

SPEKTROSKOPICKÁ SPOLEČNOST JANA MARKA MARCI



Thermo
S C I E N T I F I C

pragolab
laboratorní přístroje a zařízení

Generálním sponzorem Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci je firma ThermoFisher Scientific s.r.o. spolu s partnery Pragolab s.r.o. a Nicolet CZ s.r.o.

BULLETIN
SPEKTROSKOPICKÉ SPOLEČNOSTI
JANA MARKA MARCI

Číslo 150

leden 2011

<http://www.spektroskopie.cz>
e-mail sekretariátu: immss@spektroskopie.cz
telefonní číslo sekretariátu: 722 554 326

P.F. 2011

Redakční rada Bulletinu přeje všem členům Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci do nového roku štěstí, zdraví a hodně úspěchů v práci i v osobním životě. Předem děkujeme za Vaše příspěvky a upozornění na zajímavé akce u nás i v zahraničí.

87. schůze hlavního výboru Společnosti

Dne 7. prosince 2010 se konala schůze hlavního výboru naší Společnosti, z jejíhož programu uvádíme hlavní body:

- zpráva o činnosti redakční rady Bulletinu
- odborná činnost v r. 2010:
 - kurz Měření vibračních spekter 18.-22. 1. 2010, VŠCHT, Praha 6, Technická 5 (29 účastníků)
 - kurz Interpretace vibračních spekter 25.-29. 1. 2010, VŠCHT, Praha 6, Technická 5 (38 účastníků)

- 25. konference NMR, duben 2010, Valtice (107 účastníků)
- 2. kurz laserové ablace, 3.-6. 5. 2010, Nová Olešná (22 účastníků)
- 14. česko-slovenská spektroskopická konference, 31.5.-3.6. 2010, Litomyšl (145 účastníků)
- seminář Radioanalytické metody IAA 10, 30.6.-1.7.2010, Praha (24 účastníků)
- 11. ročník Školy hmotnostní spektrometrie 22.-24. 9. 2010, Pec pod Sněžkou (218 účastníků)
- Podzimní škola rentgenové mikroanalýzy 18.-20. 10. 2010, Lázně Bohdaneč (51 účastníků)

- akce připravované v r. 2011:
 - kurz Měření vibračních spekter 17.- 21.1. 2011, VŠCHT Praha 6, Technická 5
 - kurz Interpretace vibračních spekter 24.-28. 1. 2011, VŠCHT, Praha 6, Technická 5
 - kurz AAS II. pro pokročilé, 2.- 5. května 2011, Praha
 - kurz ICP, 24.- 26. května 2011, Brno

kurz luminiscenční spektroskopie, 15.- 17. června 2011, Brno Kampus
seminář Rentgenfluorescenční spektrometrie, konec června 2011, Pardubice
12. ročník Školy hmotnostní spektrometrie, 12.- 16. září 2011, hotel Srní na Šumavě
kurz NMR, 10. - 12. října 2011, Praha

- prezentace příspěvků účastníků soutěže mladých spektroskopiků a vyhlášení výsledků.

Zpráva o podzimní škole rtg. mikroanalýzy

Karel Jurek

Ve dnech 18. – 20. 10. 2010 proběhla třídní škola rtg. mikroanalýzy (EPMA) v hotelu Technik v Lázních Bohdaneč u Pardubic. Školy se zúčastnilo 51 účastníků včetně dvou kolegů ze Slovenska. Škola navázala na tradici podobných akcí pořádaných na Slovensku až do rozdělení Československa. Program školy byl zaměřen převážně na teoretické fyzikální základy interakce rychlých elektronů s hmotou, dále na metody a problémy kvantitativní analýzy nejen objemových vzorků, ale také tenkých vrstev a základy rtg. spektroskopie a spektrometrie. Teoretické přednášky byly doplněny i praktickými poznatky a zkušenostmi. Kromě toho byly uvedeny i metody související, a to mapování krystalové orientace pomocí difrakce pružně rozptýlených elektronů (EBSD), dále metody využívající protonových svazků o vysoké energii – rtg. spektroskopii (PIXE) a Rutherfordův zpětný rozptyl (RBS). Vynecháno nebylo ani využití rtg. mikroanalýzy v biologii. Přednášky byly doplněny diskuzemi. Plné znění přednášek obdrželi účastníci na CD.

Součástí školy byly i prezentace a přednášky sponzorujících firem na aktuální témata, zejména pokrok v přístrojové technice a nové softwarové možnosti.

Přestože program školy byl velmi obsáhlý, měli účastníci příležitost k vzájemnému poznávání a diskuzím i ke společenskému vyžití.



International Conference on Nanoscale Magnetism, ICNM 2010, 28.9. - 2.10. 2010

Eva Rozkotová

Letošní první ročník konference ICNM 2010, zaměřené na magnetické nanomateriály a technologie, probíhal v exotickém prostředí tureckého města Gebze, které leží nedaleko asijské části Istanbulu. Atraktivní lokalita přilákala přes 200 vědců z celého světa, kteří měli ve svém volném čase možnost seznámit se s hlavními památkami Istanbulu během organizované prohlídky, či si užít příjemný večer při projížďce na lodi přes Bosporskou úžinu. Pro některé účastníky představovala tato konference zároveň zajímavý společenský zážitek, plynoucí zejména z odlišného přístupu při organizaci konferencí v Evropě a Turecku. Například řidiči autobusů, kteří neznali cestu do konferenčního centra, či zdánlivá ignorance domluvených termínů, působili poněkud překvapivě.



Po stránce odborné však poskytovala konference velice hodnotný program. Během pěti dnů plných přednášek byla diskutována široká škála témat, od nových konceptů elektronických součástek až po mikromagnetické simulace v složitých kvantových systémech. Zvlášť pozornost vzbudila přednáška profesora Cowburna z Cambridgeské univerzity „3D spintronics“, v níž byl prezentována revoluční metoda zvýšení hustoty zápisu v počítačových pamětech pomocí pohybu doménových stěn ve speciálních multivrstvách, které jsou relativně snadné na přípravu. Významná část programu byla věnována také magnetickým polovodičům, přestože bylo patrné, že původní koncept tzv. „zředěných magnetických polovodičů“ již

ustupuje do pozadí před novými materiály, jakými jsou magnetické oxidy či multiferoika. Z hlediska experimentálních metod se ukázala být ultrarychlá laserová spektroskopie stále aktuální a široce používanou metodou především k výzkumu dynamiky spinů a magnetizace. Užívá se však i v oblasti vývoje kvantových počítačů, jak bylo patrné mimo jiné i z přednášky „*Spin-Photon Entanglement*“ J.E. Flattého, který je předním odborníkem v této oblasti.



Závěrem nutno říci, že i přes některé organizační nedostatky byla ICNM 2010 přínosnou konferencí. Chtěla bych poděkovat Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci, že mi spolufinancováním umožnila účast a prezentaci ústního příspěvku („*Ultrafast Laser Spectroscopy as a Probe of Magnetic Homogeneity of (Ga,Mn)As Films*“).

EOS Annual Meeting 2010

(26. – 29. října 2010, Parc Floral de Paris, France)

Hynek Němec

Ve dnech 26. – 29. října 2010 se v Paříži uskutečnilo výroční setkání Evropské optické společnosti (European Optical Society). Tento ročník se konal ve středisku Parc Floral de Paris, které v sobě spojuje klidné prostředí s množstvím zeleně a současně s velmi dobrou dostupností do centra Paříže. Značnými nedostatky bohužel trpěla vlastní konferenční hala, která byla rozdělena na jednotlivé konferenční místnosti pouhým plátnem. V důsledku

docházelo ke značnému vzájemnému rušení současně probíhajících přednášek.

V rámci setkání se konalo 7 paralelních sekcí pokrývajících řadu témat, jako například nelineární optiku, nanofotoniku nebo biofotoniku. Zúčastnil jsem se převážně sekce zaměřené na výzkum a technologie v terahertzovém spektrálním oboru. V tomto směru je značné úsilí stále věnováno vývoji levných zdrojů intenzivního THz záření – mezi velmi perspektivní zařízení patří zejména kvantové kaskádní lasery, kterými se zabývala řada příspěvků. Na straně detektorů je nutné zmínit přednášku R. Averitta, v níž bylo mj. představeno nestandardní využití rekonfigurovatelného terahertzového metamateriálu pro detekování terahertzového záření s prostorovým rozlišením. T. Nagatsuma ve své přednášce nastínil možný nástup praktického využívání terahertzových technologií v telekomunikacích: referoval mj. o probíhajícím testování systémů pracujících s nosnou frekvencí 120 GHz a o možném dosažení 300 GHz pásma. Dalším aplikačním směrem jsou metody terahertzového zobrazování. Velké množství příspěvků na toto téma ilustruje širokou škálu potenciálního využití od zobrazování v blízkém poli (terahertzová mikroskopie) až po zobrazování vzdálených objektů.

Terahertzová spektroskopie také nachází velmi bohaté uplatnění v základním výzkumu, ať už se jedná o organické a biologické materiály, nebo o fyziku pevných látek. Poslední z témat vyzdvihla vynikající plenární přednáška „Terahertzová dynamika v kondenzovaných látkách: od kvantového limitu až po extrémně vysoká pole“, již proslovil A. Leitenstorfer. Terahertzová spektroskopie je intenzivně uplatňována ve výzkumu pevných látek i v České republice, o čemž svědčí řada příspěvků českých účastníků na toto téma.

Závěrem bych chtěl poděkovat Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci za udělený cestovní grant, který finančně podpořil moji účast na této konferenci s ústním příspěvkem „Electron mobility and dynamics in dye-sensitized ZnO and TiO₂ nanocrystals studied using time-resolved terahertz spectroscopy“. Tato práce byla též otištěna ve *Phys. Rev. Lett.* 104, 197401 (2010).

Soutěž o nejlepší práci v oboru spektroskopie mladých autorů (do 35 let) ročník 2010

Tomáš Matoušek

Na prosincové schůzi Hlavního výboru Spektroskopické společnosti proběhly prezentace prací přihlášených do Soutěže mladých spektroskopiků. I letos se kromě prestiže díky generálnímu sponzorovi- firmě [Thermo Fisher Scientific](#) společně s partnery [Pragolab](#) a [Nicolet CZ](#) - soutěžilo o zajímavé cestovní granty.

Do zasněžené Prahy letos přijelo představit svou práci deset soutěžících. S potěšením můžeme konstatovat, že vynikající úroveň soutěžních prací za několik posledních let nijak neklesá.

V kategorii diplomových prací jsme letos obdrželi 3 přihlášky. Po nerozhodném výsledku hlasování byly uděleny dvě první ceny: **Mgr. Heleně Reichlové** z Katedry chemické fyziky a optiky MFF UK za práci studující polovodiče pomocí ultrarychlé laserové spektroskopie, a **Ing. Ireně Špendlíkové** z Katedry jaderné chemie FJFI ČVUT za práci z oboru spektrometrie gama záření, o vlastnostech činidel pro kapalinové extrakce europia 152 a americia 241. Třetí cenu si pak odnesl **Ing. Tomáš Kratochvíl** z Ústavu environmentálního a chemického inženýrství FCHT University Pardubice, za představení prvkové analýzy práškových vzorků v tenké vrstvě pomocí LIBS spektrometrie.



Kategorie B se letos nesla ve znamení hmotnostní spektrometrie- ze 7 přihlášek jich bylo 6 z této oblasti a dokonce 4 z nich z krčské Laboratoře charakterizace molekulární struktury Mikrobiologického ústavu AV ČR. I vítěz vzešel z tohoto pracoviště- **Ing. Jaroslav Pól, Ph.D.**, se souborem 7 prací popisujících vývoj mikročipů pro hmotnostní spektrometrii. Pro druhou cenu dorazila na poslední

chvíli přímo z letiště jediná zástupkyně ostatních oborů- **RNDr. Jana Preclíková, Ph.D.** (Katedra chemické fyziky a optiky MFF UK), která se nás snažila zasvětit do interakcí ultrakrátkých laserových pulsů s polovodičovými nanostrukturami. O dvě třetí ceny se pak podělili **Mgr. Lucie Ducháčková** z Katedry organické a jaderné chemie PŘF UK, s teoretickými pracemi studujícími chování bipyridin-N,N'-dioxidů v plynné fázi, a **Ing. Martin Strohm, Ph.D.** z MBÚ AV ČR, který představil praktickou softwarovou platformu pro precizní analýzu hmotnostních spekter.



Ocenění je spojeno s finanční odměnou a v kategorii B i nárokem na cestovní granty do výše 30 tisíc, resp. 20 a 10 tisíc Kč; na zprávy o navštívených konferencích se můžeme těšit v Bulletinu. Souhrny oceněných prací přinášíme níže.

Nezbývá tak než pográtulovat vítězům, poděkovat recenzentům soutěžních prací a očekávat snad ještě zajímavější příspěvky v dalších letech.

Ultrarychlá laserová spektroskopie feromagnetického polovodiče GaMnAs

Helena Reichlová, 1. cena kategorie A

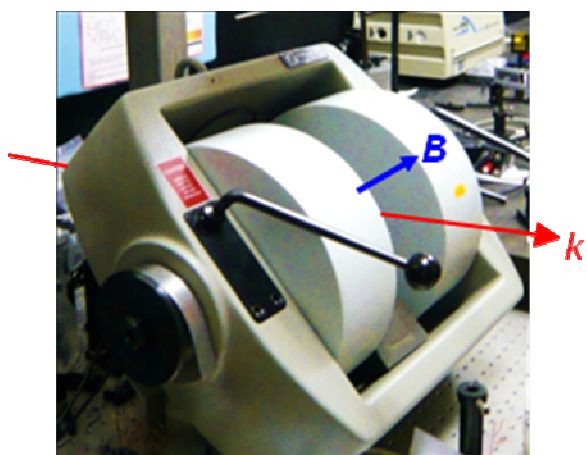
V současnosti je věnována velká pozornost ultrarychlé kontrole magnetizace. Jedná se o jev, který by umožnil zvýšit rychlost záznamu informace ve výpočetní technice a přispěl tak ke zrychlení současné elektroniky.

Zpracování informace výpočetní technikou je většinou založeno na polovodičových materiálech, oproti tomu zápis a čtení dat je realizováno pomocí magnetických zařízení. Spojení výhod polovodiče

a kovu představují feromagnetické polovodiče. Jejich zástupce, který byl studován v této práci, je GaMnAs. Jedná se o III-V polovodič GaAs, který obsahuje ionty manganu, na jejichž koncentraci závisí vlastnosti vzorku (například preferovaný směr magnetizace, takzvaná snadná osa magnetizace). Zatímco feromagnetismus v kovech je dobře prostudován, ve feromagnetických polovodičích tomu tak není a některé jevy zůstávají stále nevysvětleny. V této práci jsme se tedy zaměřili na studium magnetizace a její dynamiky ve feromagnetických polovodičích.

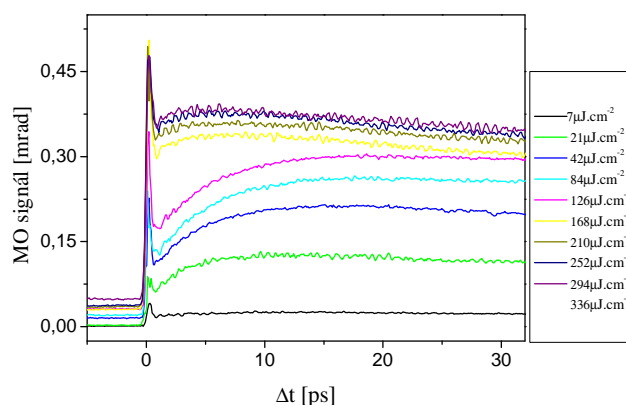
Rychlost zápisu informace přímo souvisí s rychlostí dynamiky magnetizace, kterou je možné studovat pomocí metod ultrarychlé laserové spektroskopie. Ta je v současnosti velmi široce využívána, umožňuje například studovat demagnetizaci na krátké časové škále, která je intenzivně studována ve feromagnetických polovodičích i kovech.

Ve většině dosud publikovaných článků je ke studiu magnetizace využíváno metody polárního Kerrova jevu (PKE). PKE je však lichý v magnetizaci a neumožňuje studovat magnetizaci v rovině vzorku (jak je tomu u většiny vzorků GaMnAs). V této diplomové práci byla použita metoda magnetického lineárního dichroismu (MLD), který je založen na rozdílném absorpčním koeficientu světla polarizovaného rovnoběžně a kolmo ke směru magnetizace. Geometrie experimentu MLD je znázorněna na obr. 1. MLD oproti PKE umožňuje studovat magnetizaci ležící v rovině vzorku. Protože je MLD oproti PKE kvadratické v magnetizaci, umožňuje studovat demagnetizaci i při nízkých excitačních intenzitách.



Obr.1 – Geometrie experimentu MLD. Magnetické pole mezi pólovými nástavci magnetu je přiloženo v rovině vzorku a kolmé na směr dopadajícího svazku.

Vzhledem k tomu, že MLD je minimálně popsáno v časopisecké literatuře, nejprve jsme našli vhodnou metodu měření tohoto jevu. MLD jsme poté využili ke studiu polohy magnetizace pomocí hysterezních smyček. S využitím metody femtosekundové excitace a sondování jsme mohli studovat dynamiku magnetizace na ultra-krátké (~fs) časové škále. Pozorovali jsme, že s rostoucí intenzitou excitačního svazku dochází ke zrychlení demagnetizace. Dále jsme pozorovali, že s vyšší teplotou opět dojde ke zrychlení demagnetizace. Tyto pozorované jevy poukazují na rozdílný průběh demagnetizace ve feromagnetických polovodičích oproti kovům a dosud nebyly pozorovány.



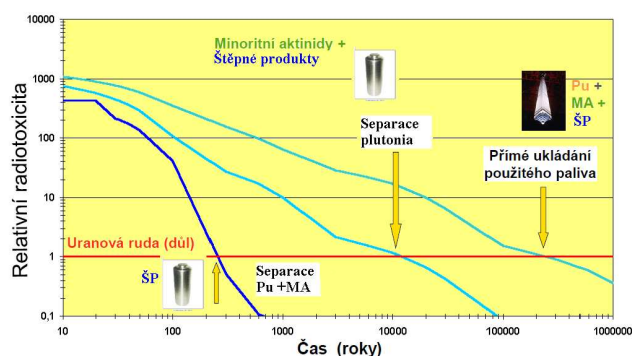
Obr.2 - Intenzitní závislost demagnetizace. Pro různé intenzity excitačního svazku je zobrazen MO signál. Je vidět, že s rostoucí intenzitou dochází ke zrychlení náběhu demagnetizace.

Studium extrakčních vlastností činidel perspektivních pro proces Partitioning

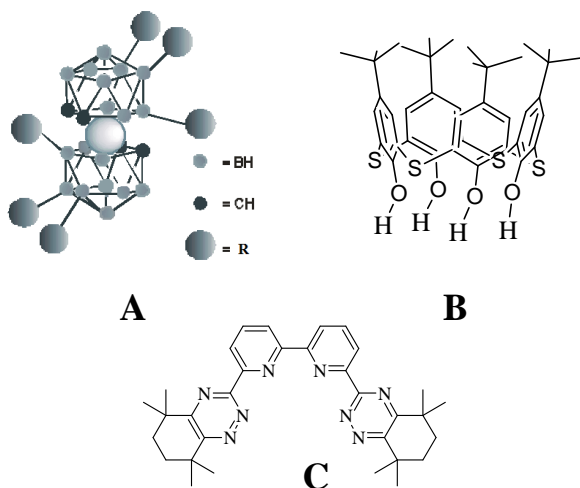
Irena Špendlíková, 1. cena kategorie A

K využívání jaderné energie dnes neodmyslitelně patří i problematika skladování, uložení či přepracování vzniklých vysokoaktivních odpadů a použitého jaderného paliva. Po přepracování tzv. PUREX procesem realizovaným například ve Francii nebo ve Velké Británii zůstávají v kapalném rafinátu po separaci uranu a plutonia aktinoidy, především Am a Cm, spolu se štěpnými produkty, zahrnujícími i lanthanoidy. Vzájemná separace aktinoidů a lanthanoidů je klíčovým problémem v případě plánované transmutace minoritních aktinoidů. Mezi extrakční činidla, studovaná v této diplomové práci, která by mohla mít vhodné vlastnosti pro separaci těchto dvou skupin prvků, patří i thiocalixareny, COSANy a činidla s pyridinovou strukturou.

Cílem této diplomové práce bylo získat širší rozhled o chování extrakčních činidel, které byly testovány především pomocí kapalinové extrakce. Extrakční vlastnosti byly vyhodnocovány podle hodnot rozdělovacích poměrů D pro europium 152 a americium 241 mezi organickou a vodnou fází. Hodnoty jejich vzájemného separačního faktoru byly také sledovány, jelikož efektivní separace je jednou z podmínek pro výběr vhodných extrakčních činidel. Rozdělení radionuklidů, resp. jejich aktivita v jednotlivých fázích, byla sledována pomocí γ spektrometru s HPGe detektorem. Pro výpočet rozdělovacích poměrů americia 241 byla měřena energetická linka 59.5 keV a pro europium 152 linka 121.8 keV.



Obr.1. Snížení doby potřebné pro uskladnění radioaktivních odpadů (např. použité jaderné palivo) v případě separace plutonia či minoritních aktinoidů a plutonia



Obr.2. Příklady použitých extrakčních činidel
 A: COSAN - chlorinated bis(1,2 dicarbollide)cobaltic acid ($H[(C_2B_9Cl_3H_8)_2Co]I$)
 B: thiactalixaren - 2,8,14,20-tetrathiactalix[4]arene-25,26,27,28-tetraol (cone)
 C: BTBP činidlo - CyMe₄-BTBP (6,6'-bis(5,5,8,8-tetramethyl-5,6,7,8-tetrahydro-benzo-[1,2,4]triazin-3-yl)-[2,2']bipyridine)

Kromě hodnot rozdělovacích poměrů D pro europium a americium a jejich vzájemného separačního faktoru byly pomocí spektrofotometrického měření rozpustnosti ve vybraných rozpouštědlech stanoveny hodnoty standardních rozpouštěcích entalpií a entropií pro BTBP (6,6'-bis(1,2,4-triazin-3-yl)-[2,2']bipyridinyls) činidla. Dále byly prostudovány extrakční vlastnosti synergických směsí thiactalixarenů a COSANů a vliv použitého rozpouštědla na synergický efekt. Na základě získaných výsledků pak byla sledována radiační stabilita thiactalixarenů jako změna rozdělovacích poměrů 241 americia a 152 europia a pro podrobnější interpretaci výsledků bylo rozhodnuto provést doplňující HPLC analýzy zbytkových koncentrací thiactalixarenů v ozářených vzorcích.

Prvková analýza práškových vzorků ve formě tenké vrstvy pomocí LIBS spektrometrie

Tomáš Kratochvíl, 3. cena kategorie A

Předmětem diplomové práce bylo navržení metody stanovení V v HMS katalyzátorech prostřednictvím LIBS analýzy.

V rešeršní části práce byla řešena problematika využití spektroskopie laserem buzeného mikroplazmatu (LIBS) pro prvkovou kvantitativní analýzu práškových vzorků ve formě tenké vrstvy. Zvláštní pozornost byla věnována zejména jednotlivým způsobům přípravy tenkovrstvých vzorků a jejich analytickým vlastnostem.

V rámci experimentální části byly optimalizovány LIBS parametry pro analýzu V ve vzorcích hexagonální mezoporézní siliky (HMS). Vzorky katalyzátorů byly smíchány s HMS v poměru 1:5 (1 díl vzorku, 5 dílů HMS). Naředění vzorků jednotnou maticí HMS bylo provedeno se záměrem potlačit matriční efekty. Poté bylo možné pro stanovení vanadu použít analytickou čáru Si jako srovnávací. Po namletí směsi ve vibračním kulovém mlýnku byl práškový vzorek deponován na lepicí pásku. Osvědčilo se naprašování pomocí jemného štětce. Tímto postupem byly připraveny všechny vzorky katalyzátorů. Vzorky nanesené na pásce vykazovaly vysokou homogenitu. Další nespornou výhodou techniky depozice vzorku na pásce byla velmi nízká spotřeba vzorku. Při vlastním měření docházelo k zaprašování optiky a prostoru vzorkovnice v daleko menší míře, než je běžné například u tablet. Časová i technická náročnost přípravy byla velmi malá.

Následně byla provedena optimalizace parametrů LIBS spektrometru pro analýzu V ve vzorcích hexagonální mezoporézní siliky (HMS). Validace navržené metody byla provedena srovnáním výsledků LIBS a ED XRF spektrometrie.

Na základě vyhodnocení předběžných kalibračních křivek byla jako nejvhodnější analytická čára vanadu vybrána čára o vlnové délce 311,071 nm. Byla provedena optimalizace parametrů LIBS stanovení. Systematicky byla sledována závislost regresních charakteristik na změně parametrů LIBS měření. Na základě tohoto sledování byly určeny nejvýznamnější parametry nastavení LIBS. Jako kritický parametr byla označena šířka spotu a počet analytických bodů zprůměrovaných do jednoho spektra.

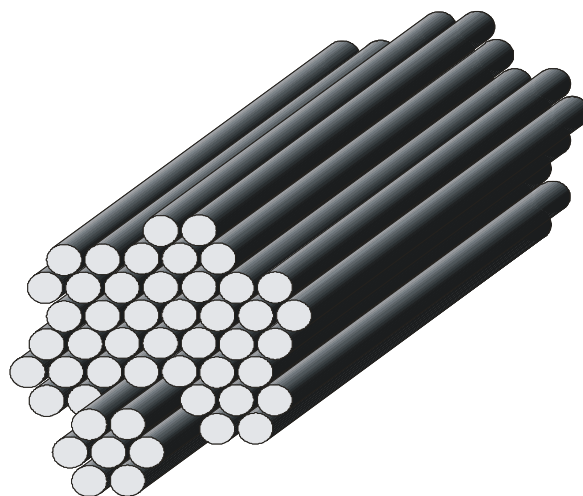
Jelikož nebylo možné jednoznačně určit optimální hodnoty LIBS parametrů, byly zkonstruovány čtyři kalibrační přímkky. Nejlepší parametry regrese byly získány pro následující kombinaci nastavení LIBS parametrů: šířka spotu 200 μm , energie pulzu 95 mJ, šířka vstupní štěrbinu spektrometru 15 μm , počet laserových pulzů na jeden analytický bod 1, počet analytických bodů zprůměrovaných do jednoho spektra 1. Metodou trojnásobku směrodatné odchylky měření koncentrace V ve vzorku byl stanoven detekční limit metody 0,1306 hm. %.

S využitím navržené metody byly změřeny koncentrace V v syntetizovaných a impregnovaných vzorcích. Bylo zjištěno rozdílné chování syntetizovaných a impregnovaných vzorků při LIBS a XRF analýze. Důvodem byl výrazný vliv matričního efektu. U impregnovaných vzorků bylo dosaženo uspokojivých výsledků, u syntetizovaných nikoliv. Je nutné zdůraznit, že optimalizace LIBS parametrů byla provedena pro impregnované vzorky. Také kalibrace byla provedena jen s využitím impregnovaných vzorků. Navržená metoda se tedy nedala využít pro analýzu vanadu v syntetizovaných vzorcích. V případě ED XRF bylo pro analýzu obou typů vzorků možné použít identické podmínky. Pro analýzu V v syntetizovaných HMS pomocí LIBS je třeba provést novou optimalizaci podmínek na daný typ vzorku. V případě porovnání výsledků LIBS a ED XRF (obě metody kalibrovány s využitím pouze jednoho typu vzorku) je možné získat informaci o technice přípravy vzorku zeolitického katalyzátoru.

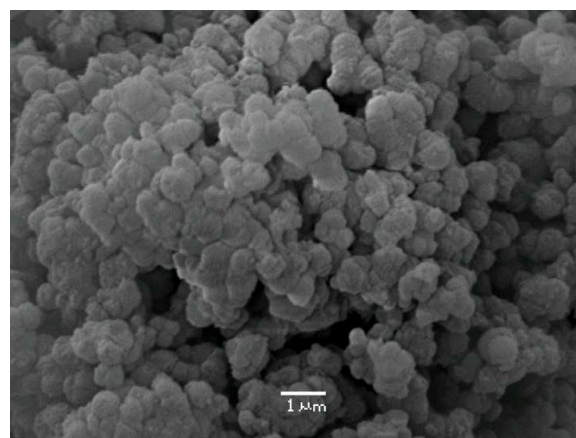
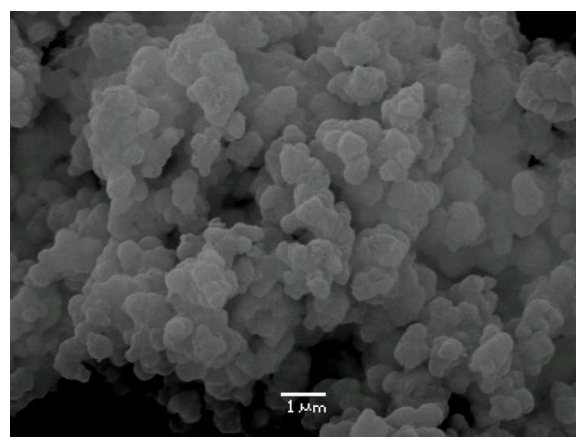
Reference

M. Pouzar, T. Kratochvíl, L. Čapek, L. Smoláková, T. Černohorský, A. Krejčová, L. Hromádko, Quantitative libs analysis of vanadium in samples of

hexagonal mesoporous silica catalysts, Talanta (2010), doi:10.1016/j.talanta.2010.11.047



Obr. 1: Struktura HMS



Obr. 2: SEM zobrazení V-HMS-impregnovaného vzorku (a) a V-HMS syntetizovaného vzorku (b)

Mikročipy pro hmotnostní spektrometrii

Jaroslav Pól, 1. cena kategorie B

Hlavní motivací miniaturizace je úspora, přičemž se většinou se jedná o úsporu surovin, materiálu, energie, času, o snížení finančních nákladů či místa. Miniaturizace je v současnosti využívána ve velké řadě produktů, od spotřební elektroniky, kde vývoj polovodičů obor miniaturizace značně urychlil, až po automobily značky Sm(a)rt. Téměř všechna odvětví současné analytické chemie směřují nebo již využívají výhod miniaturizace, které zahrnují kromě úspor na energii a rozpouštědlech také lepší účinnost separace a zvýšenou rychlost a citlivost analýzy v porovnání s klasickými postupy. Mikročipy jsou jedním z řešení, jak elegantně a relativně levně miniaturizovat některé analytické procesy. Existují dokonce i případy, kdy je celý postup chemické analýzy prováděn na mikročipu.

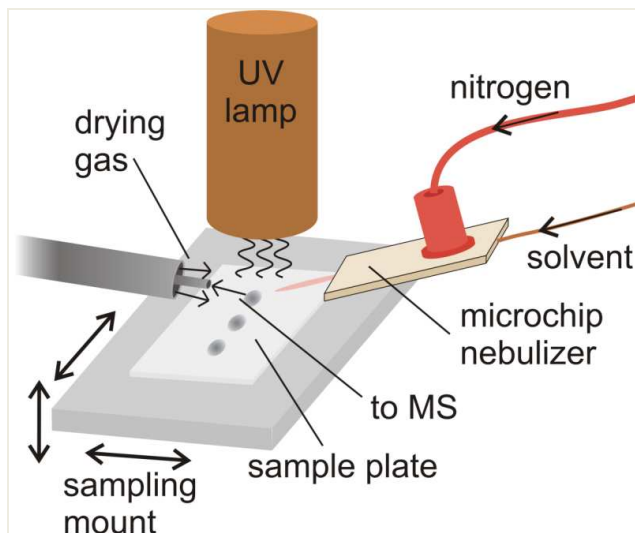
V naší laboratoři se zabýváme vývojem mikročipů, které fungují jako ionizační zdroje pro hmotnostní spektrometrii, a námi prováděný výzkum se dá rozdělit na dva směry. První směr se zaměřuje na vývoj mikročipových ionizačních zdrojů pro spojení kapalinové chromatografie (LC) s hmotnostní spektrometrií (MS), zatímco druhý směr se specializuje na přímou desorpci a ionizaci z povrchů pomocí mikročipů. Obě větve výzkumu mají přitom společný základ ve vyhřívaném zmlžovacím mikročipu.

Zmlžovací mikročip, který byl původně vyvinut a je úspěšně používán pro LC-MS ionizaci nepolárních a neutrálních látek pomocí fotoionizace (APPI) a chemické ionizace při atmosférickém tlaku (APCI), byl nedávno optimalizován pro ionizaci polárních a iontových sloučenin z roztoku a funkčně předveden v módech sonicspray (SSI)¹ a ionspray (IS)². Jako příklad byla provedena analýza BSA digestu pomocí LC-IS-MS. Tento zamlžovací mikročip představuje unikátní miniaturizovaný ionizační zdroj pro spojení LC-MS, který pracuje ve všech známých ionizačních módech, které se dají měnit pouze změnou operačních parametrů mikročipu. Další příbuzná práce popisuje mikročip pro LC-MS, který sestává ze separační kolony a vyhřívaného ionizačního zdroje pro APPI³. Na tomto mikročipu byly úspěšně separovány a ionizovány směsi polyaromatických uhlovodíků a farmaceuticky aktivních látek.

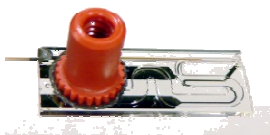
Druhá část projektu se zabývá technikou pro přímou analýzu povrchů pomocí desorpční fotoionizace při atmosférickém tlaku (angl. Desorption atmospheric photoionization - DAPPI)^{4,5}. Tato technika se vyznačuje vysokou citlivostí pro povrchovou analýzu nepolárních a neutrálních molekul a byla použita pro přímou analýzu návykových látek (extáze, marihuana, LSD) a léků⁶. Velkým benefitem této techniky je možnost analyzovat vzorek při atmosférickém tlaku při rychlosti analýzy cca 15 sekund na vzorek. DAPPI má také možnost pracovat v zobrazovacím módu, v tzn. provádět zobrazování hmotnostní spektrometrií (angl. mass spectrometry imaging - MSI). Pomocí univerzální platformy pro MSI byly vytvořeny hmotnostní obrázky tokoferolu a dalších sloučenin v listu šalvěže a cholesterolu v myším mozku s DAPPI⁷.

Reference

1. Pól J, Kauppila TJ, Haapala M, et al. Microchip sonic spray ionization. *Anal Chem* 2007;79:3519-3523.
2. Pól J, Kauppila TJ, Franssila S, Kotiaho T, Kostianen R. Ionspray Microchip. *Rapid Commun Mass Spectrom* accepted.
3. Haapala M, Saarela V, Pol J, et al. Integrated liquid chromatography-heated nebulizer microchip for mass spectrometry. *Anal Chim Acta* 2010;662:163-169.
4. Luosujarvi L, Arvola V, Haapala M, et al. Desorption and ionization mechanisms in desorption atmospheric pressure photoionization. *Anal Chem* 2008;80:7460-7466.
5. Haapala M, Pól J, Saarela V, et al. Desorption atmospheric pressure photoionization. *Anal Chem* 2007;79:7867-7872.
6. Kauppila TJ, Arvola V, Haapala M, et al. Direct analysis of illicit drugs by desorption atmospheric pressure photoionization. *Rapid Commun Mass Spectrom* 2008;22:979-985.
7. Pól J, Vidová V, Kruppa G, et al. Automated Ambient Desorption, Ionization Platform for Surface Imaging Integrated with a Commercial Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer. *Anal Chem* 2009;81:8479-8487.



Obr. 1: Schéma DAPPI, instrumentace pro přímou desorpční fotoionizaci povrchů. DAPPI je vhodné pro analýzu nepolárních a neutrálních látek z povrchů, např. polyaromatických uhlovodíků či steroidů.



Obr. 2: Zmlžovací vyhřívaný mikročip sestává z křemenné kapiláry přivádějící kapalný vzorek, vstupu pro zmlžovací plyn (červený nanoport), mikrostruktur leptaných ve skle a platinového obvodu, který funguje jako vyhřívání.

Interakce ultrakrátkých laserových pulsů s polovodičovými nanostrukturami

Jana Preclíková, 2. cena kategorie B

V naší práci jsme se zaměřili na výzkum nanokrystalických materiálů (diamant, Ag-TiO₂ kompozit) metodami optické spektroskopie a spektroskopie s vysokým časovým rozlišením. Studovány byly především jevy související s vysokou hustotou stavů energeticky lokalizovaných v zakázaném pásu. Tyto stavy jsou odvozeny od vysokého počtu atomů na povrchu jednotlivých nanokrystalů a na hranicích zrn.

Charakter a obsazení stavů v zakázaném pásu lze měnit okolními podmínkami. Bylo pozorováno, že pouhá změna okolního tlaku vzduchu vede k podstatným změnám optických vlastností nanokrystalického diamantu, nanokrystalického TiO₂ i nanokompozitu Ag-TiO₂ [1,2]. Změny byly jednak

přisouzeny desorpčním a adsorpčním procesům měnícím charakter stavů v zakázaném pásu a jednak změně obsazení stavů v důsledku posunu Fermiho hladiny způsobeného změnou elektrického potenciálu elektronu v adsorbované povrchové vrstvě vody s měnící se hodnotou okolního tlaku vzduchu. Objevíme, že optické vlastnosti nanokrystalického diamantu jako index lomu, intenzita a dohasínání fotoluminiscence jsou snadno měnitelné laserovým osvitom [3].

Tyto práce zachycují první systematické studie ultrarychlých dynamik nosičů náboje v nanokrystalických diamantových materiálech, nanokrystalickém TiO₂ a v Ag-TiO₂ nanokompozitu. Z výsledných dynamik monitorujících dohasínání fotoluminiscence a doznívání přechodné transmise jsme získali základní představu o relaxaci nosičů náboje související se stavy v zakázaném pásu. Rychlejší doznívání fotoluminiscence na kratších vlnových délkách vypovídá o zvyšující se hustotě stavů na vyšších energiích [4,5].

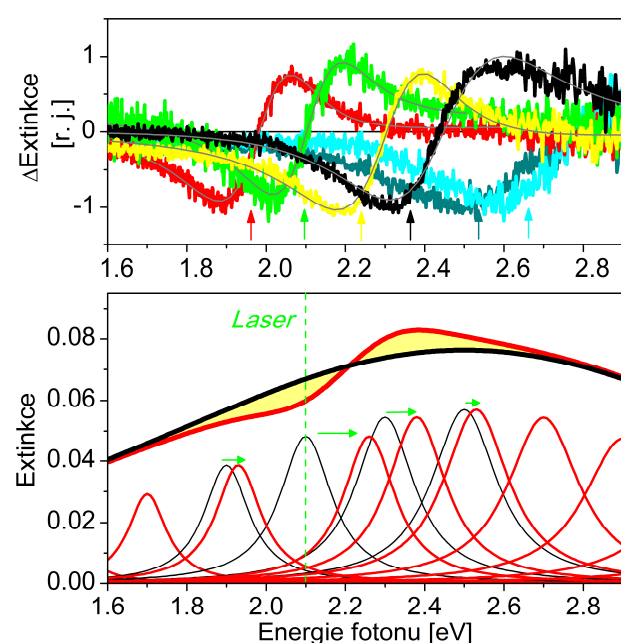
Zavedli jsme přípravu Ag-TiO₂ nanokompozitu a optimalizovali ji s ohledem na maximalizaci mnohobarevného fotochromického jevu [6]. Tj. jevu, při kterém připravený materiál v důsledku laserového osvitu mění své zabarvení dle barvy exponujícího světla. V extinkčních spektrech se změna projevovala poklesem (vypálením díry) ve spektrálním okolí osvětlující vlnové délky. Pro počáteční stadia fotochromické transformace byl navržen na základě analogie se spektroskopii vypalování dřer fenomenologický model. Z detailní analýzy získaných dat vyplývá, že na počátku fotochromické transformace dochází k modrému posunu rezonančních plasmonových frekvencí stříbrných nanočástic interagujících s exponujícím laserovým světlem, viz obr. [7]. Z modelu též vyplývá, že minimální šířka vypálené díry do extinkčního spektra se pohybuje v řádu 100 meV.

Získané výsledky přispěly k pochopení vlivu běžného okolního prostředí na optické vlastnosti nanomateriálů. Úspěšně se nám podařilo připravit nanokompozit Ag-TiO₂ vykazující mnohobarevný fotochemický jev, jehož možným budoucím využitím jsou optické paměti s možností zápisu do jednoho místa více vlnovými délkami.

Reference:

[1] J. Preclíková, F. Trojánek, B. Dzurňák, P. Malý, A. Kromka, B. Rezek, *Diamond & Related Materials* 19 (2010) 918

- [2] J. Preclíková, P. Galář, F. Trojánek, S. Daniš, B. Rezek, I. Gregora, Y. Němcová, P. Malý, *J. Appl. Phys.* 108 (2010) 113502
- [3] J. Preclíková, A. Kromka, B. Rezek, and P. Malý, *Optics Letters* 35 (2010) 577
- [4] P. Němec, J. Preclíková, A. Kromka, B. Rezek, F. Trojánek, P. Malý, *Appl. Phys. Lett.* 93 (2008) 083102
- [5] J. Preclíková, F. Trojánek, A. Kromka, B. Rezek, B. Dzurňák, P. Malý, *Phys. Stat. Sol. (a)* 205 (2008) 2154
- [6] J. Preclíková, F. Trojánek, P. Němec, P. Malý, *Phys. Stat. Sol. (c)* 205 (2008) 3496
- [7] J. Preclíková, P. Galář, K. Židek, F. Trojánek and P. Malý, *J. Nanosci. Nanotechnol.* 10 (2010) 2630



Obr.1. Horní panel - změna extinkce Ag-TiO₂ nanokompozitního filmu v důsledku expozice (3 mW.min.cm⁻²) lasery s různými vlnovými délkami (odpovídající energie fotonu jsou označeny šipkami). Dolní panel - navržený model: v důsledku laserového osvětlení dochází k modrému posuvu plasmonových rezonančních frekvencí stříbrných nanočástic interagujících s dopadajícím světlem. Černé křivky před expozicí, červené po expozici; tenké čáry - homogenní extinkce jedné třídy nanočástic, silné čáry - nehomogenně rozšířené extinkční spektrum nanokompozitu.

Vlastnosti bipyridin-*N,N'*-dioxidů v plynné fázi

Lucie Ducháčková, 3. cena kategorie B

Organokatalýza je jedním z nejvíce se rozvíjejících oborů organické chemie. Organokatalyzátory jsou velmi oblíbené, protože představují ekologickou alternativu k běžně používaným organokovovým katalyzátorům. Nicméně jejich současné použití není zdaleka tak univerzální a tudíž vývoj nových katalyzátorů a studium jejich vlastností je v popředí zájmu výzkumu v organokatalýze. Bipyridin-*N,N'*-dioxidy jsou příkladem organokatalyzátorů, které slouží v enantiosektivní katalýze jako chirální Lewisovy báze. Pro popis jejich vlastností jsem využila hmotnostní spektrometrii a iontovou spektroskopii v synergickém propojení s teoretickými výpočty.

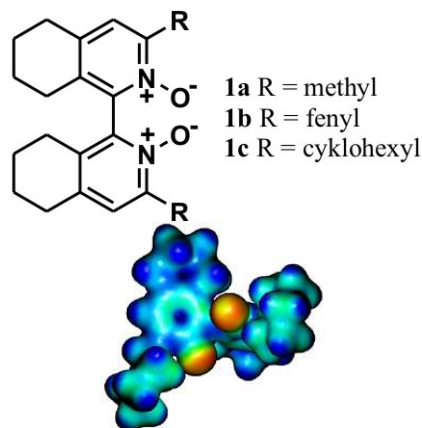


Schéma 1: Studované deriváty bipyridin-*N,N'*-dioxidů

Pomocí Cooksovy kinetické metody s využitím hmotnostní spektrometrie jsem určila protonové afinity sloučenin **1a** – **1c** (Schéma 1), které dosahovaly hodnot okolo 1050 kJ/mol. Báze s tak vysokou protonovou afinitou se označují jako tzv. superbáze, protože patří k nejbazičtějším látkám, které známe. Mezi obvyklé superbáze patří dusíkaté sloučeniny, kde dusík představuje vazebné místo pro proton. Sloučeniny **1a** – **1c** jsou unikátní tím, že se jedná o vůbec první experimentálně studované superbáze, kde se proton váže ke kyslíkovým atomům. Zkoumáním reaktivity a komplexačních vlastností bipyridin-*N,N'*-dioxidů jsem zjistila, že jejich chování je srovnatelné s 2,2'-bipyridiny, které patří mezi nejvyužívanější ligandy v organokovové syntéze, nicméně deriváty bipyridin-*N,N'*-dioxidů navíc nabízí při reakcích možnost chirální indukce.

Výsledky jsou publikovány v článku “Oxygen Superbases as Polar Binding Pockets in Nonpolar Solvents“ (Ducháčková et al., *Journal of American Chemical Society* **2010**, 132, 12660) a v článku

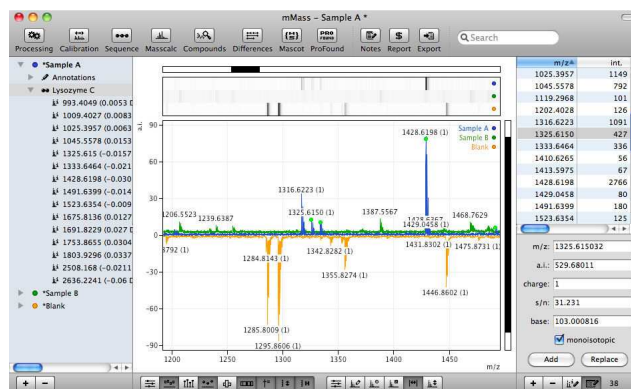
“Comparison of 2,2'-Bipyridine and 2,2'-Bipyridyl-*N,N'*-dioxide as Ligands in Zinc Complexes“ (Ducháčková et. al, *Inorganic Chemistry* **2010**, *49*, 8897).

mMass - open-source platforma pro precizní analýzu hmotnostních spekter

Martin Strohalm, 3.cena kategorie B

Hmotnostní spektrometrie představuje jednu z nejpoužívanějších analytických technik současnosti a nemalé úsilí ze strany příslušných společností je věnováno jejímu neustálému zdokonalování. Vedle hardwarových vylepšení je však zapotřebí i odpovídající softwarové vybavení pro následnou analýzu a interpretaci naměřených dat. Ačkoliv současný trend směřuje zejména k automatizaci a zpracovávání velkého množství dat z LC-MS/MS analýz, řada experimentů stále vyžaduje individuální přístup a možnost detailního studia jednotlivých hmotnostních spekter. V těchto případech pak dostupný software zpravidla naráží na mnohá úskalí počínaje uživatelskou (ne)přívětivostí, přes dostupnost podpůrných nástrojů a konče vysokou cenou licencí. Nemalým problémem je i vzájemná nekompatibilita datových formátů využívaných jednotlivými společnostmi. Ačkoliv většina ze současných výrobců hmotnostních spektrometrů nabízí možnost převodu dat do některého z otevřených formátů (např. *mzML*, *mzXML* či *mzData*), prakticky žádný neumožňuje tyto formáty zpětně načítat a analyzovat. Sdílení a interpretace dat mezi laboratořemi a skupinami tak stále zůstává problematické.

Cílem projektu *mMass* bylo poskytnout hmotnostně spektrometrické komunitě univerzální nástroj pro precizní analýzu hmotnostních spekter. Otevřený nástroj s podporou populárních datových formátů, nezávislý na počítačové platformě. První verze programu *mMass* byla představena v roce 2008 v časopise *Rapid Communication in Mass Spectrometry* [1]. Program nabízel základní možnosti analýzy spekter a řadu nástrojů souvisejících s využitím hmotnostní spektrometrie v oblasti biochemie, jako např. *in silico* štěpení proteinů, *in silico* fragmentace peptidů, integrace s identifikačním nástrojem *Mascot* apod. Na základě vlastních zkušeností a požadavků ostatních uživatelů byl program následně přepracován a jeho potenciál výrazně rozšířen. V roce 2010 byla v časopise *Analytical Chemistry* [2] představena zcela nová verze.



Pevný základ programu *mMass* tvoří *Spectrum Viewer* modul s pokročilými možnostmi manipulace se spektry a způsoby zobrazení. K dispozici je řada standardních nástrojů pro ořez, vyhlazování, korekce základní linie, označování píků, dekonvoluci a rekalibraci naměřených dat. Pro biochemické experimenty lze využít nástroje umožňující *in silico* štěpení proteinů či *in silico* fragmentaci peptidů s následným porovnáním teoretických a změřených dat nebo lze seznam označených píků přímo z prostředí programu odeslat do identifikačních nástrojů *Mascot*, *ProFound* a *ProteinProspector*. Nástrojem pro univerzální použití v řadě odvětví je *Compound Search*, umožňující tvorbu vlastních databází sloučenin a jejich automatické vyhledávání v naměřených spektrech, a to včetně možných aduktů. Jako příklad je integrována databáze více než 12 000 lipidů rozdělených do několika dílčích skupin, umožňující snadnou interpretaci směsí lipidů. Velice účinným nástrojem je simulace teoretického izotopového profilu libovolné sloučeniny, který je integrován do řady dalších nástrojů. Porovnání teoretického a změřeného profilu pro jakýkoliv *in silico* generovaný peptid, fragment či sloučeninu je otázkou jediného kliknutí a umožňuje tak velice precizní interpretaci a validaci výsledků.

Vstupním formátem může být jakýkoliv soubor ve formátu *mzML*, *mzXML*, *mzData*, *ASCII XY*. Výstupem z programu je vedle několika obrazových i datových formátů zejména detailní report obsahující veškeré dostupné informace o konkrétním spektru a výsledcích jeho interpretace.

Program *mMass* je napsán v programovacím jazyce *Python* a pro své grafické uživatelské rozhraní využívá knihovny *wxPython*. Díky tomu je dostupný pro celou řadu operačních systémů, což ve spojení se zvolenou open-source licencí umožňuje jednoduché sdílení dat mezi skupinami či servisními laboratořemi a jejich klienty. Vlastní kód programu se snaží oddělovat grafické rozhraní a výpočetní část, pro snadnou implementaci do jiných softwarových projektů. Software, zdrojový kód a podrobný návod

včetně ukázkových videí je k dispozici zdarma na internetové adrese projektu: <http://www.mmass.org/>

Reference:

[1] Strohal M, Hassman M, Kosata B, Kodíček M: mMass Data Miner: an Open Source Alternative for Mass Spectrometric Data Analysis, *Rapid*

Commun Mass Spectrom 2008; 22(6):905-908, DOI: [10.1002/rcm.3444](https://doi.org/10.1002/rcm.3444)

[2] Strohal M, Kavan D, Novák P, Volný M, Havlíček V: mMass 3: A Cross-Platform Software Environment for Precise Analysis of Mass Spectrometric Data. *Anal Chem* 2010; 82(11):4648-4651, DOI: [10.1021/ac100818g](https://doi.org/10.1021/ac100818g)

2 THETA

Analytical standards and equipment

2 THETA ASE, s.r.o., P.S. 103, 737 01 Český Těšín

T/F: 558 732122, 224, M: 602 720747, 602 240553, E-mail: 2theta@2theta.cz,

firemní stránky: www.2theta.cz

PF 2011

Děkujeme Vám za důvěru a spolupráci v roce 2010 a přejeme šťastný a úspěšný nový rok 2011 a zároveň se těšíme na setkání s Vámi na našich akcích

Grantové financování, kurz, **21.- 22.3.** Beskydy

(Odborný garant Prof. Ševčík - Karlova univerzita Praha)

Řízení a ekonomie vývojových a provozních laboratoří, kurz, **22.- 24.3.** Beskydy

(Odborný garant Prof. Ševčík - Karlova univerzita Praha)

Notebook v řešení úloh experimentálních dat, kurz, **21.- 23.3.** Beskydy

(Odborný garant Prof. Meloun - Univerzita Pardubice)

Zajištění kvality analytických výsledků, seminář, **23.3.- 25.3.** Beskydy

(Odborný garant Prof. Meloun - Univerzita Pardubice, Ing. Beránek – Český metrologický institut Praha, Ing. Klokočnicková – Český institut pro akreditaci, o.p.s. Praha)

Hutní a průmyslová analytika 2011, mezinárodní konference, **11.- 14.4.** Zakopane, Polsko

(Odborný garant Dr. Stankiewicz – IMŻ Gliwice, RNDr. Kovaľ – Villa Labeco s.r.o. Spišská Nová Ves, Ing. Helán – 2 THETA ASE, s.r.o.)

Odběry vzorků, kurz, **9. - 11.5.**, Valtice, jižní Morava

(Odborný garant Dr. Čurdová – Puncovní úřad Praha, Prof. Ševčík – Karlova univerzita, Dr. Horálek – ÚNMZ Praha)

Automatická spektrometrie, kurz **13.- 17.6.** Žermanická přehrada, Těšínsko

(Prof. Kanický – MU Brno, Doc. Dočekal – Ústav analytické chemie Brno, Doc. Beinrohr – STU Bratislava, Prof. Seidlerová, Prof. Tomášek – VŠB -TU Ostrava)

Analýza organických látek, kurz, **17.- 20.10.**, Valtice, jižní Morava

(Odborný garant Doc. Čáslavský – FCh VUT Brno, Prof. Ševčík – Karlova univerzita, Prof. Hajšlová – VŠCHT Praha, Prof. Jandera – Univerzita Pardubice.)

Příprava a užití referenčních materiálů a mezilaboratorního porovnávání zkoušek IV.,

konference s mezinárodní účastí, **8-10.11.**, Medlov, Českomoravská vrchovina

(Odborný garant Ing. Bičovský – Praha, Ing. Beránek – Český metrologický institut Praha, Ing. Klokočnicková – Český institut pro akreditaci, o.p.s. Praha, Prof. Kučera – Ústav jaderné fyziky AVČR Řež)

SPECTRO CS

s.r.o.

Rudná 1361/ 51
700 30 Ostrava, Zábřeh

Certifikace dle ISO 9001: 2001

Certifikát TÜV CZ, číslo: 1387-1

☎ 596 762 840, Fax: 596 762 849

info@spectro.cz , www.spectro.cz

specialisté v oboru spektrometrie nabízejí:

RUČNÍ A MOBILNÍ SPEKTROMETRY:

- SPECTRO ISORT
- ruční přístroj, napájený z akumulátorku, analýza NL a Cr oceli včetně C
 - oblouk na vzduchu (bez argonu nebo radioaktivního zdroje záření)
- SPECTROTEST ^{CCD} **TXC25** *Nový model*
- analýza a určení jakosti za 4s, metoda Fingerprint (otisk prstu), ICAL
 - mobilní spektrometr s parametry laboratorního přístroje
- SPECTRO xSORT *Novinka*
- analýza včetně N, C, B, As, Sn, P a S v oceli, měření obsahu C na vzduchu
 - ruční RTG spektrometr, analýza a třídění kovů, půd a odpadů, RoHS
 - bezpečný, spolehlivý, rychlý, SDD detektor - rozlišení méně než 160 eV

STACIONÁRNÍ - LABORATORNÍ SPEKTROMETRY:

- SPECTROMAXx D *Nový model*
- rozsah vln. délek 233 až 670 nm, stolní provedení, váha cca. 60 kg.
 - analýza Al, Zn a Mg báze
- SPECTROMAXx F (M) *Nový model*
- rozsah vln. délek 160(140) až 670 nm, provedení stolní a s podstavcem
 - analýza Fe, Ni, Al, Cu, Zn, Pb, Sn, Co, Ti a Mg báze. Libovolná vlnová délka
 - ICAL - recalibrace všech programů jediným vzorkem
- SPECTROLAB
- spektrometr nejvyšší kategorie s **hybridním opt. systémem** (PMT a CCD)
 - extrémně nízké limity detekce (jednotky mg/kg u stopových prvků)
 - analytické moduly pro všechny báze v jediném přístroji
 - rozsah vlnových délek 120 – 780 nm, včetně analýzy N,O a H, SSE

AUTOMATICKÉ SYSTÉMY:

- NUCLEUS
- bezobslužná provozní laboratoř, umístění v kontejneru pro nečisté prostředí

PŘÍSTROJE S ICP:

- SPECTRO ARCOS
- simultánní analýza všech čar mezi 130-770 nm za méně než 2 sekundy
 - unikátní 3x750 mm optický systém, spektrální rozlišení 8 pm (130 – 340 nm)
 - měření prvků včetně C, N, Br, I, Cl a suspenzí (tzv. „slurry“ technika)
 - simultánní analýza, 400 mm CCD optika, ICAL
- SPECTRO GENESIS *Nový model*

RENTGENOVÉ SPEKTROMETRY:

- SPECTRO XEPOS *Nový model*
- stolní RTG spektrometr pro analýzu Na – U
- SPECTRO MIDEX *Nový model*
- nový RTG spektrometr pro analýzu drahých kovů, M-verze s velkou komorou
- SPECTRO PHOENIX II
- malé, stolní, levné analyzátoři včetně systémů on-line
- SPECTRO IQ II *Novinka*
- nový stolní RTG spektrometr pro nízké limity Na, Mg, Al, Si, P, S a Cl

SPEKTROMETRY S DOUTNAVÝM VÝBOJEM:



- Německo

- SPECTRUMA GDA 750 (550)
- spektrometr s doutnavým výbojem, optika 750 mm, DC (HF) zdroj GD
 - měření vrstev (pokovení, nitridování, nauhličení atd.), USU - analýza nepravidelných tvarů, drátů, aj.
- SPECTRUMA GDA 650 (150HR) *Novinka*
- GDA spektrometr s unikátní 400 mm CCD optikou, DC (HF) zdroj GD

ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ ČÁSTIC A SYPNÝCH HMOT FIRMY: SEISHIN - Japonsko

- LMS-30 (laserový analyzátor částic)
- stanovení velikosti částic 0,1 – 1000 µm, mokřý i suchý způsob měření
- DALŠÍ PŘÍSTROJE
- hustoměry, tryskové mlýny, třídičky, rozsěvačky

ZAŘÍZENÍ PRO TRIBOTECHNIKU FIRMY:



- USA

- FluidScan *Novinka*
- ruční, výkonný IČ spektrometr
- LNF
- analyzátor velikosti částic v kombinaci s identifikací částic pomocí knihoven
- SPECTROIL M, C
- opticko emisní spektrometr s rotační diskovou elektrodou pro analýzu olejů
- Ferografy, Fuel Snifer, Viskozimetry
- chemické složení nečistot a aditiv, viskozita, ředění palivem atd.

ZAŘÍZENÍ OD FIRMY

FLUXANA

Zařízení pro přípravu materiálů – TAVIČKY, certifikované referenční materiály a spotřební materiál pro XRF

CERTIFIKOVANÉ REFERENČNÍ MATERIÁLY:

Firm: MBH Analytical a BAS, Velká Británie, Hydro Bonn a SUS, SRN, Alcan Švýcarsko, Aluminium Pechiney Francie, a.j.

Podrobnější informace o přístrojích získáte na <http://www.spectro.cz>

Zastoupení ve SR: **SPECTRO APS**, spol. s.r.o., Izabely Textorisovej 13, 036 01 Martin

Tel/Fax: +421 434 222 314. Mobil: +421 903 707 145, E-mail: spectroaps@spectroaps.sk

NABÍDKA PUBLIKACÍ SPEKTROSKOPICKÉ SPOLEČNOSTI JMM

| | |
|--|----------|
| Inorganic Environmental Analysis | 161,- Kč |
| Referenční materiály (přednášky) | 93,- Kč |
| Názvosloví IUPAC (Part XII: Terms related to electrothermal atomization; Part XIII: Terms related to chemical vapour generation) | 35,- Kč |
| Kurz ICP pro pokročilé | 245,- Kč |
| Kurz AAS pro pokročilé (1996) | 120,- Kč |
| Metodická příručka pro uživatele FTIR | 100,- Kč |
| Skripta Kurz HPLC/MS (2001) | 100,- Kč |
| 12. Spektroskopická konference | 190,- Kč |
| 13. Spektroskopická konference (2007 Lednice) | 130,- Kč |
| Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '03 | 62,- Kč |
| Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '04 | 78,- Kč |
| AAS II – kurz pro pokročilé (2006) | 435,- Kč |
| Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '05 | 126,- Kč |

Spektroskopická společnost Jana Marka Marci

se sídlem: Thákurova 7, 166 29 Praha 6 e-mail: immss@spektroskopie.cz

<http://www.spektroskopie.cz>

Adresa pro zasílání korespondence: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2,
611 37 Brno

Adresa sekretariátu pro osobní kontakt: Univerzitní kampus Bohunice, pavilon A14

Úřední hodiny: úterý 10 – 12 h, čtvrtek 10 – 12 h

Telefon: 549 49 1436, fax: 549 49 2494, mobil: 722 554 326, tajemnice Markéta Koželouhová

redakční rada:

prof. RNDr. Josef Komárek, DrSc. (předseda)

Doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc., prof. RNDr. Viktor Kanický, DrSc.

tech. redakce: Mgr. Rostislav Červenka

redakční uzávěrka: 31. 12. 2010

uzávěrka příštího čísla: 31. 3. 2011