

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.



.....
název poskytovatele znalostí a logo

Oddělení biofyzikální chemie

Odborné zaměření

Oddělení biofyzikální chemie se zabývá zejména studiem biologických systémů pomocí fluorescenční spektroskopie a mikroskopie. Hlavním tématem výzkumu je objasnění vztahu mezi strukturou, dynamikou a funkcí biomembrán a proteinů. Kromě praktického využití známých fluorescenčních metod se skupina Martina Hofa zaměřuje i na vývoj nových fluorescenčních technik. Mezi nejdůležitějších témata patří výzkum chování lipidových nanodomén v biomembránách, který se provádí na modelových systémech. Další hojně používanou metodou je časově rozlišená fluorescenční spektroskopie, jež umožňuje určit mikroviskozitu a mikropolaritu v mikrookolí dané fluorescenční sondy. Tento experimentální přístup (tzv. Časově závislý fluorescenční posuv) našel uplatnění zejména při studiu vlivu peptidů, oxysterolů a iontů na membránové uspořádání. Oddělení biofyzikální chemie se také zabývá vývojem nových fluorescenčních metod. Jako první uvedlo tzv. metodu „z-scan“ fluorescenční korelační spektroskopie (z-scan FCS), která umožňuje přesně změřit difúzní koeficient v planárních systémech (např. ve fosfolipidové dvojvrstvě).

Nabízené služby

Měření UV-VIS absorpčních a fluorescenčních stacionárních spekter kapalných vzorků

Měření difúzních koeficientů fluorescenčně značených molekul a komplexů (10^{-1} - 10^3 $\mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$)

Měření dob dohasínání fluorescence (50 pikosekund – 100 nanosekund) a kvantového výtěžku kapalných vzorků

Měření hydrodynamického poloměru pomocí anizotropie fluorescence

Snímání fluorescenčního obrazu pomocí konfokálního mikroskopu (rozlišení ~ 250 nm)

Snímání fluorescenčního obrazu pomocí vysoce rozlišené mikroskopie (pouze pro imobilizované vzorky, rozlišení ~ 50 nm)

Určení distribuce dob dohasínání fluorescence pomocí fluorescenční konfokální mikroskopie (metoda FLIM)

Příprava unilamelárních fosfolipidových váčků a fosfolipidových dvojvrstev na aktivních površích

Měření povrchového napětí fosfolipidových monovrstev a multivrstev pomocí Langmuir-Blodgettových vah

Dosažené výsledky, reference a příklady spolupráce

Vybrané metody byly publikovány v následujících příspěvcích:

z-scan FCS:

Benda, A., M. Beneš, V. Mareček, A. Lhotský, W.T. Hermens, and M. Hof. How to determine diffusion coefficients in planar phospholipid systems by confocal fluorescence correlation spectroscopy. *Langmuir*, 2003. 19(10): 4120-4126.

fIFCS:

Kapusta, P.; Macháň, R.; Benda, A.; Hof, M. Fluorescence Lifetime Correlation Spectroscopy (FLCS): Concepts, Applications and Outlook. 2012, *International Journal of Molecular Sciences* 13(10): 12890-12910.

DSOM:

Humpolíčková, J.; Benda, A.; and Enderlein, J. Optical Saturation as a Versatile Tool to Enhance Resolution in Confocal Microscopy. 2009, *Biophysical Journal* 97(9): 2623-2629.

Detekce nanodomén:

Štefl, M.; Šachl, R.; Humpolíčková, J.; Cebecauer, M.; Macháň, R.; Kolářová, M.; Johansson, L.B.-Å.; Hof, M. Dynamics and Size of Cross-Linking-Induced Lipid Nanodomains in Model Membranes. 2012, *Biophysical Journal* 102(9), 2104-2113. DOI: 10.1016/j.bpj.2012.03.054

Časově závislý fluorescenční posuv

Jurkiewicz, P.; Cwiklik, L.; Jungwirth, P.; Hof, M. Lipid hydration and mobility: An interplay between fluorescence solvent relaxation experiments and molecular dynamics simulations. 2012, *Biochimie*, 94, 26-32. DOI: 10.1016/j.biochi.2011.06.027

Amaro, M.; Brezovský, J.; Kováčová, S.; Maier, L.; Chaloupková, R.; Sýkora, J.; Paruch, K.; Damborský, J. and Hof, M. Are Time-Dependent Fluorescence Shifts at the Tunnel Mouth of Haloalkane Dehalogenase Enzymes Dependent on the Choice of the Chromophore? 2013, *J. Phys. Chem. B*, 117 (26), 7898-7906. DOI: 10.1021/jp403708c

Oddělení spektroskopie - výzkumný tým laboratoří FT a laserové spektroskopie

Odborné zaměření:

- Charakterizace polovodičových laserů
- Konstrukce fotoakustických a laserových spektrometrů
- Spektrální analýza pomocí výbojové a ablační plasmy

Nabízené služby

- Studie proveditelnosti.
- Charakterizace laserů pomocí FT spektrometrie.
- Testování kvality a použitelnosti laserů.
- Návrh a konstrukce laserových a fotoakustických spektrometrů pro detekci analytů dle přání zadavatele.
- Měření pomocí unikátních citlivých spektrometrů s vysokým rozlišením, jediné dva přístroje tohoto druhu v ČR (Fourier transform spektrometry Bruker 125 HR, rozlišení $0,002 \text{ cm}^{-1}$).
- Charakterizace morfologických vlastností nanostruktur metodami mikroskopie atomárních sil a optické profilometrie.
- Charakterizace molekulárních souborů metodou absorpční spektroskopie v infračervené oblasti spektra.

Dosažené výsledky, reference a příklady spolupráce

Projekty aplikovaného výzkumu:

- IAA400400705 - Fourierovská spektroskopie pomocí polovodičových laserů (2007-2011, AV0/IA). Úspěšné řešení projektu základního výzkumu, vývoj fotoakustického spektrometru.
- OC09044 - Diagnostika a charakterizace nelineárních vlastností polovodičových laserů a nově připravených krystalů na bázi solí anorganických aniontů s organickými kationty (2009-2011, MSM/OC).
- FR-TI1/130 - Výzkum a vývoj systému pro identifikaci výbušnin (2009-2012, MPO/FR). **Prototyp**, výsledek druhu G: RIV/25291581:12:#0000188 - Sestrojen funkční ověřený prototyp NQR detektoru výbušnin (2012). V laboratoři byla též vyvinuta aparatura pro detekci výbušnin a nedestruktivní velmi jednoduchou simulaci jejich exploze laserovou ablací.
- KAN100500652 - Heterogenní organické a hybridní nanokompozitní materiály pro solární články (2006-2010, AV0/KA). Spektroskopický výzkum nanokompozitů a fullerenu.
- IAA4040104 - Rychle laditelný MID-IR and IR laser-diodový spektrometr na bázi nelineárních optických efektů (2001-2005, AV0/IA). V rámci projektu základního výzkumu zkonstruován laserový spektrometr pro analytické aplikace.
- Spolupráce s Laboratory of Physics of Nanostructures, EPFL Lausanne, Švýcarsko (úspěšné řešení projektu mezinárodní spolupráce Long-wavelength VCSEL based

semiconductor laser spectroscopy in 1200-2000 nm spectral range, PF 049 Ministerstva financí ČR pro rozvoj česko-švýcarského partnerství). Charakterizace polovodičových laserů. Vývoj levného a citlivého spektrometru pro detekci škodlivin.

Oddělení elektrochemických materiálů

- **Odborné zaměření**
- Výzkum, vývoj a testování elektrochemických materiálů pro solární články jako alternativa křemíkové fotovoltaiky.
- Výzkum, vývoj a testování elektrochemických materiálů pro nové zdroje energie: baterie Li-ion, Na-ion a superkondenzátory.
- Aplikovaná fotokatalýza (fotokatalytické čištění vody a vzduchu, samočisticí fotokatalytické povrchové úpravy, optimalizovaná desinfekce vody a vzduchu krátkovlnným ultrafialovým zářením, dekontaminace vody a vzduchu metodou fotoindukované mineralizace organických škodlivin.
- **Nabízené služby**
- Spektroskopická analýza nanomateriálů (Raman, IČ, UV-Vis).
- Mikroskopická analýza nanomateriálů (AFM, STM, SEM).
- Optimalizace materiálů pro nové zdroje energie a solární články.
- Komplexní elektrochemická charakterizace materiálů na vzduchu i v inertní atmosféře včetně aplikace elektrochemické impedanční spektroskopie a in-situ optické a Ramanovy spektroelektrochemie.
- Analýza nanomateriálů metodou rentgenové difrakce.
- Testování fotokatalytické aktivity standardními metodami ISO a CEN, spektroskopická charakterizace tenkých vrstev, stanovení celkového organického uhlíku (TOC).
- Konzultace, poradenství ve výše uvedených oborech.

Dosažené výsledky, reference a příklady spolupráce

- Dlouholetá (více než pětiletá) spolupráce s firmou HE3DA zahrnující optimalizaci materiálu, ověření technologie a testování prototypu nového typu baterie.
- Smlouva s firmou Nanogies zahrnující UV-vis charakterizaci tenkých vrstev.
- Spolupráce s firmami Barvy a laky Teluria, s.r.o., a Denas Color, a.s. při vývoji multifunkčního fotoaktivního nanokompozitu k využití ve stavebnictví a nátěrových hmotách.

- Spolupráce s firmou Nano6, s.r.o. při výzkumu elektrod z borem dopovaného nanokrystalického diamantu.
- Spolupráce s UJP PRAHA a.s. při hodnocení povrchu hydridovaných Zr slitin metodou AFM.
- Dlouholetá spolupráce s EPF-Lausanne, jejímž produktem je mimo řady publikací v impaktovaných časopisech i několik patentů: US 7,547,490 (2009); CN101416344 (2011); EP 2 210 300 (2011); EP 2 008 336 B1 (2012); US 8,097,361 (2012); WO 2013035207 A1 20130314 (2014).

Oddělení nízkodimenzionálních systémů

Odborné zaměření týmu

Výzkum a charakterizace grafenu a uhlíkových nanostruktur.

- Ramanova spektroelektrochemie grafenu a uhlíkových nanotrubic; CVD (Chemical Vapour Deposition) výroba grafenu a uhlíkatých nanotrubic
- Mechanické vlastnosti grafenu a uhlíkových nanotrubic
- Elektrická charakterizace grafenu a uhlíkových nanotrubic, výzkum technologií mikroelektroniky a senzorové techniky.
- Optická litografie

Nabízené služby

- Termogravimetrické analýzy s hmotnostní spektrometrií (TGA-MS, Netzsch)
- Měření Ramanovy spektroskopie (WITec alpha 300 R, LabRam HR, HJY)
- Fluorescenční spektrometrie (Fluorolog 3, HJY)
- X-Ray fotoelektronová spektroskopie (ESCA 310, Gammatdata Scienta; ESCA 3 Mk II, VG Scientific)
- Skenovací elektronová mikroskopie (SEM S-4800, Hitachi)
- Mikroskopie Atomárních sil (AFM Dimension Icon, Bruker)
- Leptání materiálů v kyslíkové atmosféře (O-plasma Pico, Dieter)
- Elektrická charakterizace materiálů, polovodičových zařízení a procesů (Keithley 4200 SCS)
- Čisté prostory s optickou litografií pro výzkum technologií mikroelektroniky a senzorů

Dosažené výsledky, reference a příklady spolupráce

- Spolupráce s českými i zahraničními akademickými institucemi (např. Matematicko-fyzikální fakulta UK, Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Massachusettský Technologický Institut, USA,) a firmami (např. Tesla Blatná a.s., Centrum Organické Chemie s.r.o.).

Oddělení molekulární elektrochemie

Odborné zaměření

- Výzkum a vývoj metod pro měření vodivostních charakteristik jednotlivých molekul se zaměřením na molekulární elektroniku
- Studium redox (oxidačních a redukčních) vlastností molekul, biomolekul a supramolekulárních struktur (samoorganizované vrstvy, host-hostitelské komplexy, redox-značené biomolekuly, antioxidanty) a s tím související biosenzorické systémy
- Studium elektrochemicky indukovaných nelineárních dějů a NDR-systémů s významem pro molekulární elektroniku

Nabízené služby

(uved'te nabízené služby, např. testování, analýzy, měření, pronájem specializovaných přístrojů apod.)

- Charakterizace redukčních nebo oxidačních vlastností nových látek (všechny standardní elektrochemické metody včetně impedančních a spektroeletrochemických).
- Příprava a charakterizace modifikovaných vodivých a nevodivých povrchových struktur (studium nanostruktur pomocí metod QCM (křemenné mikrováčky), AFM (mikroskopie atomárních sil) a STM (skenovací tunelová mikroskopie). Změnu chování povrchových struktur lze měřit in-situ i jako funkci teploty.
- Studium redox vlastností nových látek a materiálů pomocí spektroeletrochemických měření od UV do IČ oblasti.
- Testování a analýzy (necertifikované) elektroaktivních látek v rozličných maticích, např. přítomnost těžkých kovů apod.

Dosažené výsledky, reference a příklady spolupráce

- Užitený vzor č. 21949 (Dr. J. Urban) Povrchová úprava a patinování oceli.
- Účast na projektu LC510 Centrum nanotechnologií a materiálů pro nanoelektroniku.
- Spolupráce s firmou Contipro Biotech s. r. o. (rešerše, konstrukce a testování experimentálního zařízení včetně nalezení postupu pro jeho využití při elektrochemické přípravě nadmolekulárních struktur u biokompatibilních polymerů.)
(např. patenty, metody, významné projekty)

Oddělení biomimetické elektrochemie – tým Elektrochemické senzory

Odborné zaměření

- Přenos biologicky významných látek (prvků i sloučenin) přes modelové i reálné biologické membrány.
- Vývoj elektrochemických metod pro kvantitativní a kvalitativní stanovení biologicky významných látek
- Elektrochemické studium biomolekul
- Vývoj elektrod pro dávková i průtoková měření
- Vývoj biosenzorů

Nabízené služby

- Vývoj elektrochemických metod pro kvantitativní a kvalitativní stanovení biologicky významných látek se zaměřením na biologické materiály, ekoanalýzu, materiálovou analýzu.
- Analýza biologicky významných látek se zaměřením na biologické materiály, ekoanalýzu, materiálovou analýzu.
- Speciace detekovaných látek.
- Elektrochemické studium biomolekul.
- Vývoj a zhotovení biosenzorů a elektrod pro dávková i průtoková měření

Dosažené výsledky, reference a příklady spolupráce

1. Navrátil T. *, Yosypchuk B., Fojta M.: Způsob automatizovaného měření elektrochemických signálů na několika sadách elektrod a zařízení k provádění tohoto způsobu. Přihláška vynálezu PV2007-40, Praha 2007.
2. Jaklova Dytrtova J., Jakl. M., Navratil T., Cvacka J.: Způsob elektrochemické aktivace organických látek a zařízení k jeho provádění pro následnou detekci a stanovení hmotnostním spektrometrem. Přihláška vynálezu No. 2013-1034, UPV, Praha 2013.
3. Grant GA ČR 206/11/1638 Nové elektrochemické senzory a detekční techniky pro analýzu struktury a interakcí nukleových kyselin. 2011-2015
4. Grant GA CR P208/12/1645 Aspekty transportu rizikových kovů přes biologické membrány.
5. Grant GA ČR 203/07/1195. Analýza struktury DNA a jejích interakcí s genotoxickými činidly. Nové metody detekce poškození DNA a elektrochemické senzory. (Analysis of DNA structure and its interactions with genotoxic agents. Novel techniques of DNA damage detection and electrochemical sensors).2007-2009.

6. Grant GA ČR 521/06/0496 Bioavailable forms of trace elements present in soil solution and availability to the plants. 2006-2008
7. Projekt MPO ČR: 1HPK/42. Výzkum a vývoj nového typu elektrochemického biosenzoru pro detekci sekvence nukleotidů v DNA a genetických agens v prostředí. 2004-2007
8. Spolupráce s českými i zahraničními akademickými institucemi (např. PřF UK v Praze, Biofyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Univerzita Pardubice, Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, v.v.i.)

Kontaktní osoba

Jméno: Ing. Květoslava Stejskalová, CSc.

Název instituce: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského
AV ČR, v.v.i.

E-mail: kvetoslava.stejskalova@jh-inst.cas.cz

Tel.: (+420) 266053265, 266052011

Web:<http://www.jh-inst.cas.cz>