

# Prázdninová letní škola NANO-TEACHER 2016

15.-17.srpna 2016  
ÚFCH J. Heyrovského AV ČR  
v Praze



# NANO-TEACHER 2016

*Prázdninová letní škola na téma  
"Nanotechnologie a nanomateriály"  
uspořádaná pro pedagogy SŠ a ZŠ  
v rámci projektu MSŠCH v Praze r.č. 1015 "Letní nanoškola  
a podzimní seminář" řešeného v programu Celoměstských  
programů podpory vzdělávání na území Hl. m. Prahy  
pro rok 2016*

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

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

**předneseným na letní škole NANO-TEACHER 2016  
15.-17. srpna 2016  
v ÚFCH JH AV ČR, v.v.i.**



[www.jh-inst.cas.cz/3nastroje](http://www.jh-inst.cas.cz/3nastroje)

**Sborník prázdninové letní školy  
NANO-TEACHER 2016  
konané 15.-17. 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: 15 kusů

Místo a rok vydání: Praha, 2016

Publikace neprošla jazykovou úpravou

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



# NANO-TEACHER 2016

## Program

prázdninové letní školy na téma  
"Nanotechnologie a nanomateriály"  
uspořádané pro pedagogy SŠ a ZŠ v rámci projektu MSŠCH v Praze  
r.č.1015 "Letní nanoškola a podzimní seminář"  
řešeného v programu Celoměstských programů podpory vzdělávání  
na území Hl. m. Prahy pro rok 2016

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

**Pondělí 15.8. 2016**

### **9:00-10:00 - Zahájení letní prázdninové školy**

Registrace, přivítání účastníků, představení realizačního týmu školy PEXED, představení programu letní školy (Galerie 4P a sál Rudolfa Brdičky ÚFCH J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. v Praze 8; zajišťuje: Ing. K. Stejskalová, CSc.)

### **10.00-11:30 - Úvodní přednáška**

Ing. Květoslava Stejskalová, CSc.:

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

(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)

**11:45-12:45 - Oběd** (v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

### **13:00 -14:30 - Praktická měření v laboratořích** (posluchači po 2 skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)

**Skupina 1** absolvuje praktikum I (elektronový mikroskop, Dr. L.Brabec).

**Skupina 2** absolvuje praktikum II (AFM mikroskopie, Dr. H.Tarábková)

### **14:45 -16:15 - Praktická měření v laboratořích** (posluchači po 2 skupinách)

(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)

**Skupina 1** absolvuje praktikum II (AFM mikroskopie).

**Skupina 2** absolvuje praktikum I (elektronový mikroskop).

### **16:15 - Diskuse k prvnímu dni školy, představení programu druhého dne školy**

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





## Úterý 16.8. 2016

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

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

### **9:00-10:15 - Přednáška**

**Doc. Mgr. Michal Fárník, Ph. D. DSc.: Laserová chemie v létajících nanolaboratořích**

*(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)*

### **10:30 - 12:00 - Praktická měření v laboratořích** (posluchači po 2 skupinách)

*(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)*

**Skupina 1** absolvuje praktikum III (*chemie klastrů, Dr. J. Fedor*).

**Skupina 2** absolvuje praktikum IV (*příprava nanočástic stříbra, L. Šimaňok*).

### **12:15-13:15 - Oběd** (v restauraci LAPÁK v areálu Ládví, 5 minut chůze od ústavu)

### **13:30-14:30 - Přednáška**

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

*(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)*

### **14:45-16:15 - Praktická měření v laboratořích** (posluchači po 2 skupinách)

*(Rozvedení studentů do laboratoří zajišťuje K. Stejskalová)*

**Skupina 1** absolvuje praktikum IV (*příprava nanočástic stříbra*).

**Skupina 2** absolvuje praktikum III (*chemie klastrů*).

### **16:15- Diskuse k druhému dni školy, představení programu třetího dne školy**

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



**Středa 17.8. 2016**

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

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

**9:00-10:15 - Přednáška**

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

*(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)*

**10:15-11:15 Přednáška**

**Ing. Jan Přeč: Zeolity – vroucí kameny**

*(posluchárna Rudolfa Brdičky v přízemí)*

**11:30-12:30 - Oběd**

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

**12:45-14:30 Ukázka workshopů na různá fyzikálně-chemická témata.**

*V učebně (m.11 v přízemí) a prostorách Galerie 4P (přízemí) zajišťují:*

*Ing. K. Stejskalová, CSc., Mgr. M. Klusáčková a L. Šimaňok.*

*Pracovní listy k úlohám obdrží posluchači školy v tištěné podobě v úvodu workshopu.*

**14:45-15:45**

*Na workshopy volně navazuje přednáška Mgr. M. Klusáčkové věnovaná chromatografii:*

**Chromatografie, královna analýz**

**16:00- 16:30 Předání certifikátů účastníkům,  
zakočení programu letní školy**

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



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

**NANO-TEACHER 2016**

(P I) BRABEC Libor	RNDr., CSc.	✉ libor.brabec@jh-inst.cas.cz
(L) FÁRNÍK Michal	Doc. Mgr., Ph. D., DSc.	✉ michal.farnik@jh-inst.cas.cz
(P III) FEDOR Juraj	Mgr., Ph.D.	✉ juraj.fedor@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) 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 II) TARÁBKOVÁ Hana	RNDr., Ph.D.	✉ hana.tarabkova@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>.*



# NANO-TEACHER 2016

## **Přednášky**

*anotace k přednáškám*

*(řazeno abecedně,  
dle příjmení přednášejících)*



## **Laserná chemie v létajících nanolaboratořích**

**Doc. 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.

*Doc. 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/>*

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

# Chromatografie - královna analýz

**Mgr. Monika Klusáčková**

*PGS studentka a odborná pracovnice v Oddělení elektrochemických materiálů,  
ÚFCHJH, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8*

## Anotace přednášky:

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.: Separální 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 MŠCH 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 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 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) poté v navazujícím projektu OV IV (2014-2015) pokračovala lektorováním nové SŠ stáže studentky Markéty Dobrovolné z BiGy Žďár n. Sázavou a nyní (2015-2016) vede stáž Michaely Ščukové (SPŠCHG z Ostravy). 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). V roce 2015 získala ocenění **Instruktor roku 2015 v projektu POSPOLU (MŠMT)**, kdy aktivně vedla odborné praxe studentů MŠCH Praha.*

*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.*

## **Zeolity – vroucí kameny**

**Ing. Jan Přečh**

*PGS student Přírodovědecké fakulty UK pracující  
v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.  
v Oddělení syntézy a katalýzy, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8*

### Anotace přednášky:

Chemie provází člověka od nepaměti, i když si to sám neuvědomuje. Dnešní svět, jak jej známe, by bez moderní chemie, ale ani bez alchymistického bádání, které moderní chemii předcházelo, nemohl existovat. První část přednášky bude věnována krátkému exkurzu do historie chemie od starověku po současnost.

Moderní velkotonážní chemické procesy jsou z valné většiny katalyzované. Katalyzátor je látka, která z reakce vystupuje v nezměněné podobě, ale ovlivní průběh reakce tak, aby reakce probíhala rychleji a efektivněji (s menším množstvím nežádoucích produktů apod.) popřípadě, aby vůbec probíhala. Objevy katalyzátorů pro důležité reakce (např. pro přímou syntézu čpavku) měnily dějiny. Druhá část přednášky uvede a představí pojem katalýzy z historického i věcného pohledu.

Významnou skupinou moderních průmyslových katalyzátorů jsou zeolity. Zeolity jsou krystalické mikroporézní hlinitokřemičitany. Některé z nich jsou známé již z dob alchymistů pro své podivné chování při zahřívání. Moderní věda přinesla objevy řady dalších, čímž současná paleta zeolitů čítá 231 různých struktur a další pomalu přibývají. Přibližně desetina z nich našla praktické využití. Třetí část přednášky tedy představí, co jsou zeolity, jak vznikají a kde nacházejí své uplatnění. Přednášku uzavře ukázkou vybraných čerstvých výsledků výzkumu ve skupině prof. Jiřího Čejky z Oddělení syntézy a katalýzy.

*Ing. Jan Přečh*

*Po absolvování pražského gymnázia (Gy Nad Štolou, Praha 7) vystudoval Fakultu chemické technologie VŠCHT v Praze (obor organická technologie). V současnosti pokračuje doktorským studiem oboru fyzikální chemie na PřF Univerzity Karlovy v Praze. Jeho disertační práce jakož i další odborné práce v Oddělení syntézy a katalýzy (pod vedením prof. Jiřího Čejky) jsou zaměřeny na syntézu zeolitů, jejich charakterizaci a využití pro katalýzu řady reakcí, především selektivní oxidace. Jeho vědecká práce byla v letošním roce oceněna První cenou v chemické soutěži Ceny Jean-Marie Lehna (uděluje Francouzské vyslanectví spolu se společností Solvay). Úspěšně se zapojil do popularizačních aktivit ÚFCH JH v projektu Tři nástroje a přednáší studentům o zeolitech a katalýze. Rovněž pracuje jako lektor odborných praxí (studenti 3. ročníku MŠCH v Praze či SPŠCHG v Ostravě). Do minulých ročníků letních nanoškol se zapojoval exkursemi do laboratoří katalýzy a svou přednáškou o zeolitech.*

## ***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<sub>2</sub> - nanomateriálu přítomnosti ale i budoucnosti ?*

***Nevíte ? Nevadí !***

***Na této přednášce v úvodu letní nanoškoly 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. Posluchači 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 výstupem do ochrany životního prostředí. Kromě toho, že propaguje činnost vědců svého ústavu, se systematicky věnuje vzdělávání a popularizaci vědy. Napomáhá středoškolským i vysokoškolským studentům zajímavým 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 dosud jedinému českému nositeli Nobelovy ceny za chemii Jaroslavu Heyrovskému. V projektech AV ČR Otevřená věda (od r.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)<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 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.*





# NANO-TEACHER 2016

## Praktická měření v laboratořích

**Praktikum I** - Charakterizace zeolitických nanomateriálů rastrovacím elektronovým mikroskopem Jeol (*obor mikroskopie*)  
(L. Brabec, m. 331)

**Praktikum II** – Mikroskopie rastrovací sondou studuje nanosvět (*obor mikroskopie*)  
(H. Tarábková, m. 05 v suterénu )

**Praktikum III** - Molekuly silně zachytávající elektrony (*obor chemická fyzika*)  
(J. Fedor, m. 9 v přízemí)

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

## Praktické měření I:

### 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). Detekci 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.

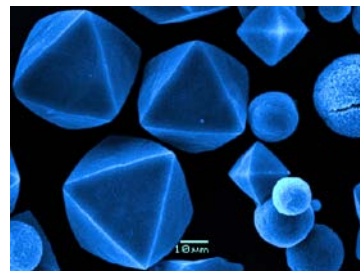
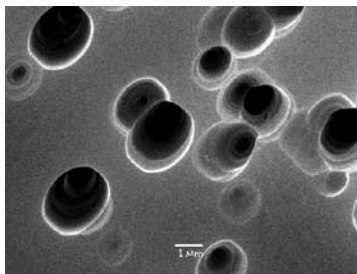
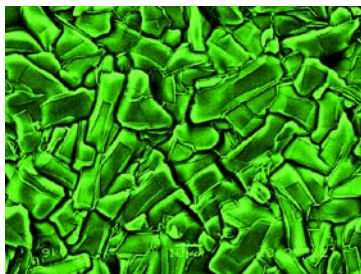
Polohu vzorku ve vakuové komoře lze měnit s přesností 0,001 mm pomocí elektromagnetických šroubů (vpředu). Vzorek lze zvenku také naklánět nebo jím otáčet.

#### \*\*Naprashování vzorků:

Kovová vrstvička je na **nevodivé vzorky** nanášena naprašovačkou BAL-TEC SCD 050 v doutnavém výboji za nízkého tlaku (argon,  $5 \times 10^{-2}$  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  $\text{Al}_2\text{O}_3$  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.



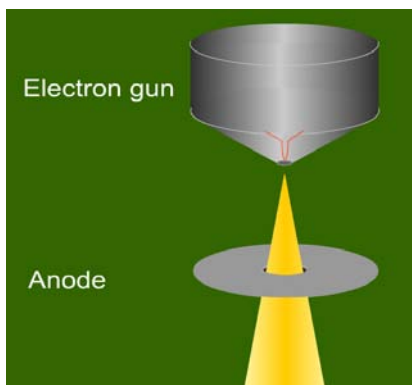


## Popis hlavních částí a dějů



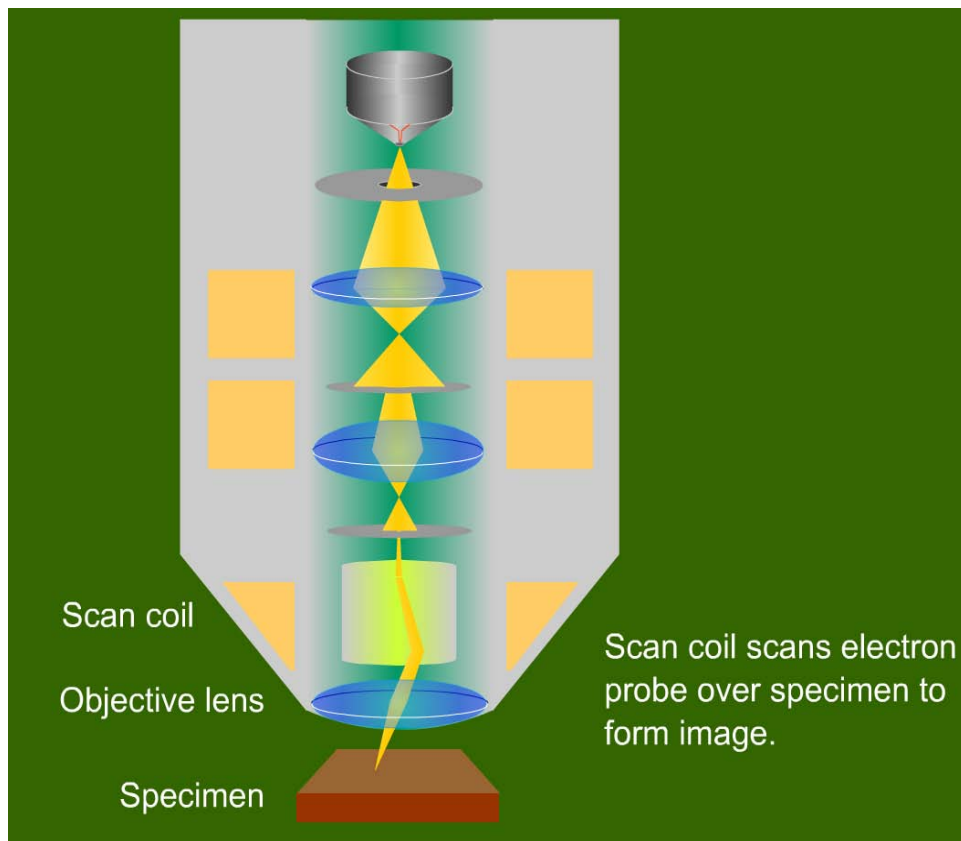
Electron gun

Wehneltův válec (kužel)



Electron gun

Anode



### ***Zdroj elektronů:***

Elektrony vylétají 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.

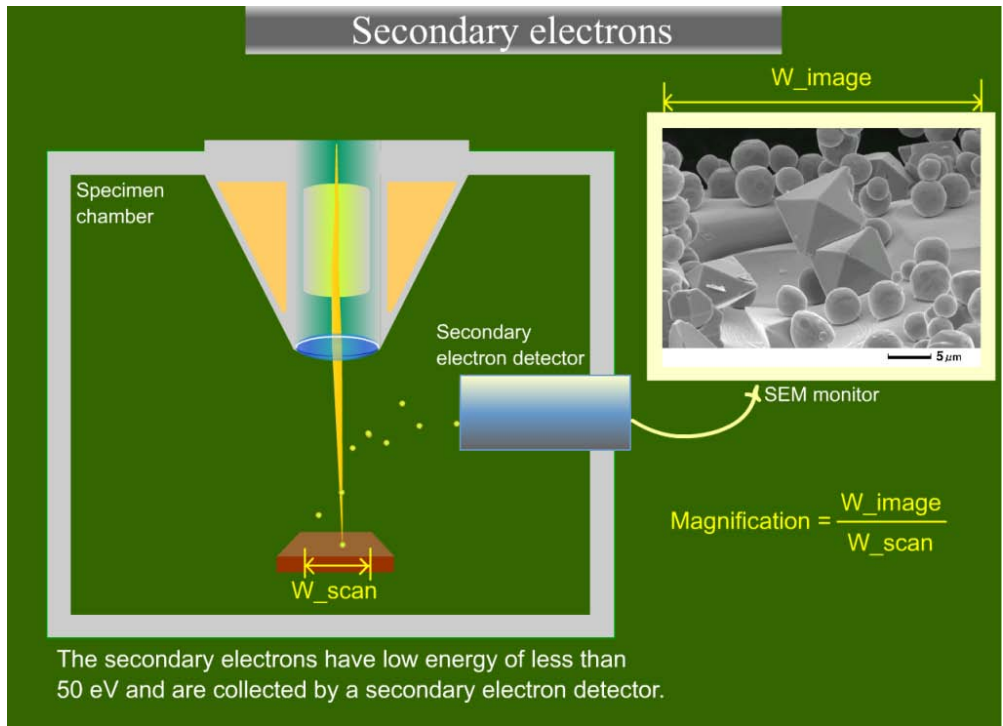
### ***Detekce odražených primárních elektronů:***

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 vyletují 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.

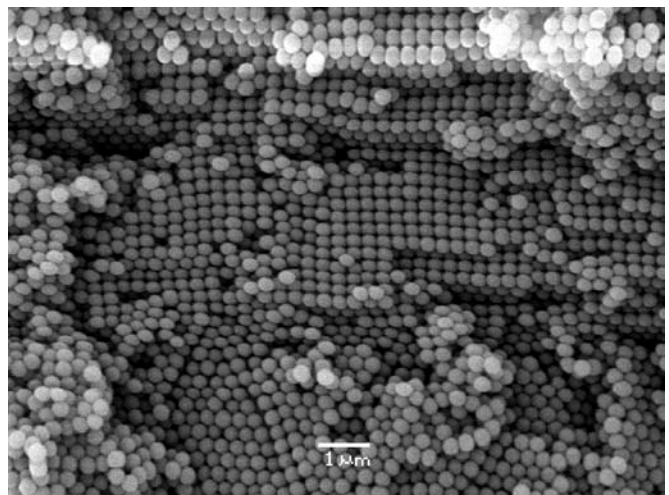
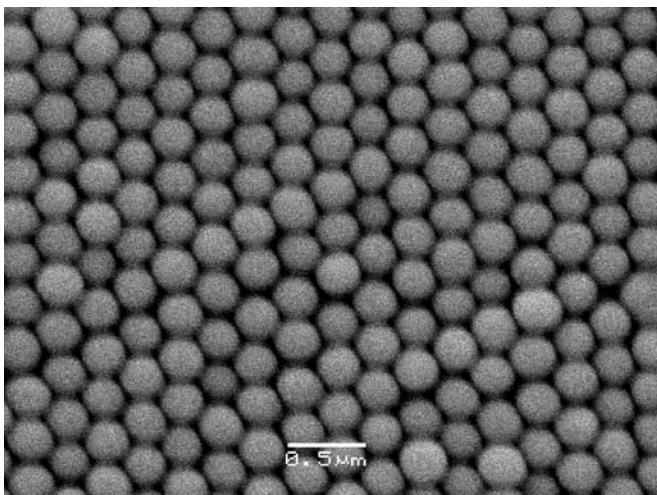


**Získaný obraz:**

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 SiO<sub>2</sub>).**

Velikost kuliček je čtvrt mikrometru (250 nm).



**Poznámky k úloze:**

## Praktické měření II:

### Mikroskopie rastrovací sondou

Oddělení elektrochemických materiálů

RNDr. Hana Tarábková, Ph.D., T.:266053966,

266052012, hana.tarabkova@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.

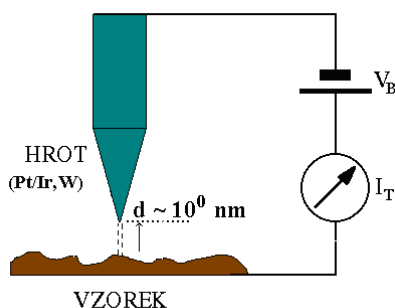
#### Krátký popis zaměření laboratoře:

Laboratoř se zabývá studiem :

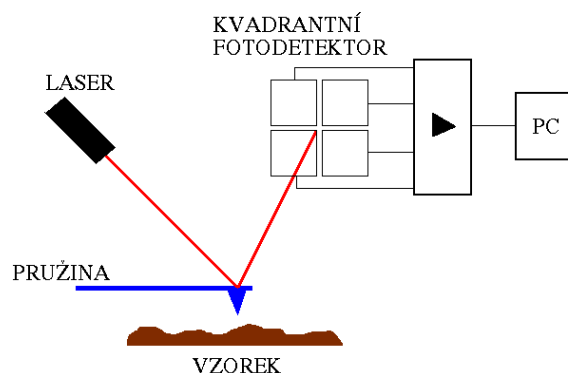
topografie a stability kovových nanočástic imobilizovaných na monokrystalických substrátech a optimalizací jejich vlastností pro použití v elektrokatalýze a senzorech.

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

vliv 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

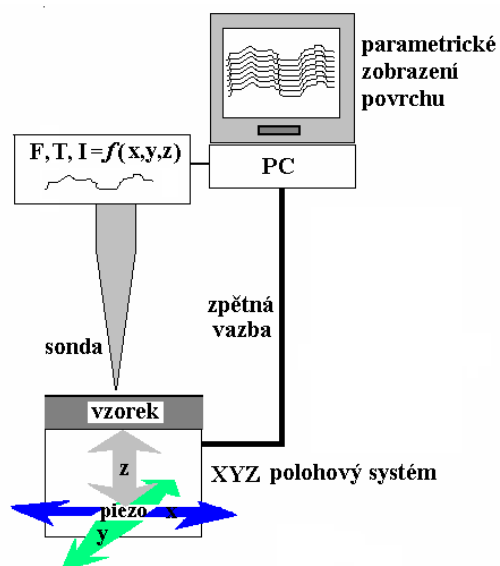
Pavel Janda

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.

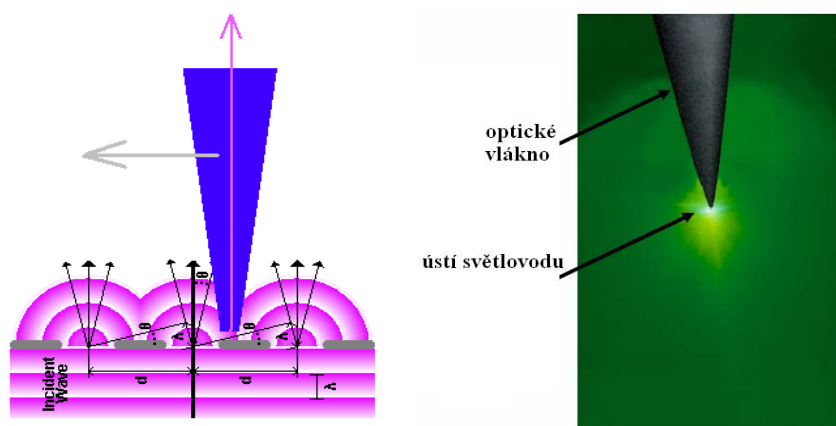
**Obr. 1: Schématické znázornění mikroskopu rastrovací sondou**



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.

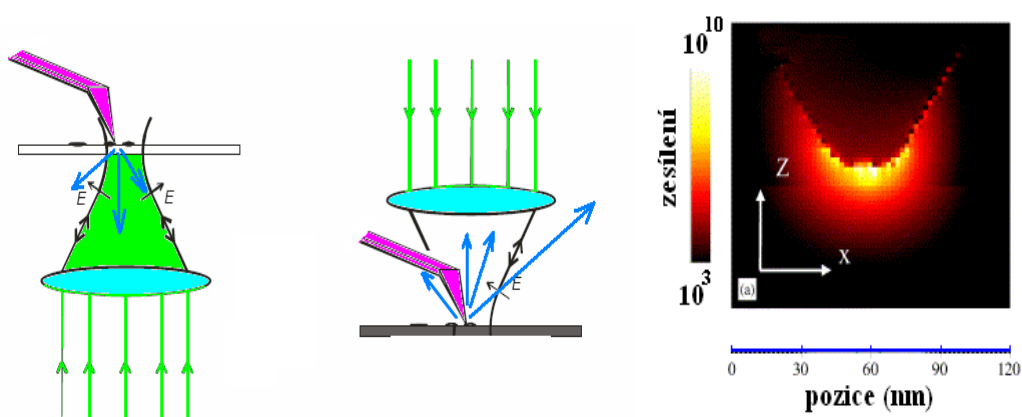
Objev optické mikroskopie blízkého pole (Near-Field Scanning Optical Microscopy and Spectroscopy, NSOM/SNOM), využívající systému mikroskopie rastrovací sondou v součinnosti s optikou blízkého pole (obr. 2) umožnil poprvé zobrazit světelným mikroskopem struktury s rozlišením téměř o dva řády větším než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

Připravil: Mgr. Juraj Fedor, Ph.D.; Oddělení chemie iontů a klastrů  
[juraj.fedor@jh-inst.cas.cz](mailto:juraj.fedor@jh-inst.cas.cz)

### **Motivace:**

V elektrárnách a rozvodových sítích vysokého napětí se běžně pracuje s elektrickým napětím v řádu desítek tisíc voltů. Když je potřeba obvod s takovým napětím rozpojit, není to možné udělat s použitím běžného vypínače: došlo by k elektrickému průrazu a proud by tekl nadále ve formě obloukového elektrického výboje. Ve výboji jsou dominantními nosiči elektrického proudu volně letící elektrony. Vysokonapěťové spínače se proto plní plynem, který silně zachycuje volné elektrony a takto zabraňuje vzniku výboje.

Za tímto účelem se používá prakticky výhradně *fluorid sírový*,  $SF_6$ . Je to inertní těžký plyn, který velmi efektivně váže pomalé, volně letící elektrony



Tento proces probíhá s velmi vysokou účinností (má vysoký tzv. účinný průřez). Díky takovému zachytávání elektronů nedojde k elektrickému průrazu a k zapálení výboje, díky tomu vysokonapěťový spínač může plnit svou funkci.

S používáním  $SF_6$  je ale spojený vážný problém: jedná se o plyn, který při případném úniku způsobuje silný skleníkový efekt. Jeho Global Warming Potential (GWP) je 23900. GWP je číslo, které určuje, jak silně jedna molekula dané látky přispívá ke globálnímu oteplování v porovnání s jednou molekulou  $CO_2$ . V EU je jeho použití zakázáno ve všech oblastech s výjimkou vysokonapěťové izolace. Není totiž znám žádný jiný plyn, který by byl tak dobrým elektrickým izolantem a zároveň měl všechny požadované vlastnosti.

### **Hledání náhrady $SF_6$**

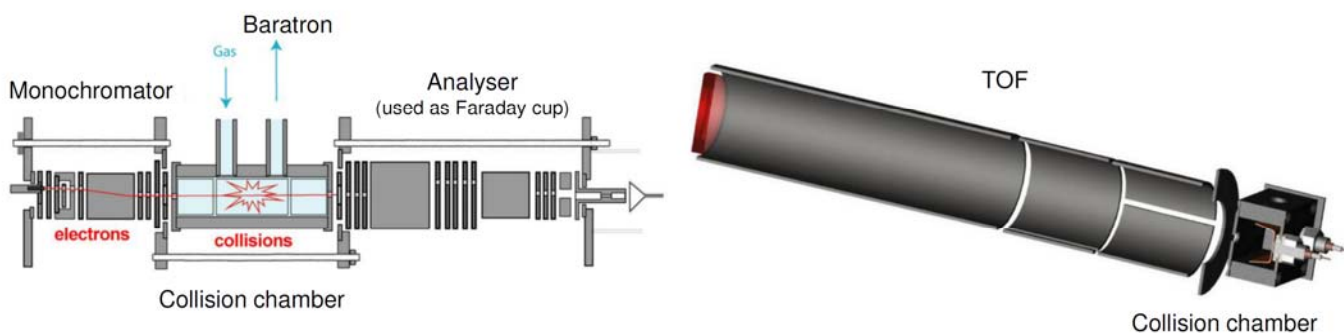
V současnosti je vytipováno několik desítek kandidátů - plynů, které by potenciálně mohly sloužit jako náhrada  $SF_6$  ve vysokonapěťových izolacích. Vesměs se jedná o nově syntetizované látky, které jsou přímo testovány, zda-li zhasí obloukový výboj. V každém případě vhodný plyn musí splňovat řadu kritérií a u převážné většiny těchto nových látek není známá většina fyzikálních vlastností, které případné splnění nebo nesplnění těchto kritérií předurčují. Nutná kritéria zahrnují například:

- Vysoký účinný průřez pro záchyt volných elektronů
- Nízký GWP
- Netoxicity, jak samotného plynu, tak rozpadových produktů, které vzniknou při zapálení případného krátkodobého výboje (přeskočení jiskry)
- Plynné skupenství i při teplotách okolo  $-40\text{ C}$ .

Naše laboratoř se ve spolupráci s jinými pracovišti a firmami věnuje charakterizaci plynů, které mohou v budoucnu  $SF_6$  nahradit. My se konkrétně věnujeme především měření první z výše uvedených vlastností – toho, jak efektivně molekuly zachytávají volné elektrony. Částečně se také dotýkáme třetího problému, když identifikujeme rozpadové produkty plynů po interakci s elektrony.

## Přístrojové vybavení:

Na měření účinných průřezů se používá spektrometr elektronového záchytu. V něm se volné elektrony vyrábějí termoemisí z rozžhaveného vlákna katody. Sérii elektrod jsou pak formovány do paprsku s přesně definovanou energií (taková série elektrod se nazývá trochoidální elektronový monochromátor). V srážkové komůrce, která je naplněná zkoumaným plynem, elektrony interagují s jeho molekulami. Některé srážky vedou k záchytu elektronu na molekuly a vytvoření záporně nabitých iontu, podobně jako v procesu (1).



Vzniklé anionty jsou analyzovány v přeletovém hmotnostním spektrometru (time-of-flight, TOF), který je umístěn kolmo na dráhu elektronového paprsku. Jedná se o krátkou trubici, do které jsou anionty vytaženy ze srážkové komůrky krátkým pulzem vysokého napětí. Čím těžší je iont, tím pomaleji doletí k detektoru. Díky tomu se ionty za dobu přeletu rozdělí podle svých hmotností. Detektor umístěný na konci přeletové trubice je přes sérii detekční elektroniky spojen s počítačem a zaznamenává časovou závislost iontového signálu. Získáme tak informaci, kolik iontů se ve srážkové komůrce vytvořilo a díky tomu můžeme kvantifikovat, nakolik je záchyt elektronů na daný plyn efektivní, tj. určit účinný průřez.

Celý experiment probíhá ve vysokém vakuu kvůli potřebě mít dobře definovaný svazek volně letících elektronů a možnosti jednotlivě detekovat (počítat) anionty.

## Praktická měření

Během praktika se budeme věnovat právě plynu  $\text{SF}_6$ . Proces (1) je sice dominantním, ale ne jediným reakčním kanálem při interakci  $\text{SF}_6$  s elektronem. Naměříme, jaké další rozpadové produkty vznikají a o kolik jsou slabší než hlavní rozpadový kanál. Ukážeme si při tom funkční princip a analýzu dat z přeletového hmotnostního spektrometru.

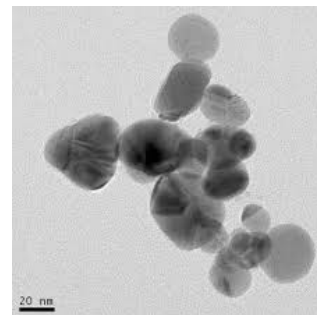


Poznámky k úloze:

## 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 – 40 min)**

**II. Příprava nanočástic Ag redukcí tetrahydridoboritanem sodným (30-35 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](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/145/9993.pdf)





# NANO-TEACHER 2016

## Workshopy

**Středa 17.8.2016, 12:45-14:30**  
**učebna 11 v přízemí a vestibul**

**Workshopy na různá fyzikálně-chemická témata.**

*Zajišťují:*

*Ing.K. Stejskalová, CSc., Mgr. M. Klusáčková a L. Šimaňok.*

*Workshop bude probíhat formou předvedení některých úloh lektorem, představení pracovních listů a diskuse k úlohám/listům. Pedagogové budou mít možnost si pomůcky k úlohám vyzkoušet.*

*(Pracovní listy k workshopům obdrží posluchači školy v tištěné podobě v úvodu workshopu).*

Na workshopy volně navazuje **přednáška Mgr. M. Klusáčkové věnovaná chromatografii (14:45-15:45)**

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 žiji*
- *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 škola NANO-TEACHER 2016 vznikla za podpory projektu  
r.č.1015 "Letní nanoškola a podzimní seminář" řešeného v programu  
Celoměstských programů podpory vzdělávání na území Hl. m. Prahy  
pro rok 2016*