



Prázdninová letní NANOŠKOLA 2016

22.-26.srpna 2016

ÚFCH J. Heyrovského
AV ČR, v.v.i. v Praze



NANOŠKOLA 2016

*Týdenní srpnová letní škola na téma
"Nanotechnologie a nanomateriály"
pro vybrané talentované středoškolské studenty z 13 škol celé
ČR uspořádaná s podporou projektu r.č.0089/7/NAD/2015
"Letní nanoškola 2016 pro nadané středoškoláky"
(podpora MŠMT v programu "Podpora nadaných žáků
ZŠ a SŠ v roce 2016")*

Organizuje:
*tým PEXED vzdělávacího a popularizačního
projektu ÚFCH JH s názvem Tři nástroje*

**Sborník textů k praktickým cvičením,
přednáškám a workshopům**

**předneseným na letní škole NANOŠKOLA 2016
22.-26. srpna 2016
v ÚFCH JH AV ČR, v.v.i.**



www.jh-inst.cas.cz/3nastroje

**Sborník prázdninové letní školy
NANOŠKOLA 2016
konané 22.-26. srpna 2016
v ÚFCH J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.**

Kolektiv autorů

Sestavila: Ing. Květa Stejskalová, CSc.

Vydává: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. Dolejškova 2155/3,
182 23 Praha 8, Česká republika

Tisk: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. Dolejškova 2155/3,
182 23 Praha 8

Vydání: první

Náklad: 25 kusů

Místo a rok vydání: Praha, 2016

Publikace neprošla jazykovou úpravou

© 2016, Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.





NANOŠKOLA 2016



Program

prázdninové letní školy na téma
"Nanotechnologie a nanomateriály"
pořádané pro vybrané talentované středoškolské studenty z 13 škol celé ČR s podporou
projektu s č.0089/7/NAD/2015 "Letní nanoškola 2016 pro nadané středoškoláky"
(účelová dotace MŠMT v programu "Podpora nadaných žáků ZŠ a SŠ v roce 2016")

Pondělí 22.8. 2016

9:00-11:00 - Zahájení letní prázdninové školy

Registrace, přivítání účastníků, představení realizačního týmu školy PEXED
(velké respirium před posluchárnou Rudolfa Brdičky ÚFCH J. Heyrovského
AV ČR, v.v.i., Dolejškova ul. 3, Praha 8; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)



11.00-12:30 - Přednáška (úvodní, představující vědu a výzkum v ÚFCH JH)

Ing. Květoslava Stejskalová, CSc.:

Moderní směry fyzikální chemie v ÚFCH JH, aneb přišel jsem, viděl jsem, vybádal jsem...

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

12:30-13:30 - Oběd (kantýna ÚFCH JH)

13:45 -15:00 - Přednáška (uvádějící do oboru nanotechnologií a přípravy nanomateriálů)

Lukáš Šimaňok: Nanotechnologie aneb co je malé, to je dobré ?

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

15:00 - 16:00 - Exkurse

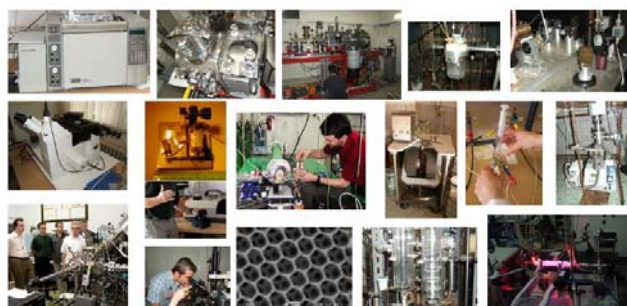
Studenti navštíví některé laboratoře Centra pro inovace v oboru nanomateriálů a nanotechnologií (moderní pracoviště ÚFCH JH, tzv. Nanocentrum)

(zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc., Ing. M. Eliáš, L. Šimaňok)

16:00 - Diskuse k prvnímu dni školy, představení programu druhého dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)

Po skončení odborného programu 1.dne školy odjezd mimopražských studentů (metrem trasa C, do stanice Nádraží Holešovice, pak autobusem) do místa ubytování (koleje MFF UK v Praze 7 Tróji; zajišťuje Ing. K. Stejskalová, CSc.)



Úterý 23.8. 2016

8:50-9:00 - Zahájení druhého dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K.Stejskalová, CSc.)

9:00-10:00 - Přednáška (představující obor uhlíkatých nanomateriálů)

Mgr. Otakar Frank, Ph. D.: Budoucnost patří uhlíkatým nanomateriálům

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

10:15 - 11:45 - Praktická měření v laboratořích (studenti po 4 skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum I.

Skupina 2 absolvuje praktikum II.

Skupina 3 absolvuje praktikum III.

Skupina 4 absolvuje praktikum IV.

Praktikum I - Charakterizace nanomateriálů pro elektroniku rastrovacím elektronovým mikroskopem Hitachi (Mgr. Milan Bouša)

Praktikum II - Mikroskopie rastrovací sondou studuje nanosvět (RNDr. Hana Tarábková, Ph.D.)

Praktikum III - S hmotnostním spektrometrem zaletíme zkoumat Titan, Saturnův největší měsíc (Mgr. Ilia. Zymak, Ph.D.)

Praktikum IV - Laserová chemie v létajících nanolaboratořích (Mgr. Michal Fárník, DSc. Ph.D. a Mgr. Andrij Pysaněnko, Ph.D.)

12:00-13:00 - Oběd (kantýna ÚFCH JH)

13:15 - 14:45 - Praktická měření v laboratořích (studenti po 4 skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum II.

Skupina 2 absolvuje praktikum I.

Skupina 3 absolvuje praktikum IV.

Skupina 4 absolvuje praktikum III.

Po praktikách následuje krátká přestávka do 15:00

15:00-16:00 -Přednáška (k problematice výsledků vědy a výzkumu)

Mgr. Věra Mansfeldová: Ted', ted', ted' tu byl! Aneb Jára Cimrman, pozdě chodící

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

16:00- Diskuse k druhému dni školy, představení programu třetího dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)



Středa 24.8. 2016

8:50-9:00 - Zahájení třetího dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)

9:00-10:00 - Přednáška s besedou (Odborné téma přednášky - zeolity a zeolytické katalyzátory; stáž na zahraniční univerzitě v Jižní Korei; postavení a uplatnění ženy ve vědě doma a v zahraničí...aj.)

Mgr. Pavla Eliášová, Ph.D.: Zeolity, kam se jen podíváš

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

10:15-11:45 Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum III.

Skupina 2 absolvuje praktikum IV.

Skupina 3 absolvuje praktikum I.

Skupina 4 absolvuje praktikum II.

12:00-13:00 - Oběd (kantýna ÚFCH JH)

13:15-14:45 Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum IV.

Skupina 2 absolvuje praktikum III.

Skupina 3 absolvuje praktikum II.

Skupina 4 absolvuje praktikum I.

Po praktikách následuje krátká přestávka do 15:00

15:00- 16:30 Přednáška (na téma symetrie v chemii a fyzice)

Ing. Vít Svoboda:- Molekuly a symetrie - Proboha, proč ???

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

16:30- Diskuse ke třetímu dni školy, představení programu čtvrtého dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)



Čtvrtek 25.8. 2016

8:50-9:00 - Zahájení čtvrtého dne školy

(Sraz u vstupu do stanice metra C "Nádraží Holešovice"- nahoře před vstupem na eskalátory; pojedeme společně metrem do stanice I. P. Pavlova a pak dále tramvají do stanice Albertov.)

9:45-11:30 - Exkurse na pracoviště chemických kateder Přírodovědecké fakulty UK v Praze (areál Albertov, Hlavova ul. 8)

(zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc. ve spolupráci s profesorem RNDr. P. Nachtigallem, Ph.D., vedoucím Katedry fyzikální a makromolekulární chemie PŘF UK Praha)

Studenti, rozdělení do dvou skupin, absolvují postupně návštěvu 4 laboratoří.

Návrat zpět tramvají a metrem do ÚFCH JH.

12:15-13:15 - Oběd (kantýna ÚFCH JH)

13:30-14:45 Praktická měření v laboratořích (studenti dělení na dvě skupiny)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina z týmů 1 a 2 absolvuje praktikum V

Skupina z týmů 3 a 4 absolvuje praktikum VI

Praktikum V - Příprava a charakterizace nanočástic stříbra (Lukáš Šimaňok)

Praktikum VI - Analýza dechu metodou SIFT-MS (Mgr. Kseniya Dryahina, Ph.D. a kol.)

Po praktikách následuje krátká přestávka do 15:00

15:00-16:15 Praktická měření v laboratořích (studenti dělení na dvě skupiny)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina z týmů 1 a 2 absolvuje praktikum VI

Skupina z týmů 3 a 4 absolvuje praktikum V

16:15- Diskuse ke čtvrtému dni školy, představení programu pátého dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)



Pátek 26.8. 2016

8:50-9:00 - Zahájení pátého (posledního) dne školy

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)

9:00-10:00 - Přednáška (z oboru kvantové a výpočetní chemie)

RNDr. Libor Veis, Ph.D.: Pomohou kvantové počítače rozluštit nezodpovězené otázky tajemného světa molekul ?

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

10:00- 11:45 Dva fyzikálně chemické workshopy

(učebna 11 v přízemí (W1) a velké respirium v přízemí (W2))

Studenti ve dvou skupinách absolvují za sebou oba workshopy (po 45 minutách). Mezi workshopy je 15 minutová přestávka na výměnu pomůcek apod..

Zajišťují:

Ing. K. Stejskalová, CSc. a Lukáš Šimaňok (W2);

Mgr. M. Klusáčková a Mgr. M. Zlámalová (W1)

12:00-13:00 - Oběd (kantýna ÚFCH JH)

13:00 -14:30 Zakončení prázdninové letní školy NANOŠKOLA 2016

Předání certifikátů účastníkům školy, vyplnění dotazníků, odezva a ohlasy účastníků školy...

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí; zajišťuje Ing. K. Stejskalová, CSc.)



**Jmenný seznam členů týmu PEXED:
přednášejících (L), lektorů praktik (P I až P VI)
a lektorů workshopů (W)
v programu prázdninové letní školy**

NANOŠKOLA 2016

(P I) BOUŠA Milan	Mgr., Ph.D.	✉ milan.bousa@jh-inst.cas.cz
(P VI) DRYAHINA Kseniya	Mgr., Ph.D.	✉ kseniya.dryahina@jh-inst.cas.cz
(L) ELIÁŠOVÁ Pavla	Mgr., Ph.D.	✉ pavla.eliasova@jh-inst.cas.cz
(P III) FÁRNÍK Michal, Doc.	Mgr., Ph. D., DSc.	✉ michal.farnik@jh-inst.cas.cz
(L) FRANK Otakar	Mgr., Ph.D.	✉ otakar.frank@jh-inst.cas.cz
(W) KLUSÁČKOVÁ Monika	Mgr.	✉ monika.klusackova@jh-inst.cas.cz
(L) MANSFELDOVÁ Věra	Mgr.	✉ vera.mansfeldova@jh-inst.cas.cz
(P III) PYSANENKO Andrij	Ph.D.	✉ andrij.pysanenko@jh-inst.cas.cz
(L,W) STEJSKALOVÁ Květa	Ing., CSc.	✉ kvetoslava.stejskalova@jh-inst.cas.cz
(P VI) SOVOVÁ Kristýna	Mgr., Ph.D.	✉ kristyna.sovova@jh-inst.cas.cz
(L) SVOBODA Vít	Ing.	✉ vit.svoboda@phys.chem.ethz.ch
(L, W,P V) ŠIMAŇOK Lukáš, student VŠCHT		✉ lukas.simanok@jh-inst.cas.cz
(P II) TARÁBKOVÁ Hana	RNDr., Ph.D.	✉ hana.tarabkova@jh-inst.cas.cz
(L) VEIS Libor	RNDr., Ph.D.	✉ libor.veis@jh-inst.cas.cz
(W) ZLÁMALOVÁ Magda	Mgr.	✉ magda.zlamalova@jh-inst.cas.cz
(P IV) ZYMAK Illia	Mgr., Ph.D.	✉ illia.zymak@jh-inst.cas.cz



Podrobnosti o odborném zaměření jednotlivých osob lze nalézt v odkazu PEOPLE ústavních stránek s adresou <http://www.jh-inst.cas.cz>.



NANOŠKOLA 2016



Přednášky

anotace k přednáškám

*(řazeno abecedně,
dle příjmení přednášejících)*

Zeolity kam se jen podíváš

Mgr. Pavla Eliášová, Ph.D.

*vědecký asistent na Přírodovědecké fakultě UK,
Katedra fyzikální a makromolekulární chemie
a částečně na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.
v Oddělení syntézy a katalýzy*

Anotace přednášky:

Přestože je chemie dnes vnímána jako spíše cosi negativního, tak bez ní se už prostě neobejdeme. Dnešní svět by bez prvních alchymistů a později zapálených chemiků prostě neexistoval.

Úvodem přednášky si proto zkusíme představit, jak by asi náš svět vypadal bez 'chemického' pokroku. Mnoho reakcí by samovolně vůbec neprobíhalo vzhledem k značné energetické náročnosti, a proto je většina moderních chemických procesů a technologií založena na použití katalyzátoru. Do reakcí vstupuje nutně katalyzátor, látka, která pro danou reakci najde jinou energeticky méně náročnou cestu a sama se při reakci nespotebovává. Vývoj katalyzátorů je v dnešním světě naprosto nezbytný, ve světě, který se stále více zaměřuje na pokles v plýtvání přírodními zdroji a nárůst recyklace všech myslitelných materiálů. A mezi klíčové průmyslové katalyzátory patří právě zeolity.

Druhá část přednášky bude proto věnována zeolitům jako téměř univerzálním katalyzátorům. Představíme stručně nejen jejich přípravu a vlastnosti, ale i jejich široké uplatnění. V přednášce zazní rovněž zmínka o nejnovějších výsledcích laboratoří Oddělení syntézy a katalýzy profesora Jiřího Čejky, které patří v oboru zeolitů dlouhodobě mezi špičková pracoviště i na poli mezinárodním.

Závěrečná část přednášky bude věnována osobním zážitkům a zkušenostem z nedávných zahraničních stáží. Jaké to je žít a pracovat v Jižní Koreji? V zemi, která je oficiálně stále ve válečném stavu, a přesto je jednou z nejrychleji se rozvíjejících zemí Asie.

Mgr. Pavla Eliášová, Ph.D.

Po absolvování gymnázia v Kroměříži studovala nejdříve bakalářský a později navazující učitelský obor chemie, geologie a ochrany životního prostředí na Přírodovědecké fakultě Palackého Univerzity v Olomouci. Po ukončení se rozhodla zaměnit učitelskou kariéru za vědeckou a pokračovat v doktorském studiu chemie na Karlově Univerzitě. Vedoucím její práce na téma syntetické zeolity byl profesor Jiří Čejka, který dlouhodobě působí v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR. Během svého čtyřletého doktorského studia Pavla absolvovala dvě krátkodobé zahraniční stáže, dva měsíce ve Skotsku a tři měsíce ve Francii, které byly součástí výhry Cena Jean-Marie Lehna pro nadané PhD studenty (1. místo, 2013). Po obhájení dizertační práce získala cenu Česká hlava v kategorii pro doktorandy (2014) a rozhodla se odjet na roční stáž do Jižní Koreje. V současné době působí jako odborný asistent na Přf Univerzity Karlovy v Praze.

Budoucnost patří uhlíkatým nanomateriálům

Mgr. Otakar Frank, Ph.D.

*Vědecký pracovník v Oddělení elektrochemických materiálů,
ÚFCH JH, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8.*

Anotace přednášky:

V poslední době jsme svědky nebývalého nárůstu zájmu o uhlíkové nanostruktury, od nanodiamantu přes kulovité fullereny, uhlíkové nanotuby a v neposlední řadě grafen. O jejich významu svědčí i fakt, že za objev dvou z nich byly v uplynulých letech uděleny Nobelovy ceny. Tyto nové materiály za svou popularitu vděčí svým zajímavým vlastnostem a z toho vyplývajících možností praktického využití. Jednotěnné uhlíkové nanotuby například vykazují obrovskou mechanickou pevnost. Bylo změřeno, že uhlíková nanotuba je asi desetkrát pevnější než ocel a zároveň je asi desetkrát lehčí. Je tedy jasné, jaký obrovský potenciál mají uhlíkové nanotuby pro konstrukci lehkých, a přitom velmi pevných součástí. Uplatnění mohou najít v leteckém, či automobilovém průmyslu, ale i při výrobě sportovního vybavení. Další materiálem, který slibuje lidstvu zajímavou budoucnost, je grafen, dvojrozměrný materiál, který lze velmi jednoduše připravit z grafitu odtržením jedné jeho vrstvy za pomoci obyčejné lepicí pásky, je označován jako materiál budoucnosti. Jeho jedinečné vlastnosti, ať už extrémní pevnost, téměř dokonalá elektrická vodivost, elasticita či optická transparentnost, jej předurčují k využití v mnoha aplikacích. Modifikací elektronové struktury grafenu, například pomocí vnějšího elektrického pole nebo mechanickým napětím, můžeme i ovlivnit jeho chování jako polovodiče a otevřít tak cestu k integrovaným obvodům založených výhradně na tomto nanomateriálu. Právě elektronová struktura grafenu totiž jednoznačně rozhoduje o jeho optických vlastnostech (transparentnosti, absorpci) i o tom, zdali bude kovem, polovodičem či izolantem.

Mgr. Otakar Frank, Ph.D.

Zaměření: příprava a charakterizace uhlíkatých nanomateriálů, zejména grafenu a nanotrubiček, pomocí in-situ spektroskopických technik (Ramanská a UV/Vis/NIR absorpční spektroeletrochemie, in-situ Ramanská spektroskopie při mechanickém namáhání), příprava a charakterizace anorganických materiálů a jejich nanokompozitů pro přeměnu a uchování energie.

Vzdělání

*1995-1999 bakalářské studium na PŘF UK v Praze, obor geologické vědy
 bakalářská práce „Výskyt fullerenů v přírodě“, titul Bc.*

*1999-2001 magisterské studium na PŘF UK v Praze, obor geochemie
 diplomová práce „Fullereny v zemské kůře – fikce či realita“, titul Mgr.*

*2001-2005 doktorské studium na PŘF UK v Praze, obor organická geochemie
 dizertační práce „Vznik fullerenů v horninách“, titul Ph.D.*

2005- vědecký pracovník v Odd. elektrochemických materiálů

Na své nedávné zahraniční stáži pracoval např. i v mezinárodním týmu s vědci Novoselovem a Gaimem, kteří za objev grafenu obdrželi v r. 2010 Nobelovu cenu za fyziku.

Je držitelem Ceny Učené společnosti pro mladé vědce (2012) a Prémie Otto Wichterleho udělované AVČR (2011).

Ukázky z akcí a přednášek pro studenty či veřejnost:

http://www.jh-inst.cas.cz/3nastroje/dokument.php?stav=view_detail&dokument=28

Ted', ted', ted' tu byl!
aneb
Jára Cimrman, pozdě chodící

Mgr. Věra Mansfeldová

*Oddělení elektrochemických materiálů,
Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i., Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8*

Anotace přednášky:

Duševní vlastnictví je, stejně jako chemie, každodenní součástí nejen výjimečného života velikána jako byl Jára Cimrman, ale i všech ostatních smrtelníků. Co vše lze do duševního vlastnictví zahrnout? Kam patří pověstné Járovy bikiny? Mezi patenty, užité vzory, průmyslové vzory nebo ochranné známky? Dozvíte se:

- Jak si poradit s vlastním nápadem.
- Kam a kdy zajít, když Vás vážně něco vážného napadne.
- Co musí Váš nápad splňovat, aby ho bylo možné ochránit.
- Kde můžete zjistit, jestli už někdo něco podobného neobjevil.
- A kolik Vás to všechno může stát, ale i co můžete získat.

Mgr. Věra Mansfeldová (momentálně na mateřské dovolené)

studuje v rámci doktorského studia na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze obor Analytická chemie. V Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského pracuje od roku 2008. Ve své disertační práci se věnuje studiu nově syntetizovaných ftalocyaninů a jejich využití ke konstrukci nového membránového senzoru pracujícího na biomimetickém principu (napodobujícího funkci buněčné membrány). Při své práci využívá mimo elektrochemických a spektroskopických technik rovněž mikroskopie rastrovací sondou. Spolupracovala na projektu vývoje solárního článku na bázi oxidu titanu (mezinárodní projekt týmu profesora L. Kavana). Zabývá se web-designem; je autorkou a správcem webových stránek skupiny mikroskopie rastrovací sondou ÚFCH-JH a mezinárodních konferencí (např. Heyrovský Discussion).

Výsledky své práce dlouhodobě úspěšně popularizuje zájemcům z řad žáků ZŠ a SŠ (např. odborná přednáška o AFM mikroskopii).

Molekuly a symetrie

Probaha proč?

Ing. Vít Svoboda

*(absolvent VŠCHT Praha - diplomová práce v Odd. chemie iontů a klastrů;
v současnosti student PGS studia Laboratory of Physical Chemistry,
ETH Zürich, Switzerland)*

Anotace přednášky:

Symetrie je pojem, pod kterým si každý z nás dokáže intuitivně něco představit. Ale spojit tento pojem s chemií nebo fyzikou už může být problematické. Přitom symetrie hraje klíčovou roli v moderním pojetí fyziky a chemie. Student chemie dobře zná pojmy jako: molekulový orbital, dipolový moment, chiralita, Pauliho princip, vibrace molekul, spektrální přechod nebo výběrové pravidlo. Ale jen málokterý student ví, že všechny tyto pojmy je možné zastřešit úvahami o symetrii molekul. Přednáška si proto klade za cíl srozumitelně (pokud možno) zasvětit studenty do tajů molekulární symetrie a teorie grup, která poskytuje matematický rámec pro symetrické úvahy nad molekulami a nejen nad nimi. Cílem nebude posluchače zahlit nudným matematickým aparátem, ale naopak ukázat, že aplikací teorie grup je možné odvodit užitečné vlastnosti molekul, které ocení chemik nebo fyzik při každodenní hře s molekulami ať už v laboratoři nebo za počítačem.

Doporučená literatura:

- 1) Molecular Symmetry, D. Willock, 2009
- 2) Molecular Symmetry and Spectroscopy, Bunker and Jensen, 2006
- 3) Introduction to Symmetry and Group Theory for Chemists, A.M. Lesk, 2004
- 4) Molecular Quantum Mechanics, P. Atkins and R. Friedman, 2005

Ing. Vít Svoboda (1990)

Vít Svoboda je absolventem MSŠCh v Praze a po té VŠCHT v Praze (Fak. chemického inženýrství). V době svého studia posbíral řadu ocenění za vynikající výsledky, např. : Cenu rektora VŠCHT (2015); jeho diplomová práce získala ocenění Wernera von Siemens (2015); v letech 2013 a 2014 obsadil 1. místo (v sekcích fyzikální chemie) se svými pracemi prezentovanými na Studentské konferenci VŠCHT; v roce 2010 byl jako středoškolský student oceněn Cenou Učené společnosti pro SŠ studenty.

V laboratoři Dr. Ondřeje Votavy, pod jehož vedením dělal jak bakalářskou tak diplomovou práci, se Vít Svoboda pohybuje již od svých 16 let, kdy ve druhém ročníku studia MSŠCH zahájil svou mimoškolní SŠ stáž organizovanou projektem Tři nástroje (r. 2007). Do popularizačně-vzdělávacích aktivit ústavu se v posledních letech zapojoval pravidelně jako lektor ZŠ workshopů, později jako lektor SŠ stáží a dnes jako přednášející. V současnosti studuje ve Švýcarsku doktorandské studium (Laboratory of Physical Chemistry, ETH Zürich, Switzerland).

Moderní směry fyzikální chemie v ÚFCH JH, aneb přišel jsem, viděl jsem, vybádal jsem ...

Ing. Květa Stejskalová, CSc.

Útvar ředitele

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i., Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8

- *Víte, kdo byl první fyzikální chemik v Čechách a koho si vychoval?*
- *Víte, co je zeolit a proč si bez něj nedovedeme představit dnešní svět ?*
- *Víte, jak pevná je uhlíková nanotrubička a proč vědcům tolik učaroval grafen ?*
- *Víte, že laserová spektroskopie umí najít odpovědi na otázky vzniku života ve vesmíru?*
- *Víte, proč je tolik povyku kolem TiO₂ - nanomateriálu přítomnosti ale i budoucnosti ?*

Nevíte ? Nevadí !

Na této přednášce v úvodu NANOŠKOLY 2014 se to dozvíte.

Popularizační přednáška představí zaměření a výzkum vědců v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského, AV ČR, v.v.i., výzkumném ústavu, který v oboru fyzikální chemie patří v ČR dlouhodobě ke špičce, ale je i mezinárodně uznávaným pracovištěm. Studenti budou seznámeni s moderním výzkumem v oborech, jako je např. teoretická chemie, chemická fyzika, elektrochemie, vývoj nových nanomateriálů a nanotechnologií s uplatněním v katalýze, fotokatalýze a elektrochemii, seznámí se s řadou spektroskopických a mikroskopických technik používaných v základním i aplikovaném výzkumu vědců ÚFCH JH. Rovněž bude stručně představen systém každodenní vědecké práce - od myšlenky, přes projekt až k jeho realizaci a publikování výsledků (a případně i popularizaci a medializaci).

Ing. Květoslava Stejskalová, CSc. (1966)

V roce 1989 ukončila studium VŠCHT v Praze (chemické inženýrství.) Od roku 1989 pracuje v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, doktorát ve fyzikální chemii získala v roce 1995 za práci v oboru kinetiky reakcí plyn- tuhá látka s výstupy do ochrany životního prostředí. Kromě toho, že propaguje činnost vědců svého ústavu, se systematicky věnuje vzdělávání a popularizaci vědy. Napomáhá středoškolským i vysokoškolským studentům zajímajícím se o přírodní vědy prakticky se zapojit do odborné práce ve vědě a výzkumu a její pomoc je namířena i k pedagogům SŠ a ZŠ. Je podepsána pod řadou akcí, jejichž cílem je podnítit zájem mladých o přírodní vědy a další vzdělávání, např. školy v oboru výzkumu nanomateriálů, fyzikálně-chemické workshopy pro žáky ZŠ (programy i pro 1. stupeň ZŠ !) a SŠ, konference k prezentaci odborných prací studentů pracujících ve vědeckých týmech, pravidelné návštěvy studentů v ústavu v rámci Dnů otevřených dveří či jiných akcí, organizuje stáže a praxe studentů ve vědeckých týmech a sama je lektorkou SŠ studentů (např. v projektu AV ČR Otevřená věda), jejichž stáže jsou zaměřeny na zatraktivnění výuky chemie a fyziky experimentem. Je autorkou scénářů popularizačních filmů představujících výzkum v oboru fyzikální chemie ("Věda není nuda") či mladé vědce pracující v ÚFCH JH ("Homo Scientist jr."), je také iniciátorkou a autorkou několika výstav prezentujících vědu a vědce ÚFCH JH (např. Nanosvět očima mikroskopů; Jak se dnes dělá vědu u Heyrovských; Deset let žijeme s Otevřenou vědou), z nichž nejatraktivnější je unikátní putovní výstava "Příběh kapky" (2009-2016, dosud přes 22 500 návštěvníků, 21 různých expozic) věnovaná jedinému českému nositeli Nobelovy ceny za chemii Jaroslavu Heyrovskému. V projektech AV ČR Otevřená věda (od roku 2005) pracuje jako "lektorka" SŠ stážistů i jako "popularizátorka" v síti popularizátorů AVČR s působností po celé ČR. O fyzikální chemii přednáší studentům i pedagogům, na veřejnosti popularizuje vědeckou práci v přednáškách či ve vystoupeních v televizi, rozhlasu nebo také přímo v terénu účastí v různých programech jako je Muzejní noc, Chemický jarmark, Věda v ulicích aj. Od léta 2010 je členkou Rady pro popularizaci vědy AV ČR, poradního orgánu Akademické rady AV ČR pro popularizaci vědeckých výsledků, a je také členkou správní rady Nadačního fondu Jaroslava Heyrovského. V roce 2010 byla za svou činnost oceněna porotou soutěže České hlavičky "Zvláštní cenou za mimořádný přínos k popularizaci vědy mezi studenty" a v roce 2011 získala "Čestnou medaili Vojtěcha Náprstka za zásluhy v popularizaci vědy" udělovanou Akademií věd ČR. Je matkou dvou dětí (syn 32 a dcera 15 let).

Nanotechnologie aneb co je malé, to je dobré ?

Lukáš Šimaňok

Student VŠCHT Praha pracující jako stážista v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. v Oddělení struktury a dynamiky v katalýze, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8

Anotace přednášky:

V dnešní době slyšíme spoustu věcí o produktech nanotechnologií, které si můžeme koupit prakticky kdekoli. Slovo *nano* je velmi zneužívaným artiklem, na který lidé slyší, ale který je zároveň nedostatečně definován, a proto je příliš nadužíván. Z tohoto důvodu lidé netuší, co to nanotechnologie jsou, kde se vzaly, jaká jsou rizika používání a hlavně koupí.

Co tedy znamená *nano*- a co jsou vlastně nanotechnologie? O jak starý a rozšířený obor se jedná? Proč jsou tyto technologie tak „zázračné“, jak se vlastně v praxi realizují a v čem tkví nebezpečí z jejich užívání? Na tyto a další otázky si odpovíme v přednášce.

Doporučená literatura:

<http://ksicht.natur.cuni.cz/serialy/nanocastice/1>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology>

<http://nanotechnologie.cz/search.php?rsvelikost=sab&rstext=all-phpRS-all&rstema=3>

Lukáš Šimaňok (1994)

absolvent SPŠCHG J. Heyrovského v Ostravě-Zábřehu, studuje FCHT VŠCHT v Praze (se zaměřením na farmaceutickou organickou chemii a technologii) a v ÚFCH JH pracuje jak odborný pracovník v jedné z laboratoří Centra pro inovace v oboru nanomateriálů a nanotechnologií pod vedením Ing. Jiřího Rathouského CSc. a Mgr. Radka Žouželky. S ÚFCH JH již spolupracuje od střední školy: tříletý odbornou stáž vykonal v roce 2012 v rámci vzdělávacího a popularizačního projektu ÚFCH JH s názvem Tři nástroje, a navázal tak na svůj prázdninový pobyt (červenec 2011), kdy v ústavu absolvoval svou první středoškolskou stáž. Při své práci v laboratoři byl zapojen do přípravy a charakterizace nanočástic a nanostrukturních materiálů (např. Mg(OH)₂, TiO₂ aj.), pokročilých sol-gel technik a přípravy povrchů s řízenými vlastnostmi (smáčivost, fotokatalytická účinnost apod.).

Oborem jeho vědeckého zájmu v ÚFCH JH je příprava nanomateriálů na bázi stříbra a dalších ušlechtilých kovů, testování jejich vlastností a jejich zakomponování do technologií sloužících k ochraně kulturních památek a životního prostředí (fotokatalytickými procesy).

Již třetím rokem se velice aktivně podílí v týmu lektorů workshopů "Chemie není nuda" na přípravě popularizačních programů, spolu s Ing. Květou Stejskalovou, CSc. v rámci popularizačního a vzdělávacího projektu Tři nástroje, směřovaných k cílovým skupinám žáků středních a základních škol. V projektu Akademie věd Otevřená věda IV (2014-2015) se v týmu metodiků, pod vedením Dr. Stejskalové podílel na tvorbě fyzikálních úloh pro SŠ a ZŠ pedagogy.

V roce 2015 portfolio svých výukových aktivit rozšířil o popularizační přednášku pro studenty SŠ na téma nanomateriály a nanotechnologie, kterou přednáší jak pro studenty, tak pro pedagogy. Vedle přednášky se letní školy L. Šimaňok zúčastní i vedením praktického měření v laboratoři na téma Příprava nanočástic Ag redukcí různými činidly.

Pomohou kvantové počítače rozluštit nezodpovězené otázky tajemného světa molekul?

RNDr. Libor Veis, Ph.D.

*Vědecký pracovník v Oddělení teoretické chemie,
ÚFCH JH, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8.*

Anotace přednášky:

Kvantové počítače představují jednu z nejrychleji se rozvíjejících disciplín současného výzkumu, která přitahuje stále více pozornosti široké veřejnosti. Důvodem je, že uchování a zpracování informace na úrovni mikrosvěta/nanosvěta (např. až na úrovni atomů, či fotonů), kde platí zákony kvantové mechaniky, může přinést obrovské zrychlení při řešení konkrétních výpočetních úloh. Mezi tyto úlohy patří mimo jiné přesné výpočty a simulace molekul (stavebních kamenů živé hmoty), které jsou na klasických počítačích pro svou enormní výpočetní náročnost nerealizovatelné. Kvantové počítače nám tak dávají příslib posunutí hranic poznání v oblasti chemie, např. při návrhu nových léčiv, či materiálů.

- V přednášce se nejprve seznámíme se základy kvantové mechaniky, která na první pohled může působit poněkud zvláštním dojmem.
- Dále pak osvětlíme základní principy kvantových počítačů a ukážeme jejich možné využití pro studium vlastností molekul.
- Na závěr přednášky se podíváme, jak by takové počítače v budoucnu mohly vypadat.

RNDr. Libor Veis, Ph.D. (1984)

Libor Veis vystudoval fyzikální chemii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. působí již od svého magisterského studia. Nejprve zde realizoval svou diplomovou práci a posléze i dizertační (obhájena v roce 2012, téma Kvantová chemie na kvantových počítačích). Po obhajobě dizertační práce absolvoval postdoktorální stáže v Japonsku (Institute for Molecular Science, Okazaki) a Maďarsku (Wigner research centre for physics, Budapešť).

Libor Veis nyní pracuje jako vědecký pracovník v Oddělení teoretické chemie a jeho oborem je kvantová (výpočetní) chemie, tedy věda, jejíž předmětem jsou počítačové simulace molekul (výpočty jsou dnes nedílnou součástí chemického výzkumu, např. při návrhu léčiv). Konkrétně se Libor Veis zajímá o průnik kvantové chemie a kvantové informatiky, ať už se jedná o vývoj nových algoritmů pro kvantový počítač (v současnosti ve spolupráci s Harvardskou univerzitou), či vývoj klasických výpočetních metod, které využívají poznatky kvantové informatiky (konkrétně metody tenzorových sítí). Své zkušenosti úspěšně předává vysokoškolským studentům při výuce na Matematicko-fyzikální a Přírodovědecké fakultě UK v Praze a v popularizační formě i širší veřejnosti v rámci různých programů ÚFCH JH (projekt Tři nástroje).



NANOŠKOLA 2016



Praktická měření v laboratořích

Praktikum I - Charakterizace nanomateriálů pro elektroniku rastrovacím elektronovým mikroskopem Hitachi

(M. Bouša, m. 022 v suterénu)

Praktikum II – Mikroskopie rastrovací sondou studuje nanosvět

(H. Tarábková, m. 05 v suterénu)

Praktikum III- Laserová chemie v létajících nanolaboratořích

(M. Fárník a A. Pysanenko, lab. 01 v suterénu)

Praktikum IV - S hmotnostním spektrometrem zaletíme zkoumat Titan, Saturnův největší měsíc

(Mgr. I. Zymak, m. 210)

Praktikum V - Příprava nanočástic stříbra a jejich charakterizace

(L. Šimaňok, lab. Nanocentra)

Praktikum VI -Stanovení vybraných látek v lidském dechu metodou SIFT-MS

(P. Španěl a kol., m. 216)

Praktické měření I:

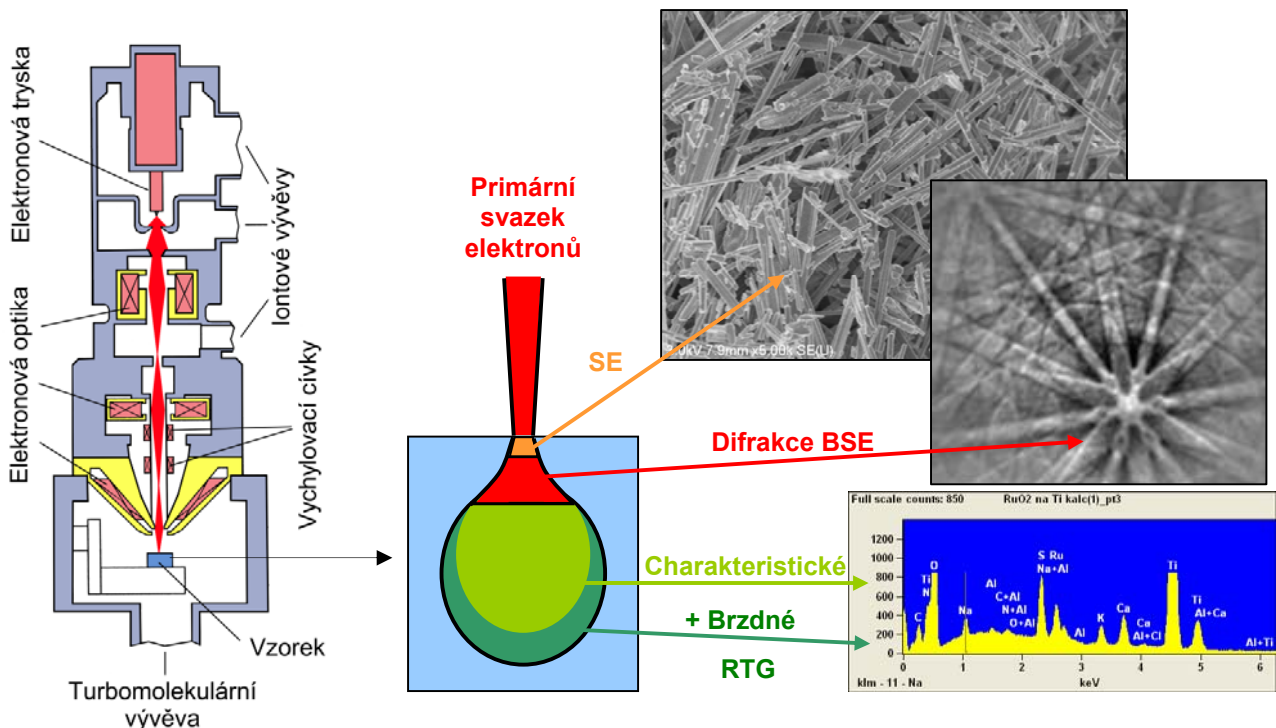
Pracoviště elektronové mikroskopie II – EDX (EDS)

Připravil: Mgr. Milan Bouša; milan.bousa@jh-inst.cas.cz

Oddělení elektrochemických materiálů

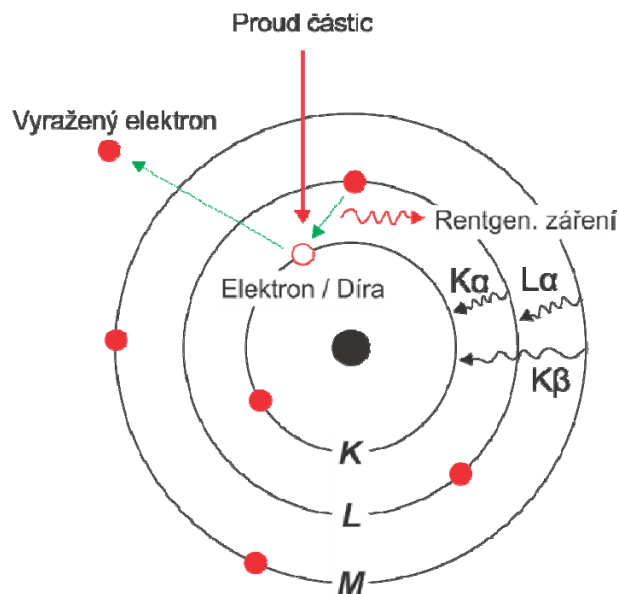
Přístrojové vybavení:

Jak již bylo podrobně popsáno v první části, v elektronovém mikroskopu se k zobrazování využívá svazku urychlených elektronů. V porovnání s fotony viditelného světla to přináší zlepšení rozlišovací schopnosti o tři řády. V rastrovacím mikroskopu je rozlišovací schopnost dána také průměrem svazku elektronů. Úkolem elektronové optiky je právě dosažení co nejmenšího průměru při zachování co nejvyšší intenzity. Urychlené elektrony vyvolají po dopadu na vzorek různé druhy odezvy. Sekundární elektrony (*secondary electrons SE*) vznikají v těsné blízkosti dopadu svazku a slouží pro vytváření obrazu ve vysokém rozlišení (~ 2 nm). Další odezvy vznikají již ve větším objemu vzorku a rozlišovací schopnost je úměrně menší. Množství odražených elektronů (*backscattered electrons BSE*) je více závislé na složení vzorku. Kromě toho BSE jsou v krystalickém materiálu rozptylovány a vzniklé obrazce poskytují krystalografické informace. **Velmi důležitou odezvou je také charakteristické rentgenové záření, jehož detekcí a následným vyhodnocením se zjišťuje elementární (prvkové) složení vzorku (metoda EDX).** V naší laboratoři najdete **rastrovací elektronový mikroskop S 4800** (Hitachi, Jap.), vybavený dvěma detektory SE s možností detekce BSE, snímačem difrakčních obrazců BSE (HKL, Dánsko) a **detektorem RTG** záření s polovodičovým spektrometrem (Noran, USA).



Princip EDX (EDS)

Metoda EDX (Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy) se využívá k prvkové analýze na základě interakce atomů vzorku s proudem nabitých částic (u elektronového mikroskopu vysoce nabitých elektronů). Tato interakce je charakteristická pro každý prvek periodické tabulky a proto lze ve výsledném spektru sledovat složení pozorovaného materiálu. Každý prvek má elektrony uvnitř elektronového obalu uspořádaný na diskrétních energetických hladinách. Elektrony mohou být popsány kvantovými čísly a například hlavní kvantové číslo udává „vzdálenost“ hladin (slupky) od jádra. Tyto hlavní slupky se označují **K, L, M**, atd. Nabité elektrony dopadající na vzorek mohou po dopadu na atom způsobit excitaci a „vyražení“ některého elektronu v základním



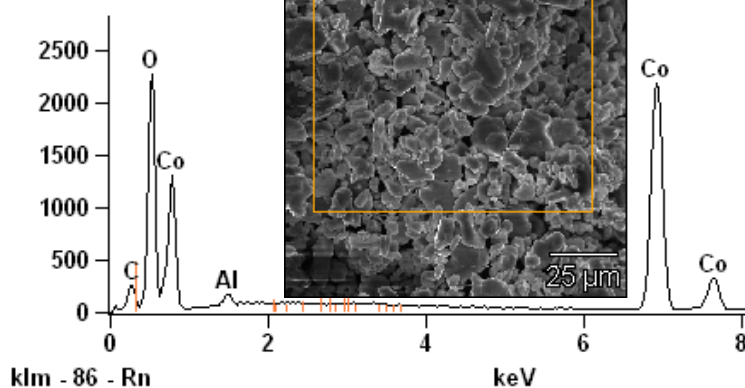
stavu z vnitřní slupky a vytvořit takzvanou elektronovou díru, neboli místo s deficitem elektronu. Elektron z vyšší slupky (ve snaze o snížení energie systému) zaplní vzniklou elektronovou díru a energetický rozdíl mezi oběma stavy elektronu je vyzářen ve formě **rentgenového záření**. Toto záření je ovlivněno energiemi slupky (tedy strukturou elektronového obalu atomu) a je proto **charakteristické pro každý chemický prvek**. Při měření lze navíc sledovat přechody elektronů mezi různými slupkami, např. $K\alpha$, $K\beta$, $L\alpha$ (viz. obrázek), je však třeba počítat s možnými omezeními jako je překryv některých píků ve spektru, například $Mn(K\beta)$ a $Fe(K\alpha)$. U nehomogenních vzorků je dále třeba počítat s tím, že průchod rentgenového záření objemem vzorku a jeho následná detekce jsou závislé na energii rentgenového záření a dále na hustotě a množství vzorku, kterým toto vybuzečné záření musí projít.

Příklady možností systému EDX:

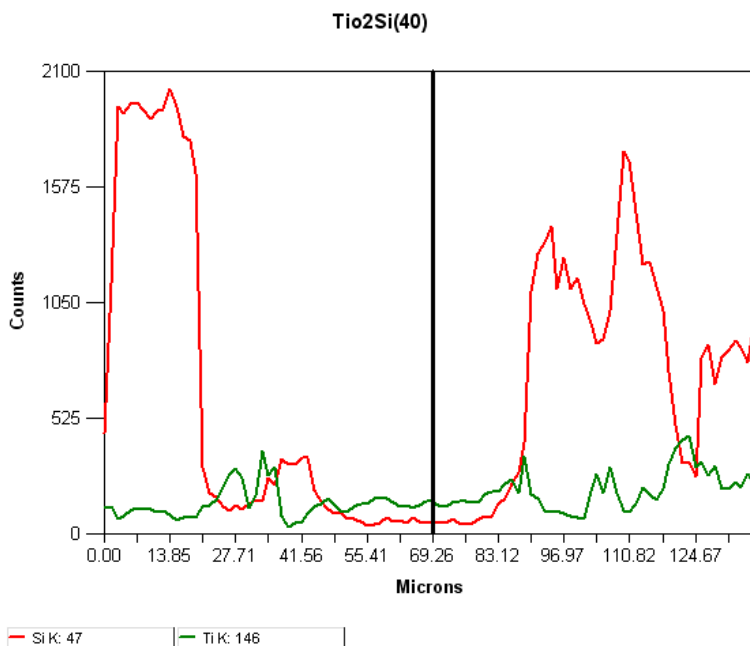
Měření spekter zaměřené oblasti, definovaných bodů, apod.

(Na obrázku je ukázka spektra krystalického $LiCoO_2$ z oblasti přibližně $7 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$)

Full scale counts: 2272

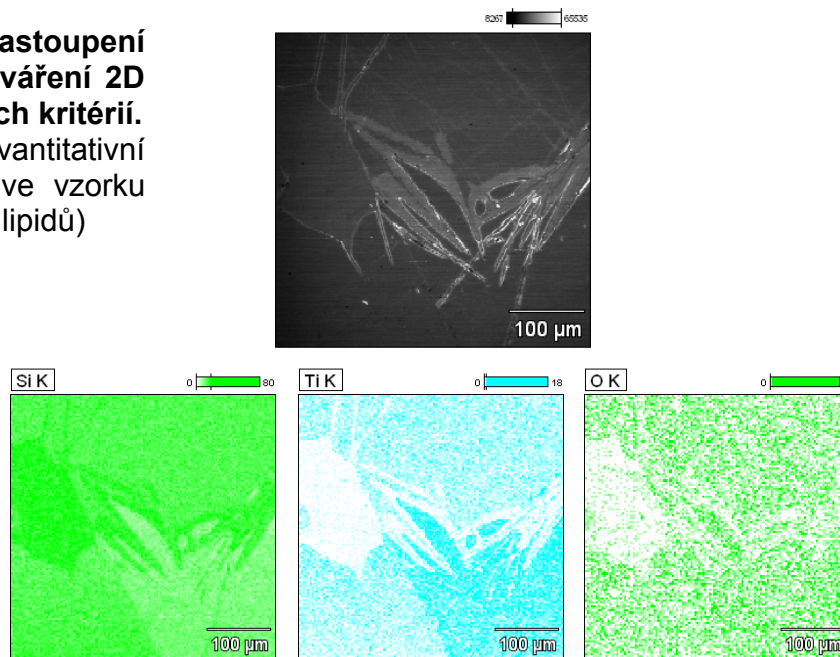


tvarů



Analýza distribuce prvků měřená podél lineárního profilu.
(Měření obsahu Si(K α) a Ti(K α))

Plošné mapování zastoupení jednotlivých prvků. Vytváření 2D a 3D map podle zadaných kritérií.
(Mapa znázorňující kvantitativní zastoupení Si, Ti a O ve vzorku zeolitu pokrytého vrstvou lipidů)



Zaměření laboratoře:

Laboratoř působí v rámci oddělení elektrochemických materiálů. Pomocí metod řádkovací elektronové mikroskopie a EDX spektroskopie studuje nanomateriály jako je TiO₂, uhlíkové nanotrubičky, nanodiamanty a mnohé další, vhodné pro využití v elektrochemii, například v bateriích a solárních člancích. Těmito metodami lze zkoumat rozměr, tvar či strukturu daných materiálů a samozřejmě také jejich elementární chemické složení (například v případech, kdy velmi malé množství příměsi prvku v připravovaném materiálu má za následek podstatnou změnu požadovaných vlastností).

Poznámky k úloze:

Praktické měření II:

Mikroskopie rastrovací sondou

Oddělení elektrochemických materiálů

Ing. Pavel Janda, CSc. T.: 266053966, 266052012,

pavel.janda@jh-inst.cas.cz

Přístrojové vybavení:

- 1) Dva mikroskopy rastrovací sondou (Topometrix TMX 2010 a NanoScope IIIa Multimode, Veeco) umožňující zobrazení povrchů pevných látek v rozsahu zvětšení 1000x až přesahující 60 000 000x s rozlišením dosahujícím molekulární resp. atomární úrovně. Mikroskopy využívají základních technik - tunelové mikroskopie (STM) v oblastech pikoampérových až nanoampérových tunelových proudů, elektrochemické mikroskopie (SECM) a mikroskopie atomárních sil (AFM) v kontaktním, semikontaktním a v režimu laterálních sil. Tato kombinace dovoluje studium látek různých fyzikálně-chemických vlastností: od izolantů po vodiče; od gelovitých až po tvrdé povrchy, na vzduchu i pod kapalinou. Vzhledem k propojení mikroskopů s čtyřelektrodovým potenciostatem, je též možné sledování (elektro)chemických dějů in-situ tj. v prostředí (elektro)chemického experimentu. Uvedené přístrojové vybavení a vyhodnocovací software umožňuje získat nejen topografické zobrazení povrchu s kótováním ve všech třech osách (např. drsnost, velikost a výška zrn), ale i fyzikálně-chemické informace (lokální elektrická vodivost, přítomnost funkčních skupin apod.).
- 2) Tříelektrodový potenciostat/galvanostat (Wenking POS2, Bank Elektronik) pracující v oblasti potenciálů -5-+5 V, s rychlostí vkládání potenciálu 0,1 mV/s až 100 V/s je používán v elektrochemických experimentech.

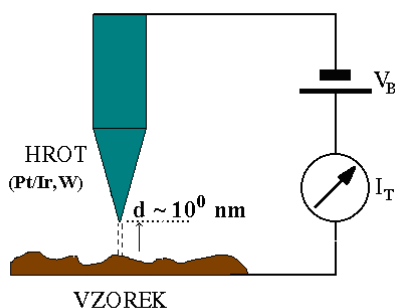
Krátký popis zaměření laboratoře:

Laboratoř se zabývá studiem :

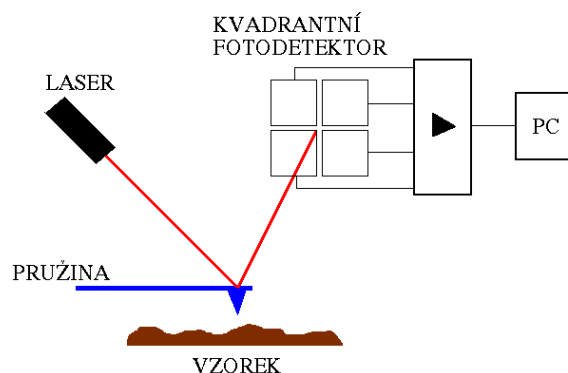
topografie a stability kovových nanočástic imobilizovaných na monokrystalických substrátech a optimalizací jejich vlastností pro použití v elektrokatalýze a senzorech.

reakční kinetiky dějů probíhajících na jednotlivých nanočásticích s využitím metody elektrochemické mikroskopie (SECM).

vlivu nanostruktury, dopování a senzibilizace oxidických polovodičů na konverzní účinnost fotoelektrochemického (Grätzelova) solárního článku.



A)



B)

Obr.1: Schéma principu metody rastrovací tunelové mikroskopie (A), mikroskopie atomárních sil (B)

Poznámky k úloze

Mikroskopie rastrovací sondou a odvozené techniky

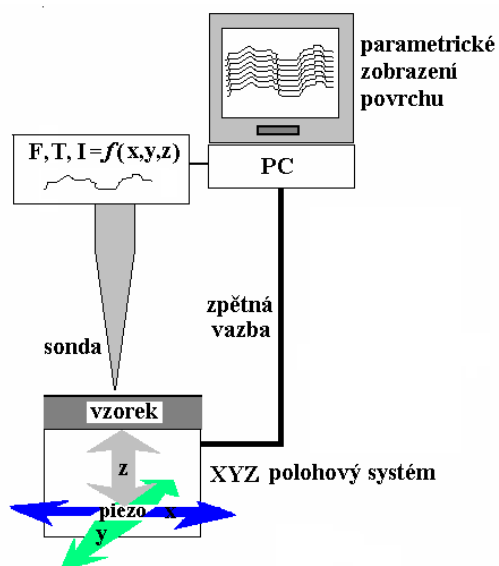
Pavel Janda

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

Anotace: Mikroskopie rastrovací sondou - mikroskopie atomárních sil (AFM) a tunelová mikroskopie (STM) umožňují zkoumání povrchu pevných látek nejen ve vakuu, ale i za atmosférického tlaku a v kapalinách, v rozsahu zvětšení, jehož horní hranice odpovídá molekulárnímu resp. atomárnímu rozlišení. Informace, které lze tímto způsobem získat obsahují nejen topografická data plného 3D zobrazení povrchu, ale i materiálové parametry (tvrdost, elasticita, vazebné interakce, elektronová hustota). Analýzu povrchu lze provádět metodami odvozenými od AFM a STM – silovou spektroskopií AFM, optickou mikroskopií a spektroskopií blízkého pole (SNOM). Vysoce perspektivní technikou se v poslední době stává hrotem zesílená Ramanova a fluorescenční mikroskopie a spektroskopie (TERS-TEFS), která poskytuje informace o chemickém složení povrchu ve vysokém rozlišení.

Mikroskopie rastrovací sondou (SPM, Scanning Probe Microscopy) reprezentuje soubor mikroskopických a analytických technik, odvozených od základních technik – tunelové mikroskopie (STM, Scanning Tunneling Microscopy) a mikroskopie atomárních sil (AFM, Atomic Force Microscopy). Tyto techniky umožňují zkoumání povrchu pevných vzorků s povrchovým rozlišením odpovídajícím zvětšení až 10^7 x, a pokrývají tak rozsah zvětšení optického mikroskopu ($\sim 10^3$ x) přes elektronovou mikroskopii ($\sim 10^5$ x) až po zobrazení molekul a atomů. Snímání povrchu je prováděno mechanickou sondou (obr. 1), která podle své konstrukce může sloužit k zobrazení 3-dimenzionální topografie nebo k mapování určité fyzikální vlastnosti povrchu – např. elektronové vodivosti, hustoty a rozložení elektronových stavů, teploty, náboje, tvrdosti, pružnosti, různé forem interakcí (adhese) – a tedy k vytváření parametrické mapy povrchu ve vysokém rozlišení.

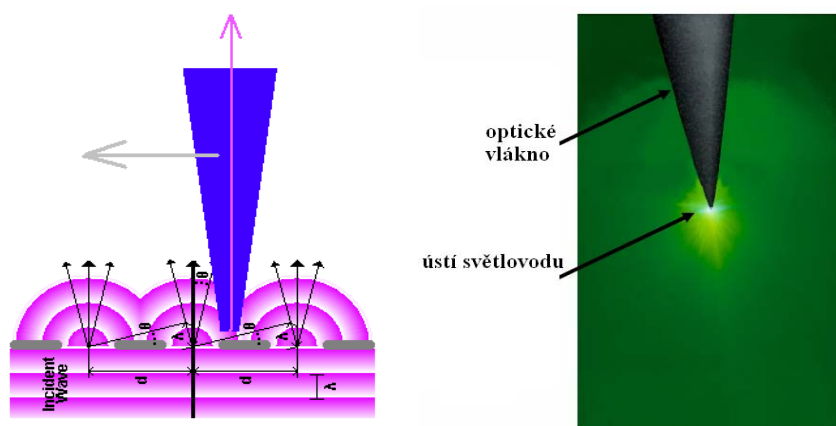
Obr. 1: Schématické znázornění mikroskopu rastrovací sondou



Výhodou technik SPM je dále i to, že ke své práci vesměs nepotřebují vysoké vakuum a jejich rozlišení není limitováno prostředím – mohou vedle vakua pracovat i v plynech a v kapalinách, a umožňují tak sledovat změny povrchu v průběhu chemického nebo fyzikálně chemického děje *in situ*.

Přestože některé ze sledovaných parametrů mohou být pro povrch daného chemického složení specifické (např. vazebné interakce, elektronová hustota a distribuce elektronových stavů), neexistovala do nedávné doby v praxi plnohodnotná technika chemické analýzy, která by nepostrádala žádnou z hlavních výhod mikroskopie rastrovací sondou a umožňovala by vytvářet obraz chemického složení povrchu *in situ* s vysokým povrchovým rozlišením.

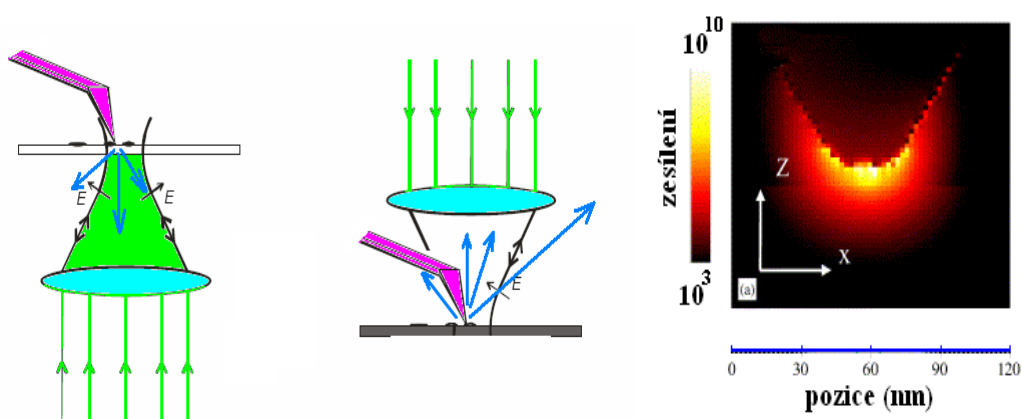
Objev optické mikroskopie blízkého pole (Near-Field Scanning Optical Microscopy and Spectroscopy, NSOM/SNOM), využívající systému mikroskopie rastrovací sondou v součinnosti s optikou blízkého pole (obr. 2) umožnil poprvé zobrazit světelným mikroskopem struktury s rozlišením téměř o dva řády větším než odpovídá vlnové délce použitého světla, při zachování výhod spojení klasické optické mikroskopie a SPM - tj. možnost práce *in situ*, v transmisním, reflexním nebo fluorescenčním režimu.



Obr. 2: Princip světelné mikroskopie/spektroskopie blízkého pole (SNOM). Výběr fragmentu vlnoplochy světlovodnou sondou mikroskopu umožňuje překonat omezení dané Rayleighovým kritériem a Abbeho difrakčním limitem. Obraz je snímán a konstruován bod po bodu.

Spektroskopické použití této techniky pro chemickou analýzu se však ukázalo být sporné, díky tomu, že její citlivost je vzhledem k vysokým světelným ztrátám velmi nízká.

Výrazně lepší prognózu lze přiřadit hrotem zesílené Ramanově a fluorescenční spektroskopii a mikroskopii (Tip-Enhanced Raman Spectroscopy/Fluorescence Spectroscopy and Microscopy, TERS/TEFS), která se objevila kolem roku 2000 jako technika slučující povrchově zesílenou Ramanovu spektroskopii (Surface-Enhanced Raman Spectroscopy, SERS, založenou na principu plasmonické resonance) s mikroskopií rastrovací sondou (obr. 3).



Obr. 3: *Princip hrotem zesílené Ramanovy spektroskopie/mikroskopie (TERS). Zesílený signál přichází z oblasti vrchlíku hrotu (obrázek vpravo: [B. Pettinger, G. Picardi, R. Schuster: Single Molecules Vol. 3, Iss. 5-6, 285])*

Mohutné rezonanční zesílení světla v blízkosti hrotu mikroskopu AFM nebo STM dovoluje snímat Ramanova spektra *in situ* s povrchovým rozlišením odpovídajícím technice SPM a současně s dostatečným světelným ziskem (obr. 4), a umožní tak vytvoření map chemického složení povrchu s vysokým rozlišením.

Doporučená literatura:

- R. Kubínek a kol.: Mikroskopie skenující sondou, UNI Palackého v Olomouci, 2003 – viz <http://www.nanotechnologie.cz/storage/MikrOlomouc.pdf>
- Luděk Frank, Jaroslav Král a kol.: Iontové, sondové a speciální metody, vyšlo v edici Metody analýzy povrchů, Academia, ISBN 80 200 0594 3 (Dr. P. Janda je v knize autorem kapitoly: Rastrovací sondové mikroskopie v elektrochemii).

Praktické cvičení III: na téma Laserová chemie v létajících nanolaboratořích

Praktické cvičení připravili vědci z Oddělení chemie iontů a klastrů

Cvičení povede: Mgr. Michal Fárník , Ph.D. DSc. a Andrij Pysanenko, Ph.D.

V rámci praktika budou studenti seznámeni se zaměřením výzkumu v laboratoři klastrů a budou provedeny některé jednoduché experimenty s laserovým zařízením z vybavení laboratoře.

Klastry jako létající nanolaboratoře

V naší laboratoři se zabýváme volnými klastry a nanočásticemi ve vakuu. Klastry jsou soubory atomů či molekul, které jsou vázány slabými interakcemi, jako jsou např. van der Waalsovské interakce či vodíkové můstky.

Studujeme klastry od *dimérů* až po konglomeráty několika tisíc i více molekul, tzv. *nanočástice*.

Klastry připravujeme *metodou molekulových paprsků* expanzí plynu do vakuu skrze velice tenkou trysku (hovoříme o tzv. „supersonické expanzi“). V praktiku představíme metodu molekulových paprsků, měření charakteristik *supersonické expanze*, jako je rychlostní rozdělení molekul a klastrů a porovnání s teoreticky vypočtenými hodnotami.

Dále v našem experimentu využíváme řadu metod, jako např. kvadrupólová hmotnostní spektrometrie, „timeofflight“ spektrometrie kterou využíváme v různých módech jednak k měření hmotnostních spekter ale také k měření kinetické energie

fragmentů po fotodisociaci. S těmito technikami budou studenti rovněž krátce seznámeni a v rámci praktika bude provedeno několik měření jak hmotových spekter, tak spekter kinetické energie fragmentů .



K fotodisociačnímu experimentu, který je hlavním experimentem na naší aparatuře, jsou v laboratoři k dispozici dva ultrafialové (UV) pulsní laserové systémy: (1) Excimerový ArF/F2laser pracující na frekvenci 193 nm a (2) laditelný UV systém, který se skládá z vysokovýkonového Nd:YAG laseru, laditelného barvivového laseru a jednotky pro nelineární směšování frekvencí. Principiálně lze směšováním frekvencí v různých nelineárních krystalech jednotky WEX pokrýt rozsah vlnových délek od 217 nm do 400 nm. Oba laserové systémy budou studentům předvedeny a budou použity ve fotodisociačním experimentu.

Další zdroje informací o zaměření týmu - <http://www.jh-inst.cas.cz/~farnik/index.htm#klastry.htm>

Foto- K. Stejskalová, laboratoř klastrů, archiv ÚFCH JH

Praktické cvičení IV.:

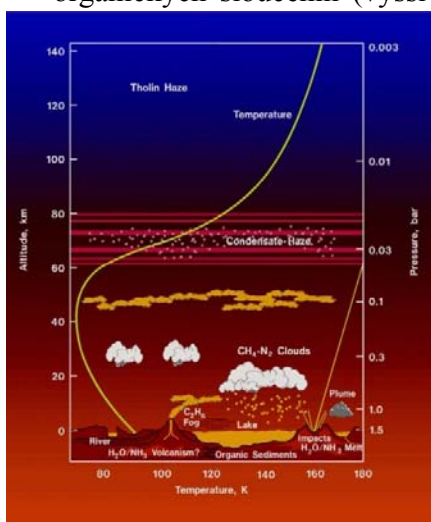
na téma Použití hmotnostní spektrometrie pro sledování chemických reakcí probíhajících v ionosféře Titanu

Praktické cvičení připravil Mgr. Ján Žabka, CSc. a povede jej Mgr. Illia Zymak, Ph.D.

1. Úvod

Titan, největší měsíc planety Saturn, vykazuje atmosféru, která se vyznačuje hustou oranžovou mlhou, složenou hlavně z molekulárního dusíku a metanu, stejně jako z mnoho jiných organických sloučenin (vyšší uhlovodíky, nitrily...).

Plak na povrchu Titanu je jedenapůlkrát vyšší než tlak na Zemi na hladině moře. Povrch Titanu je do jisté míry podobný povrchu Země. Na Titanu jsou řeky a jezera, ale roli vody v nich hraje metan. Voda se při teplotách, které panují na Titanu (teplota povrchu je $-179\text{ }^{\circ}\text{C}$), vyskytuje ve formě ledu. Titan představuje pro vědce „zmrzlý“ model Země s redukční atmosférou, tedy v období před vznikem života, který vedl k produkci kyslíku. Chemie probíhající v jeho atmosféře je složitá a stále není zcela známá. Přesto současné poznatky z mise Cassini-Huygens dokázaly, že chemie iontů (kladných i záporných) hraje důležitější roli, než se původně předpokládalo. Neočekávaný objev iontů CN^- , C_3N^- a C_5N^- , spolu s velkým množstvím těžkých kationtů a aniontů (až do 4000 m/z) v horní atmosféře podpořil možnost tvorby vyšších uhlovodíků a nitrilů pomocí chemických procesů. Doposud

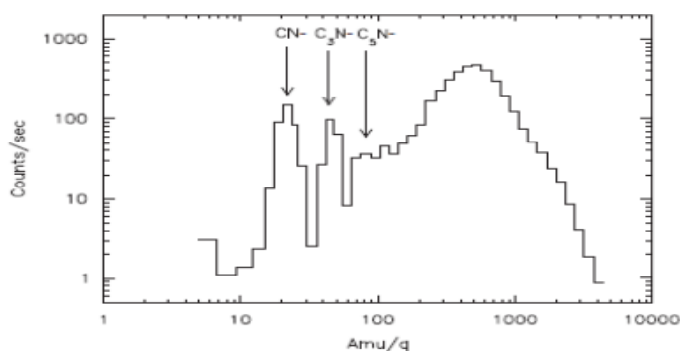


Obr. 1: Atmosféra Titanu

však tématice interakce záporných iontů s neutrálními molekulami nebyla věnována taková pozornost jako pro reakce kladných iontů, proto informace v této oblasti jsou momentálně nedostačující pro důsledné modelování chemických procesů v ionosféře Titanu.



Obr. 2: Sonda Cassini-Huygens

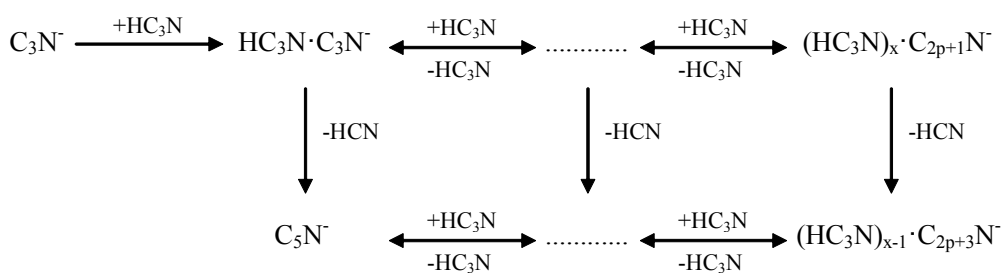


Obr. 3: Hmotnostní spektrum aniontů (Cassini)

Také proto je jedno z hlavních témat experimentálního výzkumu v naší laboratoři průběh reakce záporných iontů s neutrálními molekulami. V předcházející studii jsme sledovali reakci aniontu CN^- s neutrální molekulou HC_3N , obě tyto částice byly pozorovány sondou Cassini v ionosféře Titanu v nezanedbatelném množství. Reakce probíhá následovně:



Produkt této reakce C_3N^- je ale velmi reaktivní a okamžitě dále interaguje s dalšími molekulami kyanoacetylenu za tvorby vyšších uhlovodíků s obsahem dusíku:



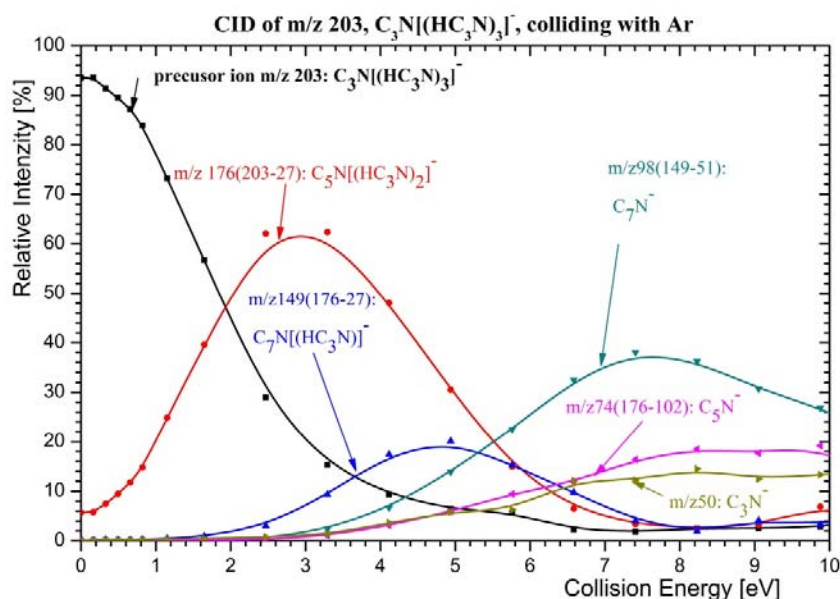
Obr. 4: Schéma interakce C_3N^- s $n\text{HC}_3\text{N}$

Tento průběh a produkty následných reakcí mohou být prezentovány pomocí tabulky na obr.5.

		Reaktanty: $\text{C}_3\text{N}^- + a\text{HC}_3\text{N}$									Struktura produktů
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ztráta n HCN $n =$	0	101	152	203	254	305	356	407	458	509	$(\text{HC}_3\text{N})_x\cdot\text{C}_3\text{N}^-$
	1	74	125	176	227	278	329	380	431	482	$(\text{HC}_3\text{N})_x\cdot\text{C}_5\text{N}^-$
	2		98	149	200	251	302	353	404	455	$(\text{HC}_3\text{N})_x\cdot\text{C}_7\text{N}^-$
	3			122	173	224	275	326	377	428	$(\text{HC}_3\text{N})_x\cdot\text{C}_9\text{N}^-$
	4				146	197	248	299	350	401	$(\text{HC}_3\text{N})_x\cdot\text{C}_{11}\text{N}^-$
					$x = 0$	$x = 1$	$x = 2$	$x = 3$	$x = 4$	$x = 5$	←

Obr. 5: Tabulka produktů interakce C_3N^- s $n\text{HC}_3\text{N}$

Cílem praktika bude ověření navrhnutého schémata pomocí experimentu rozpadu aniontů vyšších dusíkatých uhlovodíků indukovaného srážkou s Ar na aparatuře Quattro Premier XE. Příklad CID spektra je znázorněn na obr.6, kde na ose x je vnitřní energie aniontu, dodaná iontu kolisí s argonem, na ose y je relativní intenzita zastoupení jednotlivých produktů.

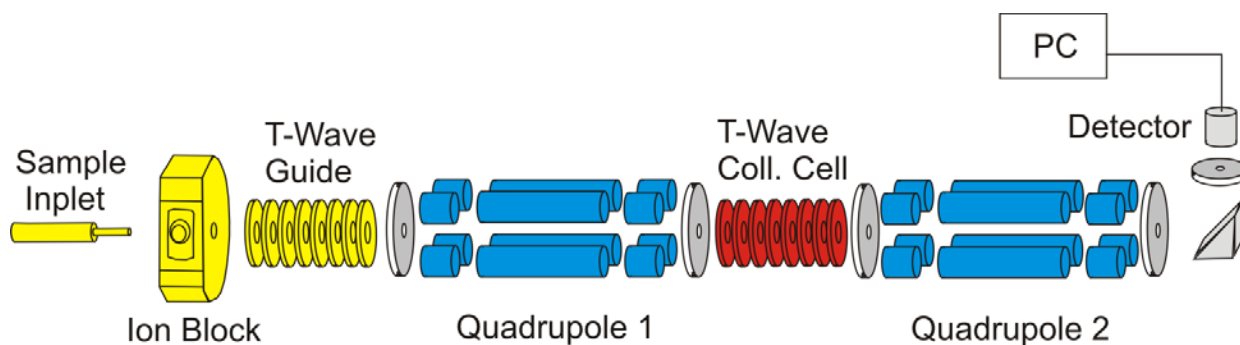


Obr. 6: CID spektrum aniontu $\text{C}_3\text{N}(\text{HC}_3\text{N})_3^-$

2. Experimentální část

Přístroj Quattro Premier XE je tandemový (MS/MS) kvadrupolový hmotnostní spektrometr, který je vybaven kolizní celou „T-wave“ (traveling wave).

Vzorek je nejprve dopraven hamiltonovou stříkačkou do stroje. Ionty jsou vytvořeny ve zdroji za atmosférického tlaku (metodou APCI nebo ESI) a jsou vedeny skrz vzorkovací kónus do iontové optiky T-Wave, v této části přístroje je tlak systému asi 0,1 Pa. Z něho se urychlené ionty dostanou do prvního kvadrupólu, kde jsou filtrovány dle poměru m/z za tlaku 10^{-4} Pa. Vybrané ionty pak projdou „T-wave“ kolizní celou, kde interagují s neutrálním plynem nebo se vzácným plynem (CID – collision induced dissociation), fragmentují se nebo podléhají chemickým reakcím. Tlak v cele se pohybuje mezi $1 - 10^{-4}$ Pa. Produkty a původní ionty jsou analyzovány druhým kvadrupólem.



Obr. 7: Schéma tandemového kvadrupolového hmotnostního spektrometru

3. Zadání úlohy

3.1. Vysvětlení modelového CID spektra na obr. 6 pomocí tabulky produktů na obr. 5

3.2. Změření hmotnostního spektra roztoku směsi $\text{CH}_3\text{CN} + \text{HC}_3\text{N}$

Mód MS, bez kolizního plynu

3.3. Optimalizace iontového zdroje pro maximální intenzity sledovaného aniontu

3.4. Přepnutí do modu MS/MS, napuštění srážkového plynu (Ar)

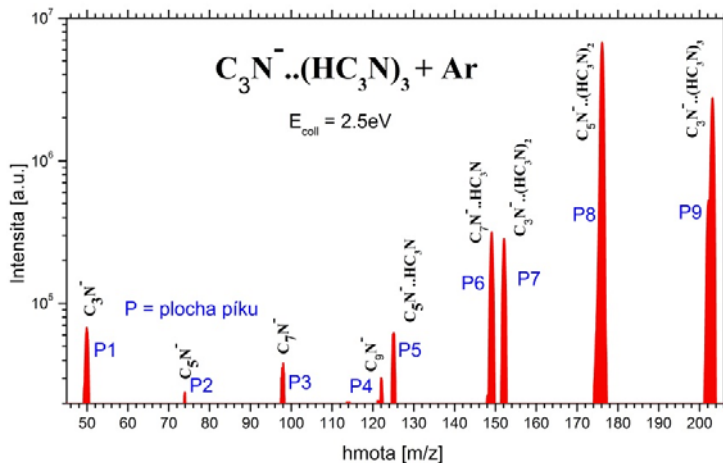
3.5. Změření hmotnostních spekter MS/MS pro danou řadu srážkových energií

3.6. Zpracování dat: normalizace spekter, vynesení CID spektra pro daný iont

3.7 Analýza změřeného CID spektra, porovnání s řadami rozpadů na obr. 5

4. Dodatek

Na obrázku 8 je znázorněno hmotnostní spektrum rozpadu primárního iontu $C_3N^-(HC_3N)_3^-$ po srážce argonem při srážkové energii 2.5 eV. Osa x je hmotnost iontů v jednotkách m/z, osa y je intenzita v relativních jednotkách. Nejdříve provedeme integraci (plocha píku) t.j. sečteme vždy stejný počet hodnot y pro každý produkt. Na obrázku 8 by to bylo devět hodnot ploch, P1 až P9. Následně



Obr. 8: Hmotnostní spektrum rozpadu primárního iontu

provedeme normalizaci těchto ploch podle vztahu :

$$P_x^N = \frac{P_x}{\sum_{x=1}^9 P_x} \cdot 100 \quad (2)$$

Takže např. normalizovaná hodnota plochy P_1^N bude rovna:

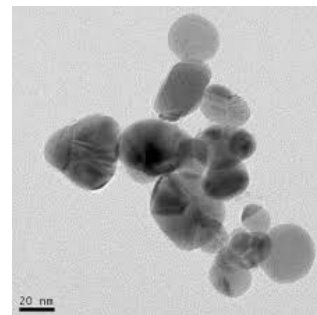
$$P_1^N = \frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9} \quad (3)$$

Součet všech takto normalizovaných ploch píků se bude rovnat 100%, jak to můžeme pozorovat na obr 6, kde je znázorněno relativní zastoupení produktů pro 19 hodnot srážkové energie.

Praktické cvičení V:

na téma **Příprava nanočástic stříbra a jejich charakterizace**

Cvičení povede Lukáš Šimaňok v laboratoři Ing. J. Rathouského CSc. v Centru pro inovace (6.patro)



Seznam úloh:

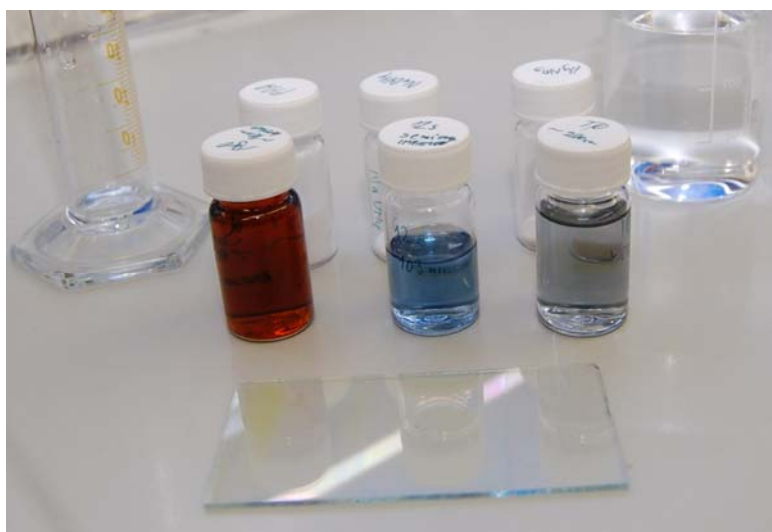
I. Příprava nanočástic Ag redukcí monosacharidy (30 – 50 min)

II. Příprava nanočástic Ag redukcí tetrahydridoboritanem sodným (30-40 min.)

III. Tollensova reakce (15 min)



Studenti v laboratoři obdrží tištěné pracovní postupy ke všem třem úlohám praktického cvičení.



*Ilustrační obrázky - příprava nanočástic stříbra v Centru pro inovace
(zdroj: K Stejskalová, <http://www.jh-inst.cs.cz/nanocentrum>)*

Zdroje obrázků:

vpravo nahoře - Nanočástice stříbra (připravené redukcí citrátem) pod mikroskopem TEM - <http://fchi.vscht.cz/files/uzel/0010367/AU.pdf>

vpravo uprostřed - "Tollensovo zrcátko" - důkaz aldehydů T. činidlem - http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/145/9993.pdf

Praktické cvičení VI:

na téma Analýza dechu metodou SIFT - MS

Praktické cvičení připravili vědci z Odd. chemie iontů a klastrů pod vedením prof. RNDr. Patrika Španěla, Dr. rer. nat.

Cvičení povede: Mgr. Kseniya DRYAHINA, Ph.D.

V rámci programu v laboratoři SIFT-MS*** budou účastníci seznámeni se základními principy hmotnostní spektrometrie (MS). Vědci v laboratoři v současné době pracují s několika typy hmotnostních spektrometrů. Blíže se studenti seznámí s přístrojem SIFT-MS (hmotnostní spektrometrie vybraných iontů v proudové trubici). Také bude představena problematika analýzy stopových látek přítomných v dechu právě pomocí této metody, na jejímž vývoji a testování vědci z týmu spolupracují s několika pracovišti z oblasti medicíny jak ze zahraničí, tak tuzemskými. Studenti budou v rámci měření určovat a měřit některé látky v odebraných vzorcích jejich dechu a vyhodnocovat naměřená data.



Ilustrační obrázky z měření studentů v laboratoři SIFT-MS
(Léto chemiků 2009 - <http://www.jh-inst.cas.cz/3nastroje/detail.php?p=22>)

***Metoda SIFT MS

je pro zájemce např. představena v článku v časopise 21.století (kopii připojujeme), či si můžete poslechnout rozhovor s prof. Patrikem Španělem v pořadu ČRo Leonardo - Host dne (z r.2014), který se rovněž této metodě podrobně věnuje- http://www.jh-inst.cas.cz/www/media.php?stav=view_detail&kod=137)



NANOŠKOLA 2016



Workshopy

Pátek 26.8.2016 - 10:00-11:45

Dva fyzikálně chemické workshopy

(učebna 11 v přízemí (W1) a velké respirium v přízemí (W2))

Studenti ve dvou skupinách absolvují za sebou oba workshopy (po 45 minutách).
Mezi workshopy je 15 minutová přestávka na výměnu pomůcek apod..
K úlohám studenti obdrží v učebně pracovní listy.

Zajišťují:

Ing. K. Stejskalová, CSc. a Lukáš Šimaňok (W2);

Mgr. M. Klusáčková a Mgr. M. Zlámalová (W1)

V průběhu školního roku pro střední a základní školy již několik let realizujeme F-CH workshopy. Máme zpracovanou metodiku, včetně pracovních listů, k experimentální výuce některých F-CH témat:

Střední škola

- *Separační metody I- filtrace, extrakce*
- *Separační metody II - destilace, sublimace*
- *Separační metody III - chromatografie*
- *Měření pH různými způsoby*
- *Důkazy bílkovin a cukrů*
- *Extrakce DNA (ze zeleniny, ovoce), pozorování digitálním mikroskopem*
- *Stavba a struktura organických molekul (včetně stavby modelu DNA)*
- *Stanovení hustoty kapalin a pevných látek*
- *Elektrochemie: elektrolýza, galvanický článek, Beketovova řada kovů*
- *Elektronické obvody se stavebnicí Boffin (Ohmův zákon)*
- *Mikroskopie - práce s optickým mikroskopem a digitálním mikroskopem*


Běžný workshop zahrnuje dvě úlohy a trvá 120 minut (s ca 10-15 minutovou přestávkou). Úlohy jsou navrženy a vyzkoušeny pro max 25 žáků (1.- 3. ročník gymnázia). Žáci, rozdělení do dvou skupin, absolvují za sebou obě úlohy, každá úloha trvá 50-55 minut (včetně vypracování pracovního listu). Program může být doplněn, na žádost pedagoga při rezervaci programu, o 20ti minutovou exkursi do nanocentra. Chemické úlohy žáci absolvují v bezpečnostních pomůckách, které jim k úloze zapůjčíme (plášť, brýle/štíť, jednorázové rukavice).

Základní škola

- *Acidobazické reakce, aneb co není kyselé, není sladké (ale hořké !)*
- *Stavím, stavíš, stavíme - molekulární modely*
- *Dělím, dělíš, dělíme - některé separační metody v chemii*
- *Kam nacpat energii - do baterií přece ☺*
- *Plyny kolem nás - hoří, nehoří, dusí*
- *Není kov jako kov- reaktivita kovů*
- *COHN, aneb pozorujeme chování "sloučenin života"*
- *Na slovíčko pane Archimede - aneb proč je to tak hustýyyyyyyyyyyyyyy*
- *Stavím, stavíš, stavíme - logika elektrických obvodů*
- *Svět očima mikroskopů, aneb kam s muším křídlem*
- *Hra s tematikou astronomie: Sluneční soustava, místo kde žijí*
- *Chemik detektivem- jak nám při dopadení zločince pomáhá chemie (a fyzika)*

Běžný workshop zahrnuje tři úlohy a trvá 120 minut.

Úlohy jsou navrženy a vyzkoušeny pro max 25 žáků (7.-9. třída a odpovídající ročníky víceletého gymnázia, v lehčí variantě pro 5-6. třídu ZŠ). Žáci, rozdělení do tří skupin, absolvují za sebou tři úlohy, každá úloha trvá 30 minut (včetně vypracování pracovního listu). Součástí programu je 20ti minutová exkurse do nanocentra. Chemické úlohy žáci absolvují v bezpečnostních pomůckách, které jim k úloze zapůjčíme (plášť, brýle/štíť, jednorázové rukavice).



*Prázdninová letní NANOŠKOLA 2016 vznikla za podpory projektu
r.č.0089/7/NAD/2015 "Letní nanoškola 2016 pro nadané středoškoláky"
(podpora MŠMT v programu
"Podpora nadaných žáků ZŠ a SŠ v roce 2016")*