

У сарадњи можете да измерите себе

Као средњошколка маштала сам о ликовној академији, и видела себе као сликарку. Али и у науци има много ликовног аспекта – на пример спектри, слике са електронског микроскопа, молекулске структуре, каже Гордана Бирић Марјановић

ИНТЕРВЈУ

Каја Панчић Миленковић

Профанка по рођењу, др Гордана Бирић Марјановић, редовни професор Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду, налази се на листи светске научне елите престижног Станфорд универзитета.

Вишегодишњим истраживањем, по врло сложеној методологији која вреднује свеукупни научни рад и постигнућа, свих живих и преминулих научника, откада се рад прати кроз публикавање, цитираност, ауторство и коауторство у публикацијама, обухваћено је 160.000 научника, што чини око два одсто од близу 8.000.000 активних научника у свету.

Проф. др Гордана Бирић Марјановић је међу 49 ранжираних научника из Србије заузела осмо место, а на светској листи научне елите од 160.000 истраживача проф. Бирић Марјановић налази се на 95.909. месту, које је сврстава у 1,5 одсто светске научне елите.

Са проф. др Горданом Бирић Марјановић разговарамо о њеном опредељењу за физичку хемију и

разумева синтезе нових материјала, њихову карактеризацију различитим инструменталним техникама (спектроскопским, електрохемијским, микроскопским, итд) и испитивање могућности њихови примена. Током 30 година мог научног рада на Факултету за физичку хемију било је тешких периода, када није било средстава за поправку и враћање у функцију инструмената, када смо о набавци нових инструмената могли само да сањамо. Тада је било битно успостављати и одржавати сарадњу са колегама из иностранства, којима смо слали узорке на поједина софицистирана мерења и успевали да одржимо корак са светским трендовима у науци о материјалима. У новије време ситуација је много боља, Факултет за физичку хемију је сопственим средствима и средствима са међународних и домаћих пројеката обезбедио модерну опрему и успева да је одржава.

У периоду од 2013. до 2020. године били сте руководилац или реализатор више међународних пројеката који су се темељили на сарадњи Факултета за физичку хемију са сродним факултетима из Швајцарске, Чешке, Словачке, Немачке. Колико је учешће у тим пројектима допринело стицању вашег међународног реномеа?

Међународна сарадња, кроз формалне научноистраживачке пројекте, а и без пројеката је мени увек била и јесте веома важна. Она јесте допринела значајно стицању мог међународног реномеа, али је можда и значајније то што сам много научила од колега

је како почне комуникација (наизглед случајно), и како се затим, често, развије тако да су резултати много бољи од првобитно очекиваног. Наравно, ако много радите.

Која сте још драгоцену искуства стекли током тих сарадњи и учешћа на међународним научним скуповима?

Свака сарадња има своје специфичности и драгоцености. Између осталог, можете да схватите и где је неко ваше место у тој заједници. Посебно ме радује када се нека полазна идеја (нпр. на којој се базира заједнички пројекат) успешно заједничким сна-



Гордана Бирић Марјановић Фото лична архива

гама и радом тимова реализује. Тако на пример, кроз сарадњу и пројекат *Scopes 2014-2018* са ЕТН Цирих, којим је руководио проф. Петер Валде, унели смо област ензиматски катализованих полимеризација ароматичних амина на факултет. Са друге

композици (синтеза, структура, својства и примена).

Шта посебно окупира вашу истраживачку пажњу у оквиру ужег интересовања?

Релација *синтеза-структура-својства-перформансе у применама* поменутих типова материјала. Годинама посебно ме интересују синтеза, структура, физикохемијска својства и примене *наноструктура* електропроводних полимера и угљеничних материјала изведених из ових полимера, као и њихових композиција са разним материјалима (зеолитима, оксидима, полиоксометалатима). Поменути материјали имају велике могућности примена. На Факултету за физичку хемију у сарадњи већег броја истраживача врше се испитивања применљивости ових нових материјала у конверзији енергије (електрокаталитори за горивне ћелије), складиштењу енергије (суперкондензатори), за адсорпцију/уклањање полутаната (нпр. пестицида) из водених система, у електроаналитици, итд.

Колико су истраживачка интересовања условљена постојећим условима?

Експериментални рад у природним наукама захтева значајна средства, за набавку материјала и научноистраживачке опреме, као и за одржавање и поправку опреме. На пример, само ласер за Раман спектрометар (који је један од потрошних делова, чија снага опада са временом, а тиме је ограничен и његов радни век) кошта око 20 хиљада евра.

за многе друге пројекте. Разлог је вероватно био недовољна способност у раду предузећа ЈПГ, које је тада било задужено да спроведе набавке опреме. Сигурна сам да би научни резултати Србије генерално били бољи када би издвајања за науку била већа.

Да ли је неко од ваших школских наставника побудио интересовање за хемију или је једноставно љубав према њој самоникла?

Уписала сам физичку хемију зато што ми је на ту област скренуо пажњу мој цењени професор у пиротској гимназији Миодраг Стојадиновић, и сам физикохемичар. Објаснио ми је да је то повезано са *ајџомисцијом*, и то ми се веома допало, иако нисам много знала тада о физичкој хемији. Допало ми се и што се тих година овај факултет могао уписати само са просеком из средње школе (који је у мом случају био 5,0) без пријемног испита – необично за мене, ишла сам у том случају линијом мањег отпора. Иначе, као средњошколка маштала сам о ликовној академији, и видела себе као сликарку, али ми је полагање пријемног на том факултету који прима десетак студената, из перспективе девојке из провинције која аматерски слика само за себе, тада изгледало оствариво исто као путовање на другу планету. Међутим, избор је био прави, љубав према физичкој хемији је никла већ на првој години студија. Ништа у животу није случајно, па ни тај мој избор професије. У науци има много ликовног аспекта – на пример спектри, слике са електронског микроскопа, молекулске структуре.

Када сте постали свесни да је бављење науком ваш избор и судбина?

На првој години студија Физичке хемије. Заронивши у те дебеле књиге и формуле.

дисциплинарној науци, ширим и ужим интересовањима, почецима школовања у Пироту, интересовању за природне науке.

Нашли сте се у елитном друштву колега научника чије земље издвајају значајне суме новца за развој науке. Значи ли то да сте овде, у Србији, више били окренути теоријским истраживањима, или је факултет на коме радите успевао да обезбеди средства?

Мој научноистраживачки рад је у највећој мери експериментални и под-

(од начина поставке и решавања научног проблема, експерименталног рада, до начина презентовања научних резултата, одговора рецензентима, итд.). То ми је значило и у личном развоју и сазревању, као и мојим млађим сарадницима који су били укључени у те сарадње и добили могућност да бораве неко време у тим страним лабораторијама. Такође веома је значајно за развој области истраживања којом се бавите да сарађујете и размењујете искуства са другим групама из света које раде на сличној проблематици. То је ланчана реакција, та интеракција научника. Интересантно

стране, специфичну карактеризацију ових система *in situ*, Раман спектроскопијом смо на Факултету за физичку хемију у Београду по први пут тада развили и успешно примењивали на различите полимеризационе системе, што је било корисно за тим из Швајцарске (као и за нас, наравно).

Шта је шире, а шта уже поље вашег научног интересовања?

Шире поље мог научног интересовања је физичка хемија материјала, а уже поље су електропроводни и редокс активни полимери и олигомери, угљенични материјали и њихови

Сусрећете ли се с ограничењима недостатка боље опреме лабораторија, недостатком материјала за рад у њима или могу симулације да понуде решења?

Симулације су веома корисне али нису и не могу бити замена за експерименте у лабораторијским условима. Да, сусрела сам се са недостатком средстава, пре свега за опрему. На пример, инфрацрвени спектрометар и друга опрема која је била одобрена пројекту којим сам руководила, финансираном од Министарства науке у пројектном циклусу 2011–2019, никада нам није испоручена као ни друга опрема

Имате ли других интересовања?

Гајење биљака (башта на тераси). Удомљавање паса. Алтернативне методе лечења. Психологија. Музику слушам као лековито средство (посао декана који обављам последњих пет година је врло стресан). Имам изгледа и неки пиротски ген за ћилимарство, волим ткање, плетење, хеклање и шивење (бака по оцу је била кројачица, плетем и хеклам од своје пете године), али не стижем. Ваљда ћу некад у будућности моћи да одвојим време и одем на курс код неке од пиротских ткаља, то ми је неостварена жеља. ☞

Оповргљивост научних теорија

Према Поперовом мишљењу, теорија коју ниједан замислив догађај не може да побије јесте ненаучна. Неоповргљивост неке теорије није врлина већ мана. Попер наводи астрологију као пример неоповргљиве теорије, а самим тим и ненаучне

НАУКА И ПСЕУДОНауКА

Дамјан Крстијајић

Да ли сте почетком кризе са вирусом корона, хтели не хтели, били избомбардовани разним теоријама која објашњавају шта се дешава? Ја јесам. Како међу њима да разликујемо оне које су научне од оних које изгледају као да јесу, а нису? Моја прва реакција је потрага за независном верификацијом. Међутим, како данас у науци имамо проблем да слабо ко проверава резултат другог, а под проверавањем подразумевам много више од пуког прегледања нечијег научног чланка, нажалост, мале су шансе да ћемо наћи независну верификацију. Како се снаћи у новонасталој ситуацији? Пре могућег одговора

на ово питање, мислим да се вреди подсетити флогистонске теорије.

Она се базира на претпоставци да запаљива тела имају у себи флогистон, а незапаљива не. Флогистон је посебна материја која се ослобађа током горења. Процес горења се назива дефлогистонизација и тада флогистон одлази у ваздух. Зашто сам ваздух онда није запаљив? Због биљака у околини. Оне га упијају и зато су све биљке мање или више запаљиве. Добро, а шта ако свећа која гори поклопимо са неком посудом? Свећа ће наравно да престане да гори јер је концентрација флогистона у ваздуху испод поклопца толика да флогистон из свеће нема где да оде. Све има објашњење и изгледа логично.

Једини проблем за ову теорију, која је била водећа у науци 100 година, јесте што научници нису успевали да издвоје флогистон. Све до 1766. године када је Хенри Кавендиш енглески филозоф и научник, направио експеримент са којим је издвојио флогистон. Неколико година касније је Џозеф Пристли, енглески проsvетитељ и научник, пронашао дефлогистован ваздух, а Антоан Лавоазје је искористио Пристлијев експеримент да обори флогистонску теорију са својом теоријом сагоревања. Кавендиш наравно није пронашао флогистон већ елемент који је Лавоазје назвао водоник, док је Пристлијев дефлогистован ваздух Лавоазје преименовао у кисеоник. Некима флогистонска теорија сада може изгледати смешна, али сви водећи умови крајем 17. и почетком 18. века су били уверени у њу. Било је само питање ко ће први да из-

двоји флогистон. Предлажем заинтересованима да пробају да оповргну флогистонску теорију и схватиће какав је генијалац био Лавоазје.

Зашто је ова лекција из историје науке, по мени, битна? То што нека теорија добро објашњава дешавања у околини и изгледа нам логично, уопште не мора да значи да је она и тачна.

Астрологија и неке теорије из психологије, а не флогистонска, нагале су Карла Попера, британско-аустријског филозофа 20. века, да се бави проблемом када нека теорија може да се сматра научном. Овде поједностављено износим његово виђење, јер мислим да нам може бити од помоћи.

Попер је желео да направи разлику између науке и псеудонауке, знајући добро да наука често грешти, као и да псеудонаука може да се спотакне о истину. Према Поперовом мишљењу, критеријум научног статуса неке теорије може да се мери могућношћу њеног оповргавања. Лако ћемо чути примере потврде неке теорије од њених заступника, али то није права потврда теорије.

Свака права провера теорије је покушај да се она оповргне. Битно је да постоје експерименти који би могли да је побију. Као добар пример, Попер истиче важност Едингтоновог посматрања помрачења које је 1919. године пружио прву важну потврду Ајнштајнове теорије гравитације.

Свака добра научна теорија забрањује дешавање извесних ствари, и не само то, што више забрањује, она је самим тим и боља. Дакле, ако на пример имамо две теорије А и Б, где А тврди да било која два тела која су подложна само

сили гравитације, падају са истим убрзањем без обзира на масу, док Б уз то даје и тачну вредност убрзања. Обе теорије су тачне, али Б је боље дефинисана, Поперовим речником она више забрањује, и самим тим је боља.

Према Поперовом мишљењу, теорија коју ниједан замислив догађај не може да побије јесте ненаучна. Неоповргљивост неке теорије није врлина већ мана. Попер наводи астрологију као пример неоповргљиве теорије, а самим тим и ненаучне.

Важно је нагласити да нема општеприхваћеног правила кад за неку теорију можемо да кажемо да је научна, а кад није. Примера ради, Америчко удружење за напредак науке је дало следећу дефиницију:

Научна теорија је добро појасњено објашњење неких аспеката природног света, засновано на низу чињеница које су више јушта појављене по смајтрањем и експериментима. Такве теорије, појасњене чињеницама, нису „најтањања“, већ поуздани прикази стварног света.

У овој дефиницији ми се свиђа то што се теорија сматра научном само ако је више пута потврђена. Међутим, шта да радимо са теоријама које још нису стигле да буду независно потврђене? Мишљења сам да нам тада Поперов критеријум оповргљивости може бити од помоћи.

Борба против псеудонауке, према мом мишљењу, не своди се на беспоговорно прихватање данашњих научних теорија већ на учење оповргљивости научних теорија. Сетимо се флогистона. ☞