



Prázdninová letní **NANOŠKOLA 2015**

*v rámci vzdělávacího
programu Tři nástroje ÚFCH JH*

17.-21.srpna 2015

**ÚFCH J. Heyrovského AV ČR
v Praze**



NANOŠKOLA 2015

*Prázdninová letní škola na téma
"Nanotechnologie a nanomateriály"
uspořádaná pro talentované
středoškolské studenty*

*(realizovaná týmem PEXED v rámci vzdělávacího
a popularizačního projektu Tři nástroje)*

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

**přednesených na letní škole NANOŠKOLA 2015
17.-21. srpna 2015
v ÚFCH JH AV ČR, v.v.i.**



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

**Sborník prázdninové letní školy
NANOŠKOLA 2015
konané 17.-21. srpna 2015
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: 20 kusů

Místo a rok vydání: Praha, 2015

Publikace neprošla jazykovou úpravou

© 2015, Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.





NANOŠKOLA 2015



Program

prázdninové letní školy na téma
"Nanotechnologie a nanomateriály"
pořádané pro vybrané talentované středoškolské studenty z 8 škol celé ČR

Pondělí 17.8. 2015

10:00-11:00 - 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. v Praze 8; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)



11.00-12.00 - Přednáška

Ing. Květoslava Stejskalová, CSc.:

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

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

12:00-13:00 - Oběd

(v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

13:00 -14:00 - Přednáška

Mgr. Otakar Frank, Ph. D.:

Budoucnost patří uhlíkatým nanomateriálům

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

Po přednášce a diskusi následuje krátká přestávka do 14:15

14:15-15:00 - Exkurse

Studenti navštíví některé laboratoře ústavu

(zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)

15:00 - Prohlídka výstavy komiksů projektu Otevřená věda "Superhrdinové kolem nás" v Galerii 4P (ve vestibulu ÚFCH JH)

15:30- Diskuse k prvnímu dni školy, představení programu druhého dne školy

Po skončení odborného programu 1.dne školy odjezd 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 18.8. 2015

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

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

9:00-10:00 - Přednáška

Ing. Jan Přech:

Zeolity – vroucí kameny

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

Po přednášce a diskusi následuje krátká přestávka do 10:30

10:30 - 12:00 - Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum I.

Skupina 2 absolvuje praktikum II.

Praktikum I: Elektronová mikroskopie studující nanosvět (např. zeolitické katalyzátory) přístrojem Jeol (RNDr. Libor Brabec, CSc.)

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

12:00-13:00 - Oběd

(v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

13:00 - 14:00 - Přednáška

Lukáš Šimaňok:

Nanotechnologie aneb co je malé, to je dobré ?

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

14:30-15:30 - Exkurse

Studenti navštíví některé laboratoře Centra pro inovace

(zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc. a Lukáš Šimaňok)

15:30- Diskuse k druhému dni školy, představení programu třetího dne školy

(zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)



Středa 19.8. 2015

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

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

9:00-10:00 - Přednáška

Mgr. Michal Fárník, DSc., Ph.D.:

Laserová chemie v létajících nanolaboratořích

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

Po přednášce a diskusi následuje krátká přestávka do 10:30

10:30-12:00 Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum III.

Skupina 2 absolvuje praktikum IV

Praktikum III- Laserová chemie v létajících nanolaboratořích (Mgr. M. Fárník, DSc. Ph.D.)

Praktikum IV - Příprava nanočástic stříbra a jejich charakterizace (L. Šimaňok)

12:00-13:00 - Oběd

(v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

13:00-14:30 Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

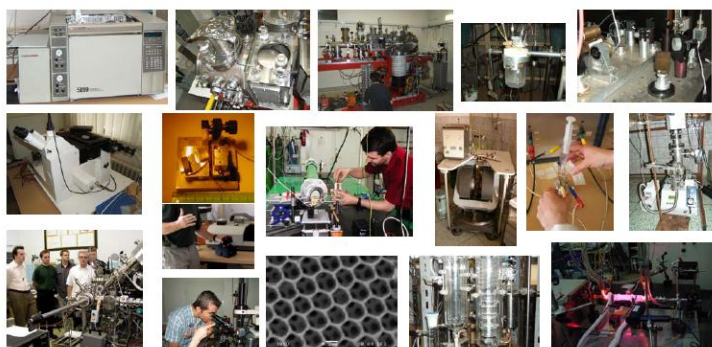
Skupina 1 absolvuje praktikum IV.

Skupina 2 absolvuje praktikum III

Po praktikách následuje krátká přestávka do 15:00

15:00- 16:30 Beseda a diskuse s některými našimi diplomanty a doktorandy či postdoky.....

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



Čtvrtek 20.8. 2015

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

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

9:00-10:00 - Přednáška

RNDr. Martin Ferus, Ph.D. :

Alchymie cizích světů aneb malý kurz astrochemie

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

Po přednášce a diskusi následuje krátká přestávka do 10:30

10:30-12:00 Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum V.

Skupina 2 absolvuje praktikum VI

Praktikum V - S hmotnostním spektrometrem zaletíme zkoumat Titan, Saturnův největší měsíc (Mgr. J. Žabka, CSc.)

Praktikum VI– Mikroskopie rastrovací sondou studuje nanosvět (RNDr. H. Tarábková, Ph.D.)

12:00-13:00 - Oběd

(v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

13:00-14:30 Praktická měření v laboratořích (studenti po skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K.Stejskalová)

Skupina 1 absolvuje praktikum VI

Skupina 2 absolvuje praktikum V

Po praktikách následuje krátká přestávka do 15:00

15:00- 16:30 Workshopy s přednáškou

Workshop na téma chromatografie navazující na přednášku o chromatografii, kterou přednese Mgr. M. Klusáčková.

Zajišťují: Mgr. M. Klusáčková a Mgr. M. Zlámalová (učebna č. 11 v přízemí)



Pátek 21.8. 2015

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

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

9:00-10:00 - Přednáška s exkursí do laboratoře elektrochemie

Ing. Kateřina Nováková:

Těžké kovy a jejich transport přes životně důležité biologické membrány

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

Po přednášce a diskusi následuje exkurse do laboratoře doc. T. Navrátila a poté krátká přestávka do 11:00 (exkursi zajišťuje Ing. K. Nováková)

11:00- 12:45 Dva fyzikálně chemické workshopy

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

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

Zajišťují:

Ing. K. Stejskalová, CSc. (W2); Mgr. M. Klusáčková a Mgr. M. Zlámalová (W1)

12:45-14:00 - Oběd

(v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

14:00 -14:30 Zakončení prázdninové letní školy

Předání certifikátů účastníkům školy

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





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

NANOŠKOLA 2015

(P I) BOUŠA Milan	Mgr.	✉ milan.bousa@jh-inst.cas.cz
(P II) BRABEC Libor	RNDr., CSc.	✉ libor.brabec@jh-inst.cas.cz
(L, P III) FÁRNÍK Michal	Mgr., Ph. D., DSc.	✉ michal.farnik@jh-inst.cas.cz
(L) FERUS Martin	RNDr., Ph.D.	✉ martin.ferus@jh-inst.cas.cz
(L) FRANK Otakar	Mgr., Ph.D.	✉ otakar.frank@jh-inst.cas.cz
(L, W) KLUSÁČKOVÁ Monika	Mgr.	✉ monika.klusackova@jh-inst.cas.cz
(L) NOVÁKOVÁ Kateřina	Ing.	✉ katerina.novakova@jh-inst.cas.cz
(L) PŘECH Jan	Ing.	✉ jan.prech@jh-inst.cas.cz
(L,W) STEJSKALOVÁ Květa	Ing., CSc.	✉ kvetoslava.stejskalova@jh-inst.cas.cz
(L, P IV) ŠIMAŇOK Lukáš	student VŠCHT	✉ lukas.simanok@jh-inst.cas.cz
(P VI) TARÁBKOVÁ Hana	RNDr., Ph.D.	✉ hana.tarabkova@jh-inst.cas.cz
(W) ZLÁMALOVÁ Magda	Mgr.	✉ magda.zlamalova@jh-inst.cas.cz
(P V) ŽABKA Ján	Mgr., CSc.	✉ jan.zabka@jh-inst.cas.cz



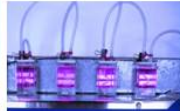
*Podrobnosti o odborném zaměření jednotlivých osob lze nalézt v odkazu PEOPLE
ústavních stránek s adresou <http://www.jh-inst.cas.cz>.*



NANOŠKOLA 2015

Jmenný seznam účastníků školy

Benda Adam	MSŠCH Praha
Polena Jan	MSŠCH Praha
Kuneš Lukáš	Gy Prachatice
Hrnčířová Jana	Gy Klatovy
Zelina Vojtěch	SPŠCHG Ostrava
Janovský Gabriel	SPŠCHG Ostrava
Doležalová Marie	Bigy Žďár n. Sázavou
Sirschová Barbora	Bigy Žďár n. Sázavou
Movsesjan Karina	1.čs. Gy Karlovy Vary
Fárníková Karolina	Gy P. de Coubertina Tábor
Mokrenová Tereza	Gy Mozartova Pardubice
Kučera Jan	Gy Mozartova Pardubice





NANOŠKOLA 2015



Přednášky

anotace k přednáškám

*(řazeno abecedně,
dle příjmení přednášejících)*

Laserová chemie v létajících nanolaboratořích

Mgr. Michal Fárník, DSc., Ph.D.

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

Anotace přednášky:

M. Fárník se zabývá výzkumem klastrů a nanočástic. Klastry jsou soubory molekul či atomů vázaných slabšími interakcemi, než jsou typické chemické vazby, např. vodíkovými můstky, které hrají klíčovou úlohu v nejrůznějších oblastech od fyziky po biologii. Klastry se mohou skládat ze dvou species, tzv. diméry, ale i z více než milionu částic. Větší klastry z více než několika desítek molekul mají rozměry nanometrů, a hovoříme tudíž o nanočásticích. Zajímavý je pohled na klastry a nanočástice z atmosférického významu a jsou to také systémy relevantní v biologii. Např. na tvorbě ozonové díry nad Antarktidou se podílejí ledové částičky v polárních stratosférických mracích. A právě podobné nanočástice si můžeme vyrobit v laboratoři v experimentech s molekulovými paprsky a podrobit je interakci s laserovými paprsky simulujícími dopadající UV záření ze slunce, a tak studovat v laboratoři procesy, které probíhají ve stratosféře. Obdobně lze v klastrech studovat fotochemii solvatovaných biomolekul, a tak se snažit na molekulové úrovni pochopit procesy analogické radiačnímu ničení DNA molekul.

Mgr. Michal Fárník, DSc., Ph.D.

je absolventem Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze a pokračoval v doktorském studiu na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského Akademie věd ČR v Praze, kde se dnes věnuje výzkumu nanočástic. Pracoval rovněž v USA a celkem šest let strávil také v Německu v Institutu Maxe-Plancka v Göttingenu. Z Německa do Prahy přivezl světově unikátní aparaturu na výzkum volných klastrů a nanočástic v molekulových paprscích. Je držitelem stipendia nadace Alexandra von Humboldta a prestižního Purkyněho Fellowship udělovaného AV ČR. V roce 2014 získal Cenu předsedy Grantové agentury GAČR za řešení grantového projektu "Dynamika solvatovaných elektronů v molekulových klastrech: experiment a teorie" v letech 2011-2013.

Jeho medailonek pořízený GAČR - <http://qacr.cz/mechanismus-vzniku-ozonove-diry-studuji-vedci-v-praze/>

Alchymie cizích světů aneb malý kurz astrochemie

RNDr. Martin Ferus, Ph.D.

Vědecký pracovník v Oddělení spektroskopie,

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

Anotace přednášky:

Děje probíhající v mezihvězdných oblacích či v atmosférách cizích hvězd a planet jsou natolik odlišné od chemie, která nás v běžném životě obklopuje, že je lze s trochou nadsázky nazvat alchymii, tedy něčím na pomezí kouzel a chemie. Nejprve se vydáme na cestu vedoucí od prvních atomů a molekul formujících se na samém počátku existence našeho vesmíru přes vznik všech prvků periodické soustavy při hroživém výbuchu supernovy až ke zhroucení mezihvězdného oblaku obsahujícího základní stavební kameny vzniku hvězd, planet i života. Po té nahlédneme do současného chemismu utvářejícího povrch a atmosféru planet sluneční soustavy a svou cestu zakončíme v atmosférách cizích hvězd a exoplanet.

Doporučená literatura:

http://www.astrochymist.org/astrochymist_mole.html

<http://www.exoplanety.cz/>

<http://www.vzdalenesvety.cz/>

RNDr. Martin Ferus, Ph.D. (1983)

Martin Ferus vystudoval fyzikální chemii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a od roku 2005, od bakalářských studií, působí na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.. Jeho prvotní specializací bylo studium spalovacích procesů pomocí spektroskopických technik (v rámci bakalářské práce), v ústavu dále realizoval svou diplomovou práci a posléze i dizertační práci (obhájena v roce 2012, téma Studium nestabilních částic a prekurzorů biomolekul pomocí spektroskopických technik).

V současnosti pracuje jako vědecký pracovník v Oddělení spektroskopie. Během svého dlouhodobého působení v Oddělení spektroskopie dosáhl celé řady vědeckých výsledků. V rámci spektroskopických experimentů s laserovou ablací se dnes mj. věnuje identifikaci nových dosud nepopsaných spektrálních přechodů vysoce excitovaných atomů ve spektrech Slunce a hvězd. O této problematice úspěšně přednáší studentům PŘF UK v Praze a v popularizační formě i středoškolákům v rámci různých programů ÚFCH JH. Ve vzdělávacím a popularizačním projektu ÚFCH JH s názvem Tři nástroje je již několik let zapojen coby školitel odborných SŠ praxí a stáží.

Martin Ferus je autorem více než 25 publikací uveřejněných v respektovaných mezinárodních i českých časopisech, včetně Journal of the American Chemical Society či Astronomy & Astrophysics.

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 součástek. 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

Těžké kovy a jejich transport přes životně důležité biologické membrány

Ing. Kateřina Nováková

*PGS student Univerzity Pardubice pracující v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR,
v.v.i. v Oddělení biomimetické elektrochemie, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8*

Anotace přednášky:

Vlivem lidské činnosti těžké kovy patří k hlavním kontaminantům v životním prostředí, které v něm přetrvávají po velmi dlouhou dobu. Nejprve se společně podíváme, které prvky mezi těžké kovy patří, jaké jsou zdroje těžkých kovů a jaký mají vliv na životní prostředí. Poté se u vybraného těžkého kovu (v našem případě kadmia) budeme zabývat mechanismem příjmu do rostliny a jeho transportem přes plazmatickou membránu, která představuje nejdůležitější rozhraní v živých organismech s elektrochemickými vlastnostmi. Na závěr si vysvětlíme princip jakým je kadmium v rostlině detoxikováno za pomoci nesmírně zajímavých sloučenin (fytochelatinů).

Doporučená literatura:

- 1) Soudek, P.: Mechanismus příjmu těžkých kovů a organických látek rostlinami. Dostupné z: http://lpb.ueb.cas.cz/soudek/pdf/fytoremediace02%20-%20bakalarska_prace.pdf [cit. 4. 3. 2015]
- 2) <http://old.vscht.cz/uchop/CDmartin/1-uvod/uvod.html> [cit. 4. 3. 2015]
- 3) Cobbett, C. S.: Phytochelatins and Their Roles in Heavy Metal Detoxification, Plant Physiology, 2000, vol. 123, no. 3, 825-832

Ing. Kateřina Nováková

Po absolvování poděbradského gymnázia vystudovala Fakultu chemicko-technologickou Univerzity v Pardubicích. V současnosti pokračuje doktorským studiem (obor environmentální inženýrství) na téže univerzitě, školitelem-konzultantem její práce je Doc. Tomáš Navrátil z Odd. biomimetické elektrochemie ÚFCH JH, kde K. Nováková realizuje své doktorské studium v oboru elektrochemie. Úspěšně již několik let pracuje v týmu popularizátorů ÚFCH JH v projektu Tři nástroje: lektoruje úlohu elektronické obvody na F-CH workshopech, přednáší studentům o elektrochemii a vede exkurse do laboratoře, kde pracuje. Rovněž pracuje jako lektor odborných praxí (studenti 3. ročníku MSŠCH v Praze) či středoškolských stáží (OPVK projekt BiGy Žďár n. Sázavou). V projektu AV ČR Otevřená věda IV byla také zapojena v týmu metodiků ÚFCH JH tvořícím experimentální metodiky pro pedagogy SŠ a ZŠ v předmětu fyzika a chemie.

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 TiO_2 - 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. (nar. 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 zájmem 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" (2009-2015, dosud přes 12 250 návštěvníků, 17 různých expozic) věnovaná jedinému českému nositeli Nobelovy ceny za chemii Jaroslavu Heyrovskému. V projektu AV ČR Otevřená věda (III i IV) 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 30 a dcera 13 let).

Nanotechnologie aneb co je malé, to je dobré ?

Lukáš Šimaňok

VŠ 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: třítydenní 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. $Mg(OH)_2$, TiO_2 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 druhým 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 ÚFCH s názvem 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 L. Šimaňok zúčastní i vedením praktického měření v laboratoři na téma Příprava nanočástic Ag redukcí různými činidly.



NANOŠKOLA 2015



Praktická měření v laboratořích

Praktikum I - Charakterizace zeolitických nanomateriálů rastrovacím elektronovým mikroskopem Jeol

(L. Brabec, m. 331)

Praktikum II - Charakterizace nanomateriálů pro elektroniku rastrovacím elektronovým mikroskopem Hitachi

(M. Bouša, m. 022 v suterénu)

Praktikum III - Laserová chemie v létajících nanolaboratořích (M. Fárník, lab. 01 v suterénu)

Praktikum IV - Příprava nanočástic stříbra a jejich charakterizace (L. Šimaňok, lab. Nanocentra)

Praktikum V - S hmotnostním spektrometrem zaletíme zkoumat Titan, Saturnův největší měsíc (J. Žabka, m. 210)

Praktikum VI - Mikroskopie rastrovací sondou studuje nanosvět (H. Tarábková, m. 05 v suterénu)

Program*** Experimentuji , tedy jsem - letní NANOškola 2015

Program praktik: ve dnech 17.-21.8.2015

celkem 12 žáků školy	úterý 18.8.2015				středa 19.8.2015		
	90 minut		180 minut		90 minut		90 minut
	10:30-12:00	12:00-13:00	13:00-16:00		10:30-12:00	12:00-13:00	13:00-14:30
skupina 1 (6 žáků)	Praktikum I	Oběd	přednáška s exkursemi (podrobnosti- viz tabulka přednášek		Praktikum III	Oběd	Praktikum IV
skupina 2 (6 žáků)	Praktikum II				Praktikum IV		Praktikum III

	čtvrtek 20.8.2015				pátek 21.8.2015		
	90 minut		90 minut		90 minut	přestávka	30 minut
	10:30-12:00	12:00-13:00	13:00-14:30		11:00-12:45	12:45-14:00	14-14:30
skupina 1 (6 žáků)	Praktikum V	Oběd	Praktikum VI		workshop I a II	Oběd	zakončení školy
skupina 2 (6 žáků)	Praktikum VI		Praktikum V		Workshop II a I		

Poznámky:

*** V konečném programu mohou nastat drobné změny, které však neovlivní charakter a cíle letní školy.

xxx velké respirum - prostor před sálem v přízemí

xxx Galerie 4P- se nachází ve vstupním vestibulu ústavu

Seznam všech organizovaných praktických cvičení:

Praktikum I - Charakterizace zeolitických nanomateriálů rastrovacím elektronovým mikroskopem Jeol

(L. Brabec, m. 331)

Praktikum II - Charakterizace nanomateriálů pro elektroniku rastrovacím elektronovým mikroskopem Hitachi

(M.Bouša, m. 022 v suterénu)

Praktikum III- Laserová chemie v létajících nanolaboratořích (M.Fárník, lab. 01 v suterénu)

Praktikum IV - Příprava nanočástic stříbra a jejich charakterizace (L.Šimaňok, lab. Nanocentra)

Praktikum V - S hmotnostním spektrometrem zaletíme zkoumat Titan,Saturnův největší měsíc (J. Žabka, m. 210)

Praktikum VI- Mikroskopie rastrovací sondou studuje nanosvět (H. Tarábková, m. 05 v suterénu)

Pátek 21.8.- ca ve 14:00-14:30 hodin bude NANOškola 2015 ukončena předáním certifikátů účastníkům.

Program raních přednášek a odpoledních exkurzí:

Pondělí 17.8.2015 přednášky probíhají v sále.

10-11: Registrace účastníků - hala ÚFCH JH, **K.Stejskalová**.

11-12: úvodní informace k programu, seznámení se s vědou ÚFCH JH - **K.Stejskalová**.

oběd- kantýna 12-13.

13-14 - přednáší **O. Frank** na téma uhlíkaté nanomateriály.

14:00-15:00: exkurse do vybraných laboratoří

Po 15 hodině- návštěva výstavy komiksů projektu Otevřená věda "Superhrdinové kolem nás" v **Galerii 4P^{xxx}**

Ca v 15:30- odjezd na UK Kolej 7.listopadu (Praha7-Troja) ubytování studentů (metro,bus)

Úterý 18.8.2015 přednášky probíhají v sále.

9-10: přednáší **J. Přech** na téma zeolity a zeolitické nanokatalyzátory

10:30-12: praktika I a II - viz tabulka

13-14: přednáší **L.Šimaňok** na téma nanomateriály a nanotechnologie (úvod do problematiky....)

14:30-16 : následují exkurse na některá pracoviště Centra pro inovace...(nanocentrum)

Středa 19.8.2015 přednáška a beseda probíhají v sále.

9-10: přednáší **M. Fárník** na téma spektroskopického výzkumu, chemie iontů a klastrů.....

10:30-14:30: praktika III a IV - viz tabulka (s přestávkou na oběd)

15-16:30: *Beseda a diskuse s některými našimi diplomanty a doktorandy či postdoky.....*

Čtvrtek 20.8.2015 přednášky probíhají v sále, workshop v učebně 11 v přízemí.

9-10: přednáší **M. Ferus** na téma astrochemie

10:30-14:30 praktika V a VI - viz tabulka (s přestávkou na oběd)

15-16:30: přednáška s workshopem, **M. Klusáčková a M. Zlámalová**, téma chromatografie.

Pátek 21.8.2015 přednášky v sále, workshopy v učebně 11 a *velkém respiriu^{xxx}*

9-10:45 - přednáška s exkurzí na téma elektrochemický výzkum těžkých kovů, **K.Nováková**.

11-12:45 - **K.Stejskalová, M. Klusáčková a M. Zlámalová**- FCH workshopy I a II

14-14:30 Zakončení školy předáním certifikátů

Praktické měření:

Řádkovací elektronový mikroskop I – výklad s ukázkami

Připravil: RNDr. Libor Brabec, CSc.; libor.brabec@jh-inst.cas.cz

Oddělení struktury a dynamiky v katalýze

Princip řádkovací elektronové mikroskopie

V hlavici evakuovaného tubusu emitují ze žhaveného kovového vlákna elektrony, jsou soustředěny do svazku a urychleny elektrickým polem. Po dalším zúžení clonkami a elektromagnetickou optikou dopadá paprsek elektronů na vzorek. Po jeho povrchu přejíždí paprsek po řádcích ve vymezeném obdélníku. To umožňuje elektromagnetická cívka podobným způsobem jako v obrazovkách klasických televizorů. Detegovány jsou pak buď elektrony primární odražené, anebo elektrony sekundární, vyražené z povrchu vzorku. Podrobného obrazu s vysokým zvětšením se dosahuje pomocí elektronů sekundárních. **Nevodivé vzorky je nutno naprášit** tenkou kovovou vrstvou kvůli odvádění elektrického náboje.**

Přístrojové vybavení:

K dispozici je řádkovací elektronový mikroskop JEOL JSM-5500LV z roku 2001. Kinetickou energii elektronů lze nastavit v rozmezí 1-30 keV (urychlovací napětí činí 1-30 kV). Detekcí sekundárních elektronů lze dosáhnout zvětšení 100.000×, s rozlišením cca 10 nm (rozeznatelná vzdálenost mezi dvěma objekty). Detektor zpětně odražených elektronů slouží do zvětšení cca 5.000× zejména v režimu „Low Vacuum“: nízké vakuum je vhodné k prohlížení vzorků obsahujících vodu (vzorky biologické), neboť se zpomaluje její vypařování. Přitom odpadá naprašování kovem: jednak je povrchový náboj zčásti odváděn vodní párou, jednak se jím odražené elektrony příliš neodchylují, na rozdíl od nízkoenergetických elektronů sekundárních.

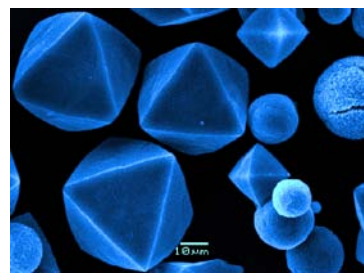
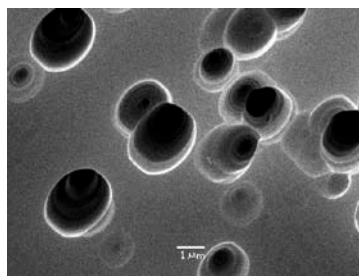
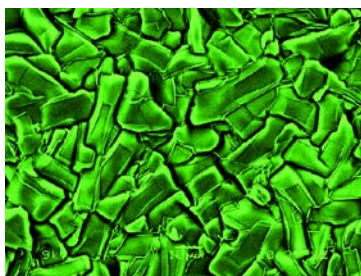
Polohu vzorku ve vakuové komoře lze měnit s přesností 0,001 mm pomocí elektromagnetických šroubů (vpředu). Vzorek lze zvenku také naklánět nebo jím otáčet.

**Naprašování vzorků:

Kovová vrstvička je na **nevodivé vzorky** nanášena naprašovačkou BAL-TEC SCD 050 v doutnavém výboji za nízkého tlaku (argon, 5×10^{-2} mbar). Vrstva Pt o tloušťce asi 10 nm je naprášena za 1 minutu. Platina nebo zlato se k pokovení užívají pro jejich chemickou stálost. Disk Pt nebo Au je ve vakuové komoře naprašovačky zapojen jako katoda. Ve výboji naň dopadají urychlené kationty inertního plynu a do prostoru komory jsou tak rozprašovány shluky atomů kovu.

Zaměření laboratoře:

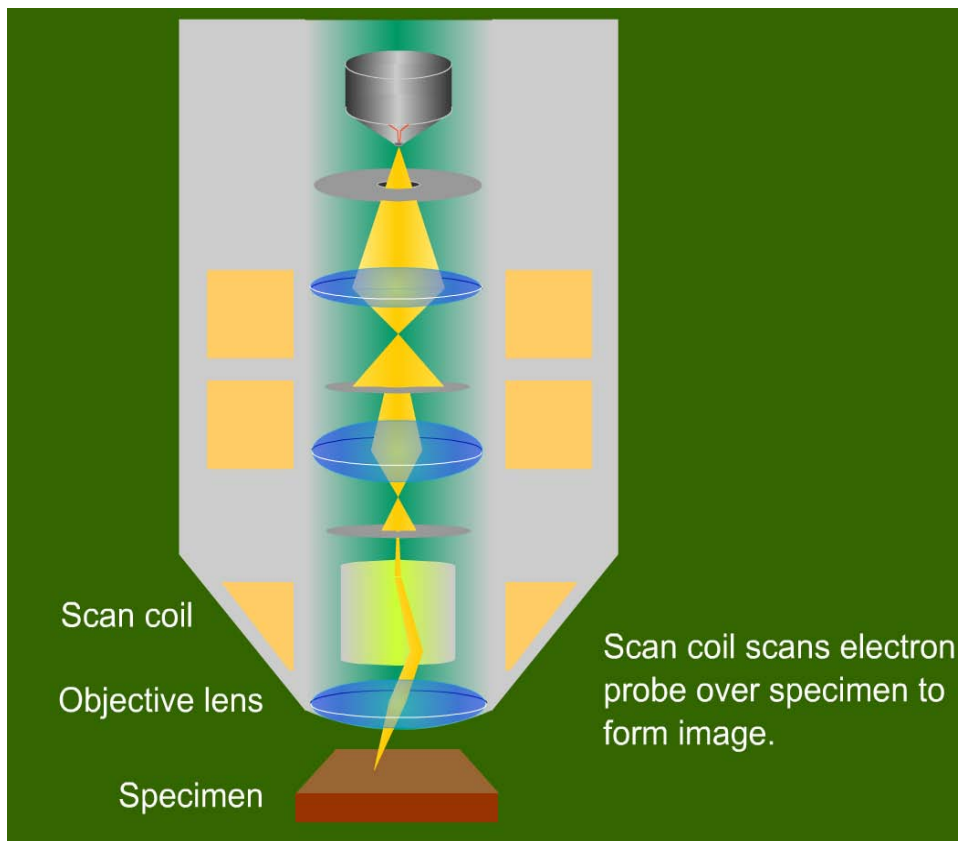
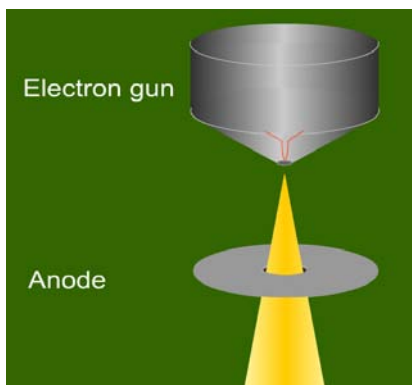
Laboratoř se zabývá převážně studiem materiálů s definovanou sítí mikropórů (průměr 0,3-1,5 nm) v podobě krystalických prášků nebo polykrystalických vrstev-membrán. Sledovány jsou velikosti a tvary krystalů a jejich uspořádání ve vrstvách. Vnitřní morfologii vzorků lze studovat spojením mikroskopie s leptáním, při němž leptací činidlo (HF) proniká určitým způsobem do vrstev nebo jednotlivých krystalů. Zpětně odražené elektrony jsou využívány při snímkování výbrusů porézního materiálu (keramika Al_2O_3 nebo porézní ocel), vyplněného epoxidem (C, H, O). Odraz je totiž intenzivnější od ploch, obsahujících těžší prvek (Al, Fe). Z většího počtu snímků je možné pomocí stochastické rekonstrukce získat trojrozměrnou repliku porézního materiálu.



Popis hlavních částí a dějů



Wehneltův válec (kužel)



Zdroj elektronů:

Elektrony vylétují z elektricky žhaveného wolframového drátku, tvarovaného do písmene „V“. Držák s drátkem je umístěn ve Wehneltově válci, či spíše kuželi s otvorem ve vrcholu. Elektrony jsou jím odpuzovány. Otvorem proletí pouze elektrony s patřičnou rychlostí (energií) a směrem letu. Teprve tyto elektrony mohou být dále urychleny anodou (destičkou s otvorem, nabitou vůči drátku kladným napětím 1 – 30 kV).

Dráha paprsku ke vzorku:

Svazek elektronů prochází postupně třemi clonkami a elektromagnetickými čočkami, podobně jako světlo clonkami a skleněnými čočkami v mikroskopu optickém. Účelem je odstranit elektrony rozptýlené a soustředit zbývající do úzkého svazku. Na konci tubusu prochází paprsek skenovací cívkou (*scan coil*), jejíž elektromagnetické pole se mění tak, aby se paprsek elektronů pohyboval po řádcích ve vymezeném obdélníku. Po opuštění tubusu a vletu do komory se vzorkem letí elektrony prostorem bez elektromagnetického pole, tedy bez možnosti fokusace. Je proto vhodné, vzorek pokud možno přiblížit k ústí tubusu.

Řádkování na povrchu vzorku:

Vymezená obdélníková plocha na povrchu vzorku se zmenšuje s rostoucím zvětšením, délka řádku se zkracuje. Při zvětšení 100× je délka řádku 1,3 milimetru, při zvětšení 100.000× pak 1,3 mikrometru. Při něm je nutno volit pomalé řádkování kvůli potlačení elektronického šumu. Snímání obrazu pak trvá jednu minutu. Pro zvětšení do 3.000× postačí doba snímání 10 sekund.

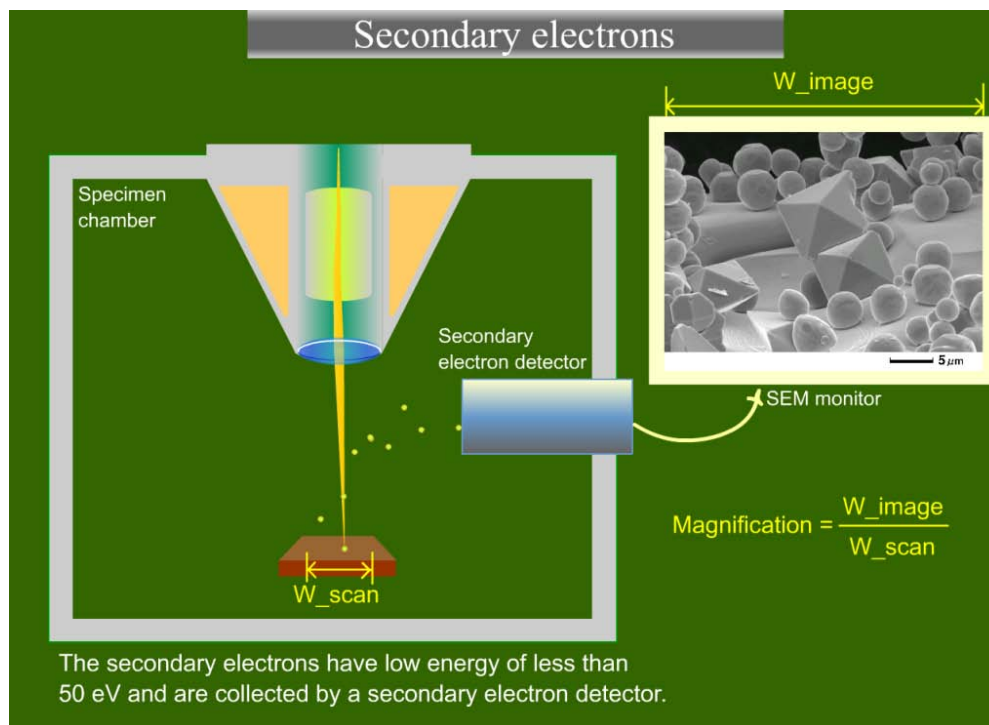
Detekce odražených primárních elektronů:

Využívá se při malých zvětšeních (cca do 5.000×) především u biologických vzorků. Elektrony z paprsku si po odrazu od vzorku veskrze udrží původní rychlost (tj. energii 1 – 30 keV). Odrážejí se pod různými úhly, nejčastěji však pod úhly nepřilíživě vzdálenými úhlu dopadu primárního svazku. Záchytné destičky (senzory) se

proto umisťují kruhově kolem tohoto svazku při ústí tubusu. Primární elektrony se hojněji odrážejí od těžších atomů. Tak lze zjistit např. ostrůvky různých kovů ve slitinách – na hladké ploše jsou světlé nebo tmavé skvrny.

Detekce sekundárních elektronů:

Je znázorněna na obrázku. Sekundární elektrony vylétují z povrchu jednak s nízkou energií (kolem 20 eV), jednak do různých směrů. Je proto třeba urychlit je směrem k detektoru napětím 10 kV. Zde narážejí na jiskřící (scintilační) destičku. Tok elektronů se tak mění na tok fotonů. Světelné záblesky jsou pak zpracovány na zesílený elektrický signál, vedený do počítače a monitoru.

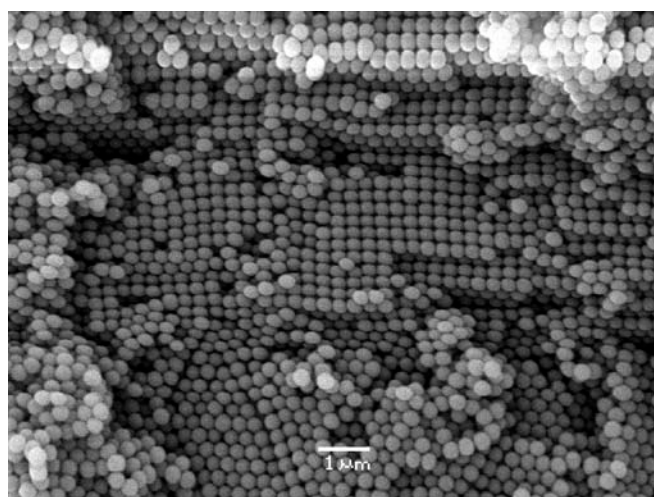
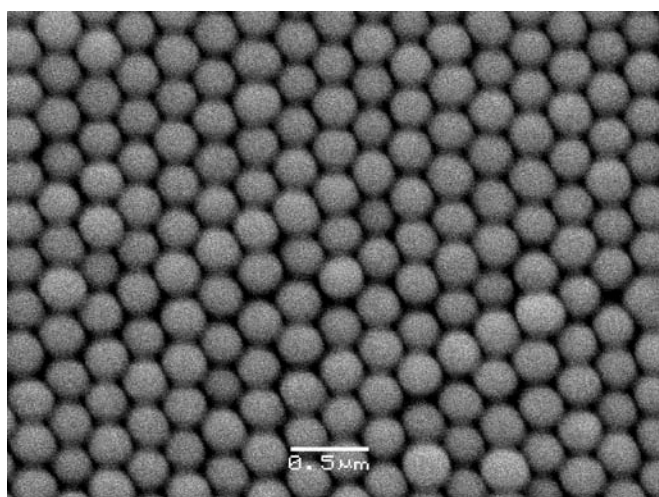


Získaný obraz:

Obraz – obdélník na obrazovce - obsahuje přesný počet čtverečků (pixelů): 1280×960 (poměr stran 4/3). Každý pixel má určitý odstín šedi z možných 256 odstínů. Odstín odpovídá počtu (intenzitě) detegovaných elektronů v příslušném okamžiku. Z plošek, k detektoru přivrácených, je tato intenzita vyšší než z plošek odvrácených nebo z prohlubní. Tak lze z obrazu, stejně jako z fotografie, získat prostorovou představu o pozorovaném povrchu nebo částicích.

Ukázka tzv. koloidního krystalu, složeného ze samovolně uspořádaných kuliček siliky (amorfni SiO₂).

Velikost kuliček je čtvrt mikrometru (250 nm).



Poznámky k úloze:

Praktické měření:

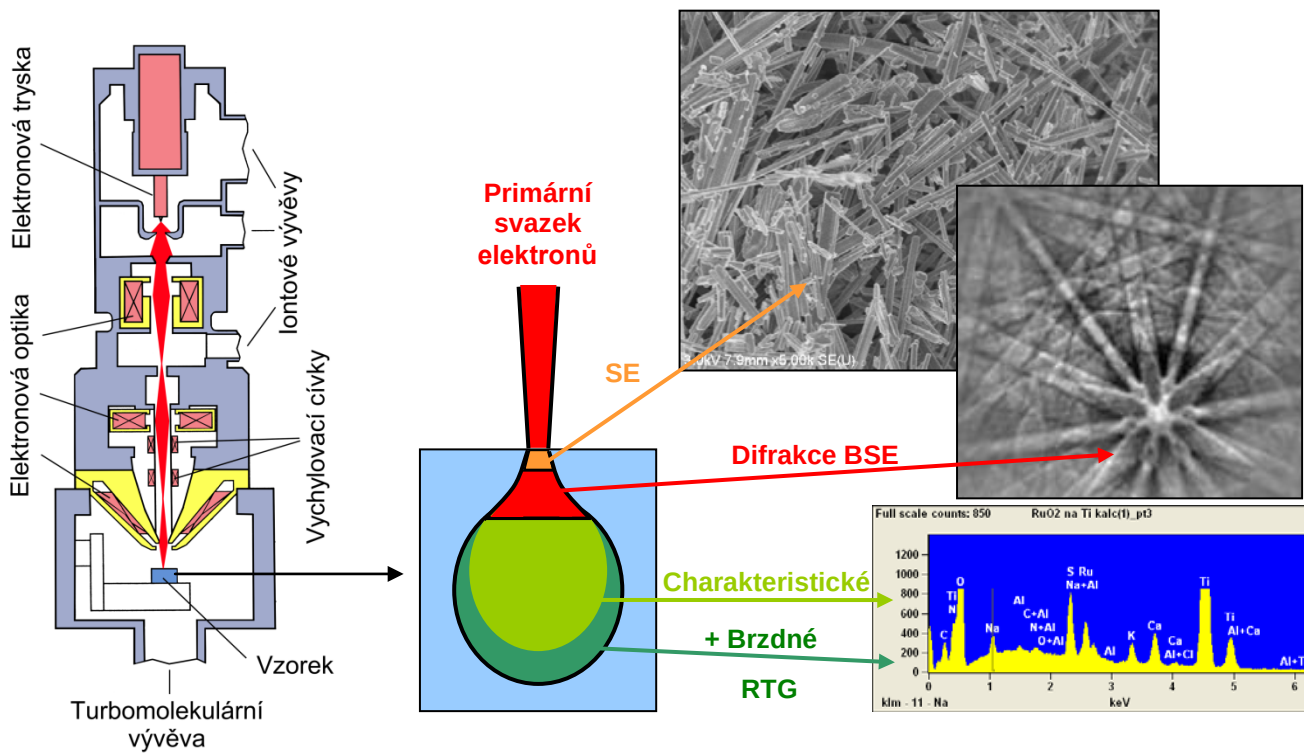
Pracoviště elektronové mikroskopie II – EDX (EDS)

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

Oddělení elektrochemických materiálů

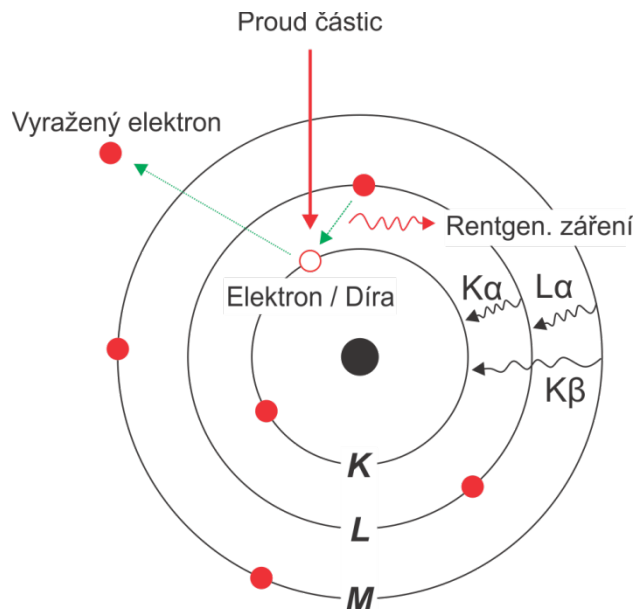
Přístrojové vybavení:

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 (**E**nergy-**D**ispersive **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 uspořádané 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 „vyrazení“ 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.

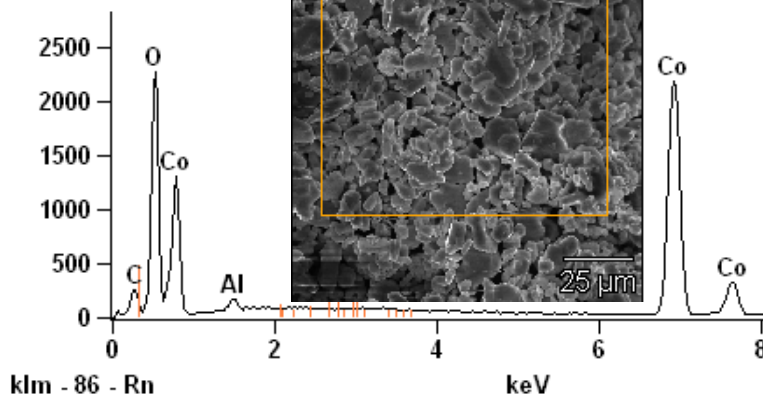


Příklady možností systému EDX:

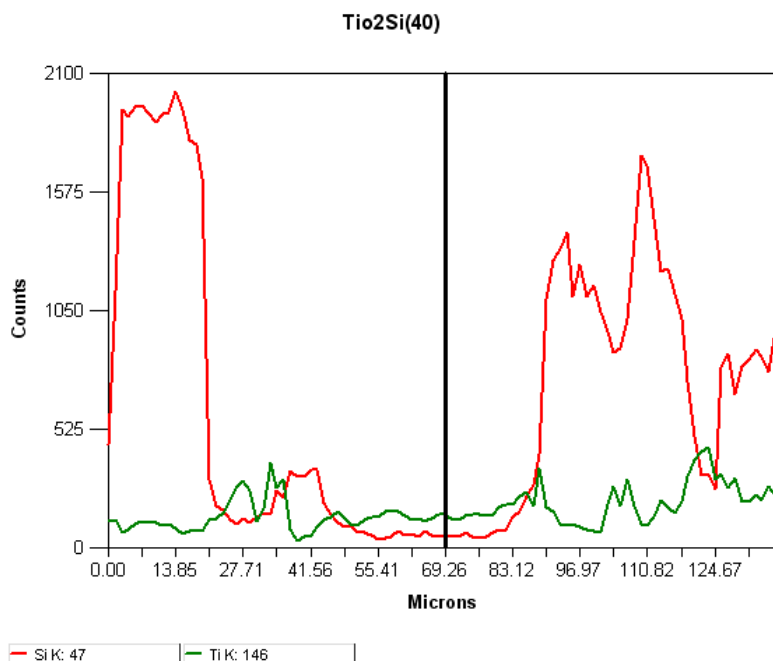
Měření spekter zaměřené oblasti, definovaných bodů, apod.

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

Full scale counts: 2272

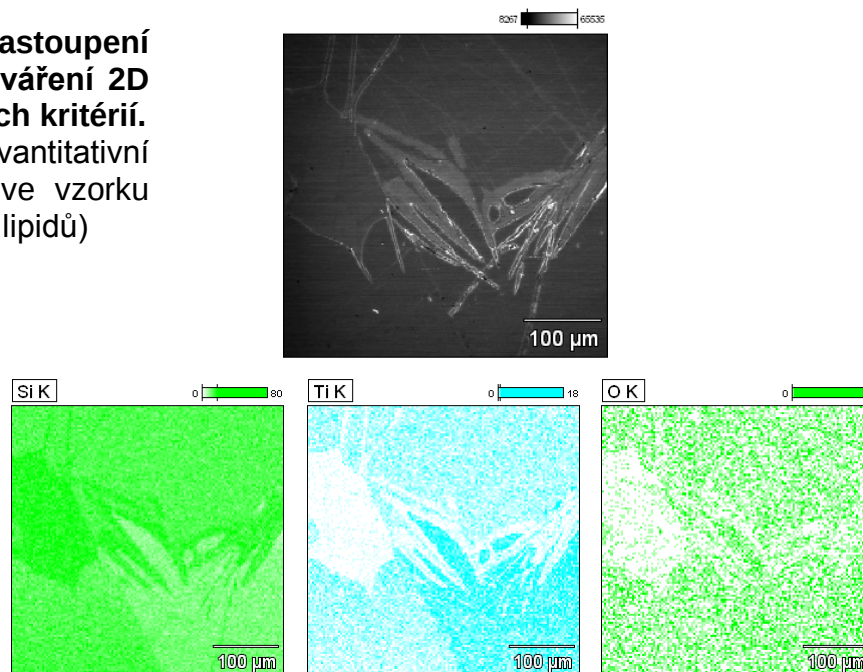


tvář



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 článcích. 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 cvičení III: **na téma Laserová chemie v létajících nanolaboratořích**

Praktické cvičení připravili vědci z Oddělení chemie iontů a klastrů pod vedením Dr. M. Fárníka.

cvičení povede Mgr. Michal Fárník , Ph.D. DSc.

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

Klastry jako létající nanolaboratoře

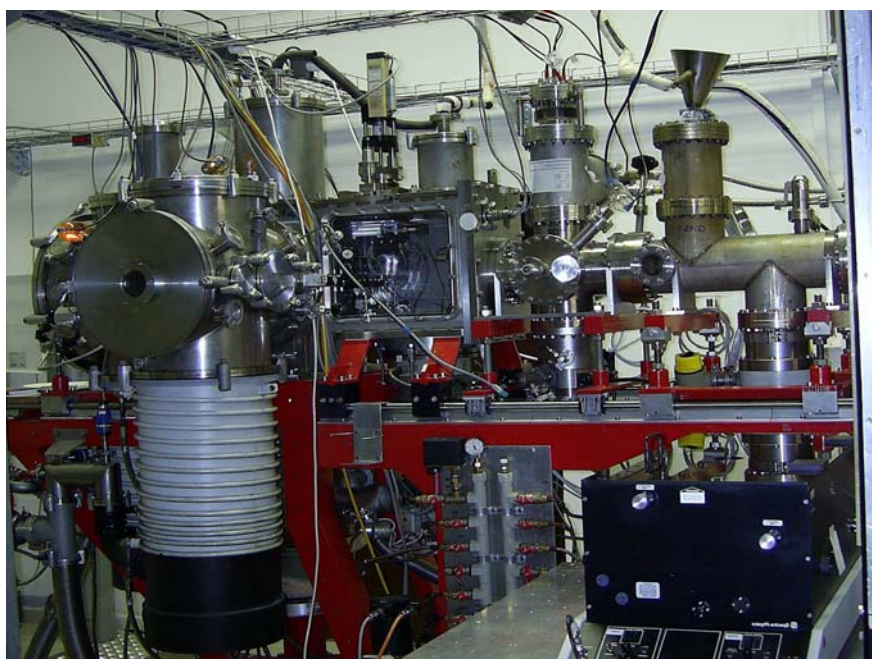
V naší laboratoři se zabýváme volnými klastry a nanočásticemi ve vakuu. Klastry jsou soubory atomů či molekul, které jsou vázány slabými interakcemi, jako jsou např. van der Waalsové interakce či vodíkové můstky.

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

Klastry připravujeme *metodou molekulových paprsků* expanzí plynu do vakua 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. kvadrupolová 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 **Příprava nanočástic stříbra a jejich charakterizace**

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

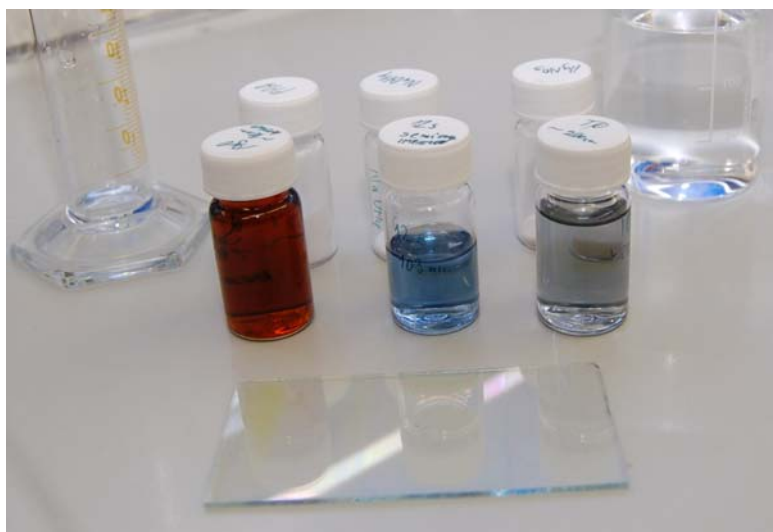
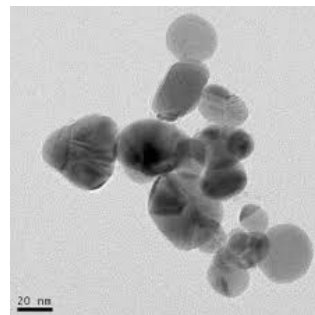
Seznam úloh:

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 mikroskoem 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 měření:

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.

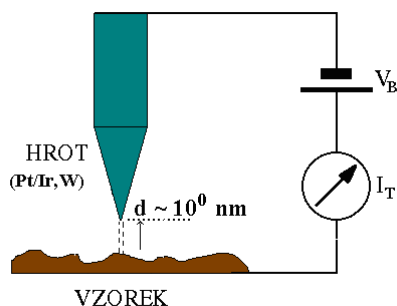
Krátký popis zaměření laboratoře:

Laboratoř se zabývá studiem :

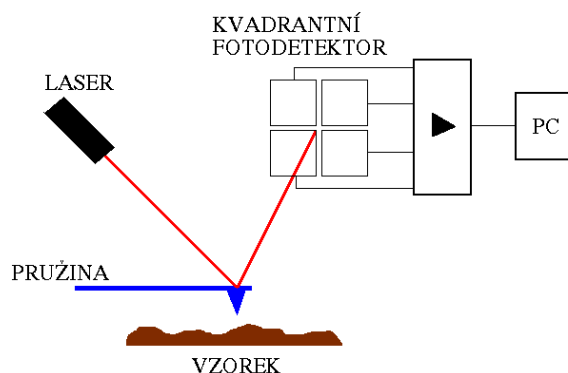
topografie a stability kovových nanočástic imobilizovaných na monokrystalických substrátech a optimalizací jejich vlastností pro použití v elektrokatalýze a senzorech.

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

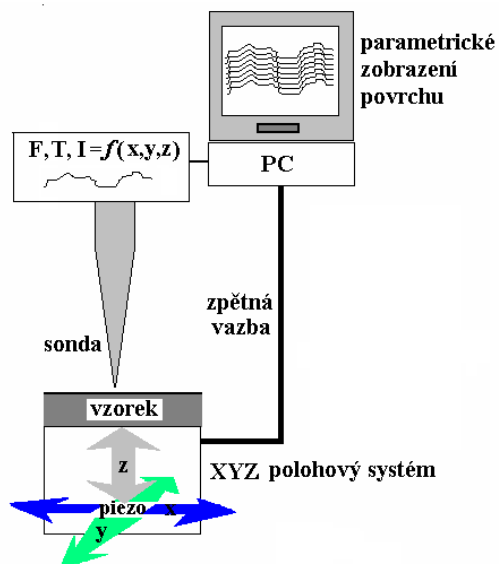
Pavel Janda

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

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.

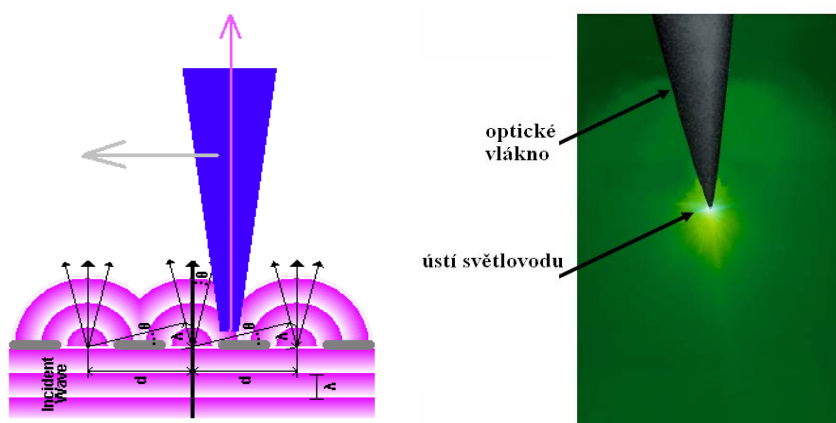
Obr. 1: Schématické znázornění mikroskopu rastrovací sondou



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.

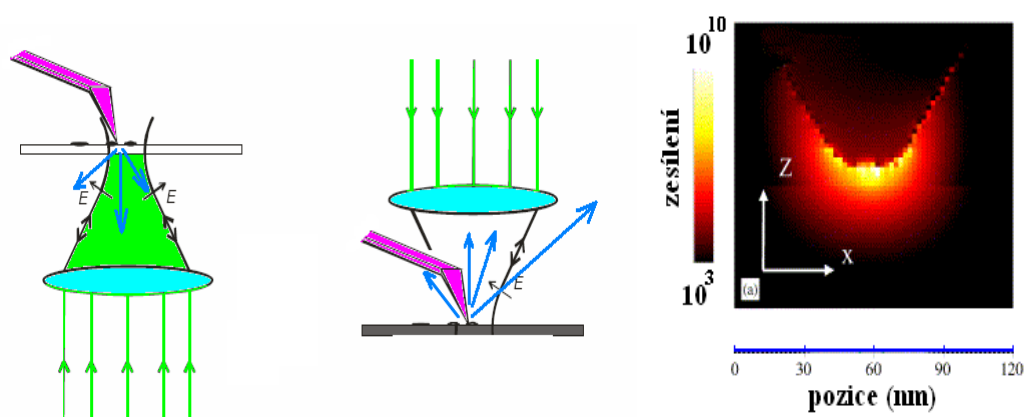
Objev optické mikroskopie blízkého pole (Near-Field Scanning Optical Microscopy and Spectroscopy, NSOM/SNOM), využívající systému mikroskopie rastrovací sondou v součinnosti s optikou blízkého pole (obr. 2) umožnil poprvé zobrazit světelným mikroskopem struktury s rozlišením téměř o dva řády větším než 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).

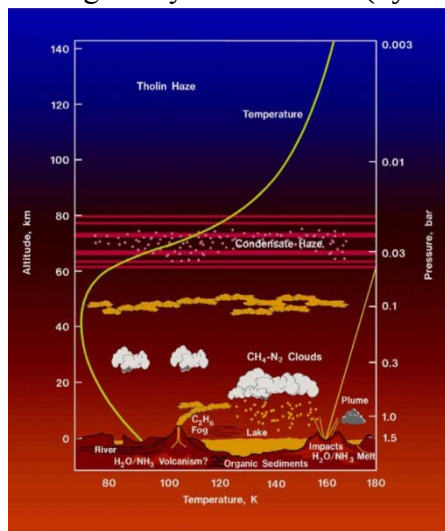
Praktické cvičení:

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

Praktické cvičení připravil a povede Mgr. Ján Žabka, CSc.

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...). Tlak na povrchu Titanu je jedenapůlkrát



Obr. 1: Atmosféra Titanu

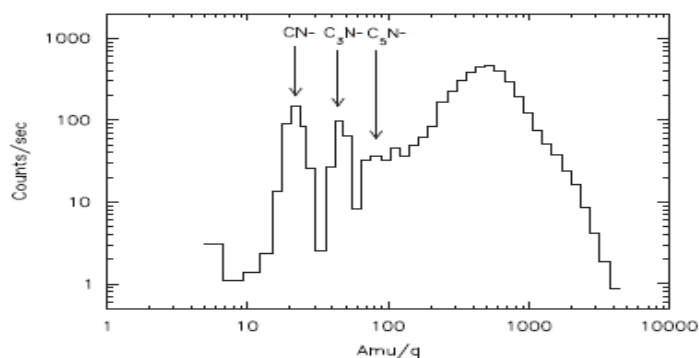
vyšší než tlak na Zemi na hladině moře. Povrch Titanu je do jisté míry podobný povrchu Země. Na Titanu jsou řeky a jezera, ale roli vody v nich hraje metan. Voda se při teplotách, které panují na Titanu (teplota povrchu je $-179\text{ }^{\circ}\text{C}$), vyskytuje ve formě ledu. Titan představuje pro 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

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

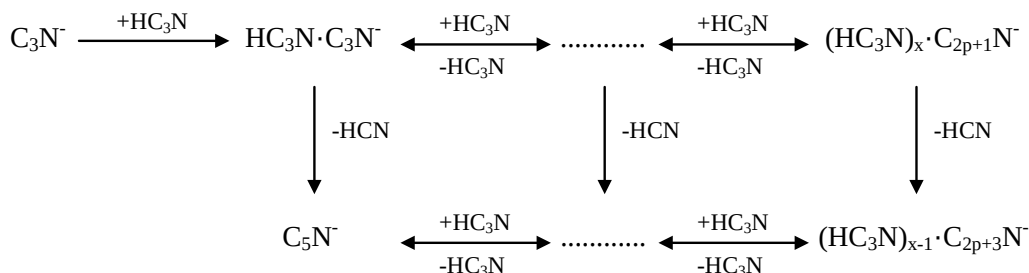


Obr. 3: Hmotnostní spektrum aniontů (Cassini)

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 kyanoacetylénu za tvorby vyšších uhlovodíků s obsahem dusíku:



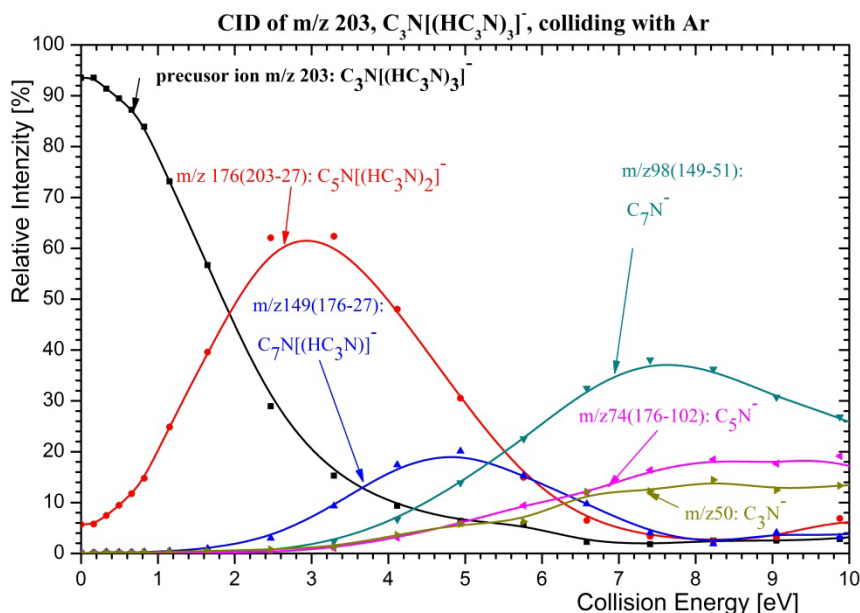
Obr. 4: Schéma interakce C_3N^- s $n \cdot \text{HC}_3\text{N}$

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

		Reaktanty: $\text{C}_3\text{N}^- + a \cdot \text{HC}_3\text{N}$									Struktura produktů	
		$a =$										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Ztráta $n \cdot \text{HCN}$	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 $n \cdot \text{HC}_3\text{N}$

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.

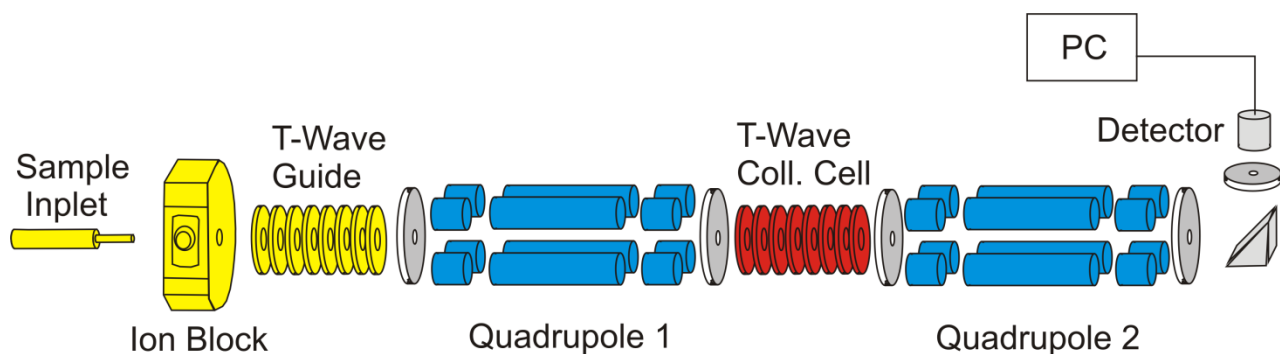


Obr. 6: CID spektrum aniontu $\text{C}_3\text{N}(\text{HC}_3\text{N})_3^-$

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 kvadrupolem.



Obr. 7: Schéma tandemového kvadrupólového 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 CH_3CN + HC_3N

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)

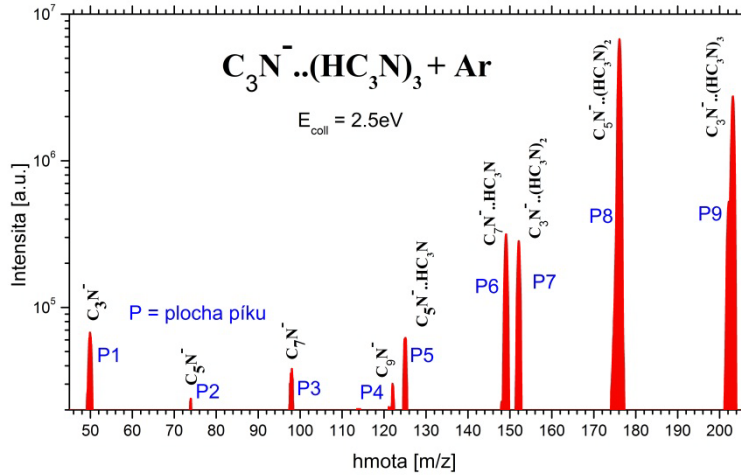
3.5. Změření hmotnostních spekter MS/MS pro danou řadu srážkových energií

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.



NANOŠKOLA 2015



Workshopy

Čtvrtek 20.8.2015, 15-16:30
učebna 11 v přízemí

Workshop na téma chromatografie navazující na přednášku o chromatografii

Zajišťují:
Mgr. M. Klusáčková a Mgr. M. Zlámalová

(Pracovní listy k workshopu chromatografie jsou součástí tohoto sborníku)

Pátek 21.8.2015, 11.00-12:45
učebna 11 v přízemí (W1) a velké respirium v přízemí (W2)

2 workshopy na fyzikálně-chemické téma.
Studenti ve skupinách (po 45 minutách) absolvují za sebou oba workshopy.

Zajišťují:
Ing. K. Stejskalová, CSc. (W2) , Mgr. M. Klusáčková a Mgr. M. Zlámalová (W1)

(Pracovní listy k těmto workshopům obdrží studenti v tištěné podobě v úvodu workshopu).

Analytická chemie-separační metody chromatografie

Mgr. Monika Klusáčková

Analytická chemie je oborem, který nás doprovází na každém kroku, aniž bychom jej vnímali. Potřebujeme znát odpověď na otázku- co se v daném vzorku nachází a kolik tam příslušných látek je, tedy informace o jejich koncentraci. Chemik má možnost sáhnout po celé řadě analytických metod, jejichž principy jsou odlišné. Požadavky chemika (na čistotu, rychlost a další atributy) potom ovlivní jeho výběr, tedy po které z metod sáhne. Velmi častým úkolem každého chemika je v analytice rovněž dělení více či méně složitých směsí za účelem získání jednotlivých látek v čisté podobě. V přednášce se nejprve podíváme, jakými způsoby je možné látky dělit a jaké informace přitom můžeme získat, až se dostaneme na jednu z nejrozšířenějších a nejpoužívanějších dělicích metod v chemické praxi nazývanou chromatografie. Odhalíme nejdůležitější okamžiky z její historie, vysvětlíme si základní pojmy a principy metody, ukážeme si, jaké nejrůznější techniky poskytuje a jaké je jejich uplatnění v praxi.

Doporučená literatura:

- 1) Coufal, P.: Separační metody. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/welcome.html> [cit. 12. 4. 2014]
- 2) Švec, F.: Co dnes hýbe kapalinovou chromatografií? *Chemické listy*. **103**, 266 – 270 (2009)
- 3) Mikeš, O. a kolektiv.: Laboratorní chromatografické metody, SNTL, Praha 1980, 674 s.

Mgr. Monika Klusáčková (1987)

Monika Klusáčková, absolventka MSSCH v Praze, vystudovala klinickou a toxikologickou analýzu na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy (bakalář 2009, magistr 2011) a od roku 2011 pracuje na své disertační práci v rámci postgraduálního studia (PřF UK v Praze, obor analytická chemie) v Oddělení elektrochemických materiálů pod vedením Ing. Pavla Jandy, CSc.

Oborem jejího vědeckého zájmu jsou elektrochemické metody (cyklická voltametrie a potenciometrie), a spektroskopické či mikroskopické (AFM) metody uplatňované v přípravě a studiu vlastností a chování různých nanostruktur a nanolátek.

Již druhým 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 ÚFCH s názvem Tři nástroje) směřovaných k cílovým skupinám žáků středních a základních škol. V projektu Akademie věd Otevřená věda III (2013-2014) byla lektorkou středoškolské studentky Aliny Mikulecké z Gymnázia v Hradci Králové (SŠ stáž na téma zařazení experimentu do výuky CH a FY) a nyní v navazujícím projektu OV IV (2014-2015) pokračuje lektorováním nové SŠ stáže studentky Markéty Dobrovolné z BiGy Žďár n. Sázavou (stáž č. 2.006 "Do hodin chemie přece patří experiment, aneb jak chemii neznechutit"). Rovněž se účastní programů přednášek pro pedagogy či studenty SŠ (např. Seminář pro SŠ pedagogy v rámci projektu OPVK "100 vědců do středních škol, řešitel UI AVČR, duben 2014).

Její slibné pedagogické a popularizační schopnosti budou i v budoucnu využity v řadě popularizačních a vzdělávacích aktivit ÚFCH JH, neboť Monika Klusáčková je zárukou pro vznik zajímavých programů, které oslovují zájemce o přírodní vědy z řad žáků základních a středních škol.

Dělení barev z potravin aneb podobné se rozpouští v podobném!!!**Trocha teorie - to nikoho nezabije!**

Barvy lze rozdělit na základě **rozdílné rozpustnosti** pigmentů v navzájem nemísitelných rozpouštědlech, nebo na základě **rozdílné adsorpce** k určitému adsorbčnímu materiálu. Tento způsob dělení se nazývá chromatografie.

Chromatografie je analytická a zároveň separační metoda, která se používá k identifikaci a stanovení látek ve vzorku a současně k oddělení směsi s velmi podobnými vlastnostmi. Látky se rozdělují mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze: mobilní **MF** (pohyblivou) a stacionární **SF** (nepohyblivou). Nejjednodušší uspořádání je planární a zahrnuje tenkovrstvou **TLC** a papírovou **PC** chromatografii. Stacionární fázi u TLC tvoří pevná látka (adsorbent) a u PC kapalina zachycená v papíře. Mobilní fáze je také kapalná a volí se podle typu dělené směsi. Chromatografie se používá v různém uspořádání: sestupná, vzestupná a kruhová.

Princip separace je uveden na obr. 7 a v tab. 2. Směs látek se nanese na začátek stacionární fáze, po které se pohybuje mobilní fáze a unáší dělené látky ze vzorku různou rychlostí. Látky se dělí na základě různé interakce (rozpustnost, adsorpce) mezi fázemi. Složky, které nejvíce interagují s mobilní fází (rozpouští se), putují s čelem. Naopak složky s nejmenší interakcí k rozpouštědлу zůstávají na startu (jsou nerozpustné v MF, či silně adsorbují k SF). Výsledný záznam je chromatogram s jednotlivými odseparovanými složkami směsi.



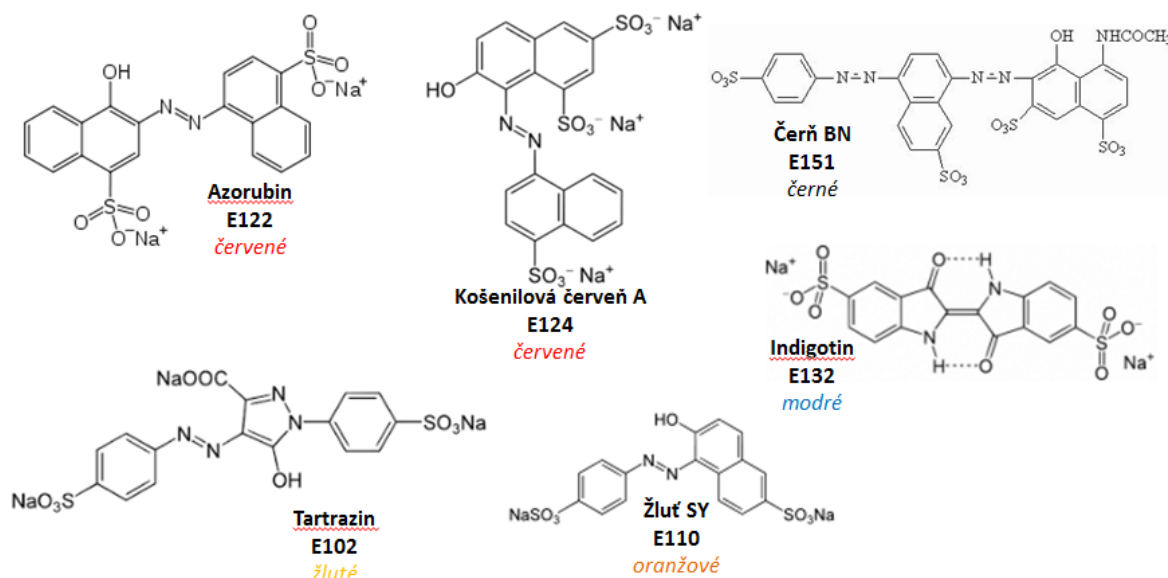
Obr. 7 Princip chromatografické separace (obrázek je pouze ilustrační)

Tab. 2 Princip chromatografické separace

pigment	interakce se stacionární fází	interakce s mobilní fází	separace
	xxx	✓✓✓	✓
	xx	✓✓	✓
	x	✓	✓
	✓✓✓	x	x

Složení potravinářských barviv (obr. 8, tab. 3) se liší v závislosti na výrobci. Chromatografií lze jednotlivé pigmenty separovat a zjistit složení výsledné barvy. **Dělení barviv pomocí TLC** probíhá na základě rozdílné adsorpce molekul barviv na povrchu stacionární fáze (křída - CaCO_3) a k separaci

dochází na rozhraní *pevná látka-kapalina*. **Dělení barviv pomocí PC** využívá rozdílné rozpustnosti látek mezi vodou zakotvenou v papíru (celulóze) a použitou mobilní fází. V takovém případě se jedná o separaci látek na rozhraní *kapalina-kapalina*. Avšak u pigmentů se často uplatňuje silná interakce přímo s celulózou a převládá tak adsorpční mechanismus dělení stejně jako u TLC.



Obr. 8 Struktura syntetických pigmentů v potravinách

Tab. 3 Přehled potravinářských barviv použitých v této úloze, jejich složení a míra škodlivosti od 1-6 (6 je nejškodlivější)

Barva	Obsah pigmentů	Kód	Název	Míra škodlivosti	Bezpečnost	Nevhodné pro děti	Může způsobit alergii
oranžová	E102, E122	E102	Tartrazin	4	☠	👤	🌸
čokoládová	E102, E110, E122, E151	E110	Žluť SY	5	☠	👤	🌸
modrá	E132	E122	Azorubin	3		👤	🌸
růžová	E122, E124	E124	Košenilová červená A	5		👤	🌸
		E132	Indigotin	5	☠	👤	🌸
		E151	Černá BN	4		👤	🌸

Pomůcky: 2x plastová nádobka, 2x filtrační papír, potravinářská barviva, 2x bílá křída, kádinka 250 ml, 2x kádinka 100 ml, skleněná tyčinka, tužka, pravítko, 4x kolíček, 4x špejle, párátko, ocet.

Pracovní postup

- 1) Příprav pomůcky pro chromatografii.
- 2) Na filtrační papíry (5x10cm) nakresli tužkou start asi 1,5 cm od kraje.
- 3) Na start nanese vzorky, tj. na filtrační papír párátkem přenes potravinářská barviva. Dělej malé skvrny, popřípadě nanese opakuj. Tytéž pigmenty nanese 1 cm od kraje na křidu. Nech barvy krátce zaschnout, než je vložíš do mobilní fáze.
- 4) Na opačný okraj křidy a papíru označ tužkou příslušnou barvu.
- 5) Horní okraj papíru ohni (asi 0,5 cm), připevni na špejli kolíčkem a zkontroluj, zda se nedotýká dna nádoby.
- 6) Příprav do kádinky mobilní fázi v poměru 1:3 (ocet:voda). Odměř 20 ml octa a 60 ml vody a směs promíchej skleněnou tyčinkou.
- 7) Odměř 40 ml připravené mobilní fáze do plastové nádoby (vyvíjecí komory) a špejli s filtračním papírem polož přes hrdlo komory. **POZOR** - skvrny musí být nad hladinou!!!
- 8) Do kádinky o objemu 100ml odměř 10 ml připravené mobilní fáze a postav do ní křidu.

- 9) Nech vyvíjet chromatogramy, až mobilní fáze dosáhne 1 cm od horního kraje papíru a křídly, vyjmi je z mobilní fáze. **POZOR** - barviva nesmí nepřesáhnout papír nebo křídlo!
- 10) Po vyvinutí chromatogramu pozoruj a zapiš do tabulky 4, na jaké pigmenty se jednotlivá potravinářská barviva odseparovala. Zapiš barvu a přiřaď E s příslušným číslem. Pomůž ti obr. 8 a tab. 3. Zhodnot', zda separace byla (✓) či nebyla (✗) úspěšná. Pamatuj, že některé barvy se dělit nemusí (-).

Tab. 4 Chromatografie syntetických potravinářských barviv

(Pozn.: Barvivo 1 je nejbliž ke startu, barvivo 4 odseparovalo od startu nejdál.)

Papírová chromatografie – filtrační papír					Tenkovrstvá chromatografie – křída				
Barva	odseparované pigmenty			✓	Barva	odseparované pigmenty			✓
	1	2	3	✗		1	2	3	✗
oranžová					oranžová				
čokoládová					čokoládová				
modrá					modrá				
růžová					růžová				

Shrnutí

1) Vyber správnou odpověď, nebo doplň.

Chromatografie je a analytická technika, jejíž podstatou je rozdělování složek směsi vzorku mezi dvě vzájemně *mísitelné/nemísitelné* fáze, a to fázi stacionární (.....) a mobilní (.....). Spolu s mobilní fází je soustavou *unášen/zadržován* také vzorek. Dělené složky vzorku (analyty) interagují v různé míře. Analyty, které se poutají více ke, se pohybují pomaleji a jsou zadržovány déle, než analyty, které se poutají méně. Na základě tohoto principu dochází k složek směsi.

Separace barviv byla účinnější při použití *papírové/tenkovrstvé* chromatografie, protože došlo k dokonalejšímu odseparování jednotlivých pigmentů. U papírové chromatografie byl **žlutý pigment E102 Tartrazin** unášen mobilní fází *nejpomaleji/nejrychleji*, protože docházelo k *silné/slabé* adsorpci látky na povrch stacionární fáze. *Nejpomaleji/nejrychleji* byl mobilní fází unášen **červený pigment E122 Azorubin**, protože docházelo k *silné/slabé* adsorpci látky na povrch stacionární fáze.

2) Spoj pojmy.

separace	graf (záznam) z chromatografie
mobilní fáze	přístroj k provádění chromatografie
stacionární fáze	papírová chromatografie
chromatografie	pohyblivá fáze
chromatograf	tenkovrstvá chromatografie
chromatogram	dělení látek
TLC	separační metoda
PC	nepohyblivá fáze

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. rozvíjí badatelskou činnost ve fyzikální chemii a chemické fyzice se zaměřením na vztahy mezi strukturou a reaktivitou látek. Soustřeďuje se zejména na teoretický a experimentální výzkum chemických a fyzikálně-chemických dějů na atomární a molekulární úrovni (struktura a dynamika látek, mechanismus reakcí) v plynné, kapalně a pevné fázi a na jejich rozhraních, a to především v systémech významných pro chemickou katalýzu a sorpční, elektrochemické a biologické procesy (včetně přípravy a charakterizace nových katalytických, sorpčních, elektrodových a jiných speciálních materiálů).

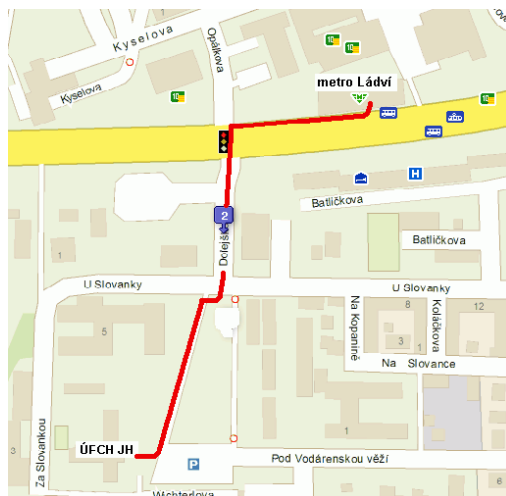
Předmětem výzkumné činnosti je:

- vývoj a využití metod kvantové chemie v chemické fyzice, katalýze a elektrochemii,
- kinetika a dynamika chemických procesů v plynné fázi a na površích,
- struktura a vlastnosti molekul a jejich agregátů,
- struktura, funkčnost a dynamika biomembrán,
- syntéza a strukturní chemie nanoskopických materiálů,
- mechanismus katalytických a elektrokatalytických procesů,
- sorpční a transportní děje,
- struktura a (foto)elektrochemická reaktivita molekul a biomolekul v kapalných fázích a na mezifázích.

Výzkumná činnost probíhá v 10 odděleních a 1 centru: Oddělení teoretické chemie; Oddělení spektroskopie; Oddělení biofyzikální chemie; Oddělení struktury a dynamiky v katalýze; Oddělení syntézy a katalýzy; Oddělení biomimetické elektrochemie; Oddělení molekulární elektrochemie; Oddělení elektrochemických materiálů; Odd. chemie iontů a klastrů; Oddělení nízkodimenzionálních systémů; Centrum pro inovace v oboru nanomateriálů a nanotechnologií.

www.jh-inst.cas.cz

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



trasa metra C – výstup ve stanici Ládvi,
a po té asi 10 minut chůze
ulicí Dolejškova [značka 2 na mapě]
k budově ÚFCH JH

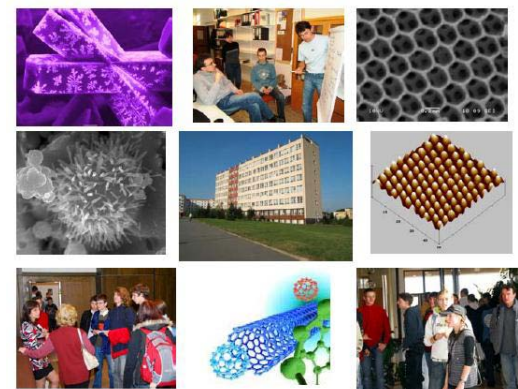
Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského
AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 2155/3
182 23 Praha 8
IČ: 61388955

Telefon: 266 053 265, 266 052 011
Fax: 286582307

kvetoslava.stejskalova@jh-inst.cas.cz



Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského
AV ČR, v.v.i.
spolu s Nadačním fondem
Jaroslava Heyrovského
a projekty Otevřená věda AV ČR



každoročně otevírá své laboratoře
středoškolákům a jejich pedagogům
prostřednictvím široké nabídky
programů,

**EXPERIMENTUJI,
TEDY JSEM 2015**

workshopy
praktika v laboratořích
stáže a praxe
přednášky
exkurse

letní týdenní NANOškola 20XX
výstavy

kontakt pro rezervace:
kvetoslava.stejskalova@jh-inst.cas.cz

Fyzikálně-chemické workshopy

Máme zpracovanou metodiku, včetně pracovních listů, k experimentální výuce některých F-CH témat, např:

- 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

Workshop zahrnuje dvě úlohy a trvá 120 minut. Úlohy jsou navrženy a vyzkoušeny pro max 25 žáků (1.- 4. ročník gymnázia). Žáci, rozdělení do dvou skupin, absolvují za sebou obě úlohy, každá úloha trvá 60 minut (včetně vypracování pracovního listu). Program může být doplněn, na žádost pedagoga při rezervaci programu, o 30 minutovou exkursi do nanocentra. Chemické úlohy žáci absolvují v bezpečnostních pomůckách, které jim k úloze zapůjčíme (plášť, brýle/štit, jednorázové rukavice).

**Cena: 100 Kč/žáka (cena včetně 21 % DPH).
Nutná rezervace mailem, ca 1 měsíc předem.**



Praktika v laboratořích

Určeno pro skupinu do 24 (max 25) žáků (vhodné pro žáky výběrových seminářů, žáky 3. a 4. ročníků, či septim a oktáv). Současně žáci absolvují, rozdělení do skupin po 6 žácích, 4 různá praktika v laboratořích pod vedením zkušeného vědce a jsou přítomni při ukázkách měření s F-CH přístroji a moderními technikami: např: mikroskopie AFM a STM; hmotnostní spektrometrie, laserová spektroskopie, mikroskopie řádkovacím elektronovým mikroskopem; fotoelektronová spektroskopie. Každý žák absolvuje jedno praktikum v trvání 90 minut. Doplněno o exkursi do nanocentra (30 minut).

Cena: 180,- Kč/žáka (včetně 21 % DPH); nutná rezervace mailem, ca 2 měsíce předem.



Přednášky a exkurse

Vědci ÚFCH JH nabízí ca 10-15 různých popularizačních přednášek na zajímavá moderní fyzikálně chemická témata. Návštěvu pracoviště s přednesením přednášek (ca 2 za dopoledne) je vhodné doplnit exkursemi do 2-3 laboratoří ústavu po skupinkách studentů, každý navštíví každou laboratoř. Studenti tak získají ucelený obrázek o určitém oboru jak z přednášky, tak potom z exkursí.

Cena: program přednášek a exkursí nabízíme zdarma. Vhodné i pro větší skupinu- max do 50 žáků. Nutná rezervace mailem, ca 1 měsíc předem.

Stáže a praxe

Talentovaní žáci z různých škol z Prahy ale i z celé České republiky docházejí/dojíždějí na své individuální stáže ve vědeckých týmech. Pod vedením lektora/vědce absolvují svou stáž, kterou většinou uzavírají ročníkovou prací, maturitní prací či soutěžní SOČ prací. Vhodné pro skutečně zánícené zájemce o přírodní vědy. Realizujeme po dohodě se



studentem, či na doporučení pedagoga. Ročně takto pracujeme s ca 20 středoškoly.

Studentovi se lektor věnuje bezplatně. Student vynaloží cestovní náklady spojené se stáží. Ústav zajišťuje pracovní a ochranné pomůcky.

Letní NANOškola 20XX

Pro vybrané talentované středoškoly se zájmem o přírodní vědy ze škol, se kterými úzce a dlouhodobě spolupracujeme, ústav pořádá ročně, v srpnu, letní školu na téma nanomateriály a nanotechnologie. Počet studentů bývá 10-15. Program (ca od 8:30 do 16 hodin) zahrnuje přednášky, praktická měření v laboratořích, exkurse a workshopy. Trvá od pondělí do pátku.

Náklady na ubytování (zajišťujeme na VŠ kolejích) a stravu jsou stážistům hrazeny z programu Tři nástroje. Student/ka si sám/a hradí pouze cestovné na letní školu a po Praze.

S námi si chemii užijete a naučíte se ji rozumět a po(vy)užívat... ☺

