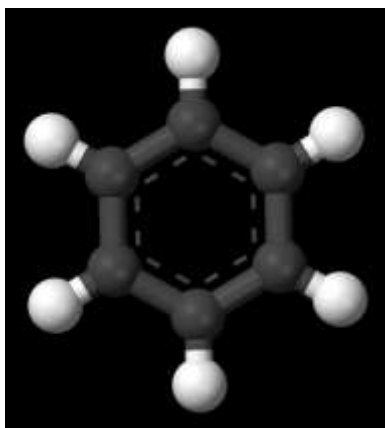


Ir net jei galėčiau būti Šekspyru,  
Galvoju, kad vis tik rinkčiausi būti Faradėjum.

*Aldous Huxley<sup>1</sup>*



*Benzeno molekulė, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, kartais dar sutrumpintai rašoma kaip Ph-H. Benzenas yra bespalvis ir labai degus skystis su saldžiu kvapu. Chemijos pramonėje tai svarbus tirpiklis, naudojamas gaminant vaistus, plastiką, sintetinį kaučiuką bei dažus. Natūraliai aptinkamas neapdirbtoje naftoje, bet dažnai sintezuojamas iš kitų naftos komponentų.*

Pradėjome nuo Maiklo Faradėjaus, ir ne tik todėl, kad jo vardu vadiname kondensatoriaus talpos vienetą (faradas yra vadinamas jo garbei); ir ne tik todėl, kad jis pirmasis pavartojo elektrinio ir magnetinio lauko sąvokas bei išskėlė mintį apie elektrinių, magnetinių ir šviesos reiškinių sąryšį. Jo bene didžiausias nuopelnas yra atrastas elektromagnetinės indukcijos reiškinys, kuris šiandien yra visos elektrotechnikos pagrindas. Būdamas puikiu eksperimentatoriumi (yra teigiama, kad jo moksliniuose dienoraščiuose yra aprašyta daugiau nei 16 000 eksperimentų), jis toli gražu neapsiribojo fizika – jis šviečiančiose dujose atrado benzeną, suformulavo du pagrindinius elektrolizės dėsnius. Kaip yra žinoma, elektrolizės procesuose cheminė energija yra paverčiama elektros energija, ir būtent šiuo reiškiniu remiasi galvaninių elementų veikimas. Būdamas nepaprastai plačių mokslinių interesų, Faradėjus vienijo savyje fiziką ir chemiką, kūrė cheminės technologijos ir elektrotechnikos pagrindus. Ir kai paimeime į rankas kokį nors elegantišką ir sumanų daikčiuką, nesvarbu, ar tai būtų mobilusis telefonas ar televizoriaus nuotolinis valdiklis, kompaktinių plokštelių grotuvas ar mikrobangė krosnelė, pagalvokim, kad kiekvienas iš jų

talpina savyje visą mokslo koncentratą –pradedant visa eile cheminių medžiagų, technologinių sprendimų ir baigiant gausybės fizikinių reiškinių ir principų panaudojimu. Visa tai atsirado įvairiapusių mokslo žinių ir vis intensyvesniu tempu besivystančios šiuolaikinės technologijos dėka. Tokioje postindustrinėje visuomenėje sėkmės pagrindu tampa jau ne informacijos monopolis ar įžulumu pagrįstas apsukrumas, o mokslinės ir technologinės žinios bei jų taikymas.

Šiandien mūsų šalies privalumas ir yra tai, kad turim tikrai nemažą skaičių išsilavinusių žmonių, o Vilnius yra priskiriamas prie labiausiai išsilavinusių pasaulio miestų. Ir jei atsirastų sąlygos šiam potencialui išsiskleisti, tada ir mūsų kraštas galėtų tapti naujų ir modernių

---

<sup>1</sup> *Aldous Leonard Huxley* (1894 – 1963) – anglų rašytojas ir filosofas. Parašė daug knygų, geriausiai žinomas dėl savo novelių ir esė. Išleido keletą poezijos knygų, kelionių aprašymų, yra keletu filmų scenarijaus autorius.(detaliau žr. <http://www.huxley.net/ah/index.html>)

produktų tėvyne. Ir džiugu, kad viltys šia linkme jau ima atsirasti – trys stiprios šalies mokslo įstaigos – Chemijos, Fizikos ir Puslaidininkų fizikos institutai, „faradėjiškai“ koncentruodami savo mokslines pajėgas fizikos, chemijos ir technologijos kryptyse, susijungė į naują darinį – Fizinių ir technologijos mokslų centrą (FTMC), – o Europos Sąjungos struktūrinių fondų parama, vystant Saulėtekio slėnį, leis užtikrinti būtinos technologinės infrastruktūros atsiradimą tose srityse, kur Lietuvos mokslininkų įdirbis yra didžiausias ir kuriose moksliniai pasiekimai yra pripažįstami tarptautiniu mastu.

### Optoelektronika ir lazerinės technologijos

Lietuvos mokslininkų-lazerininkų tiriamieji darbai ir sukurti produktai yra gerai žinomi tarptautinei mokslo visuomenei. Vienas iš lazerių tyrimo ir kūrimo centrų buvo ir yra FTMC Fizikos institutas, kurio darbuotojų taikomieji pasiekimai tapo didžiausios šalyje lazerių technologijų įmonės *Ekspla* pagrindu. Šiandien šios firmos produktai užima daugiau kaip pusę pasaulinės mokslinių pikosekundinių lazerių rinkos, ji vienintelė pasaulyje gamina SFG spektrometrus, skirtus medžiagų paviršiumi tirti. Tarp lazerininkų mokslininkų Centre ir Eksplos tradiciškai išlieka tamprūs ir efektyvūs mokslinio bendradarbiavimo ryšiai, kuriant naujas lazerines sistemas. Vienu tokiu pavyzdžiu galėtų būti nevienalyčių bangolaidinių optinių struktūrų, naudojant mikrostruktūrizuotus fotoninius kristalus ir šviesolaidžius arba metamedžiagų su neigiamu lūžio rodikliu galimas panaudojimas lazeriuose. Tokios neįprastos struktūros leidžia naujoviškai valdyti tiesinės ir netiesinės optikos bei lazerių fizikos procesus. Pavyzdžiui, šviesolaidinis lazeris, kuriame rezonatorius formuojamas Brego gardelių pagalba, o kaupinimo šaltinio spinduliuotė įvedama tiesiogiai sujungiant kaupinantį ir generuojantį šviesolaidžius, yra visiškai monolitinis ir todėl yra labai stabilus ir patvarus.

Optoelektronika yra mokslo ir pramonės šaka, grindžiama puslaidininkinių medžiagų gebėjimu versti šviesos signalus elektriniais, o elektrinius – šviesos signalais. Medžiagų inžinerija – kada medžiaga pagaminama pagal norimas savybes – ir didžiulė pažanga jos technologijoje sukūrė sąlygas šiai kryptčiai suklestėti ir tapti prioritetine. Pagrindinis tokių naujų medžiagų „pagal norimas savybes“ gamybos instrumentas – molekulių pluoštelio epitaksijos įrenginys (angl. „*Molecular Beam Epitaxy*“ – MBE, žr. nuotrauką). Jis leidžia užauginti mikrono,



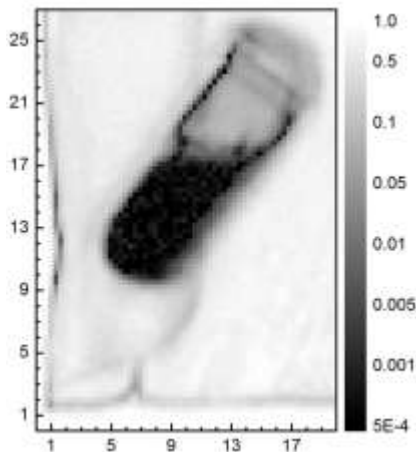
molekulių pluoštelio epitaksijos įrenginys Centre

storio puslaidininkinių sluoksnį turintį iš anksto pageidautinų savybių. Taip Optoelektronikos laboratorijos mokslininkai, vadovaujami prof. A. Krotkaus, išaugino naują medžiagą GaBiAs (kitaip ji dar vadinama maloniu „GaBi“ vardu) ir sėkmingai ją „privertė“ generuoti THz dažnių ruožo bangas,<sup>2</sup> tam panaudojant 1 mikrono bangos ilgio spinduliuotę generuojantį kitos lietuviškos kompanijos „Šviesos konversija“ femtosekundinį lazerį *Pharos*<sup>3</sup>. Jis yra nedidukas ir labai jautus, jo dydis yra palyginamas tik su

<sup>2</sup> 1 THz yra  $10^{12}$  Hz, o THz dažniai apima juostą nuo 0.1 THz iki 10 THz. THz spinduliuotė lengvai skverbiasi pro drabužius, kartoną, plastiką, todėl sėkmingai gali būti panaudota saugumo tikslams; medicinoje ji „sugeba“ diagnozuoti ankstyvosios stadijos odos vėžį, yra tinkama stomatologijos reikmėms, įvairių bakterijų ar virusų nustatymui.

<sup>3</sup> <http://www.lightcon.com/>

su nešiojamu kompiuteriu, o savo techniniais parametrais bei technologiniais sprendimais jis neturi analogų pasaulinėje lazerių rinkoje. Kadangi Optoelektronikos laboratorijos mokslininkai sėkmingai komercializavo savo unikalią terahercinio ruožo spektroskopinę sistemą, o produktams gaminti įkūrė kompaniją *Teravil*<sup>4</sup>, jos ir „Šviesos konversijos“ bendrų pastangų dėka atsirado kompaktiška naujo tipo terahercinio ruožo spektroskopinė sistema – unikalus prietaisas pasauliniu mastu. Ir labai tikėtina, jog šis dviejų lietuviškų kompanijų tandemas gali tapti vienu iš pagrindinių tokio tipo sistemų tiekėjų pasaulinei rinkai. O jos laikomos vienu pagrindinių komponentų kuriant saugumo sistemas. Kaip jau buvo minėta, THz spinduliuotė lengvai skverbiasi pro drabužius, kartonines ir popierines pakuotes, plastiką, todėl lengvai gali „pažvelgti į daiktus“. Todėl manoma, kad „vaizdo akies“ THz ruože sukūrimas (*THz CCD* kameros,



*Vaistų kapsulės voke tie 0.8 THz vaizdas – THz spinduliuotė leidžia „pažvelgti“ į daiktų vidų. Vaizdas užrašytas THz Atelier grupės mokslininkų sukurta ir pagaminta THz diodinių jutilių sistema.*

aukščiausia dažnio vertė kada nors skelbta tokio tipo sistemoms. Manoma, kad tokios vaizdo kameros bus naudingos ne tik saugumo sistemoms – tikimasi, kad jos ženkliai išplėstų ir medicininės diagnostikos galimybes, ypač diagnozuojant ankstyvosios stadijos odos vėžį (to padaryti šiandien neleidžia naudojama medicininė technika). Taigi, jei po metų-kitų skrisite ir jus tikrins ne tik metalo detektoriais, bet ir THz dažnio jutikliais, pagalvokite, kad toje saugumo sistemoje gali būti ir su mūsų Centru susijusių komponentų ar jos mokslininkų sukurtų prietaisų. Ir jei Jums pasidarė įdomu, parašykite žinutę,<sup>6</sup> ir bus galima sužinoti dar truputėlį daugiau o gal net įsitraukti į šią veiklą.

<sup>4</sup> <http://www.teravil.lt/>; firmos pavadinimas, kaip yra kažkada komentavęs vienas iš jos kūrėjų ir pagrindinis mokslinis jos ideologas prof. Arūnas Krotkus (e-paštas: krotkus@pfi.lt), yra kilęs iš žodžių „Terahercai iš Vilniaus“.

<sup>5</sup> Tai susiję su tuo, jog THz kvantas yra labai mažas (1 THz yra viso labo 4,1 meV), tuo tarpu kambario temperatūroje šiluminė energija yra net 25 meV. Taigi, kvantinės struktūros nėra tinkamos THz vaizdo kamerai (jos veiktų tik žemoje, mažesnėje nei skysto azoto (77K) temperatūroje, o tai nebūtų patogu). Todėl joms kurti bandoma naudoti reiškinius, neturinčius temperatūrinių apribojimų, t.y. bolometrinius efektus dioduose ar plazminių bangų sužadiniamą nanometriniuose lauko tranzistoriuose.

<sup>6</sup> Gintaras Valušis, e-paštas: [valusis@pfi.lt](mailto:valusis@pfi.lt), [gintaras.valusis@ftmc.lt](mailto:gintaras.valusis@ftmc.lt).

## **Aplinką tausojančios technologijos**

Turbūt kiekvienam yra aišku, kad kvėpuoti yra gera tada kai oras yra gairus, kai nesusimąstant galima įsileisti vandens iš krano ir negalvoti, kad jis gali būti pavojingas sveikatai. Taip jau yra, kad industrinė veikla, kuri paprastai vyksta šalia žmogaus, turi atliekas ir įvairius teršalus, ir labai yra svarbu žinoti, kaip jie sklaidosi aplinkoje ir kokią įtaką turi mums ir mūsų sveikatai. FTMC Fizikos instituto viena iš mokslinių kryptių ir yra orientuota į procesų, nulemiančių atmosferos teršalų formavimąsi, pernešimą, chemines transformacijas atmosferoje ir patekimo iš atmosferos į sausumos ir vandens ekosistemas kelius, nagrinėjimą bei įvairių teršalų poveikio žmogaus sveikatai ir ekosistemoms įvertinimą. Čia kuriami nauji tyrimo metodai, apjungiantys skaitmeninius modelius ir stebėjimų duomenis, kurių pagalba galima suprasti sąryšius tarp aplinką veikiančių teršalų šaltinių, koncentracijų atmosferoje, srautų iš atmosferos į žemės paviršių. Be to, tiriama sunkiųjų metalų ir stabilių organinių teršalų migracija žemės ir vandens ekosistemose. Šie moksliniai tyrimai įneša ženklų indėlį į Europos Sąjungos projektus "Baltijos jūros sistemos tyrimas" ir "Aplinką veikiančių teršalų pernešimas ir cheminės transformacijos troposferoje virš Europos". Be to, naujais duomenys apie sieros ir azoto junginių srautus iš atmosferos į žemės paviršių buvo panaudoti, apskaičiuojant sieros ir azoto kritines apkrovas Lietuvos miškų ekosistemose. Svarbią vietą aplinkosauginiuose tyrimuose tenka meteorologinių parametrų įtakai miestų oro taršai. Čia FTMC mokslininkai nustatė, kad didelio oro užterštumo epizodai miestuose paprastai nėra nulemti staigaus teršalų emisijos padidėjimo, o greičiau yra trumpalaikių nepalankių meteorologinių sąlygų rezultatas. Todėl laikinas teršalų emisijų sumažinimas, pagrįstas meteorologine ir oro taršos prognoze, gali tapti efektyviu būdu, siekiant eliminuoti didelio oro užterštumo epizodų atsiradimo tikimybę. Tuo tikslu jau yra sukurtas realiai veikiantis oro teršalų ir meteorologinių parametrų matavimo tinklas, nustatyti pagrindiniai meteorologiniai veiksniai, įtakoję oro taršą, atliktas kokybinis ir kiekybinis oro teršalų koncentracijų ir meteorologinių kintamųjų trumpalaikės ir ilgalaikės dinamikos įvertinimas. Gauti rezultatai įgalins sukurti oro taršos trumpalaikio prognozavimo modelį.

Ypatingą vietą šioje temoje užima atsinaujinantys energetikos šaltiniai – čia pirmiausia prioritetą turi Saulės elementų kūrimas bei tyrimas. Saulės energija yra nemokama, o Saulės energetikos technologijos yra nesunkiai integruojamos į pastatus, todėl gali tarnauti apsirūpinant šilumine, elektros energija, ji gali būti naudojama vėdinant pastatus bei užtikrinant natūralų apšvietimą. Centro mokslininkai jau dalyvavo kuriant porėto silicio Saulės elementus, o dabar planuojama orientuotis į pigią technologiją naudojančius vario indžio diselenido (CIS-tipo) elementus, o taip pat organinių Saulės elementų kūrimą, kurie turi pranašumą, lyginant su puslaidininkiniais, dėl žymiai paprastesnės, pigesnės ir, daugeliu atvejų, ekologiškesnės gamybos technologijos.

Todėl ugdyti mokslinę kompetenciją atsinaujinančių energijos šaltinių, aplinkos užterštumo bei klimato kaitos tyrimų srityse, taikyti ją kuriant ir plėtojant pažangias aplinkotyrimines ir aplinkosaugines technologijas yra viena iš Centro mokslinių prioritetinių kryptių.

## **Branduolinė fizika ir radioekologija**

Mūsų šalis ilgą laiką buvo branduolinė valstybė – jos teritorijoje veikė Ignalinos atominė elektrinė. Šiandien ji sustabdyta, bet ateities planuose jau yra kita, daug modernesnė ir saugesnė; ji bus vienas iš svarbiausių šalies objektų, nes yra energetinės šalies

nepriklausomybės garantas. Todėl branduolinė fizika ir aplinkos radioaktyvumo tyrimai užėmė ir užims vieną iš svarbiausių vietų mokslinių tyrimų paletėje.

FTMC Fizikos institutas yra vienintelė Lietuvoje mokslo įstaiga, kur eksperimentiniais branduolio fizikos metodais atliekami fundamentiniai ir taikomieji tyrimai. Tyrimų objektas yra maži efektai vykstant radioaktyviems virsmams (virsmo tikimybės, spinduliuotės spektro ir intensyvumo kitimas kintant branduolio išorės sąlygoms) ir jų eksperimentinis stebėjimas. Tiriami stebimų efektų ryšiai su branduolių hipersmulkiosiomis sąveikomis, taip pat jų panaudojimas Mesbauerio spektroskopijos<sup>7</sup> fundamentaliosioms problemoms spręsti. Ši spektroskopija taip pat sėkmingai pritaikoma sudėtingų puslaidininkių (binarinių junginių, kietų tirpalų ir kt.) bei feroelektrikų tyrimuose. Vienas įdomiausių tiriamų reiškinių yra feroelektriniai faziniai virsmai ir jų įtaka Mesbauerio spektrui. Mesbauerio spektroskopija taip pat naudojama medžiagų ekspertizės ir lazerinės technologijos tyrimuose.

Branduolio fizikos tyrimuose ir su jais glaudžiai susiję taikymuose FTMC mokslininkai nuveikė tikrai daug. Čia daugeliui radionuklidų pirmą kartą buvo rasti nedideli radioaktyvaus skilimo spartos skirtumai kai radionuklidas yra skirtingose aplinkose. Tokiems tyrimams buvo pasiūlyti ir įgyvendinti nauji eksperimentiniai tyrimų metodai. Jie yra toliau sėkmingai plėtojami. Mokslininkai neapsirovoja vien tik eksperimentu – čia ir teorinė veikla užima deramą vietą: čia buvo iširta įvairių veiksnių įtaka elektrono pagavimo ir vidinės konversijos tikimybių pokyčiams. Dabartiniu metu pagrindinis dėmesys yra sutelktas Mesbauerio izomerinio poslinkio kalibravimo problemoms spręsti tam panaudojant eksperimentinius būdus, pagrįstus elektrono pagavimo tikimybės pokyčio matavimu.

Branduolinės energetikos perspektyva neatsiejama nuo šiuolaikiniais moksliniais tyrimais ir pasauline patirtimi pagrįstos ilgalaikės, branduolinę bei radiacinę saugą ir minimalų jonizuojančiosios spinduliuotės žalingą poveikį aplinkai ir žmogui garantuojančios, radioaktyviųjų atliekų sutvarkymo, perdirbimo ir saugojimo technologijų plėtros. Pagerinta branduolinių jėgainių ekonomika, patobulintas valdymas, užtikrinantis jų saugumą, verčia naujai įvertinti branduolinę energiją. Planuojama, kad ateinančios kartos, (jau ketvirtos), reaktoriai (nuo 2020m.) pasižymės aukštu ekonomiškumo lygiu, padidinta branduoline sauga, minimalia atliekų gamyba, reaktoriai atitiks visus branduolinio medžiagų neplatavimo reikalavimus. Todėl mūsų šaliai, turinčiai atominę jėgainę, būtina ugdyti kompetenciją branduolio fizikos ir spektroskopijos srityse, plėtoti pažangias aplinkotyrimines ir aplinką tausojančias branduolinio kuro ciklo technologijas, diegti naujus medžiagų analizės ir modifikavimo metodus. Nesgi branduolinė energetika yra kompleksinė pramonės šaka, reikalaujanti žiniomis ir patirtimi pagrįstos šioje srityje dirbančių specialistų kompetencijos. Branduolinė energetika apima platų taikomųjų mokslo sričių spektrą – branduolio fiziką, neutronų fiziką, reaktorių fiziką, chemiją ir valdymą, branduolinių medžiagų fiziką, radioekologiją, ir radiacinę saugą. Ir šiai veiklai bus labai reikalingos jaunos šviesios galvos, darbščios rankos ir entuziastingas kruopštus darbas.

## **Organinė chemija ir bionanotechnologijos**

---

<sup>7</sup> Mesbauerio spektroskopija – apibrėžimas

Organinės medžiagos kasdienybėje mums daugiausia asocijuojasi su maišeliais prekėms – patogiais ir pakankamai stipriais joms nešioti, jie lankstūs ir pakankamai pigūs; jie nepraleidžia vandens, yra geri izoliatoriai. Ir turbūt sunku įsivaizduoti, kad tokia medžiaga galėtų būti, pavyzdžiui, laidų elektros srovei. Nesgi esame įpratę laikyti polimerus geromis elektroizoliacinėmis medžiagomis. Iš tiesų, dauguma šiuolaikinių izoliacinių medžiagų, pavyzdžiui elektros laidų ar kabelių izoliaciniai sluoksniai, yra gaminami iš įvairių polimerinių medžiagų. Tokia nuomonė vyravo iki 1977 metų, kai trys bendradarbiaujantys mokslininkai, amerikiečiai *Alan G. Mac Diarmid* ir *Alan J. Heeger* bei japonas *Hideki Shirakawa* susintetino pirmąjį laidų polimerą poliacetileną. Už šį atradimą, detalizuotą vėliau atliktais tyrimais, minėtiems trims autoriams buvo suteikta 2000 metų Nobelio premija chemijos srityje. Nors atrodo paradoksalu, bet specialiai paruošto poliacetileno laidumas siekia įprastų metalų laidumą. Taigi, tokio tipo medžiagos gali būti pritaikytos, kad ir spausdintinių elektronikos plokščių metalizacijai. Šalia elektros laidumo, laidūs polimerai pasižymi ir kita ne mažiau svarbia, o gal net dar svarbesne savybe – gebėjimu kaupti elektros krūvį, Tai sudaro geras prielaidas panaudoti laidžiuosius polimerus kuriant cheminius srovės šaltinius. Šios nepaprastai įdomios medžiagos yra pagrindinė prof. Alberto Malinausko vadovaujamos grupės tema. Čia tyrinėjami jų optiniai spektrai bei elektrocheminės savybės. Žymių rezultatų yra gavę Gedimino Niauros vadovaujami mokslininkai, tiriantys laidžių polimerų ir savaime besiorganizuojančių, net ir vienos molekulės storio, sluoksnių elgseną Ramano spektroelektrochemijos metodais. Siekiama pagaminti struktūras tinkamas jutikliams, nes laidžių polimerų elektrinis laidumas priklauso, šalia kitų faktorių, dar ir nuo to, kokios medžiagos yra adsorbuotos ant jų paviršiaus. Taip pasikeičia elektrinė varža, o iš to, kiek ji pasikeitė, galima spręsti apie įvairių medžiagų buvimą ore. Ir ne tik – manoma, kad laidieji polimerai gali būti ir naujo tipo biojutiklių pagrindu. Panaudojus laidžiuosius polimerus ir neorganinius kompleksus, kuriami biojutikliai gliukozei, laktatui ir kitoms biologiškai svarbioms medžiagoms nustatyti. Prof. A. Malinauskas, kalbėdamas apie juos sako: „Laidūs elektrai polimerai yra naujos, neseniai ir netikėtai atrastos cheminės medžiagos, pasižyminčios ypatingomis savybėmis, nebūdingomis jokioms kitoms dirbtinai sukurtoms medžiagoms. Jų neįprastos savybės žadino ir tebežadina mokslininkų, inžinierių ir technologų vaizduotę. Todėl galima tikėtis, kad laidieji polimerai ir ateityje susilauks didelio technikų ir technologų dėmesio ir bus sėkmingai taikomi tiek esančiose, tiek ir naujose technikos srityse.“ Ir čia vėl galima prisiminti Maiklą Faradėjų – sakoma, kad kartą Anglijos ministras pirmininkas aplankė Faradėjų jo laboratorijoje ir, užtikęs jį eksperimentuojant, su indukuota srove, paklausė: „Kokią naudą gali turėti šis atradimas?“ O Faradėjus atsakė: „O kokia nauda iš naujagimio?“ Laidieji polimerai ir jų tyrimai ir yra kaip tik vieta ne tik naujam atradėjui užgimti, bet ir lakiai frazei apie savojo atradimo taikymus atsirasti – ar gi ne smagu būtų Faradėjaus vietoje?





*Prof. Gediminas Niaura tyrinėja laidžių polimerų Ramano spektrus*

Molekulinė biofizika ir cheminė fizika: dinaminiai vyksmai baltymuose, polimeruose ir organizuotose molekulinėse struktūrose yra itin madinga ir „karšta“ mokslinė tema. Tai tarsi įvairių mokslų santaka, reikalaujanti ir plataus požiūrio ir nepaprastai didelio žinių bagažo. Ir gana skirtingų tyrimo metodų – tiek teorinio, tiek ir eksperimentinio – taikymo. FTMC molekulių darinių fizikos laboratorija visa tai turi – prof. Leono Valkūno ir jo grupės darbai yra plačiai pripažinti šalyje ir užsienyje, nagrinėjant teorines problemas, prof. Vidmantas Gulbinas yra garsus organines medžiagas tiriantis eksperimentatorius, o iš Lundo sugrįžęs dr. Ramūnas Valiokas kuria ir tiria funkcines nanomedžiagas. Moksliniai tyrimai koncentruojasi tokiais kryptimis: fotosintezės tyrimai; krūvininkų fotogeneracija ir rekombinacija organinėse sistemose; solvatacijos reiškiniai ir krūvio pernašos reakcijos; fotoindukuota protonų ir jonų pernaša baltymuose; molekulių kristalų, plėvelių ir agregatų spektrinės savybės. Visa tai tiriama femtosekundiniame ( $1\text{fs} = 10^{-15}\text{s}$ ) laikų diapazone. Tai elementarių cheminių reakcijų, o tiksliau sakant elektronų, branduolių ir atomų dinamikos molekulėse vyksmų skalė. Atrodytų, jog praktikoje stebimų cheminių reakcijų spartos yra sietinos su žymiai ilgesnėmis trukmėmis, tačiau toks požiūris yra akivaizdžiai nulemtas statistinių elementarių vyksmų suvidurkinimu. Jei, tarkime, atomas "bando" nutraukti savo ryšius molekulėje, tai iš tikro jis tai atlieka ne vienu bandymu, bet daugelį milijonų kartų bandydamas, kol jam tai "pavyksta". Pažymėtina, jog daugelis reakcijų vyksta tarsi nuosekli elementarių dinaminių vyksmų seka. Todėl, norėdami suprasti visos cheminės reakcijos visumą, turime gerai suvokti kiekvieno iš tų sudėtinių žingsnių, vykstančių, pasirodo, šimtų ar net dešimčių femtosekundžių laikų skalėje, detales. Turimos eksperimentinės galimybės bei vyksmų modeliavimo patirtis leidžia tikėtis, jog visa tai gali būti sėkmingai naudojama ir kitose mokslo srityse, tokiose, kaip biologija ir medicina. Fizikiniu požiūriu visos biologinės prigimties sistemos yra labai sudėtingos, tad šių tyrimų

tolimesnę raidą galima apibūdinti kaip kompleksinių sistemų fizikos mokslo vystymą, kuris būtinas šiuo metu besiformuojančiai nanobiotechnologijai.

Šios srities korofėjai R. Markusas (*R. Marcus*) ir A. Zeveilas (*A. Zewail*) buvo apdovanoti Nobelio premija. Kodėl gi nepabandžius atsistoti šalia jų?

### **Elektrocheminė medžiagotyra ir funkcinių medžiagų technologijos**

Turbūt sutiksime, kad blizgantys metalai yra gerokai jaukesni ir gražesni – tačiau tai nėra pagrindinė priežastis dėl to jie taip „išgražinami“ – daug svarbiau, kad metalai išlaikytų savo savybes būdami sau „nedraugiškoje“ aplinkoje ir išvengtų, pvz, korozijos – tam jie nikeliuojami, chromuojami, etc. Taigi, koroziją galima populiariai apibūdinti kaip metalų degradavimą, jiems sąveikaujant su agresyvia aplinka. Tokia aplinka gali būti atmosfera, vanduo, gruntas, betonas, cheminės medžiagos ir kitos, elektrolitinėmis savybėmis pasižyminčios terpės. Svarbiausi korozijos agentai yra deguonis (ore ir ištirpęs vandenyje), vandenilio jonai (pvz., „rūgščiame“ lietuje), atmosferos ir vandens teršalai. Koroziją gali skatinti ir mikroorganizmai, šviesos poveikis, mechaninės deformacijos. Manoma, kad šiandien pasaulyje egzistuoja tik 30% metalų fondo, sukurto per visą žmonijos istoriją, kitus milijardus tonų metalų sunaikino korozija. Nepakankamas dėmesys korozijos problemoms atneša ne tik nacionalinio masto nuostolius, bet neretai ir dideles nelaimes. Ypatingo dėmesio reikalauja tokie svarbūs ūkio objektai, kaip dujotiekiai, naftotiekiai, elektros linijos, šiluminės trasos, vandentiekio vamzdiniai, geležinkeliai, tiltai, transportas ir pan. Korozijos ekspertai yra apskaičiavę, kad nuostoliai dėl korozijos yra didesni kaip dėl potvynių ir gaisrų. FTMC ChI mokslininkai yra aktyvūs „kovotojai“ su korozija ne tik „chemiškai tradicinėmis“ priemonėmis – blizgiojo nikeliavimo ir mikroaktyto chromavimo, blizgiojo cianido cinkavimo, blizgiojo kadmiavimo technologijų panaudojimu<sup>8</sup> – prof. E. Juzeliūno grupė bando tam panaudoti SQUID<sup>9</sup> magnetometriją. Pagrindinė šių tyrimų idėja yra ta, kad korozijoje egzistuoja nesubalansuoti elektronų (jonų) srautai, kurie gali būti aptikti panaudojant itin jautrius superlaidininkinius magnetinių laukų detektorius SQUID. Toks magnetinio aktyvumo detektavimas leistų identifikuoti sistemos elektrocheminį aktyvumą realioje aplinkoje, per atstumą ir be invazijos į tiriamąjį objektą. Analogiškų rezultatų neduoda nei vienas iki šiol žinomas elektrocheminis ar analitinis metodas. Kitas svarbus dalykas yra rasti ryšį tarp metalų korozinės elgsenos ir jų struktūros ypatumais – čia svarbių darbų yra nuveikęs prof. Rimantas Ramanauskas ir jo grupė. Ypatingą dėmesį jie skiria cinko lydinių nanostruktūrizuotų galvaninių dangų gavimui ir jų savybių apibūdinimui. Didelio korozinio atsparumo cinko lydinių sukūrimas yra labai svarbus ekologiniu požiūriu: tai leistų atsikvoti chromavimo ir išvengti toksiškų Cr (VI) junginių naudojimo. Elektrochemikų sukurtos originalios brangiųjų metalų regeneravimo ir gryninimo technologijos padeda išspręsti nemažai aplinkos apsaugos problemų. Minėtos problemos yra aktualios ne mūsų šalies, bet ir tarptautiniu mastu. Taigi, vystyti naujus elektrocheminius ir kitus neardančius medžiagų tyrimo metodus, o taip pat fizinius, elektrocheminius ir cheminius metodus kurti naujų, aukštą pridėtinę vertę turinčių, medžiagų technologijas yra daug iššūkių ir perspektyvų žadantis uždavinys.

<sup>8</sup> Reiktų atskirai pažymėti, kad Chemijos instituto mokslininkų sukurta blizgiojo cinko dangų bespalvio chromavimo technologija buvo įdiegta (1976–1978 m.) net 68 tuometinės SSRS gamyklose.

<sup>9</sup> SQUID – sutrumpinimas kilęs *superconducting quantum interference device* – tai labai jautrus magnetometras, skirtas matuoti ypatingai silpniems magnetiniams laukams. Jo veikimo principas remiasi Džosefsono jungčių superlaidininkuose panaudojimu.



## Elektronika ir jutikliai

Jutiklių yra daug ir įvairių. Daugybę jų matome kone kasdien – pradedant termometrais, norint sužinoti oro temperatūrą už lango, ir baigiant radarais oro uostose, kurie „seka“ atspindėjusius nuo orlaivių signalus ir tuo būdu leidžia nustatyti jų buvimo vietą. Kiekvienas jutiklių turi savo paskirtį ir savąjį veikimo principą, jei reikia, turi net savąjį „aptarnaujantį personalą“ – elektronikos sistemas, kurios „nuskaito“ jutiklio parodymus ir perduoda vartotojui jam pageidaujamu būdu. FTMC mokslininkai turi savąją nišą šiame nepaprastai įvairiame šios srities mokslinio tyrimo bei jutiklio kūrimo spektre. Išskirtume ketvertą ryškių krypčių, kuriose mūsų Centro mokslininkai yra plačiai pripažinti ekspertai. Tai visų pirma mikrobangų jutikliai, turintys ilgas tradicijas nuo tų laikų, kai FTMC Puslaidininkų fizikos instituto mokslininkai ryškiai dominavo karštų krūvininkų tyrimuose tarptautiniu mastu. Šių mokslinių pasiekimų dėka buvo sukurti unikalūs jutikliai, gebantys matuoti labai didelės galios mikrobangų (elektromagnetinės spinduliuotės dažniai yra  $10^9$  Hz eilės) spinduliuotę. Ir didžioji dalis šios krypties laboratorijų tokius jutiklius turi. Nes jie patikimi, tikslūs ir patogūs naudoti. Šiandien FTMC dominuoja rezistorinių ir elektrooptinių jutiklių optimizavimas ir kūrimas, didelės galios mikrobangų impulsų matavimai, panaudojant rezistorinius jutiklius, stipraus elektrinio lauko impulsų matavimas atviroje erdvėje, objektų ir medžiagų tyrimai stipriuose mikrobangų laukuose, etc. Labai panašu, kad jau sukurti prietaisai įgaus naujų savybių, o atsiras ir naujų jutiklių, kurie taip pat sėkmingai bus pageidaujami mikrobangų laboratorijose.

Nemenkindami mokslininkų ir inžinierių darbo rezultatų, vis dėlto turėtume pripažinti, jog talentingiausias jutiklių kūrėjas yra gamta. Dažnai dirbtinės sistemos daugiau ar mažiau kopijuoja gamtos tvarinius. Viena tokių yra dirbtinė elektroninė kvapo atpažinimo sistema, dažnai vadinama tiesiog elektronine nosimi ir kuriama pagal žinduolių uoslės modelį. Gamta uoslėje panaudojo taip vadinamus neselektyvius jutiklius, kurie savitu signalu atsako ne į vieną, bet į tam tikrą grupę cheminių medžiagų. Žinduolio, pvz., žmogaus ar šuns, nosyje yra keletas tūkstančių skirtingų jutiklių, besiskiriančių atsako signalais į tą patį cheminį poveikį. Visų jutiklių signalų paketas yra apdorojimas žinduolio smegenyse ir lyginamas su turimais prisiminimais („kataloginiais mėginiais“). Priklausomai nuo patirties ar treniruotės, kvapas atpažįstamas kaip asociacija su praeities faktais ar poveikio pasekmėmis. Dėl to dirbtinės elektroninės kvapo atpažinimo sistemos yra sudarytos iš didesnio ar mažesnio rinkinio neorganinių jutiklių, kurių signalus apdoroja elektronika ir specialios duomenų analizės programos. Sistema turi būti „mokoma“, t.y. sukaupti tam tikrą etaloninių signalų katalogą. Katalogo pagrindas – jutiklių atsako signalas. Bene kertinis tokių sistemų akmuo – jutikliai ir jo technologija. Technologijos uždavinys yra sukurti ir padaryti tokią konstrukciją, kurioje elektrinis arba optinis signalas priklausytų nuo aplinkoje esančių cheminių medžiagų. Mūsų FTMC Jutiklių laboratorijoje kuriamos ir gaminamos plonasluoksnės metalo oksidų konstrukcijos, kurių elektrinė varža savitai priklauso nuo aplinkos dujų sudėties. Technologinėmis priemonėmis, pavyzdžiui, primaišant metalo atomų į oksidą arba nusodinant nanometriniu dydžio metalinius klasterius ant oksido sluoksnio paviršiaus, galima keisti konstrukcijos atsaką į dujas. Padarius 4 – 16 skirtingų konstrukcijų ir jas sujungus į vieną detektorių modulį buvo sukurtos kelios originalios sistemos, kurių pritaikomumas medicinoje ankstyvam žaizdų infekcijos diagnozavimui, biologijoje feromonų aptikimui ir maisto technologijoje gaminių kokybės vertinimui buvo pdeonstruotas artimomis realioms sąlygoms. Originalūs tyrimai FTMC Jutiklių laboratorijoje įrodė, jog tokių sistemų efektyvumą

pavyksta ženkliai padidinti, kai analizuojama jutiklių atsako dinamika. Buvo netgi pasiūlytas originalus kvapo „portreto“ piešimo metodas, kai informatyvūs atsako parametrai atvaizduojami grafiniame piešinyje.

Nežiūrint į gana sėkmingus elektroninių nosių tyrimų rezultatus, kaip ir kitos pasaulyje dirbančios mokslininkų grupės, vis dažniau susiduriame su kietojo kūno konstrukcijų ribotumais, siekiant spręsti kylančias problemas bei patenkinti vartotojų poreikius. Dėl to pastaruoju metu intensyvinami tyrimai, kuriais yra sujungiamos naudingiausios biomolekulinių junginių ir kietųjų konstrukcijų savybės. Tokie hibridiniai dariniai leistų kurti molekulių matmenų prietaisus ir juose kryptingai įdiegti pasirinktas savybes. Pagrindinis naujos kartos jutiklių išskirtinumas – itin savita detektuojančiosios biomolekulės, pvz., baltymas, sąveika su aplinkos molekulėmis. Tikimasi sujungus keletą – keliolika tokių molekulių į vieną tinklą gauti unikaliomis savybėmis pasižyminčius detektorių modulius, savo dydžiu neviršijančius plauko storį.

Bet tai (bet jau kol kas) yra egzotika. O kasdienybėje matome kur kas paprastesnius dalykus. Turbūt kiekvienas iš mūsų žino kas tai yra elektros variklis, bet turbūt ne kiekvienas susimąsto, kaip reikia šį daikčiuką suvaldyti, pavyzdžiui, kai atsiranda trikdžiai – kiekvienam tokiam specialiam atvejui reikia unikalaus sprendimo. Ir kai Lietuvos pramonės ar užsienio įmonėms tokius sprendimus reikia surasti atrodo tokiam įprastam daiktui kaip elektros variklis – daugeliu atveju jų akys krypta į FTMC PFI prof. Algirdo Baškio vadovaujamos laboratorijos mokslininkus ir inžinierius – jie kuria ir konstruoja unikalius elektrinių įrenginių valdiklius, sugebančius suvaldyti net pačias įnoringiausias schemas.

Ir dar viena jutiklių sritis, kur FTMC PFI mokslininkai turi stiprias tarptautines pozicijas – tai magnetinio lauko jutikliai. Yra Žemės magnetinis laukas, kuris yra silpnas, žinome, kas yra magnetai, kurių kuriami laukai jau gerokai stipresni, tuo tarpu mokslinėse laboratorijose yra naudojami stiprūs magnetiniai laukai. Norint juos sukurti, yra naudojami pastovūs superlaidūs magnetai, sukuriantys magnetinę indukciją net iki 25 T.<sup>10</sup> Tuo tarpu impulsinius magnetinius laukus (milisekundžių trukmės) galima pasiekti ir virš 100 T vertės. Kintantys impulsiniai magnetiniai laukai yra sukuriami, naudojant kondensatorių baterijų iškrovimą per induktyvinę ritę, magnetokumuliaciniuose generatoriuose, elektromagnetinėse svaityklėse, elektromagnetinio metalų formavimo metu. Tokio lauko, kuris keičia ne tik savo amplitudę, bet ir kryptį, matavimas yra sudėtinga techninė problema. Naudojant tradicinius matuoklius (Holo, magnetooptinius ir kilpos formos jutiklius) reikia iš anksto žinoti magnetinio lauko kryptį, todėl šiuo atveju jie yra mažai efektyvūs. Fizinių ir technologijos mokslų centro Puslaidininkų fizikos institute Didelės galios impulsų laboratorijoje buvo sukurta unikali kompaktiška impulsinio magnetinio lauko matavimo sistema, matuojanti absoliutinę magnetinio lauko indukcijos vertę ir leidžianti apsaugoti matuojamą signalą nuo elektromagnetinių trukdžių. Magnetinio lauko matuoklis susideda iš CMR-B-skaliarinio magnetinio lauko jutiklio (angl. *CMR-B-Scalar Sensor*) ir signalo registravimo, apdorojimo bei duomenų kaupimo bloko. CMR-B-skaliarinis jutiklis yra pagamintas iš polikristalinio manganito (La-Sr-Mn-O) sluoksnio, kuris dėl milžiniškos magnetovaržos efekto stipriai keičia elektrinį laidumą magnetiniame lauke. Toks jutiklis gali matuoti magnetinės indukcijos absoliutinę vertę nuo 0,1 T iki 50 T labai mažuose tūriuose –  $\sim 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ . Be to, šios sistemos pranašumas yra tai, kad matavimo signalas paverčiamas

---

<sup>10</sup> šiuo metu pasaulio rekordininkas yra 45 T pastovus hibridinis magnetas, sukurtas JAV Nacionalinėje stiprių magnetinių laukų laboratorijoje.

skaitmeniniu ir siunčiamas tiesiai į kompiuterį, kur yra apdorojamas. Šis prietaisas buvo sėkmingai išbandytas Prancūzijos-Vokietijos tyrimų instituto Saint-Louis'e ir JAV laivyno mokslinėse laboratorijose, matuojant magnetinio lauko difuziją į bėgius elektromagnetinės svaidyklės veikimo metu. Nors prietaisas jau yra užpatentuotas Europos Sąjungoje, jis ir toliau tobulinamas, kuriami nauji jutikliai. Tad jei traukia egzotiškieji ir ekstremaliai dideli magnetiniai laukai bei jiems matuoti skirtų jutiklių kūrimas, FTMC Didelės galios impulsų laboratorijoje mokslinės ir inovacinės veiklos tikrai turėtų atsirasti.



*CMR-B-skaliarinis magnetinio lauko matuoklis ir išmatuoto signalo vizualizacija kompiuterio ekrane*

## **Metrologija**

Metrologija – matavimų mokslas ir praktika – įgyja ypatingą reikšmę dėl matavimų apimties ir būtinybės globalizacijos sąlygomis taikyti unifikuotas matavimo priemones ir metodus bei jų rezultatų patikimumo techninius ir teisinius kriterijus gamybos procesuose. Su šia sritimi susiję skaičiai yra dideli – jų ekonominė vertė ES šalyse sudaro 4-6% bendrojo vidaus produkto. Lietuva yra pasaulinio ūkio dalis, tad ir jai būtina laikytis pasaulinių standartų ir turėti (kad ir kuklią) metrologijos sistemą, kuri, savo ruožtu, turi neišvengiamai integruotis ir į pasaulinę metrologijos sistemą. Ši valstybės užsakymu vykdoma Metrologijos skyriaus veikla skirta valstybinių matų vienetų etalonų sistemos sukūrimui ir funkcionavimo palaikymui ir tobulinimui siekiant užtikrinti Lietuvoje vykdomų matavimų tarptautinę sietį ir teisinį statusą.

Metrologijos skyrių šiuo metu sudaro keturios laboratorijos: Cheminės metrologijos laboratorija; Elektros dydžių etalonų laboratorija; Laiko ir dažnio etalono laboratorija; Temperatūros vieneto etalono laboratorija. Kiekviena iš jų turi savo funkciją ir savo išskirtinį uždavinį. *Cheminės metrologijos laboratorijos* misija yra kurti, tirti ir vystyti pirminius etaloninius medžiagos kiekio matavimo metodus bei priemones, padėti užtikrinti cheminių matavimų sietį Lietuvos cheminės analizės laboratorijoms, organizuoti bei koordinuoti tarplaboratorinius palyginamuosius matavimus, bendradarbiauti su regioninėmis ir tarptautinėmis metrologijos organizacijomis, bei dalyvauti moksliniuose projektuose cheminės metrologijos srityje. Mūsų šalyje yra gilios elektronikos tradicijos, todėl šiai veiklai yra svarbu turėti *Elektros dydžių etalonų laboratoriją*, kuri turi saugoti valstybinius įtampos vieneto volto (V) bei varžos vieneto omo ( $\Omega$ ) etalonus, užtikrinti jų sietį su **SI** (tarptautine vienetų) sistema, o taip pat jos uždavinys yra perduoti volto ir omo vertes Lietuvos mokslo įstaigoms bei ūkio subjektams, kalibruojant jų darbinius etalonus bei matavimo priemones. *Laiko ir dažnio etalono*

laboratorijos veikla yra skirta atkurti dažnio vienetą (hercą) ir laiko vienetą (sekundę), formuoti suderintojo laiko skalę ir palaikyti jos sietį su tarptautinio atominio laiko skale.



*Cezio atominis laikrodis*

Į jos uždavinius taip pat įeina atkurtų vienetų bei laiko skalės perdavimo metrologinės sieties grandine žemesnio lygmens etalonams užtikrinimas, laiko etalonas yra svarbus elektroninio parašo teisės užtikrinimui. *Temperatūros vieneto etalono* laboratorijos misija yra atkurti tarptautinę temperatūros skalę ITS-90 bei temperatūros vieneto kelvino (K) vertę ir užtikrinti jų sietį su tarptautine vienetų sistema. Kuriant prietaisus ar daiktus, susijusius su tam tikros temperatūros palaikymu (pavyzdžiui, šaldytuvus), labai svarbu, kad temperatūros skalė būtų sukalibruota, tad šios laboratorijos viena iš funkcijų yra perduoti šiuos dydžius Lietuvos mokslo įstaigoms bei ūkio subjektams kalibruojant jų darbinius etalonus bei matavimo priemones.

### **Netiesinė dinamika ir fluktuacijos (Fundamentiniai tyrimai)**

Tam kad suprasti kas yra netiesinė dinamika, reikia pradėti turbūt nuo labai paprasto dalyko, kurį matome ir girdime kasdien žinių laidose – tai orų prognozės. Oro srautų judėjimas aprašomas netiesinių diferencialinių lygčių sistema, kurios sprendinys yra labai jautrus pradinių sąlygų parinkimui: užtenka tūkstantąja procento dalimi pakeisti pradines sąlygas ir gaunami visai kiti sprendiniai. Tą pastebėjo chaoso teorijos klasikas E. N. Lorencas, ir jo išvada buvo tokia: ilgalaikė oro prognozė nėra įmanoma dėl pradinių sąlygų neapibrėžtumo. Taigi, net jei žinotume tiksliai orą aprašančius dėsnius, bet tiksliai negalėsime pasakyti pradinių sąlygų, tikslaus sprendinio nerasime. Taigi, jei sinoptikų prognozė ir nėra tiksli, nesipiktinkime ir būkime tolerantiški – tiesiog tokie yra gamtos dėsniai. Tokiam kontekste iškyla klausimas ar tokia chaotinė sistema gali būti valdoma ir jei taip, tai kaip tą galima padaryti?



*Turbulentinis sūkurys, susidaręs ant besileidžiančio lėktuvo sparno*

Šioje srityje daug yra nuveikęs vienas iš vedančiųjų FTMC mokslininkų profesorius Kęstutis Pyragas.<sup>11</sup> Jis sukūrė originalią chaoso valdymo metodiką, panaudodamas uždelsto grįžtamo ryšio principą. Šis metodas, paskelbtas 1992 m.<sup>12</sup>, mokslo pasaulyje yra labai žinomas (jis cituotas mokslinėje literatūroje jau daugiau nei 1'500 kartų) ir vadinamas *Pyragas method* vardu. Jis yra patekęs į šios srities vadovėlius ir atnešęs jo autoriui pasaulinę šlovę.

Chaosu reiškiniams yra pakankamai universalūs – jie stebimi ne tik jau minėtose atmosferos reiškiniuose – jie pasireiškia biologinėse sistemose, pvz, sergančio tam tikromis ligomis sergančio žmogaus baltųjų kraujo kūnelių kitimas laike; Parkinsono liga sergančio žmogaus chaotiški pirštų drebėjimai, sergančio paciento chaotinė kraujospūdžio priklausomybė laike...Ir netgi akcijų rinkų svyravimai gali būti aprašyti chaoso tyrimo metodais. Taigi, ši tyrimų sritis tokia plati ir įvairi, kad kiekvienas norintis ir ieškantis gali susirasti savo *amplua*.

Fluktuacijos yra triukšmų šaltiniai prietaisuose, tad, paprastai, vienu iš svarbiausių prietaisų kūrėjų uždavinių būna su jais „sukovoti“, t. y. padaryti juos kiek įmanoma mažesnius. Tačiau triukšmai gali būti ir naudingi, nes iš jų galima daug ką pasakyti apie nepusiausvirinių reiškinių vyksmus, pvz, charakteringus krūvininkų relaksacijos laikus. FTMC PFI mokslininkų sukurta auštadažnių triukšmų metodika leido detaliam iširti labai sparčius karštųjų elektronų vyksmus puslaidininkinėse medžiagose ir jų dariniuose. Šie vyksmai lemia tranzistorių ir kitų prietaisų veikimo spartą ir patikimumą mikrobangų ir aukštesniųjų dažnių ruože. Šiuo metu ypatingas dėmesys skiriamas IV ir III-V puslaidininkinių junginiams su kvantinėmis protakomis, moduluotai legiruotomis ir nelegiruotomis išpraustomis į plataus draustinio tarpo puslaidininkinius (pvz. GaN),<sup>13</sup> svarbiomis didelės galios elektronikai ir elektromobilių tobulinimui. Sparčią pažangą lemia netradicinės idėjos, kurias siūlo ir jauni mokslininkai.

Kaip nebūtų neįprasta, FTMC mokslininkai neapsiriboja jau tapusiais įprastiniais šiuolaikinės fizikos nano – mikro – makro objektais – jie lyg kokie romantikai ar poetai, neužmiršta pažiūrėti ir į dangų, kur dominuoja mega sistemos: Saulės sistema ir kitos planetų sistemos, žvaigždės bei jų spiečiai, Galaktika, kitos galaktikos ir jų spiečiai. Šios krypties mokslininkai yra susibūrę į Žvaigždžių sistemų fizikos skyrių pagrindinį dėmesį skiria diskinių galaktikų tyrimui. Svarbiausias tikslas – galaktikų diskų sandaros ir evoliucijos bendrųjų dėsningumų nustatymas, leisiantis suprasti Saulės sistemos aplinkos raidos ypatumus bei jos įtaką gyvybės fenomenai Žemėje. Atsilankykite <http://www.fi.lt/zsfs/>, ir surasite kerintį grožį ir harmoniją danguje bei nepaprastai platų mokslinį bendradarbiavimą, siekiant tai suprasti.

## Atrasti save laboratorijoje

Mokslas ir technologijos nuo M. Faradėjaus laikų ženkliai pasikeitė, nors parėjo tik 200 metų. Per tokį trumpą laiką jis visiškai pakeitė civilizuotų tautų gyvenimo ir netgi mąstymo būdą, požiūrį į pasaulį, pradėjo keisti moralines ir etikos kategorijas.<sup>14</sup> Mus supantis pasaulis

---

<sup>11</sup> Plačiau apie tai galima pasiskaityti serijoje straipsnių, atspausdintų „Mokslo Lietuvoje“: „Kaip Lietuvoje tramdomas chaosas?“, Mokslo Lietuva, 2007 m. Nr. 3-5.

<sup>12</sup> K. Pyragas, *Continuous control of chaos via self-controlling feedback*, Phys. Lett. A. **170**, 421, (1992).

<sup>13</sup> A. Matulionis, J. Liberis, I. Matulionienė, M. Ramonas, E. Šermukšnis, Ultrafast removal of LO-mode heat from GaN-based two-dimensional channels, Proc. IEEE **98**(7) 1118 (2010). Lietuviškai apie tai galima pasiskaityti „Tėviškės Žiburiuose“: „Puikiai pasisekė moksliniai tyrimai“, Tėviškės Žiburiai, 2008 m. Lapkritis, Nr. 45 (3060).

<sup>14</sup> Tokiu pavyzdžiu galėtų būti mobilusis telefonas – šiuolaikinė technologija jį padarė nepakeičiamu kasdienybėje, jis toks sumanus ir toks patogus, kad žmogus jau nežino taisyklių, kada, kaip ir ką su juo



išliko toks pat – Saulė kaip tekėjo, taip ir teka rytuose ir leidžiasi vakaruose, vanduo normaliomis sąlygomis tebeužšąla, esant 0 laipsnių ir užverda esant 100 laipsnių Celsijaus, *etc.* – tik iš esmės pasikeitė žinios apie jį. Senovės žmonės nežinojo Saulės spektro ir nesusimąstė, kad už jos nešamą šilumą atsako infraraudonieji, o už odos įdegimą – ultravioletiniai fotonai; vargu ar jų vaizduotėse galėjo šmėkščioti 109<sup>0</sup>30' kampu išsidėstę atomai vandens molekulėje... Šiandien mes tai žinome, ir dėka mokslo sužinosime dar daug daug įdomių dalykų. Vienas iš mūsų Centro ryškiausių mokslininkų prof. Arūnas Krotkus yra taikliai pastebėjęs: „Reikėtų pradėti suprasti, jog fizikos ir matematikos žinios šiuolaikinėje visuomenėje turi būti tokios pat svarbios ir visiems privalomos, kaip ir asmens higienos taisyklės“.<sup>15</sup> Šiandien mokslas pasidarė toks daugiabriaunis ir įvairialypis, kad vargu ar atsiras naujasis XXI amžiaus M. Faradėjus, vienodai sėkmingai darantis atradimus fizikos ir chemijos srityse. Reiktų pastebėti dar ir tai, kad net ir anam M. Faradėjui šiandien nebūtų įmanoma tapti profesorium – (jis juk formaliai net nebuvo baigęs universiteto, o visas mokslo žinias įgijo dirbdamas knygriškykloje; ir tik po to įsiprašė pas *Humphry Davy*<sup>16</sup> į chemijos laboratoriją asistentu) – šiandien tam būtina ne tik baigti universitetą, bet ir doktorantūrą ir ją baigiant sėkmingai apginti daktaro disertaciją. Šiandieninis mokslas yra susiskaidęs, o minėtos mokslinės veiklos kryptys Fizinių ir technologijos mokslų centre yra matomos ir plačiai žinomos tarptautiniu mastu. Tai didelė mokslinė erdvė veiklai, ir plati galimybė atrasti Faradėjų savyje, ir save – laboratorijoje. Ir svarbu, kad ta veikla, kuri bus daroma – nesvarbu, kokia ji bebūtų, mokslinė, technologinė ar išradybinė – teiktų džiaugsmą; – ir tai bus pagrindinis sėkmės laidas pažinimo kelyje. Fizinių ir technologijos mokslų centre yra visa eilė pasaulinio lygio mokslininkų, įrodę, kad ir mažytėje Lietuvoje galima padaryti didelių dalykų. Tad semtis išminties, mokslinės patirties ir žinių, o taip pat ir eksperimentinių gudrybių tikrai yra iš ko – juk neveltui *Google* mokslinė naršyklė <http://scholar.google.lt/> kviečia „*Atsistokite ant milžino pečių!*“

---

galima daryti; jo naudojimui jau reikia kurti atskirą moralinį kodeksą (juk neveltui spektaklio ar koncerto metu prašoma jį išjungti).

<sup>15</sup> A. Krotkus, „Kas domina fizikus šiandien?“, 1986

<sup>16</sup> Seras *Humphry Davy*, anglų chemikas ir išradėjas (1778 – 1829)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Humphry\\_Davy](http://en.wikipedia.org/wiki/Humphry_Davy); nepaisant jo didelių nuopelnų mokslui ir išradybai, yra paplitusi nuomonė, kad M. Faradėjus ir buvo jo didžiausias atradimas.