалима у природи познате су под именом природних појава или феномена. Природне појаве нису одељене једне од других, већ обично сваку од тих појава прати више других. Посматрајући и проучавајући те појаве човек их је поделио у групе, па је тим групама дао нарочита имена, те су тако добиле називе различне природне науке. У природи дакле не постоји деоба појава, већ је ту деобу извршио човек. Отуда су науке које проучавају природне појаве тесно везане једна с другом. При тој подели велики део природних појава спада у хемију тј. науку која се бави материјом онаквом каквом нам је откривају наша чула. Хемија проучава супстанце онакве какве се налазе у свету и то било у животињском и биљном организму било у мртвој, минералној материји. Она испитује састав тих супстанци, начин њихова добивања, њихове особине не само у физичком погледу, већ и у односу према другим супстанцама. Њен задатак је такође да из различитих супстанци добије нов материјал који је од научног или практичног значаја, она се даље бави како се природни производи могу заменити другима, како се начин производње једног материјала може заменити другим, економичнијим, како се природни производи могу рационално искористити и употребити. Али није само ово циљ хемије. Она проучава факторе од којих зависе хемиске промене које се врше у лабораторији као и промене које се дешавају у самој природи. Њен циљ није само проучавање добивања производа, већ и принципа и закона по којима се врше те промене. Да би објаснила хемиске појаве, хемија се бави и питањем о крајњем саставу и склопу материје.

Два су дакле циља хемије: 1⁰ све дубље проучавање природних појава и закона по којима се те појаве врше и 2⁰ примена на потребе свакидашњег живота.

Својим многобројним и разноврсним применама хемија је постала један од најбитнијих фактора у развоју материјалне културе - материјално благоста-

ње и удобност човекова зависи од ње више него од икоје друге науке.

*

Пре више од сто година сазнало се да су угљеникова једињења основа животних процеса у биљкама и животињама. Отуда је и онај део хемије који се бави проучавањем угљеника, због своје везе с организмима, назван органском хемијом. Број угљеникових једињења која су добивена из биљног и животињског света и која се стално откривају врло је велики, а број органских једињења која се производе у лабораторији такође је огroman.

Дакле насупротив минералној хемији (доцније названој неорганска хемија) која проучава минерале, онај део хемије који се бави састојцима организованих бића, биљних и животињских, назват је органском хемијом. Како све карактеристичне супстанце живих бића садрже угљеник, то се органска хемија назива и хемијом угљеникових једињења.

У хемији се разлагање сложених природних или вештачких тела у њихове састојке назива анализа, а добивање сложенијих супстанци из састојака назива се синтеза.

Реч синтеза (грчки συνθεσις значи сјединити, спојити) има дакле у хемији етимолошко значење. Она означава операције којима се елементи сједињавају да би се добила једињења или супстанце или производи или хемиске индивидуе или принципи како се раније звало и све ове речи имају једнако значење у хемиском језику.

При синтези може се поћи не само од елементарних састојака већ и од једињења и њиховим сједињавањем добивају се још сложенија једињења или сложеније супстанце.

Ако имамо неку органску супстанцу у чистом стању (на пр. алкохол, шећер и др.), ми јој можемо прво одредити елементе из којих је састављена и то не само квалитативно него и квантитативно. На основу тога ми можемо утврдити елементе из којих

¹ О животу и раду В. Мишовића видети у: Д. Виторовић, С. Бојовић, Ж. Чековић, **Вукић М. Мишовић 1896-1981, живот и дело**, Хемијски факултет, Универзитет у Београду, Београд 1996; Ж. Чековић, **Вукић М. Мишовић (1896-1981)**, Живот и дело српских научника, 5, САНУ, Београд 1999, 151-202.

је састављена посматрана супстанца, па и број атома елемената који се у тој супстанци налази. Међутим одређивањем броја атома сваког елемента не може се решити и састав тога тела. За то је потребно утврдити и како су атоми везани међу собом и на коме се месту налазе у молекулу. Начин како су атоми везани међу собом и место на коме се налазе у молекулу назива се структура или конституција. Распоред атома у простору назива се конфигурација неког једињења.

Интересантно је напоменути да је Лукреције¹ отприлике пре 2000 година, јасно изразио мисао да је из неких елемената све саграђено, али да је начин њихова сједињавања различит:

“Namque eadem coelum, mare, terras, flumina, solem
Constituant, eadem frugas, arbusta, animantes;
erum aliis, alioque modo commista moventur.”

T. Lucretius Carus, De rerum natura,

“Јер исти (елементи) граде небо, земљу, море,
и реке, сунце, жито и дрвеће,
и жива бића, али тек у споју, у другом покрету.”

Аница Ребац, 1951

Навешћу и даље стихове у преводу А. С. Ребац:

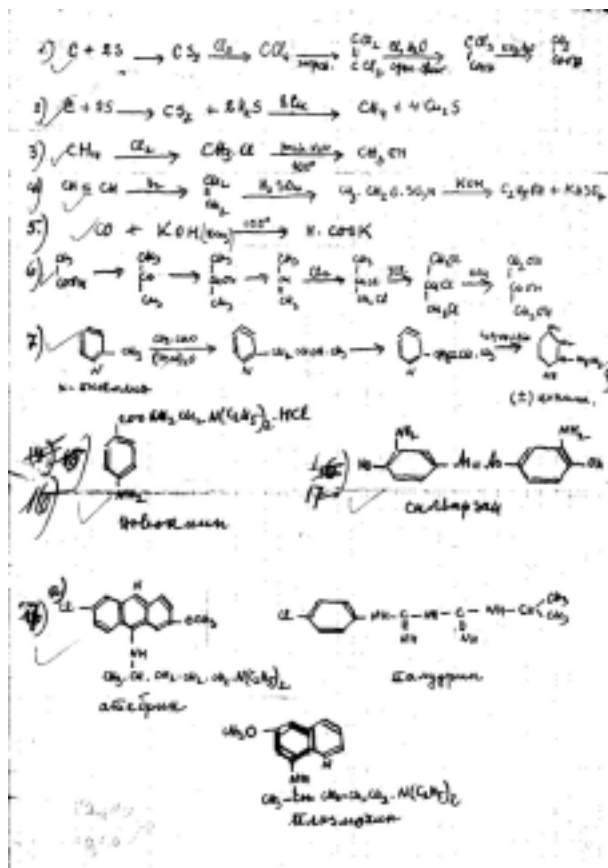
“Чак видим у стиховима овим
свуд слова многој речи заједничка,
а признат морам да су стихови
и речи смислом различне и звуком.
Толико слова постизну кад само
ред померимо. А елементи ствари
могућности још више имају
да стварају разноликости све.” Стих 824

Лукреције је дао први ово духовито и ингениозно поређење да, као што с малим бројем слова можемо да напишемо различите речи, тако и различитим сједињавањем истих елемената можемо добити разноврсна једињења.

Број елемената у органским једињењима релативно је мали (C, H, O, N и S), па ипак њиховим разноврсним комбинацијама добива се огроман број различних супстанци које имају различне особине и физичке и хемиске.

Ако имамо неку органску супстанцу па хоћемо да утврдимо како су атоми распоређени у њој, онда је ми претварамо у друге супстанце познате структуре и на основу тога изводимо закључке о структури супстанце која је у питању. Ако добивамо неку супстанцу полазаћи од елемената или од супстанци које се могу добити из елемената, онда се таква (синтеза зове) тотална синтеза, а ако синтетизујемо нова једињења из супстанци које још нису синтетички добивене онда се таква синтеза зове парцијална синтеза. Најобичнија тотална синтеза је добивање угљен-моноксида и угљен-диоксида из угљена и кисеоника. Синтеза метил-алкохола и мравље киселине полазећи од ова два гаса су тоталне синтезе. Када је BERTHELOT 1854 г. добио из глицерина и стеаринске ки-

селине триглицерид који је био идентичан с природним стеарином једним од састојака масти, онда је то била парцијална синтеза масти, јер ниједна од полазних супстанци: ни глицерин ни стеаринска киселина нису биле у то доба синтетизоване. Временом већина парцијалних синтеза постају тоталне. Кад је реч о синтетичким производима, онда се не прави разлика између парцијалних и тоталних синтеза. Тако се на пр. говори о синтетичкој вуни иако је то само парцијална синтеза једног производа сличних особина природне вуне, о вештачкој или синтетичкој свиљи и др.



Пре него што будемо говорили о неким органским синтезама и њихову значају, поменућемо неколико историских синтеза које су имале великог утицаја на даљи развитак органске хемије.

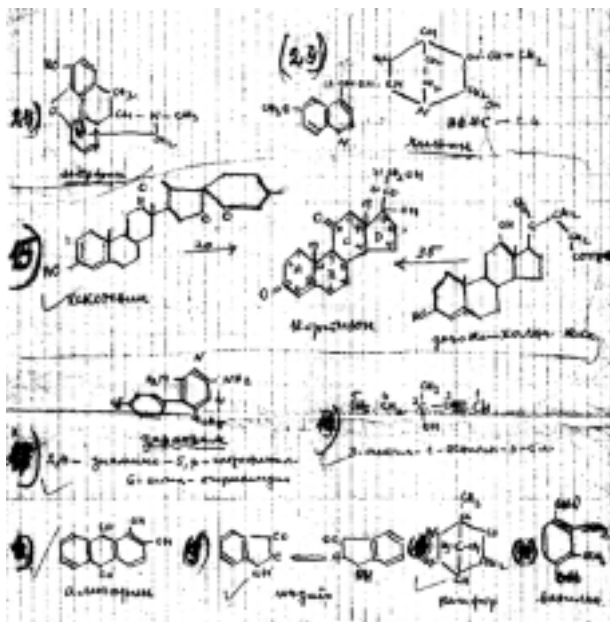
Прва таква синтеза је Велерова синтеза карбамида или урее (1828 г). Том синтезом задат је први ударац тадашњем виталистичком схватању према коме органске супстанце постају само под утицајем животне силе (*vis vitalis*) и не могу се у лабораторији производити. Као што је један писац рекао: "Велер је једним ружним фактом оборио једну дивну хипотезу." Друга значајна синтеза је тотална синтеза сирћетне киселине коју је реализовао нем. хемичар Колбе (1845): при жарењу угљеника са сумпором добива се CS₂ који дејством хлора даје CCl₄, а овај при загревању и дејству хлора и воде на сунчевој светлости даје трихлорсирћетну киселину, одакле је доби-

1 Лукреције, следбеник Епикурова материјализма (рођ. 99 или 94 и умро пре 55 г пре н.е.)

вена обична сирћетна киселина потпуно идентична са сирћетном киселином која постаје из вина (алкохола) оксидацијом.

Трећа важна група тоталних синтеза потиче од великог француског хемичара Berthelot-a.

Он је добио ацетилен (1862) директним сједињавањем угљеника и водоника када у електричном луку између две угљене електроде у атмосфери водоника прескаче електрична варница. Данас се ацетилен производи индиректно из CaC_2 [и то у милионима тона годишње, од чега више од половине служи за добивање ацетилена који је полазна сировина органских хемиских синтеза (сирћетна киселина, ацеталдехид, различни хлорни растварачи, многобројне пластичне масе и неки вештачки каучуци)].



Ацетилен се једини с водоником дајући етилен, гас одакле је Bethelot добио алкохол (1852) (4). Етилен се производи у Европи при дестилацији каменог угља, а у САД из петролеја краковањем.

Он је синтетизовао метан (1858) проводећи водониксулфид и угљен-дисулфид преко бакра загрејаног до црвеног усијања (2).

Он је синтетизовао мрављу киселину из CO и KOH под притиском (5).

Под нарочитим условима, загревањем на црвеном усијању, Бетлоу је пошло за руком да из ацетилена добије бензол. Овде су се три молекула спојила уједно дајући нову супстанцу бензол. Овакво сједињавање више молекула у један молекул веће молекулске тежине назива се полимеризација.

Бензол је основна супстанца за читаву област хемије која се назива ароматичном. Дакле, остварена је тотална синтеза бензола. На сличан начин Berthelot је добио стирод, нафталин, антрахинон и др.

Раније је поменута важна синтеза масти која је у своје доба имала необичног одјека (1853). Бертело их је синтетизовао загревајући глицерин с масним киселинама у присуству H_2SO_4 . Тако је добио три-

стеарин и трипалмитине. Мешовите глицериде није синтетизовао.

Поменућемо даље синтезу глицерина од Friedel-a и Silve (1862) полазећи од пропилена, реакција по којој се у САД сада индустријски производи глицерин (6). Тако у 1952 г. произвођено је на овај начин око 11 000 тона глицерина у САД.

Најзад, навешћемо још тоталну синтезу једног природног производа кониина, алкалоида који се налази у кукути (Conium maculatum). Ту синтезу реализовао је немачки хемичар Ладенбург 1866 г и то је била прва тотална синтеза једног алкалоида (7).

Две необично важне сировине за добивање многобројних синтетичких производа су катран каменог угља и петролеј (нафта).

Проучавање катрана од каменог угља најбоље илустрuje важност научног истраживања за развистак свију индустријских грана које су се одатле развиле, а у првом реду добивање синтетичких боја.

Катран од каменог угља који се добивао у почетку као споредни производ при фабрикацији кокса и у индустрији гаса за осветљење - био је најпре нежељени споредни производ, тако да се до почетка овога века није знало шта да се с њим ради. Огромне количине тога катрана које су се добивале при производњи кокса и гаса за осветљење стварале су неслушене тешкоће како да се тај материјал уништи. Покушало се да се баца у море, али је то било не само скупо, већ су се тиме могле нанети штете лађама и риболову. Исто тако није се могао бацати ни у ископане рупе при вађењу камена или чега другога, јер су се тиме загађивале воде. Међутим, то је незаменљива сировина са добивање "анилинских боја" или како се још зову "катранске боје" и за читав низ других хемиских производа (лекова, мириса, експлозива etc).

Полазне супстанце за боје: бензол, толуол, анилин, фенол, нафталин, антрацен, поред других једињења добивају се из овог катрана који садржи преко 200 различитих супстанци већином ароматичног карактера. Хемиском синтезом добивене су не само боје које се налазе у природи, ваћ и боје којих нема у природи и то у свим могућим ниансама. Сада је познато око 2000 тих боја које долазе у трговину у облику 3000 типова / око 10 000 трговачких марки. Годишња је производња у свету око 200 000 тона. Те синтетичке боје показале су се лепше и постојаније од природних боја; оне боје сва влакна и друге материјале.

Од синтетичких боја поменућемо само два примера, две хемиске синтезе које су имале велики економски значај: синтеза ализарина и синтеза индига.

Синтезом ализарина (8) (Graebe и Liebermann, 1869) који се раније добивао из броћа потпуно је нестала култура те биљке у јужној Француској и Алжиру (Француска је у то време -1867- производила највише броћа. Светска производња била је тада око 70 000 t, а од тога више од половине производила је Француска). Фабрикација синтетичког производа почела је 1869 у Енглеској, затим у Немачкој. Цене овом производу стално су падале у току следећих го-

дина. Произвођачи брођа узалуд су покушавали да се одрже: претрпели су велике финансиске губитке и култура брођа је напуштена. Тако је оствареном синтезом уништено гађење брођа, а никле су фабрике које су јевтиније продавале ову боју дотада вађену из корена биљке брођа. Тако је економија Француске изгубила огромне приходе, а Немачка - на основу једне синтезе преузела у први мах целокупну производњу ове боје.

Убрзо затим реализована је синтеза индига (чивита) (9), "цара боја" како је назван. Овој синтези приступио је један од највећих хемичара, и највећи хемичар тога доба, А. Ваеуер. Том раду посветио је са својим сарадницима двадесет година неуморног рада, на чему је потрошено преко 20 000 000 златних франака. Огледи за индустријско добивање нису били повољни. Тек после 1890 г., после Неупманн-ове синтезе ове боје, проблем је добио други правац и 1897 г. појавио се први синтетички индиго. Синтетички производ почео је да потискује природни са светског тржишта (1896 г. производња индига у Источној Индији износила је 8 милиона кг, а 1910 била је 4 милиона кг), цена од 72 марке по кг. пала је на 5 марака.

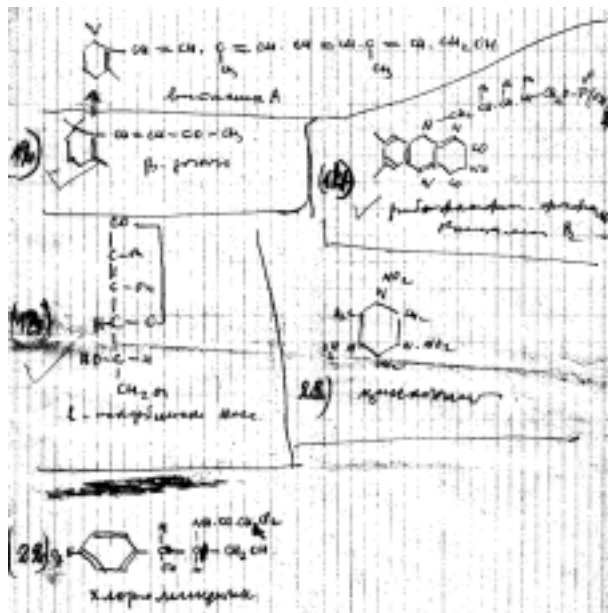
У вези с индигом поменућемо да је антички пурпур, та "боја над бојама од које једна кап чини чуда", који се добива из једне врсте морског пужа (Murex bandaris), близак индигу (6,6' дибром-индиго). Његову синтезу извршио је FRIEDLANDER (1909). Он је из 12 000 тих пужева добио 1,5 гр. боје и синтетички производ био је идентичан с природним. Њоме су владари старих народа бојили своје огртаче; 1 кг. стао би отприлике 50 000 златних динара. Та је боја била цењена што је била врло лепа, а тешко приступачна, па према томе и скупа. Она се више не употребљава, јер није постојана, а имамо лепше, боље и постојаније боје. Интересантно је напоменути да ова боја не стоји у вези ни са којом другом бојом животињског порекла.

Друга важна сировина за добивање хемиских производа синтетичким путем јесте нафта или петролеј. За последњих неколико деценија нафта је била предмет свестраног истраживања. Поред своје познате примене (добивање бензина за моторе с унутрашњим сагоревањем - аутомобилски и авионски мотори, поред добивања петролеја ("гаса") за осветљење, петролеја за Дизелове моторе и гориво, уља и масти за мазива, парафина асфалта итд.), нафта служи у последње време као извор за добивање многобројних синтетичких производа органске хемиске индустрије. Из ње се добива, да поменемо неке од тих производа, етилен (етил-алкохол, сирћетна кис., ацетон), хлороформ, CCl_4 , а у великим количинама глицерин (в. стр. 8). Нарочитим процесом добивају се бензол, толуол и ксилол, дакле они ароматични

угљоводоници који су се раније добивали искључиво из катрана од каменог угља.

Број хемиских производа који се добивају из нафте прелази 2000 и он ће се и даље повећавати, али овај број и најразноврснија примена од малог је утицаја на потрошњу нафте у друге сврхе. Она износи само 0,5% од годишње производње петролеја¹ [Ниједна индустрија није више уложила и нема више вере у научно истраживање од петролејске индустрије. Од целокупних трошкова за индустријско истраживање у САД, по Egloff-у, око 25% или преко 100 милиона долара долази од петролејских компанија].²

Још два потпуно различна примера органске синтезе биће овде споменути и то што су обе познате и што се индустријски производе. То је индустријско добивање камфора и ванилина.



Камфор (10) се добива из камфоровог дрвета које расте у Јапану и Кини. За добивање камфора из посеченог дрвета, дрво се припрема и дестилује с воденом паром. - Камфор се прво троши само у фармацији, али како је потрошња камфора порасла, нарочито после његове примене за фабрикацију целулоида (нитроцелулоза и камфор + ацетон), престала је опасност да ће камфорове шуме бити уништене јер је за његово подизање потребно око 50 година, а с друге стране што се он као сировина све више тражио. Довољно је потсетити на развој филмске индустрије и друге примене целулоида. Захваљујући партиципалној синтези камфора из пинена, он се тако и индустријски добива. (Сировина је терпентинско уље које се добива дестилацијом с воденом паром четинара, нарочито бора).

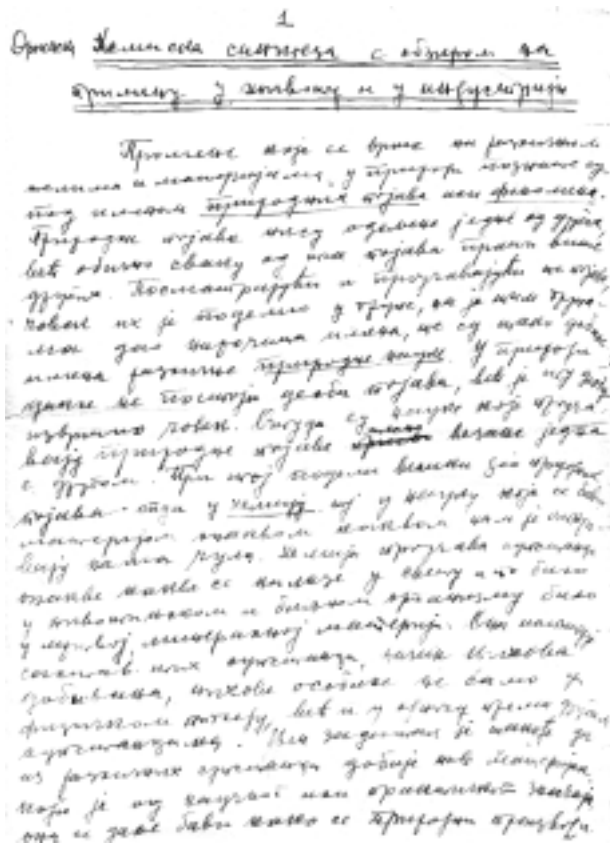
1 Бензол добивен од катрана каменог угља у САД у 1952 г износи 190 000 000 галона (око 800 000 вагона - 16 000 возова à 50 вагона), а како је та количина била недовољна, они су произвели из петролеја 45 000 000 (око 180 000 вагона - тј нешто мање од 1/5). The Chem. Age, 68, 586 (1953).

2 Приликом Међународног конгреса у Њујорку септ. 1951 г. показали су нам у S. Oil Co (ESSO) једну даму на којој је све одело и обућа, од главе до пете, било од синтетичких производа за које је полазна сировина била нафта.

Ванилин, важан мирисни зачин, главни је састојак ваниле, сада се индустријски производи на неколико начина: или из природног производа еуџенола који се налази у уљу од каранфилића (*Eugenia caryophyllata*), дакле опет парцијалном синтезом или из гвајакола који се са своје стране добива из катрана од буковог дрвета или из пирокатехина. Данас, поред тога, добива се из сулфитне течности при фабрикацији целулозе; у тој течности се налази 0.1 - 2,4 у литру.

После ово неколико примера укратко ћемо само додирнути још неке области у којима је органска хемиска синтеза дала врло важне производе не само с научног него још у вишој мери с гледишта примене тих производа како у обичном животу тако и у индустрији.

Велики успех постигла је органска синтеза у области витамина и хормона. Неки витамини већ се индустријски производе. Тако витамин А (12) парцијалном синтезом полазећи од јонона, који се опет са своје стране добива синтетички. Витамин А се додаје вештачком маслу, маргарину, за чију је израду прерата било само у Немачкој 134 фабрике. Да се добије слика о количинама у којима се израђује витамин А, поменућу само да је прва поруцбина била 2000 кг. Даље, такође се синтетички добивају парцијалном синтезом, витамин С (13), полазећи од глукозе па преко сорбита и сорбозе, витамин В₂ добива се из рибофлавина и др.



За добивање кортизона, једног од хормона који има јако физиолошко дејство (при лечењу реуматичног артритиса - запаљења зглобова) потребна је била огромна количина свињске или говеђе жлезде (из 5000 кг. свињске или говеђе надбубрежне жлезде добива се 300-400 mg, дакле 1/2 гр). Нађено је да се он може синтетизовати из дезоксихолне киселине у 35 фаза. (15) Дезоксихолна кис. добива се опет из волујске жучи. У току прошле године (1952) кортизон се почео добивати из производа биљног места из производа животињског порекла. Тако је добивен у 200 фаза из сапогенина хекогенина, који се налази у отпацама од једне америкаанске агаве (*Agava rigida, sisalana*). Сок из лишћа, пошто се влакно извади (влакно је слично манили) садржи око 0.1% хекогенина. Распрострањенији сапогенин, диосгенин, такође је претворен у кортизон. Реализована је и тотална синтеза кортизона, али то је само од научног значаја, а још је далеко од сваке примене.

Органском синтезом добивене су многобројне супстанце које су нашле многоструку примену у медицини. Поменимо само неке анестетике (средства за анестезију или наркозу) као: етар, хлороформ, етилхлорид etc., хипнотике (средства од несанице): разни барбитурати, обични свима познати лекови као што су антипиретици (средства за сузбијање грознице): аспирин, антипирин; даље локални анестетик новокаин (16). Новокаин означава датум у историји фармакопеје, јер се употребљава место кокаина који је необично користан као локални анестетик, али изазива штетно дејство на централни нервни систем (еуфорију, добро расположење - депресија, утученост). Поред тога, кокаин изазива потребу за стално узимање, па с тим у вези и нарушавање човечјег здравља. Новокаин је, сем тога, први пут употребљен за лумбалну анестезију, те је на тај начин анестезиран читав доњи део човечјег тела.

Органском синтезом реализована су различна дезинфекциона средства почев од фенола (карболна кис.). С друге стране синтезом салварзана (17) од Ehrlicha и Nata (1910) почиње модерна хемотерапија. Као средство против маларије, место хинина, синтетизовани су плазموхин, атербин и палудрин.¹ (17а). У току прошле године (1952) испитиван је и даље дарприм (18) (DARAPRIM, хем. 2,4-диамино-5-р-хлорофенил-6-етил-пиримидин) који је отприлике 1000 пута ефикаснији од хинина, супстанца која је синтетизована пре више година. Он је без укуса и превентивна доза од маларије је само 25 mg за недељу дана, а хинин нема превентивно дејство тј. ако се узима у те сврхе мора се узимати у количинама које служе за терапију.

Хипнотичко средство које изазива природни сан без икаквих штетних последица је 3-метил-1-пентин-3-ол. (19). Ово средство не ствара навику за узимањем и човек не осећа потребу за њим насупрот барбитуратима и осталим хипнотичима од којих је

1 У току Другог светског рата синтетизовано је 14 000 супстанци и испитивано на антимаљарично дејство, али су само два од тих имали жељени ефекат.

сам присиљан и после којих се човек осећа бунован и без свежине.

Други важан датум у хемотерапији су сулфамидни препарати (20) које је увео у медицину DOMAG-НК (1934) и од којих су се њих неколико показали као врло активна хемотерапеутична средства (сулфаниламид, сулфатазол, сулфогванидин, сулфодиазин, сулфопиридин), а синтетизовао их је преко 5000.

У борби против туберкулозе органски синтетички препарати р-аминосалицилна кис (PAS) и хидразид изоникотинске киселине (21) спадају међу најважније лекове ове врсте.

У области антибиотика прилог органске хемије је најпретежнији: изоловање, пречишћавање, одређивање структуре и др. Један од њих, хлоромисетин (22), добивен је и синтетички.¹

Органске синтезе дала је драгоцене експлозиве који су од огромног значаја у доба мира за културни напредак (прокопавање канала, тунела, грађење путева кроз каменити терен, примене у рударству), а да се не говори о њиховој употреби за време рата. Такви су : тринитроглицерин (динамит), гликолднитрат, тетранитроеритрит, нитроцелулоза, тринитротолуол (TNT), тетрит и хексоген (циклонит). (23)

Нови инсектициди који су већ досада учинили огромну услугу човечанству синтетички су производи органске хемије. Такав је DDT који уништава не само биљне штеточине, већ и преносиоце маларије, маларичне комарце, и друге непожељне инсекте (ваши, буве, стенице, муве и сл.), а за човека је безопасан. Сличне су особине и хексахлорциклохексана (гамексана).

Нов производ органске синтезе је антрацид, сигурно средство против тропске мушице це-це. Дејствује профилактично и куративно.

Полазећи од целулозе која се троши у огромним количинама за добивање хартије, производи се читав низ вештачких влакана: вештачка свила (бакарна, вискозна, ацетатна), целулозна вуна, целулоид (индустрија филмова итд). Друга вештачка влакна су дело органске синтезе, напр. најлон (као сировине служе фенол и фурфурол, Каротерс (Carothers), 1935), терилен (из терефталне кис. и етиленгликола). Друга влакна су добивена из природних протеина: ланитал из казеина, а влакна се ојачавају киселином + формалдехидом и др.

Испитујући особине и структуру природног каучука нађене су методе да се добије читав низ вештачких каучука који неким својим особинама превазилазе природни производ.

Нови производи органске хемије су пластичне масе које су нашле најразноврснију примену, и добијају се из различних сировина: фенол и карбамид (бакелит), анилин и формалдехид, акрилна кис. (плекси-стакло), полистирол, поливинил-хлорид, поли-метил-метакрилат, етилен (политен) итд.

Органском синтезом добивене су супстанце код којих су угљеникови атоми делимично или потпуно

замењени силицијумом. Тако полимеризовани производи називају се силикони. Ови производи слични су каучуку с том разликом што су истовремено пластични и еластични, сем тога су отпорни према топлоти. На овај начин створена је нова хемија силицијума.

Ми смо поменули само неке производе органске синтезе, њихову примену и индустрије које су засноване на тим применама, а не треба губити из вида да су велики напреди учињени и у старим индустријама као што је на пр. производња сапуна, штављење коже и др. захваљујући новим открићима у хемији као и научном контролом производње.

За синтезе многих природних производа, многих супстанци, било је често потребно врло много времена, врло много труда и напора. Тако на пр. за објашњење структуре камфора и његову тоталну синтезу било је потребно 50 година. Кинин су изоловали из коре кининова дрвета PELLETIER и CAVENTAU 1820 г., али је прошло више од једног века док његова структура није утврђена тоталном синтезом коју је реализовао амерички хемичар Woodward са својим сарадницима 1944 г. (24). Морфијум (морфин) (25) је открио SERTUNER 1806, а тоталну синтезу извршио је 1951 г. амерички хемичар GATES. Наравно ова синтеза је за сада само од научног интереса и наводи се једино у уџбеницима Органске хемије, јер је израчунато да би синтетички производ, отприлике по 0.065 гр., стајао 20 фунти (око 16 000 динара) према природном производу који стаје 6 d (око 20 динара), дакле природни производ је округло 800 пута јевтинији! Али то не значи да се у догледно време неће реализовати и ова синтеза у индустријским размерама, као што имамо многе примере из скоре прошлости (синтеза глицерина и витамина А).

Садашње сложене синтезе много се брже реализују. Техника синтезе се усавршавала нарочито за време друге половине прошлог века. Први њени успеси били су у добивању већ познатих супстанци (ализарин, фенол, индиго, хинолин), па су убрзаним темпом произвођена нова једињења (етил хлорид, 1804; хлороформ 1831; пикринска кис. 1842; фуксин, 1854) тако да је број нових синтетичких производа у органској хемији растао неслућеном брзином. Садашњи је темпо отприлике 10 000 нових супстанци на годину! Сада се и синтезе сложених супстанци много брже реализују захваљујући: 1⁰ новим методама и средствима којима располажемо - наше оружје у хемиској науци много је савршеније од наших претходника и 2⁰ у области органске хемије, па и органске хемиске синтезе, сваким даном учествује све већи број научних радника широм читавог света. И изгледа да је колективни рад, који је у органској хемији одувек постојао, за брза решења постао сад и једино могућ, дакле заједнички рад у екипама, тимовима. Ово се нарочито манифестовало при изучавању пеницилина. Са енглеске стране учествовали су тимови 18 научних института са енглеских универзитета и фабрика а с америчке стране 21 научни инсти-

¹ Од 50 000 - 60 000 антибиотичних плесни једва је од вредности у антибиотичком погледу која десетина или стотина.

тут фабрика и универзитета дао је своје тимове, дакле у свему 39 таквих тимова. Тако да је проблем добивања у индустријским размерама решен у току од 2 године, и с накнадним студијама о структури требало је у свему седам година.

Органска хемија, у лабораторији као и у фабрици, добила је за последњих тридесетак година неслућени полет. Светска производња главних органских сировина реда је величине милијарду тона на годину за камени угаљ (за 1938 г. било је 1,222 милиона тона), преко 300 милиона тона за нафту (за 1940 309.385 милиона тона) и преко 25 милиона тона за шећер (28 милиона тона за 1940). Производња најважнијих синтетичких једињења креће се у стотинама милиона тона. Као што је поменуто она износи око 200 000 t за боје. Вештачке пластичне масе произведене су само у САД у 1948 години у величини преко 700 000 тона, фабрикације вештачког каучука око 900 000 t у 1945 и синтетичког бензина биле су огромне (у 1944 производња је била преко 6 000 000 t).

Нови напредак органске синтезе оштро је преокренуо однос између алифатичних и ароматичних производа.

У 1925 алифатични производи представљали су 25% по тежини од укупне органске производње и потицали су за 5/6 од врења, а малим делом од дрвета, угља, нафте. У 1945 год. алифатична једињења

представљала су 65% и половина од тога добивала се из нафте, а само 1/4 од производа врења, и ништа мање из угља.

Синтезе полазећи од ацетилена играју главну улогу у овој еволуцији захваљујући значајном развојку хетерогене катализе. Светска производња CaC_2 износи неколико милиона тона на годину, од тога више од половине иде на производњу ацетилена који служи за органске хемиске синтезе као што су алдехид, сирћетна кис., хлоровани растварачи, многобројне пластичне масе и неки вештачки каучуци.

Неслућени је напредак органске синтезе извршен у области фармацеутичких производа и мириса. Главни витамини сада се добивају парцијалним или чак тоталним синтезама чија се производња креће у стотинама тона годишње витамина С и D, па чак и у хиљадама.

Из ових кратких излагања се види колико је домен органске хемије велики и колико је органска хемиска синтеза у својим могућностима неограничена. С правом је речено да "хемија ствара свој предмет".

Ако бисмо задржали стару арабљанску поделу природе на три царства: биљно, животињско и минерално, онда бисмо могли додати још и једно четврто: царство хемиске синтезе будући да хемија данас заузима централни положај међу природним наукама јер она не само проучава природне појаве, већ и ствара оно чега у природи нема. -



БЕЛЕШКЕ

НУКЛЕАРНА ЕРА И ЗДРАВЉЕ ЧОВЕКА

Књига: РАДИЈАЦИЈА И ЗДРАВЉЕ

Аутори: Стеван Марковић и Рајко Спаић.

Издавач: Друштво за биомедицинско инжењерство и медицинску физику СР Југославије, Београд 2001. Стр. 292.

Човекова врста се од свога постанка купа у невидљивом продорном зрачењу које доспева из дубина космоса и са тла планете на којој живи. На жалост, протеклих пола столећа атомске ере наше цивилизације учинило је да се количина радиоактивних извора које је човек произвео својим нуклеарним програмима приближава оној коју је планета Земља наследила својим рођењем. Тако се ремети равнотежа која је у природи постојала око пет милијарди година и рађају околности које угрожавају здравље људи. Стравичне здравствене последице примене нуклеарног оружја у прошлости која је за нама, и могуће у времену пред нама, повремено су присутне у јавности. Ово важи и за акциденте у нуклеарним инсталацијама или при свакодневной употреби радиоактивних изотопа и зрачења у науци, привреди и здравству. Зато и није чудно да обилна популарна и стручна литература данас говори о утицају радијација на здравље.

По своме приступу овој темици књига Марковића и Спаића јединствена је у нашој стручној литератури. Ауто-

ри успешно дају прегледну општу слику о изворима зрачења и методама мерења. Дат је увид у дејство јонизујућег зрачења на нивоу људске ћелије и људског организма. Радијациони акцидент се свестрано разматра, од врсте излагања зрачењу до поступака интервенције током акцидента и деконтаминације. Врло су корисни детаљи о организацији активности на уклањању последица нуклеарног акцидента. Импресионирају специфичне - врло актуелне - информације као, примера ради, оне под заједничким насловом Уранијум, где налазимо корисне чињенице о штетном деловању на људски организам природног и осиромашеног уранијума, као и лечењу уранијумске контаминације. Врло су корисни Прилози са информацијама о радионуклидима.

Стил казивања и техничка опрема текста су веома успели. Чини се само да би корисницима били од помоћи један детаљнији Индекс и нешто обилније и прецизније цитирана Литература од ових који су дати.

Књига РАДИЈАЦИЈА И ЗДРАВЉЕ је мала енциклопедија, драгоцено штиво не само за стручњаке у медицинској примени радијација него и хемичаре, као и све оне који у свакодневним активностима имају посла са зрачењем.

Иван Драганић



ВЕСТИ из ШКОЛА ВЕСТИ за ШКОЛЕ

ВЕРА МУЖДЕКА, надзорник за хемију, Одељење Министарства просвете, Крагујевац, (mmuzdeka@ptt.yu)

СЦЕНАРИО ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ЧАСА ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА

Драге колеге, наставници у основној школи, пред вама је замисао на основу које можете реализовати једну јако важну наставну јединицу - Периодни систем елемената по Менделејеву. Цео концепт заснован је на пројекту Активно учење/настава (АУН), и то на оном његовом делу који је посвећен настави хемије. Наставници који су до сада учествовали у раду пројекта АУН неће имати проблем са држањем оваквог часа. Међутим, волели бисмо да и они међу вама, који до сада нису имали искуства у радионичарском раду, своју прву радионицу сprovedу на начин како је овим сценаријом предвиђено.

Р.М.Јанков

Наставни предмет: хемија

Разред: VII

Наставна јединица: Периодни систем елемената

Тип часа: обрада новог градива

Циљ:

- Да ученици разумеју на који су начин хемијски елементи распоређени у ПСЕ, да схвате зашто сваки елемент има своје место у том систему и шта одређује његово место.
- Подстицање ученика да увиде везе између елемената и да на основу њих закључују о местима елемената у периодном систему.
- Довођење ученика у позицију да самостално направе табелу елемената према упутству.
- Заједнички рад ученика на решавању конкретних задатака.

Материјал потребан за час:

Пано са фотографијама Менделејева (школе, универзитета, музеја, споменика, итд.), које наставник сам припрема из разних извора. Таблица Периодног система елемената. "Писмо" Менделејева (фотокопирајте га из овог броја XII, по једну фотокопију за сваку групу). Картице са симболима елемената (фотокопирајте их из овог броја XII). Материјал за поделу ученика на групе (по 6 картица са симболом сваког од следећих елемената: H, S, O, C, N и P које наставник прави сам).

Ток часа:

Активност 1. Сваки ученик извуче картицу на којој је написан хемијски симбол једног од елемената који су се на претходним часовима хемије најчешће помињали (водоник, кисеоник, азот, угљеник, сумпор и фосфор), тако да се формира пет или шест група, од по пет или шест ученика. (Мада је формирање група једносаван задатак за наставника, подела ученика дејалније је објашњена зато што се зружни облик рада мало примењује у настави хемије; овај облик рада карактеристичан је за извођење вежби, премда се ни код њих не користи увек.) Кратко се, у разговору са ученицима, понови градиво које је претходно обрађено, тако што свака група каже како се зове елемент који је означен тим симболом, како је изведен одговарајући симбол елемента, шта су елементи и колико их је до данас познато. Наставник може да каже ђацима да се тај број повећава открићем нових елемената.

Активност 2. Наставник кратко упознаје ученике са историјом и значајем класификације елемената спомињући име научника који се за њу везује. Саопштава да је данашњи задатак одељења да покуша да разуме КАКО је то Менделејев урадио и шта је при тој класификацији открио.

Активност 3. Наставник даје инструкције ученицима о томе шта се ради у централном делу часа. Инструкција би требало да гласи: «Све групе ће добити по један коверат са материјалом; нека свака група пажљиво прочита текст - писмо у коме Менделејев пише свом пријатељу и колеги, познатом композитору (и мање познатом као хемичару) Бородинову, како је уређивао тада познате елементе и како је при томе добио табелу; потом у групи продискутујте шта сте прочитали и уколико је потребно, помоћ у разјашњавању нејасноћа потражите од наставника; после ишчитавања текста из коверта извадите све картице на којима су исписани симболи елемената; од тих картица покушајте да направите табелу класификујући елементе на начин на који је то Менделејев урадио.

Активност 4. Ученици решавају задатке према упутству. За то време наставник обилази све групе пратећи рад ученика. За ову активност ученика предвиђено је 30 минута

<p>Фосфор</p> <p>P</p> <p>30,97 неметал валенца 3 валенца 5</p>	<p>Сумпор</p> <p>S</p> <p>32,06 неметал валенца 2 валенца 4 и валенца 6</p>	<p>Хлор</p> <p>Cl</p> <p>35,45 неметал валенца 1</p>
<p>Аргон</p> <p>Ar</p> <p>39,95 племенити гас валенца 0</p>	<p>Калијум</p> <p>K</p> <p>39,10 метал валенца 1</p>	<p>Калцијум</p> <p>Ca</p> <p>40,08 метал валенца 2</p>
<p>Германијум</p> <p>Ge</p> <p>72,59 на прелазу од метала ка неметалима валенца 4</p>	<p>Арсен</p> <p>As</p> <p>74,92 на прелазу од метала ка неметалима валенца 3 и валенца 5</p>	<p>Селен</p> <p>Se</p> <p>78,96 на прелазу од метала ка неметалима, валенца 2 валенца 4 и валенца 6</p>
<p>Бром</p> <p>Br</p> <p>79.90 неметал валенца 1</p>	<p>Криптон</p> <p>Kr</p> <p>83,80 племенити гас валенца 0</p>	<p>Фотокопирајте ове две странице и исеците копије по линијама! Комплет садржи 23 картице.</p>

<p>Литијум</p> <p>Li</p> <p>6,941 метал</p> <p>валенца 1</p>	<p>Берилијум</p> <p>Be</p> <p>9,012 метал</p> <p>валенца 2</p>	<p>Бор</p> <p>B</p> <p>10,81 на прелазу од метала ка неметалима валенца 3</p>
<p>Угљеник</p> <p>C</p> <p>12,01 неметал</p> <p>валенца 4</p>	<p>Азот</p> <p>N</p> <p>14,01 неметал</p> <p>валенца 3</p>	<p>Кисеоник</p> <p>O</p> <p>16,00 неметал</p> <p>валенца 2</p>
<p>Флуор</p> <p>F</p> <p>19,00 неметал</p> <p>валенца 1</p>	<p>Неон</p> <p>Ne</p> <p>20,18 племенити гас</p> <p>валенца 0</p>	<p>Натријум</p> <p>Na</p> <p>22,99 метал</p> <p>валенца 1</p>
<p>Магнезијум</p> <p>Mg</p> <p>24,31 метал</p> <p>валенца 2</p>	<p>Алуминијум</p> <p>Al</p> <p>26,98 метал</p> <p>валенца 3</p>	<p>Силицијум</p> <p>Si</p> <p>28,09 на прелазу од метала ка неметалима валенца 4</p>

Овај уоквирени текст преузет је из Мале просветине енциклопедије



БОРОДИН Александар Порфиријевич (1833–1887), руски композитор, припадник руске музичке групе „Велика петорица“; познат и као хемичар. Компонувао под утицајем руског и источњачког фолклора у романтичарском стилу; утемељио руску симфонију и камерну музику. Гл. дела: опера *Кнез Игор*, Симфонија бр. 2 („*Бојаширска симфонија*“), симфонијска слика *У средњој Азији* и др.

* * * Драги Александре Порфиријевичу,

након повратка из Немачке у Петербург, почео сам интензивно да радим на сређивању хемијских елемената. Мислим да је атомска тежина (атомска маса) веома важна особина сваког елемента.

Почео сам да радим тако што сам припремио картице, и на свакој картици уписао сам симбол једног елемента. Поред симбола уписао сам атомску масу тог елемента и његове познате особине као што су метални, односно неметални карактер, валенца и друге. Затим сам све картице (елементе) поређао у дугачки, хоризонтални, ред према растућим атомским масама (атомским тежинама), полазећи од најмањих. При томе сам запазио да се у овом реду појављују елементи који имају сличне физичке и хемијске особине.

Појављивање сличних елемената понављало се у тачно одређеним размацима (периодично). Тако, на пример, тачка топљења, тачка кључања, електропроводљивост периодично су се мењале са порастом атомске масе.

Запажа се, такође, периодичност и у хемијским особинама елемената. На пример, валенца (то је "основна особина елемента") правилно се мења (прво расте, па опада), а исто тако се периодично мења метални, односно неметални карактер елемената и друге особине.

Зато сам, из тог дугачког реда, издвајао поједине елементе и стављао их испод елемената са којим имају сличне особине. На пример, прекинут је ред после осмог елемента и натријум је постаљен испод литијума, коме је врло сродан. Кад се и остали елементи поређају према порасту атомских маса, а водећи рачуна о периодичном понављању сличних особина, добиће се хоризонтални редови (периоде) и вертикални редови (групе) у којима се налазе слични хемијски елементи.

На тај начин настала је таблица у којој сваки елеменат има своје утврђено место, и сви су елементи распоређени у хоризонталне редове и вертикалне групе. У хоризонталне редове сврстани су елементи по растућим атомским масама, а у вертикалним редовима налазе се слични елементи.

Кад сам поређао елементе према њиховим растућим атомским масама, постало је очигледно да постоји узајамна зависност између особина елемената и њихових атомских маса. Ову зависност (правилност) називам Периодни закон.

Драги пријатељу, коначно сам све завршио 1. марта. Сада имам неколико дана да се одморим, а затим да свој рад саопштим на заседању Руског хемијског друштва, 6. марта ове, 1869. године.

Срдечно Те поздрављам,

Дмитриј Иванович Менделјејев

Активност 5. Извештавање ученичких група. Свака група на табли, уз коментар, приказује своју табелу. Извештавање група траје 15 минута.

Активност 6. Кратко упоређивање изложених табела (до 5 минута). Коментарише се «празно место» у ПСЕ.

Активност 7. Упоређивање ученичких радова са таблицом Периодног система елемената. Ученици уочавају грешке у својим табелама и исправљају их уз њихово образложење (до 15 минута).

Активност 8. Наставник затим тражи од ученика да дефинишу сам појам система и да се присете

где су се у досадашњем школовању сусрели са њим. Наводи ученике да се присете, на пример, Сунчевог система, помаже им да објасне зашто је то систем (свака планета има одређено место; аналогија са ПСЕ у коме сваки елемент има само једно своје место у њему и сл.). Час се завршава давањем задатка ученицима да формулишу Периодни закон у једној реченици. Уочавање положаја елемената. Наставник усмерава ученике да јасно истакну значај, периодичног понављања сличних својства елемената и самостално дефинишу Периодни закон (до 15 минута).



ВЕСТИ ИЗ СХД

Настављајући акцију «чисти рачуна» са научних скупова које организује СХД, доносимо списак радова који су прихваћени, штампани у Књизи извода а нису саопштени на IV југословенском симпозијуму “Хемија и заштитна животне средине” у Зрењанину од 23-26. септембра 2001. године. Овај списак броји чак 44 саопштења на којима се аутори нису јојавили није су организаторима благовремено јавили разлоге свој недоласка!

1. **Б. Петровић, М. Тодоровић, Д. Манојловић:** ЕМИСИЈА АЗОТОВИХ ЈЕДИЊЕЊА ИЗ ПОТОПЉЕНОГ ЗЕМЉИШТА, стр. 94
2. **Д. Мариновић, Б. С. Радовановић:** УТИЦАЈ ДОДАТОГ ОРГАНОХЛОРОНОГ ИНСЕКТИЦИДА И ХЛОРА НА КВАЛИТЕТ ДЕСТИЛАТЕ, РЕДЕСТИЛАТЕ И ДЕЈОНИЗОВАНЕ ВОДЕ, стр. 109
3. **С. Vabeanu, D. Pora:** CHEMICAL AND BIOCHEMICAL STUDIES CONCERNING THE STATE OF DEGRADED SOIL BY THE MINING EXPLOITATIONS, стр. 115
4. **Н. Петровић, А. Голоб-Мишић, Н. Милошевић:** ОДРЕЂИВАЊЕ ОЛОВА ИЗ ВАЗДУХА, ПОРЕКЛОМ ИЗ САОБРАЂАЈА МЕТОДОМ АТОМСКЕ АПСОРПЦИОНЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЈЕ СА ГРАФИТНОМ ПЕЊИ, стр. 127
5. **Б. Стојановић, Л. Н. Јовановић:** МОНИТОРИНГ ЕМИСИЈА CO, NO_x И SO₂ У ТЕРМОЕЛЕКТРАНИ “УГЉЕВИК”, стр. 142
6. **Р. Лековски, М. Миљковић, М. Николић:** МОНИТОРИНГ СИСТЕМ ЗА ОТКРИВАЊЕ УТИЦАЈА РУДНИКА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ У ЦЕРОВУ И ВЕЛИКОМ КРИВЕЉУ, стр. 145
7. **З. Стојановић, М. Ступар, В. Дудић, М. Томашевић:** САДРЖАЈ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА У РИБЉЕМ БРАШНУ, стр. 169

8. **В. Мановић, Б. Грубор, С. Ока:** ТРАНСФОРМАЦИЈЕ СУМПОРА ТОКОМ ДЕВОЛАТИЛИЗАЦИЈЕ УГЉА, стр. 217
9. **М. Мићић, Д. Марковић, А. Стаматовић, П. Полић, R. M. Leblanc:** НОСИОЦИ СУМПОРА У ТРОПОСФЕРИ БЕОГРАДА, стр. 220
10. **В. Мановић, Б. Грубор, Б. Јованчићевић:** СПЕЦИФИЧНОСТИ САООДСУМПОВАЊА УГЉА КОЛУБАРА, стр. 223
11. **К. Ђоковић, Н. Шушић:** УТИЦАЈ КЛИЗИШТА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ ПОДРУЧЈА БЕОГРАДА, стр. 247
12. **Б. И. Огњановић, Р. В. Жикић, А. Ш. Штајн, С. З. Павловић, З. С. Саичић, С. Д. Малетић, В. М. Петровић:** ПРОМЕНЕ ХЕМАТОЛОШКИХ И МЕТАБОЛИЧКИХ ПАРАМЕТАРА У КРВИ ПАЦОВА ИЗАЗВАНЕ АКУТНИМ ТРЕТМАНОМ КАДМИЈУМОМ (Cd), стр. 259
13. **Н. Милошевић, М. Говедарица, М. Јарак:** УТИЦАЈ НИКЛА НА ОПШТУ БИОГЕНОСТ ЗЕМЉИШТА, стр. 271
14. **С. Горјановић, А. Цветковић, Д. Сужњевић, Ј. Хранисављевић, Д. Вучелић:** TWO HIGHLY LI-GANDED PROTEINS FROM BREWER'S BARLEY GRAIN BINDS SOME TOXIC CATIONS, стр. 274
15. **С. Остојић, М. Кићановић, М. Бељански:** ИСПИТИВАЊЕ ИНТЕРАКЦИЈЕ ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНСКЕ КИСЕЛИНЕ СА ОЛОВОМ МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦИЈАЛНЕ СКАНИРАЈУЋЕ КАЛОРИМЕТРИЈЕ, стр. 277
16. **В. Бојанић, М. Радевић, Р. Грујић, Д. Микавица, Н. Савић:** ХЕМИЈСКА И БИОЛОШКА ВАЛОРИЗАЦИЈА ВОДЕНОГ ЕКОСИСТЕМА РИБЊАКАБАРДАЧА, стр. 292
17. **С. Ђурић, М. Говедарица, М. Јарак, Б. Константиновић:** УТИЦАЈ ПРИМЕНЕ ХЕРБИЦИДА

- НА БАЗИ СУЛФОНИЛУРЕЕ НА БРОЈНОСТ И ЕНЗИМАТСКУ АКТИВНОСТ МИКРООРГАНИЗАМА У РИЗОСФЕРИ КУКУРУЗА, стр. 307
18. **М. Говедарица, Н. Милошевић, С. Ђурић, Б. Константиновић, Д. Милошев:** ДЕЛОВАЊЕ ХЕРБИЦИДА НА МИКРОБИОЛОШКУ АКТИВНОСТ У ЗЕМЉИШТУ ПОД УСЕВОМ СУНЦОКРЕТА, стр. 310
 19. **Д. Николић, Љ. Трифуновић-Бабинцев, Љ. Ђокић-Лисенко, Р. Биочанин:** УТИЦАЈ КАРАКТЕРИСТИКЕ ГАСА И ГЕОМЕТРИЈЕ ФИЛТЕРА НА СОРПЦИЈУ И ПАД ПРИТИСКА, стр. 325
 20. **Д. Даничиш, М. Крسمановић, А. Вујовић:** СТАЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ГОРЊЕГ МИЛАНОВЦА, стр. 334
 21. **М. Станисављевић, В. Стојановић, В. Томић, С. Станисављевић:** АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ РАДА ЦЕНТРАЛНОГ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ОТПАДНИХ ВОДА ГРАДА ДИМИТРОВГРАДА, стр. 352
 22. **Н. З. Благојевић, Р. М. Зејниловић, Р. Васиљевић, И. Николић:** ХЕМИЈСКИ ТРЕТМАН ТЕЧНЕ ФАЗЕ БАЗЕНА “А” ФАБРИКЕ ГЛИНИЦЕ-ПОДГОРИЦА, стр. 355
 23. **И. Крстић, М. Станисављевић:** СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ПРЕДЛОГ ТРЕТМАНА ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ГАЛВАНИЗАЦИЈЕ, стр. 359
 24. **М. Станисављевић, И. Крстић:** ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКИ СИСТЕМИ ПРЕЧИШЋАВАЊА ГАЛВАНСКИХ ОТПАДНИХ ВОДА КАО МОГУЋНОСТ ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГИЈА, стр. 361
 25. **Д. Вуковић, И. Брчески, П. Андрић:** БАКТЕРИЦИДНО ДЕЈСТВО СРЕБРО (I) – ЈОНА КОД ПОВРШИНСКИХ ВОДА, стр. 364
 26. **В. Марковић, А. Јовановић, Ј. Лемић, М. Томашевић-Чановић:** ЕФИКАСНОСТ АДСОРПЦИЈЕ ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА НА ОРГАНОЗОЛИТУ И ОРГАНОБЕНТОНИТУ, стр. 367
 27. **В. Симић, Д. Симић:** НЕМЕТАЛИЧНЕ МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ У КОМПЛЕКСНОМ КОНЦЕПТУ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, стр. 382
 28. **В. Бојанић, С. Јовановић, Ј. Јовановић:** ПРИМЈЕНА КАЛЕМЉЕНИХ КОПОЛИМЕРА ЛИГНИНА ЗА СЕЛЕКТИВНУ СОРПЦИЈУ ЗЛАТА И ПАЛАДИЈУМА, стр. 388
 29. **Ж. Топић, В. Бојанић, П. Милетић, З. Кукрић:** ИЗДВАЈАЊЕ РАСТВОРЕНОГ ЗЛАТА ИЗ “СТРИПЕРА” ТАЛОЖНОМ МЕТОДОМ, стр. 391
 30. **Љ. Обрадовић, Ж. Милојевић, Г. Богдановић:** ТЕХНИЧКО – ТЕХНОЛОШКИ АСПЕКТИ ПРОШИРЕЊА ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА РТХ БОР СА ПОСЕБНИМ ОСВЕТЛОМ НА ЕКОЛОГИЈУ, стр. 394
 31. **Б. Аднађевић, З. Јовановић:** УТИЦАЈ ТЕМПЕРАТУРЕ НА КАТАЛИТИЧКУ КОНВЕРЗИЈУ ГАСОВА СА БАКЉЕ, стр. 397
 32. **К. Ђоковић, Н. Шушић:** МЕТОДОЛОГИЈА ГЕОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА ЗА ПОТРЕБЕ ИЗГРАДЊЕ САНИТАРНИХ ДЕПОНИЈА, стр. 410.
 33. **С. Mandravel, V. Chiosa:** TEACHING OF FUNDAMENTAL AND OPTIONAL COURSES AT THE CHEMISTRY OF ENVIRONMENT SECTION OF BUCHAREST UNIVERSITY, стр. 449
 34. **Ј. Јовановић, В. Радошевић:** ПРЕДАВАЊЕ ЕКОЛОШКОГ МЕНАџМЕНТА НА УНИВЕРЗИТЕТУ “БК”, стр. 455
 35. **Д. Б. Поповић:** ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ УСЛОВА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, стр. 458
 36. **Ј. Јовановић, М. Шилобад:** УВОЂЕЊЕ СИСТЕМА СТАНДАРДА ISO 14000 У СРБИЈИ, стр. 467
 37. **В. Ђукић:** СИСТЕМАТИЧНО ОДРЖАВАЊЕ – ЕКО ЕФИКАСНОСТ, стр. 470
 38. **В. Ђукић:** РАТНИ ОТПАД И УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ, стр. 473
 39. **В. Јолчић:** ПРАВНА СТРАНА ПРОБЛЕМА ЗАГАЂЕЊА ЕФЕКТИМА РАТНИХ ДЕЈСТАВА, стр. 479
 40. **М. Богдановић:** ХЕМИЈСКИ АКЦИДЕНТИ, РАТНА ДЕЈСТВА И ЗАГАЂИВАЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, стр. 502
 41. **Ж. Гокић-Живановић:** ПОВЕЋАЊЕ ЕМИСИЈЕ SO₂ УСЛЕД НЕМОГУЋНОСТИ РАДА ФАБРИКА H₂SO₄ У ТИР-У У БОРУ, стр. 508
 42. **С. Милошевић, Ј. Милошевић:** EFFECTS OF UV-B RADIATION ON THE TOTAL QUANTITY OF PROTEINS, CHLOROPHYLLS, AND CAROTENOIDS IN SOYA PLANTS, стр. 511
 43. **Ј. Анђић:** ОДРЕЂИВАЊЕ КОЛИЧИНЕ ВИТАМИНА Ц У ЈАБУЦИ, НАРАНѢЦИ, КРОМПИРУ И ПАПРИЦИ, стр. 523
 44. **С. Ђулибрк:** РАДИОАКТИВНОСТ ВРШЦА, стр. 541