



RCPTM slaví spolu s partnery úspěchy ve výzkumu částic a astročástic

Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) se od svého vzniku v roce 2010 podílí na několika velkých mezinárodních projektech v oblasti fyziky částic a astročástic. Staví při tom na dlouhodobé spolupráci s odborníky z Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR. Olomoučtí vědci vyvíjejí unikátní optické přístroje, které jsou klíčovými součástmi zařízení pro detekci částic. Ať už se jedná o částice obrovských energií z Velkého hadronového urychlovače v CERNu, nebo částice z vesmíru, jež se detekují v argentinské Observatoři Pierra Augera. V tomto čísle našeho čtvrtletníku informujeme hned o dvou vynikajících výsledcích těchto projektů.

Nejnovější poznatky prezentované kolaborací Observatoř Pierra Augera v časopise *Science* (The Pierre Auger Collaboration *Science* 357, 1266–1270, 2017) potvrzují s velkou statistickou významností extragalaktický původ částic kosmického záření. Skupina z Olomouce dodala podstatnou část zrcadel do fluorescenčních dalekohledů observatoře, navrhla její optoelektronický řídicí systém a podílí se na každodenním provozu.

V projektu CERN-ATLAS naše skupina přispívá ke společnému dílu analýzou dat srážek protonů, studiem top kvarků a participuje na stavbě detekčních zařízení, která budou zahrnuta do nadcházejícího vylepšení detektorů. K cílům ATLASu patří studium částic tzv.

standardního modelu a sil působících mezi nimi k potvrzení teorií supersymetrie. Snad se také vysvětlí, proč v raném vesmíru zvítězila hmota nad antihmotou, nebo se podaří nalézt adepty na „temnou“ hmotu, kterou tak dychtivě hledají kosmologové. Zásadním objevem ATLASu bylo potvrzení existence Higgsova bosonu, částice, která je zodpovědná za hmotnost jiných částic (The ATLAS Collaboration *Science* 338, 1576–1582, 2012). Skoro denně zaznamenáváme další důležité výsledky, jako je nedávné pozorování rozptylu světla světlem (ATLAS Collaboration *Nat. Phys.* 13, 852–858, 2017), na němž se vědci RCPTM také podíleli.

Třetí spoluprací, ve které RCPTM uplatňuje své odborné znalosti, je Cherenkov Telescope Array (CTA). Má za cíl postavit další generaci pozemní observatoře pro astronomii gama záření o velmi vysoké energii. Olomoucká skupina pomohla při hledání míst vhodných pro výstavbu observatoře jedinečnými celoblohovými autonomními kamerami. Zabývá se i konstrukcí dalekohledů, jejich testováním a návrhem observatoří.

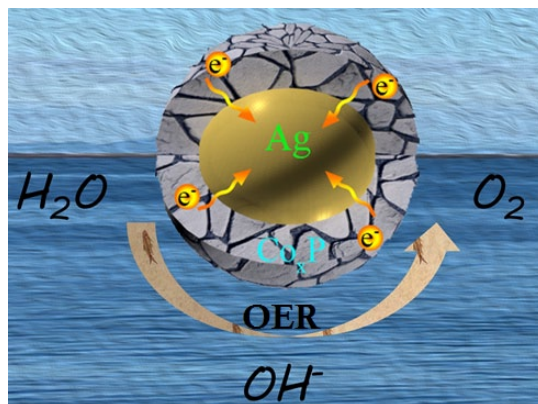
Newsletter přináší zajímavé informace i o dalších směrech výzkumu a dění v našem centru, například o spolupráci s nobelisty nebo úspěších při řešení ERC grantu. Věřím, že to pro vás bude zajímavé čtení.

Vědecké výsledky

Vědci vyvinuli vysoce účinné nanokatalyzátory pro elektrokatalytické štěpení vody

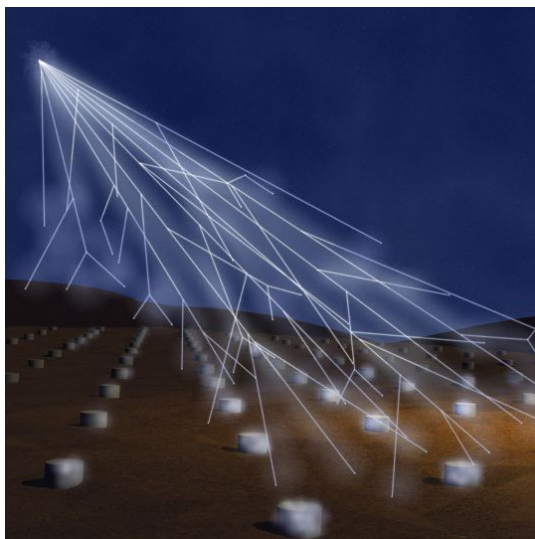
Výroba vodíku a kyslíku elektrokatalytickým štěpením vody je považována za slibnou a udržitelnou alternativu ke zdrojům energie z fosilních paliv a zemního plynu. Elektrokatalytický rozklad vody sestává z reakce vývoje vodíku (Hydrogen Evolution Reaction – HER) probíhající na katodě a vývoje kyslíku (Oxygen Evolution Reaction – OER) na anodě. Celková účinnost elektrokatalytického procesu je omezena především energeticky náročnou reakcí OER, a to hlavně díky vícenásobnému přenosu elektronů a s tím související pomalou kinetikou reakce. Nejznámější a doposud stále nejúčinnější katalyzátory oxidace vody jsou sloučeniny vzácných kovů – IrO_2 a RuO_2 . Především nízká dostupnost a vysoká cena těchto oxidů vzácných kovů motivují mnoho vědeckých týmů ke zkoumání alternativních katalyzátorů. Jako zvláště perspektivní materiály pro stabilní a levné OER elektrokatalyzátory byly identifikovány přechodné kovy (např. Fe, Co, Ni) s 3d elektronovou konfigurací a jejich sloučeniny. Vědecký tým RCPTM pod vedením Manoj B. Gawandeho, ve spolupráci s kolegy z čínské Jilin University a japonské Hokkaido University, publikoval nedávno práci v časopise ACS Catalysis, která se zabývá přípravou heterogenních nanostruktur tvořených jádrem elementárního stříbra a slupkou Co_xP ($\text{Ag@Co}_x\text{P}$). Také díky specifické interakci mezi nanokrystalickým jádrem stříbra a slupkou se zabudovaným přechodným kovem bylo dosaženo referenční proudové hustoty 10 mA/cm^2 při velmi nízké hodnotě vkládaného přepětí, konkrétně 310 mV. Tyto slibné výsledky mohou

otevřít dveře k novým katalytickým a energetickým aplikacím „core-shell“ nanomateriálů, jimž se RCPTM systematicky věnuje (Gawande M.B. et al. *Chem. Soc. Rev.* 44, 7540-7590, 2015).



Hou Y., Liu Y., Gao R., Li Q., Guo H., Goswami A., Zboril R., Gawande M.B., Zou X.: $\text{Ag@Co}_x\text{P}$ Core-Shell Heterogeneous Nanoparticles as Efficient Oxygen Evolution Reaction Catalysts, *ACS Catalysis* 2017, 7 (10), 7038–7042. IF = 10.614

Vysokoenergetické kosmické částice přicházejí z dalekých galaxií



The Pierre Auger Collaboration: Observation of a large-scale anisotropy in the arrival directions of cosmic rays above $8 \times 10^{18} \text{ eV}$, *Science* 2017, 357, 1266–1270. IF = 37.205

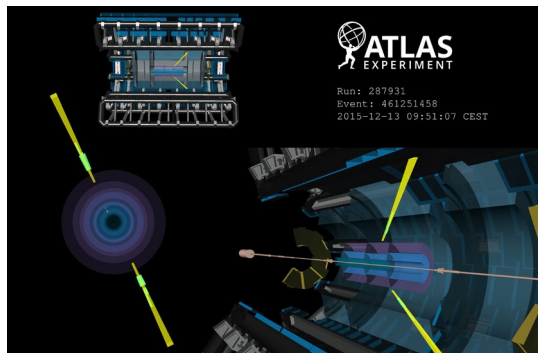
Vědci z kolaborace Observatoř Pierra Augera, do níž je zapojeno i RCPTM, našli důležitou odpověď na otázku o původu kosmického záření dopadajícího na Zemi. V publikaci zveřejněné letos v září v časopise Science prezentovali experimentální důkazy toho, že částice s extrémně vysokými energiemi (milionkrát vyššími, než jaké lze připravit na největším pozemském urychlovači LHC) nepocházejí z naší galaxie.

Astrofyzici studovali více než 30 tisíc částic kosmického záření, které detekovali v argentinské observatoři. Směr jejich příletu mířil do míst, kde se nachází relativně velké množství vzdálených galaxií. Ačkoliv práce potvrzuje extragalaktický původ částic, jejich přesné zdroje zatím určit nelze. Studie ukazuje pouze na širší část oblohy, z níž částice přilétají. Přesto tato informace znamená pro vědce významný posun.

Částice kosmického záření jsou jádra chemických prvků od vodíku (v tom případě jde o jednotlivé protony) po jádra železa. V oblasti energií nad dva jouly je četnost jejich příletu nízká, jen v řádu jedné částice na kilometr čtvereční za rok, což odpovídá asi jedné částici na plochu fotbalového hřiště za století. Lze je odhalit jen prostřednictvím spršek sekundárních částic – elektronů, hadronů, fotonů a mionů – které vznikají v interakcích s jádry atomů v zemské atmosféře. Takové spršky se šíří vzduchem téměř rychlostí světla a mají podobu jakéhosi disku či „talíře“ o průměru až několika kilometrů. V Observatoři Pierra Augera jsou částice z těchto spršek detekovány s využitím fluorescenčního a Čerenkovova záření.

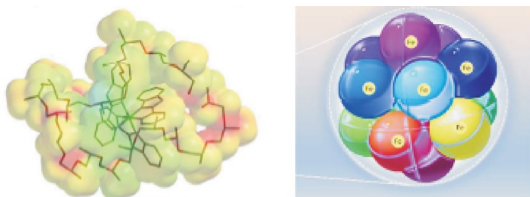
Vědci pozorovali dlouho očekávaný fenomén – rozptyl fotonů na fotonech

Velký hadronový urychlovač (LHC) v CERNu je znám zejména v souvislosti s kolidujícími svazky protonů. Takto ostatně vědci našli Higgsův boson. Nový objev publikovaný v časopise *Nature Physics* ale pochází z programu LHC týkajícího se těžkých iontů, kde se srážejí atomy olova zbažené elektrony. Ionty tak nesou velký elektrický náboj a jejich elektrické pole je dále zesíleno díky jejich ultrarelativistickému pohybu. Fyzikové z projektu ATLAS studovali situace, kdy se kolidující ionty olova těsně minou, takže spolu interagují pouze fotony o vysoké energii, které ionty obklopují. V těchto interakcích pozorovali rozptyl fotonů na fotonech – dlouho očekávaný fenomén zakázaný klasickým elektromagnetismem, ale povolený a předpovězený v kvantové elektrodynamice. V budoucnu mohou být události rozptylu fotonů na fotonech využity jako pomůcka k objevu nových částic, například magnetických monopolů, které se mohou vyskytovat jako částice „běžící“ v kvantových smyčkách a umožňující vznik rozptylu světla světlem.



ATLAS Collaboration: Evidence for light-by-light scattering in heavy-ion collisions with the ATLAS detector at the LHC, *Nature Physics* 2017, 13, 852–858. IF = 22.806

Molekulární nanopasti pro optoelektronické aplikace



Některé koordinační sloučeniny vykazují tzv. „spin crossover“ chování, kdy nastává změna spinového stavu přechodného kovu v důsledku vnějších podnětů, jako jsou teplota, tlak, světlo nebo vnější magnetické pole. Při spinovém přechodu a změně elektronové konfigurace dochází také ke změně optických a magnetických vlastností komplexů, které také mohou být využity jako elektrické přepínače nebo v pokročilých optoelektronických a magnetooptických aplikacích.

V práci nedávno přijaté k publikaci v časopise *Chemistry of Materials* (Zoppellaro G. et al. *Chem. Mater.* 2017, DOI: [10.1021/acs.chemmater.7b03633](https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.7b03633)) ukážeme elegantní koncept molekulárních

nanopastí, kdy jsou molekuly koordinační sloučeniny uvězněny ve vhodné polymerní matici ve formě nanočástic. Vzájemná interakce molekul komplexu mezi sebou a s molekulami polymerní matrice vede k dvoukrokovému spinovému přechodu s širokou hysterezi, tedy s charakteristikami velmi výhodnými pro konstrukci nové generace molekulárních přepínačů. Řízení nekovalentních interakcí skrze vhodnou matici představuje novou efektivní strategii buzení multikrokového spinového přechodu pomocí molekulárního nanoinženýrství. Práce navazuje na dlouholetý výzkum koordinačních sloučenin v RCPTM v oblasti spinových přechodů a jejich řízení (např. Bao X. et al. *Chem. Sci.* 3, 1629–1633, 2012; Liu W. et al. *Inorg. Chem.* 54, 8711–8716, 2015; Herchel R. et al. *Inorg. Chem.* 50, 12390–12392, 2011; Liu W. et al. *Chem. Commun.* 50, 4059–4061, 2014).

Zoppellaro G., Tuček J., Ugolotti J., Aparicio C., Malina O., Čépe K., Zbořil R.: Triggering Two-Step Spin Bistability and Large Hysteresis in Spin Crossover Nanoparticles via Molecular Nanoengineering. *Chemistry of Materials* 2017, in press, DOI: [10.1021/acs.chemmater.7b03633](https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.7b03633). IF = 9.466

Další významné publikace

Malara F., Carallo S., Rotunno E., Lazzarini L., Piperopoulos E., Milone C., Naldoni A.: A Flexible Electrode Based on Al-Doped Nickel Hydroxide Wrapped around a Carbon Nanotube Forest for Efficient Oxygen Evolution, *ACS Catalysis* 2017, 7 (7), 4786–4795. IF = 10.614

Bartali R., Otyepka M., Pykal M., Lazar P., Micheli V., Gottardi G., Laidani N.: Interaction of the Helium, Hydrogen, Air, Argon, and Nitrogen Bubbles with Graphite Surface in Water, *ACS Applied Materials & Interfaces* 2017, 9 (20), 17517–17525. IF = 7.504

Krepl M., Blatter M., Cléry A., Damberger F.F., Allain F.H.T., Sponer J.: Structural Study of the Fox-1 RRM Protein Hydration Reveals a Role for Key Water Molecules in RRM-RNA Recognition, *Nucleic Acids Research* 2017, 45 (13), 8046–8063. IF = 10.162

Figiel M., Krepl M., Poznański J., Gołąb A., Šponer J., Nowotny M.: Coordination between the Polymerase and RNase H Activity of HIV-1 Reverse Transcriptase, *Nucleic Acids Research* 2017, 45 (6), 3341–3352. IF = 10.162

Sigwald D., Šekutor M., Cao L., Zavalij P.Y., Hostaš J., Ajani H., Hobza P., Mlinarić-Majerski K., Glaser R., Isaacs L.: Unraveling the Structure-Affinity Relationship between Curbin[n]urils ($n=7, 8$) and Cationic Diamondoids, *Journal of the American Chemical Society* 2017, 139 (8), 3249–3258. IF = 13.858

Tian Z., Zhang X.T., Li D., Zhou D., Jing P.T., Shen D.Z., Qu S.N., Zboril R., Rogach A.L.: Full-Color Inorganic Carbon Dot Phosphors for White-Light-Emitting Diodes, *Advanced Optical Materials* 2017, in press, DOI: [10.1002/adom.201700416](https://doi.org/10.1002/adom.201700416). IF = 6.875

Petala E., Georgiou Y., Kostas V., Dimos K., Karakassides M.A., Deligiannakis Y., Aparicio C., Tuček J., Zbořil R.: Magnetic Carbon Nanocages: An Advanced Architecture with Surface- and Morphology-Enhanced Removal Capacity for Arsenites, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2017, 5 (7), 5782–5792. IF = 5.951

Fihri A., Len C., Varma R.S., Solhy A.: Hydroxyapatite: A Review of Syntheses, Structure and Applications in Heterogeneous Catalysis, *Coordination Chemistry Reviews* 2017, 347, 48–76. IF = 13.324

Naše granty

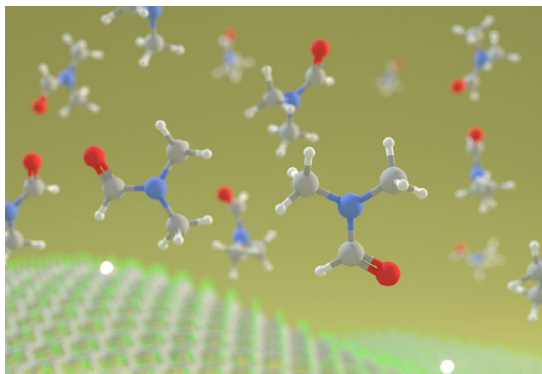
Cesta do hlubin světa 2D chemie přináší první výsledky

Proniknout do dvojrozměrného světa uhlíkových materiálů, porozumět jeho pravidlům a následně je využít k přípravě nových vysoce funkčních materiálů je cílem grantu Evropské výzkumné rady (ERC) Dvoudimenzionální chemie směrem ke grafenovým derivátům, který řeší tým pod vedením Michala Otyepky. Již prvních 14 měsíců grantu přineslo celou řadu významných výsledků, jež vyústily do devíti publikací. Další se připravují nebo jsou v recenzním řízení.

„Zdá se, že dvourozměrné materiály mají mnoho zvláštností. Samotným jádrem projektu je nalezení a pochopení principů dvourozměrné chemie, ale hodláme jít ještě dále. Na jedné straně chceme vyvinout procesy pro elegantní chemickou modifikaci 2D materiálů a připravit širokou paletu materiálů s unikátními fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Následně je budeme vrstvit do 3D struktur a vytvářet jakési „molekulární lasagne“ s velkým aplikačním prostorem v katalýze, separačních technologiích nebo pro ukládání energie,“ objasnil profesor Otyepka, který před šesti lety stál u objevu fluorografenu.

Právě fluorografen je v jeho projektu často skloňován, neboť se ukázalo, že je vhodným výchozím materiálem pro přípravu široké palety derivátů grafenu. Ty pak vtiskávají grafenu nové vlastnosti a mění jeho chování. Tímto novým způsobem derivatizace grafenu lze zcela zásadně měnit jeho vlastnosti. „Umíme řídit elektronické, magnetické i povrchové vlastnosti grafenu. Navíc jsme vyvinuli zcela unikátní syntetický přístup ke grafenovým derivátům a dokážeme je připravovat ve velkých množstvích, což řada zahraničních kolegů velmi oceňuje. Už nyní posíláme naše materiály do světa na testování,“ dodal Otyepka.

Jedním z prvních konkrétních výstupů grantu byla příprava vysoce funkcionalizovaného derivátu grafenu, hydroxofluorografenu, který nese magnetické uspořádání. „Je to nekovový magnet a pro vysvětlení jeho magnetismu jsme vyvinuli nový model založený na komunikaci diradikálových motivů uzavřených v grafenové síti. Jsem rád, že hned první práce na ERC projektu přinesla tak zásadní výsledky (Tuček J. et al. *Nat. Commun.* 8, 14525, 2017),“ doplnil



Otyepka. Výzkum v této oblasti bude podle něj pokračovat. „Rádi bychom náš model podpořili novými experimenty a připravili další deriváty.“

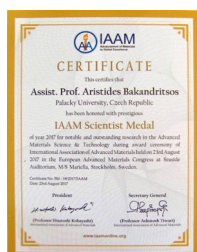
Nově vyvinuté materiály s vlastnostmi přizpůsobenými na míru konkrétním aplikacím odborníci testují v oblasti elektroniky, katalýzy nebo senzory, například pro detekci látek znečišťujících životní prostředí či stanovení signálních molekul. Využívají je také v nanokompozitech pro separační technologie a ověřují rovněž přípravu superpevných nanovláken. Další z oblastí, na niž se zaměřili, je ukládání energie.

Otyepkům tým se může chlubit i dalšími konkrétními výsledky. „Nedávno jsme odeslali k posouzení článek, jenž vysvětluje některé zvláštnosti chemie fluorografenu, kterým jsme dlouho nerozuměli. Nové experimenty nám otevřely oči. Teď víme, jak celý proces funguje. To nám pomohlo začít další experimenty a věřím, že budeme moci mnohem jemněji kontrolovat vlastnosti grafenových derivátů. Netrpělivě čekám na nové výsledky,“ prozradil Otyepka. Dosud vědci připravili celou řadu nových materiálů, kromě hydroxofluorografenu je to kyanografen, grafenová kyselina a její amidy (Bakandritsos A. et al. *ACS Nano* 11, 2982–2991, 2017), alkylované a arylované grafeny (Chronopoulos D.D. et al. *Chem. Mater.* 29, 926–930, 2017). Další materiály jsou k publikaci přichystané. Do týmu nastoupili tři zahraniční pracovníci na pozici postdoků. V září se přidali i první Ph.D. studenti.

Ocenění

Aristeidis Bakandritsos z RCPTM získal prestižní medaili

Chemik Aristeidis Bakandritsos z RCPTM získal v letošním roce prestižní medaili — IAAM Scientist Medal. Mezinárodní asociace pro pokročilé materiály (IAAM) ji na svém kongresu uděluje vědcům, kteří v daném roce publikovali vynikající vědecké výsledky v oblasti materiálových věd. Letos se Evropský kongres pokročilých materiálů uskutečnil na sklonku léta ve Stockholmu.



„Tato cena je pro mě uznáním tvrdé práce, která může vést k pěkným výsledkům, je-li prováděna v dobře organizovaném, moderním a mezinárodně konkurenceschopném vědeckém prostředí. Především je to pro mne ale motivace pokračovat ve své práci, kterou miluji i přes její náročnost,“ uvedl laureát.

Absolvent Athénské univerzity působí v RCPTM ve skupině Magnetické nanostruktury od roku 2015. Zaměřuje se na materiálovou chemii, zejména na výrobu uhlíkových nanomateriálů při využití možností, které nabízí chemie fluorografenu. Ve spolupráci s kolegy navrhuje nové materiály a jejich hybridy a zkoumá jejich vlastnosti a výkon v různých aplikacích.

„Tato cena reflektuje originalitu a dopad výzkumu v RCPTM, jehož výsledky jsme publikovali v roce 2017. Týká se hlavně cest, které jsme objevili pro vývoj nových derivátů grafenu. Tyto poznatky jsou velmi důležité. Získané materiály mají vlastnosti, které mohou zlepšit účinnost, nabídnout nové možnosti využití nebo značně snížit cenu nanomateriálů v aplikacích například ve spintronice, (elektro) katalýze či energetice,“ doplnil Bakandritsos.

IAAM je hlavní mezinárodní organizace výzkumných pracovníků v oblasti pokročilých materiálů, jejímž cílem je poskytnout vědecké a vzdělávací fórum pro tuto rychle se rozvíjející vědní disciplínu.

Organizuje pravidelné konference, vyznamenává excelentní vědce a připravuje řadu publikací v oblasti pokročilých materiálů. IAAM má asi 50 000 členů z akademické sféry, výzkumných laboratoří a průmyslových odvětví.

Rozhovor

„RCPTM je základna pro mé vědecké plány“

Brněnský chemik a jeden z nejcitovanějších českých vědců Jiří Šponer spolupracuje s olomouckými kolegy již řadu let, zejména při studiu struktury a dynamiky nukleových kyselin a RNA katalýzy. Nyní se společně vydávají i do oblasti prebiotické chemie, která se věnuje vzniku a počátkům života na Zemi. Právě nové experimenty v RCPTM by mohly některé dosavadní hypotézy podpořit.

Studujete původ života na Zemi, zabýváte se vznikem první molekuly RNA. Můžete stručně svoji práci přiblížit?

Musím zdůraznit, že tento výzkum je především doménou mé ženy. Vědeckým cílem je zjistit, jak z neživých molekul, které byly přítomny v atmosféře mladé Země nebo i na jiné planetě kdekoli ve vesmíru, mohly nejprve vzniknout organické molekuly, jako jsou báze, cukry a aminokyseliny. A z nich se následně nějakým doposud nevyjasněným procesem selektivně vytvořil první biopolymer schopný darwinistické evoluce. Dokázal tedy sám sebe kopírovat a přitom zkoušet různé variace svých kopií. Jakmile totiž máte reprodukci biopolymeru s variací sekvence, což je mimochodem definice života od Edwarda Trifonova, automaticky se v populaci molekul objeví zdatnější jedinci a jejich přítomnost odstartuje evoluci. Nejcitnější je pro nás zjistit to, jak donutit cyklické nukleotidy, monomery RNA, aby se samy polymerizovaly, tedy samovolně tvořily RNA. Tento převážně experimentální výzkum zahájili před několika lety kolegové v Itálii a my jsme se k nim postupně přidali. K překvapení všech a za zuřivého odporu těch, co to zkoušeli mnohem složitějšími cestami, se nakonec ukázalo, že zejména cyklický guanosin-monofosfát to má v sobě a že v poměrně široké škále podmínek se dokáže polymerizovat bez pomoci dalších molekul.

Dá se to považovat za nejvýznamnější pokrok, kterého jste na tomto poli dosáhli?

Výše zmíněné „samopolymerizace“ RNA si ceníme nejvýše. Před několika měsíci jsme navíc zformulovali koncept, podle něž již samotná syntéza guaninové RNA mohla stačit. Jde o následující věc. Dnes se všude v přírodě i laboratoři nukleové kyseliny syntetizují pomocí jiné molekuly nukleové kyseliny, tedy pomocí templátu, pomocí Watson-Crick párování bázi. Jenomže první RNA templát mít nemohly. To, co jsme navrhli a chceme experimentálně rozvinout, je myšlenka, že krátké oligomery guaninu mohly dostat zbývající báze nukleových kyselin do hry již jako nepřímý templát.

Na čem v této oblasti pracujete v RCPTM?

Díky unikátnímu přístrojovému vybavení RCPTM zde chceme rozvinout všechny experimentální techniky. Možná to zní paradoxně, ale studium vzniku života vlastně až tak sofistikované přístroje nepotřebuje, jde spíše o chytrost experimentu. Takže pro přístrojové vybavení RCPTM dimenzované na tvrdou konkurenci v materiálových vědách a aplikovaném výzkumu jsou naše potřeby celkem umírněné.

Spolupráce s olomouckými kolegy trvá více než deset let. K čemu jste společně dospěli?

Těžko vyzvednout jednu věc. Jde již o desítky vědeckých publikací. V podstatě se dá říci, že tím, že jsme vytvořili společnou laboratoř a dali dohromady všechny naše znalosti a vědomosti, místo abychom si navzájem konkurovali a škodili, vybudovali jsme možná nejlepší laboratoř na světě pro molekuleové modelování nukleových kyselin.

Působíte v Biofyzikálním ústavu AV ČR v Brně. Proč je pro vás důležité být také součástí týmu olomouckého vědeckého centra?

Před více než deseti lety jsem zoufale hledal partnera, který by rozuměl bílkovinám. A kontaktoval jsem tehdy vlastně začínajícího vědce Michala Otyepku. Díky jemu a našim dalším kolegům z toho vyrostl vědecký tým, který v oblasti nukleových kyselin dosáhl v řadě aspektů vůdčího mezinárodního postavení. Pak přišel další moment, a sice vznik RCPTM. Musím říct, že jsem si, při svém notorickém

skepticismu k úrovni české vědy, ani ve snu nedokázal představit, že by zde mohlo být pracoviště takové kvality. Jeho ředitel Radek Zbořil v tom odvedl v českém kontextu naprosto unikátní výkon. Čili karty se obrátily. Zatímco na počátku jsem to já chápal tak, že kolegové v Olomouci mohou být rádi, že jsou součástí mého výzkumu, dnes je to přesně naopak. Čím silnější máte zázemí a spolupracovníky, tím jste sám silnější. Takže RCPTM i katedra fyzikální chemie jsou pro mne vynikajícími základnami, z nichž mohu realizovat své vědecké plány. V Biofyzikálním ústavu má naše spolupráce velkou podporu, protože si uvědomujeme, že bez úzkého vztahu s vysokými školami se neobejdeme a vyděláme na něm všichni. Společně zvyšujeme naši konkurenceschopnost na tvrdém mezinárodním kolbišti a hlavně zvyšujeme šanci, že přijdeme na nové věci. Na můj vkus je v současné vědě až příliš mnoho nezdravé soutěživosti a příliš málo spolupráce.

Jakou vědeckou infrastrukturu zde využíváte nejvíce?

Výpočetní klastry, HPLC a hmotnostní spektrometr. A stavíme unikátní aparaturu, u níž doufáme, že nám umožní získat průlomové výsledky právě v oblasti vzniku prvních molekul RNA.

Spolu s vaší manželkou Judit jste se stali ambasadory filmu amerického nezávislého režiséra Malicka Cesta času (The Voyage of Time: Life's Journey) o vzniku, vývoji a zániku vesmíru, životním cyklu sluneční soustavy a zrodu organismů až po formování lidské civilizace. Co na dokument říkáte?

Dá se chápat dvojím způsobem. Jednak je to impresivní film z hlediska vizuálních efektů, který dokáže diváky vtáhnout do děje vývoje hmoty ve vesmíru od začátku až po vznik civilizace. Pokud se ovšem v tématice vzniku života vyznáte, oceníte, že film je vědecky správný. Můžete trávit dlouhé hodiny tím, že identifikujete jednotlivé výjevy snímku a konkrétní vědecké poznatky, které za nimi stojí. Dokument současně sleduje spoustu filozofických otázek, na které však podle nás záměrně nedává odpovědi. Je na divácích, aby si je utvořili, a my jsme jasně viděli v diskuzích po premiéře v pražském kině Lucerna i v brněnském planetáriu, jak lidé skutečně tyto vlastní interpretace nacházejí. Podle mě Malick říká, že evoluce je taková, jaká je. Není ani dobrá, ani zlá. Je to logický proces vývoje hmoty a energie ve vesmíru a člověk zůstává jeho součástí. Jestli to je i Malickova interpretace, nevím. A asi to neví nikdo.

Nedávno byli zveřejněni letošní nobelisté za chemii. S jedním z nich máte společnou publikaci. Jaká to byla spolupráce?

S Joachimem Frankem jsme společně řešili jednu z flexibilních součástí ribozomu, což je taková molekulární továrna, která syntetizuje bílkoviny ve všech dnes existujících buňkách. Kombinovali jsme data z jeho kryoelektronové mikroskopie, za niž Nobelovu cenu nyní získal, s našimi molekulovými simulacemi (Réblová K. et al. *Nucleic Acids Res.* 38, 1325–1340, 2010). Spolupráce s ním byla výborná, byl jsem i na návštěvě u něj doma a i když jsme pak spolu už dále nespolečně pracovali, byl jsem hostem na oslavě jeho sedmdesátin. Ve skutečnosti mám ale společné publikace se dvěma nositeli Nobelovy ceny, a to ze zcela jiných oborů. Ilustruje to, že děláme skutečně interdisciplinární a kvalitní výzkum. Tím druhým je biochemik Arieh Warshel, který získal Nobelovu cenu za chemii spolu s kolegy v roce 2013 za vývoj teoretických metod sloužících k výpočtům složitých chemických systémů (Florián J. et al. *J. Phys. Chem. B* 103, 884–892, 1999).



Pro naše studenty

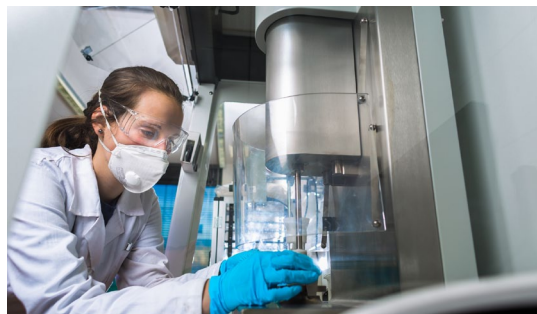
Nové projekty přispějí k modernizaci Ph.D. studia i přístrojového vybavení

Posílit praktické experimentální dovednosti doktorandů a umožnit jim osvojit si práci se špičkovými přístroji. To jsou hlavní cíle dvou vzdělávacích projektů z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání v celkové výši zhruba 177,1 milionu korun, do nichž se spolu s dalšími pracovišti na přírodovědecké fakultě zapojilo rovněž RCPTM. Podle vedení vědeckého centra je to jedna z cest, jak připravit nastupující generaci vědců na nové výzvy, které je v budoucnu čekají.

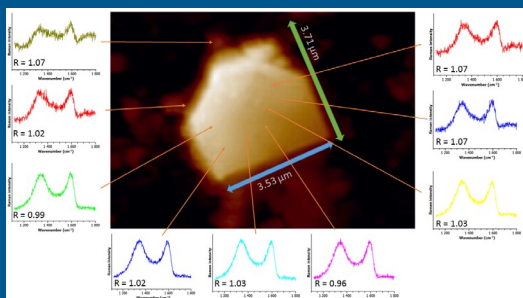
„Vzdělávání mladší generace vnímám jako nedílnou součást aktivit RCPTM. Řada studentů zde pracuje na svých závěrečných pracích a má tak přístup k nejmodernější technice a know-how. Je naprosto klíčové předávat mladé generaci naše znalosti a zkušenosti a včas jim vstřípit základní principy vědecké práce. Učení bádáním je jednou z neúčinnějších cest, jak toho dosáhnout,“ řekl zástupce ředitele RCPTM Michal Otyepka. Pracovníci RCPTM se za sedm let existence centra podíleli na výchově přibližně 150 absolventů magisterského a 50 doktorského studia.

Projekt Modernizace doktorského studia fyziky, chemie a biochemie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého je zaměřený mimo jiné na vytvoření nových doktorských studijních programů. Důraz je kladen na to, aby si Ph.D. studenti detailně osvojili nejmodernější experimentální techniky. Významným dílčím cílem projektu je i podpora vybraných Ph.D. studentů, kteří vyjedou na odborné stáže na prestižní zahraniční pracoviště.

Díky projektu Modernizace výzkumných infrastruktur pro potřeby doktorského studia fyziky, chemie a biochemie na PŘF UP bude možné pořídit špičkové přístrojové vybavení potřebné pro experimentální výuku a výzkum studentů v modernizovaných či nově vytvořených doktorských studijních programech Optika a optoelektronika, Aplikovaná fyzika, Biofyzika, Biochemie, Nanomateriálová chemie a Nanotechnologie. Z nových zařízení lze jmenovat například přístroj pro měření chemi- a fyzisorpce umožňující popis porozity a povrchových vlastností materiálů, vysoce přesné zařízení pro termické analýzy, plynový chromatograf s hmotnostní detekcí nebo 400 MHz NMR spektrometr, jež využijeme zejména pro studium katalytických procesů.



Představujeme vědeckou infrastrukturu



Topografie derivátu grafenu se simultánním měřením Ramanovských spekter v různých oblastech vzorku.

Rastrovací tunelový mikroskop Ntegra Spectra firmy NT-MDT umožňuje studovat nejen topografii vzorků, ale i vybrané fyzikálně-chemické charakteristiky včetně magnetických vlastností v režimu MFM (Magnetic Force Microscopy) nebo vodivosti v režimu C-AFM (Conductive Atomic Force Microscopy). Mikroskop dovoluje pracovat v ambientním režimu, kdy je vzorek měřen na vzduchu, ale i za podmínek, kdy je ramínko plně ponořené do kapaliny. Kapalný mód je výhodný především pro práci s biologickými systémy (buňky, tkáně) a pro studium interakcí biomolekul (například oligonukleotidů DNA, RNA nebo proteinů) s povrchem vzorku. Velkou výhodou představuje simultánní propojení mikroskopie atomárních sil s Ramanovou mikroskopií, což umožňuje paralelní popis topografie a chemické mapování vzorku. Tak lze mimo jiné získat informace například o prostorovém rozložení vybraných funkčních skupin na povrchu analyzovaného materiálu. Systém je navíc koncipován tak, aby poskytl možnost provádět analýzu vzorků v režimu hrotem zesílené Ramanovy spektroskopie (TERS - Tip Enhanced Raman Spectroscopy), kdy dochází k výraznému zesílení analytického signálu Ramanovy spektroskopie vlivem interakce laserového svazku s nanostrukturně upraveným hrotem AFM. Kombinovaný systém AFM propojený s Ramanovou spektroskopií se v RCPTM využívá například k popisu morfologie, 3D zobrazení a chemickému mapování derivátů grafenu nebo k popisu interakce 2D nanomateriálů s biomolekulami.

Vybrané publikace:

Froning J.P., Lazar P., Pykal M., Li Q., Dong M., Zbořil R., Otyepka M.: Direct mapping of chemical oxidation of individual graphene sheets through dynamic force measurements at the nanoscale, *Nanoscale* 2017, 9 (1), 119–127. IF = 7.367

Připravujeme...

RCPTM bude mít hojné zastoupení na konferenci Nanocon



Na výzkum a aplikace nanomateriálů a jejich případný vliv na životní prostředí a zdraví lidí se i letos zaměří mezinárodní konference [Nanocon](#)

2017. V brněnském hotelu Voroněž se ve dnech 18. až 20. října uskuteční její 9. ročník. Odborným garantem bude stejně jako v předchozích letech Radek Zbořil, generální ředitel RCPTM, které se na organizaci konference tradičně spolupodílí. Jednu z vyžádaných přednášek pronese Jiří Tuček, vedoucí olomoucké skupiny Magnetické nanostruktury.

Konference Nanocon je nejvýznamnější akcí svého druhu v České republice a patří k největším ve střední Evropě. Letos se zatím přihlásilo zhruba 370 účastníků z 30 zemí. Program bude rozdělen do několika sekcí, v nichž se účastníci zaměří na využití nanomateriálů pro elektronické, magnetické a optické aplikace, průmyslové a environmentální technologie, bionanotechnologie a medicínu. Prostor bude věnován také monitorování a popisu toxicity nanomateriálů či pokročilým metodám přípravy a charakterizace nanosystémů.

Na konferenci zazní dvě plenární přednášky. Profesor anorganické chemie z Univerzity v Terstu Paolo Fornasiero, odborník na materiálovou chemii a pokročilé aplikace nanomateriálů v energetice a environmentální heterogenní katalýze, bude hovořit na téma Možnosti a výzvy vhodně definovaných nanokatalyzátorů. Vedoucí skupiny elektronické krystalografie Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR Lukáš Palatinus představí metodu, která umožňuje určit strukturu jednotlivých nanokrystalů s nebyvalou přesností a spolehlivostí. V rámci vyžádaných přednášek vystoupí i zástupce RCPTM Jiří Tuček s prezentací na téma Strategie vtisknutí magnetických vlastností do grafenu: Dopace a sp^3 funkcionalizace. O výsledcích výzkumu v olomouckém vědeckém centru budou hovořit i další jeho zástupci, mimo jiné Manoj B. Gawande, Štěpán Kment, Aristeidis Bakandritsos, Alberto Naldoni, Jan Filip, Veronika Urbanová, Václav Ranc a další.

Týden vědy a techniky v RCPTM nabídne exkurze i přednášku o 2D chemii

RCPTM se po loňské skvělé zkušenosti i letos připojuje k Týdnu vědy a techniky Akademie věd ČR. Cílem je seznámit veřejnost a především středoškoly s dynamicky se rozvíjející oblastí nanočástic a nanotechnologií i výzkumnými směry, jimž se olomoucké vědecké centrum věnuje. Ve dnech 8. až 10. listopadu se uskuteční Dny otevřených dveří. Návštěvníci si budou moci prohlédnout laboratoře, v nichž se excelentní věda provádí, připraveny budou i zajímavé experimenty.

Ve čtvrté 9. listopadu zástupce ředitele RCPTM Michal Otyepka zavede středoškoly do světa 2D chemie. V přednášce nazvané Příliš plochy svět? v olomoucké Pevnosti poznání pohovoří nejen o grafenu a jeho významné roli v oblasti nanomateriálového výzkumu a nanotechnologií, ale i o mladších členech rodiny 2D materiálu. Na obě akce je nutné se předem registrovat, podrobné informace jsou dostupné i na webu [Týdne vědy a techniky](#).



Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů

Šlechtitelů 27
783 71 Olomouc

Telefon: (+420) 58 563 4973
Email: rcptm@upol.cz
Web: www.rcptm.com
Facebook: www.facebook.com/rcptm.cz

Vydalo: Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů, 2017
Editor: Martina Šaradinová
Foto: Viktor Čáp, Martin Pykal, archiv RCPTM
Grafické zpracování: Ondřej Růžička

