

Příspěvek Fyzikálního ústavu AV ČR k výuce nanotechnologií na TUL

Kristína Ganzerová

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, v. v. i.

<http://www.fzu.cz/index.php>



Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. (FZÚ)

V letech 2005–2013 je výzkum ve FZÚ zaměřen především na řešení pěti výzkumných záměrů, z nichž tři jsou zaměřeny do určité míry na nanotechnologie. Cíle těchto záměrů zaměřených na nanotechnologie jsou následující:

„Specifické jevy v kondenzovaných systémech se sníženou prostorovou dimenzí a narušenou symetrií“

Fyzikální vlastnosti a příprava nanostruktur, povrchů a tenkých vrstev

Vlnové a částicové šíření světla, optické materiály a technologie

Projekty v oblasti nanotechnologií

Projekty programu „Nanotechnologie pro společnost“	7 x
Projekt programu MŠMT „Centra základního výzkumu“	1 x
Projekty GA AV ČR	14 x
Projekty GA ČR	6 x
Projekty EU, COST, CONTACT	7 x
Spolupráce na různých typech nano-projektů	12 x

Počet expertů pro oblast nanotechnologií a nanofyziky 24

Přednášky pro TU v Liberci

Studijní program: Nanotechnologie

Studijní obor: Nanomateriály

(organizuje prof. J. Šedlbauer, FP TU v Liberci)

FZÚ AV ČR, v. v. i.:

Kapitoly z nano-elektroniky (12 přednášek, koordinuje E. Hulicius)

Příprava polovodičových nanostruktur (E. Hulicius)

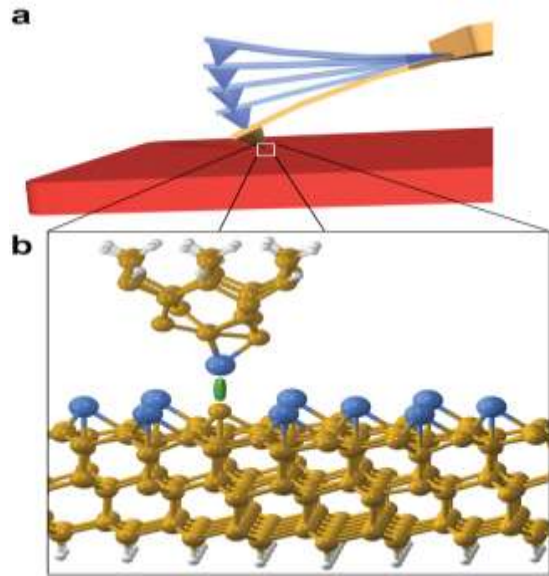
Optické vlastnosti polovodičů (J. Oswald)

Metody charakterizace nanomateriálů (A. Fejfar, část laboratorních prací)

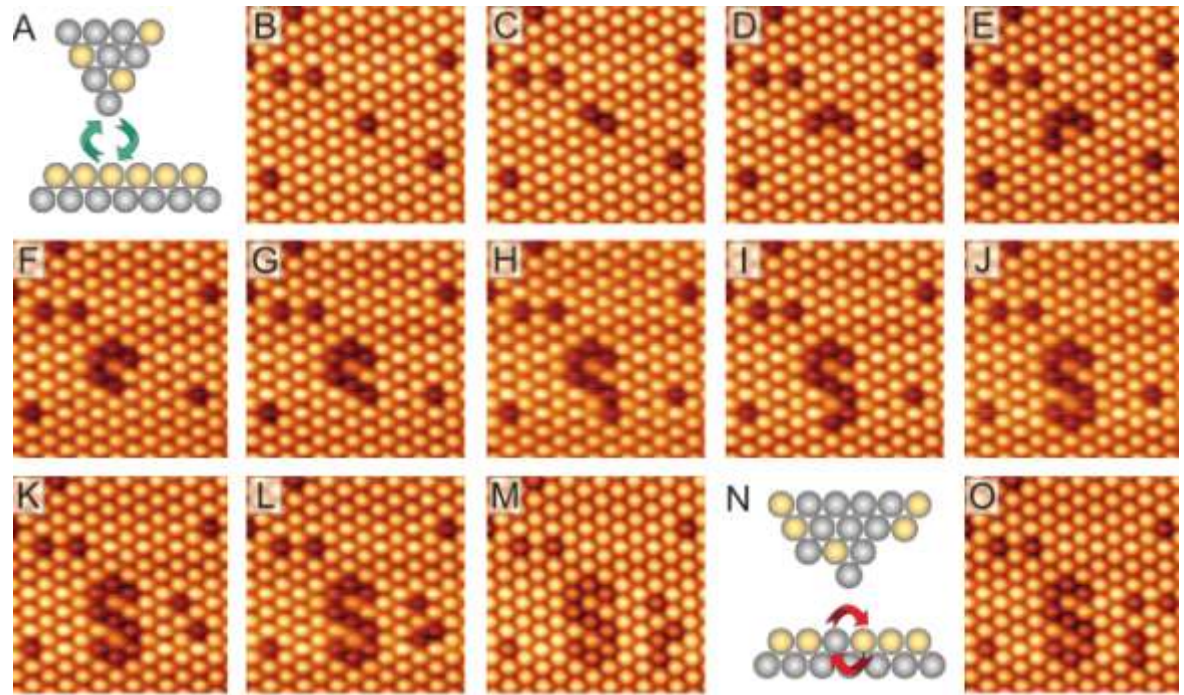
Možnost bakalářských, diplomových (disertačních) prací ve FZÚ

Kapitoly z nano-elektroniky: Semestrálka – 2 x 2 hod; zkouška na základě semestrální práce, její prezentace a obhajoby

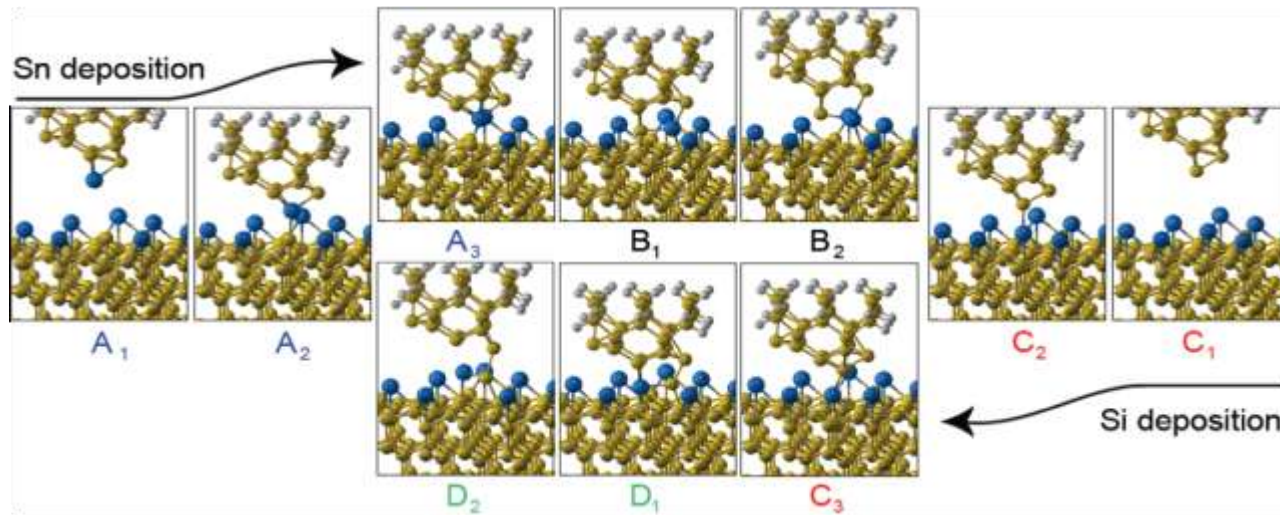
- 1. Úvod do teorie a transport v nanostrukturách** - Pavel Středa, Ing., DrSc.
- 2. Role povrchů a rozhraní v nanostrukturách a Počítačové simulace nanosystémů** Vladimír Cháb, Ing., CSc. a Pavel Jelínek, Ing. Ph.D.
- 3. Mikroskopová nanocharakterizace (STM, AFM), nanomanipulace, nanolitografie** - Antonín Fejfar, RNDr., CSc.
- 4. Optické vlastnosti nanomateriálů a Ramanova spektroskopie a její aplikace na nanostruktury**- Jiří Oswald, Ing., CSc. a Ivan Gregora, Ing., CSc.
- 5. Technologie přípravy nanostruktur, heterostruktury z $A^{III}B^V$ materiálů (kvantové jámy a tečky)** - Eduard Hulicius, doc., Ing., CSc.
- 6. Spinotronika** - Tomáš Jungwirth, Prof., PhD.
- 7. Příprava a vlastnosti vybraných nanomateriálů**
 - a) Nanokrystalický křemík, příprava a charakterizace** - Jan Kočka, RNDr., DrSc.
 - b) Uhlíkové grafenové struktury, příprava, vlastnosti,** - Ludvík Smrčka, Ing., DrSc.
 - c) Dielektrika s nanoskopickým uspořádáním** - Stanislav Kamba, RNDr., CSc.
 - d) Diamantové a nanodiamantové tenké vrstvy pro biosensory a MEMS** – A. Kromka, Dr.



AFM: Schopnost detekce jednotlivých atomů na povrchu pevné látky - interakce chemické vazby: atom hrotu – povrch.



Průběh atomárního zápisu jednotlivých atomů křemíku (tmavá kolečka) na povrchu cínu (světlá kolečka).



Výsledek počítačových simulací znázorňující vývoj atomární struktury během depozice křemíku (vpravo) nebo cínu (vlevo) na povrch pevné látky.

Eduard Hulicius, doc., Ing., CSc.

Příprava polovodičových nanostruktur *samostatná semestrální přednáška*
Technologie přípravy nanostruktur *přednáška v Kapitolách*

heterostrukturny z $A^{III}B^V$ materiálů (kvantové jámy a tečky) - příprava, vlastnosti, aplikace

Jiří Oswald, Ing. CSc.

Optické vlastnosti polovodičů *samostatná semestrální přednáška*

Vybrané publikace FZÚ týkající se pouze kvantových teček z 2006-2008

[1] V.Křápek, K.Kuldová, J.Oswald, A.Hospodková, E.Hulicius, J.Humlíček, Elongation of InAs/GaAs quantum dots from magnetophotoluminescence measurements, **Appl. Phys. Lett.** **89** (2006), 153108

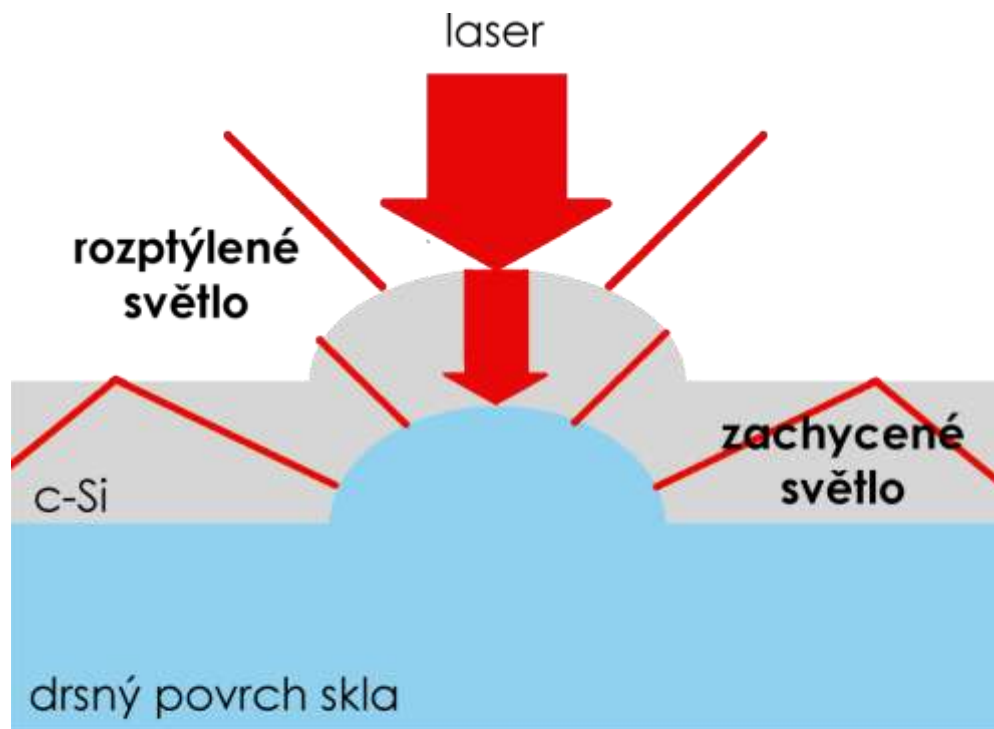
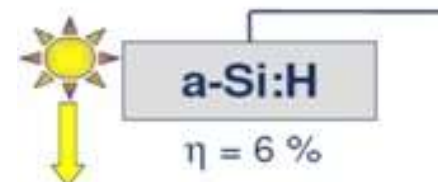
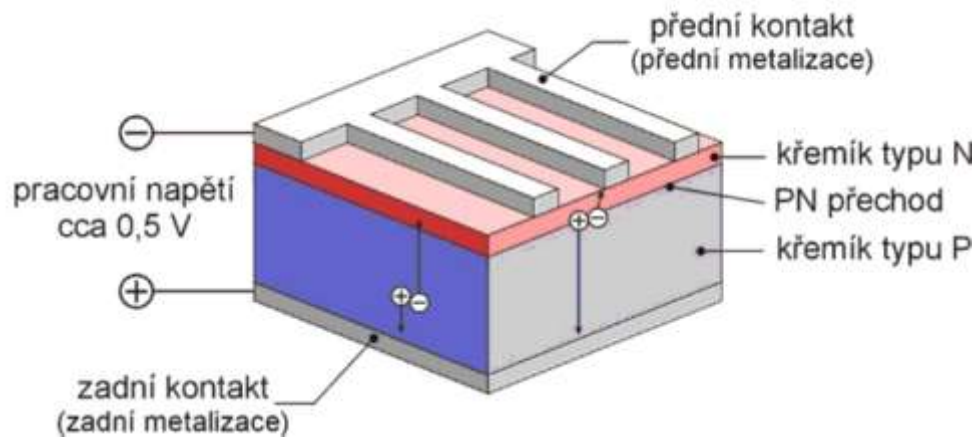
[2] P.Hazdra, J.Voves, E.Hulicius, J.Pangrác, and Z.Šourek, Ultrathin InAs and Modulated InGaAs Layers in GaAs Grown by MOVPE Studied by Photomodulated Reflectance Spectroscopy, **Appl. Surf. Science** **253** (1) (2006) 85-89

[3] K.Kuldova; V.Krapek, A.Hospodkova, O.Bonaventurova-Zrzavecka, J.Oswald, E.Hulicius, J.Humlíček, Photoluminescence and magnetophotoluminescence of circular and elliptical InAs/GaAs quantum dots, **Mater. Sci. Eng. C** **26**, (2006) 983-986

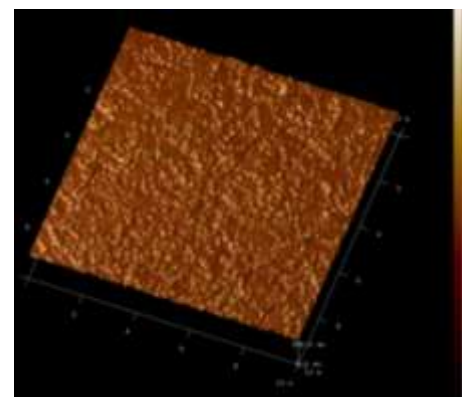
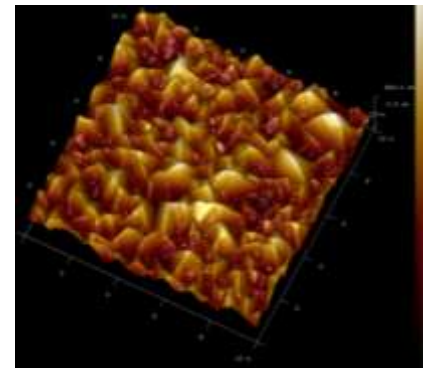
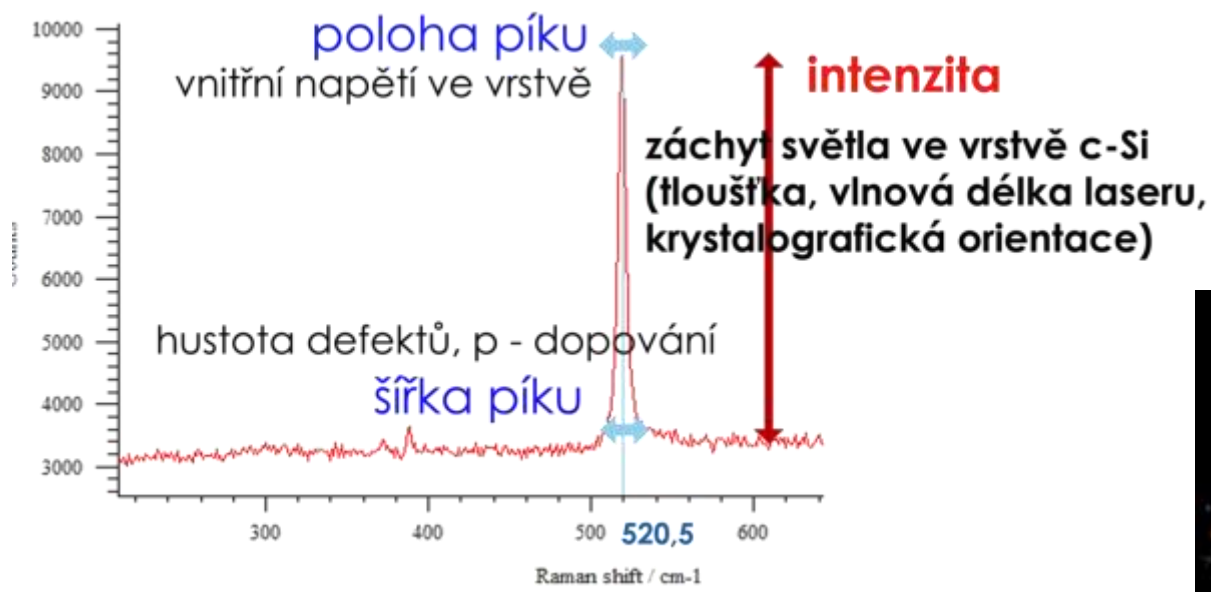
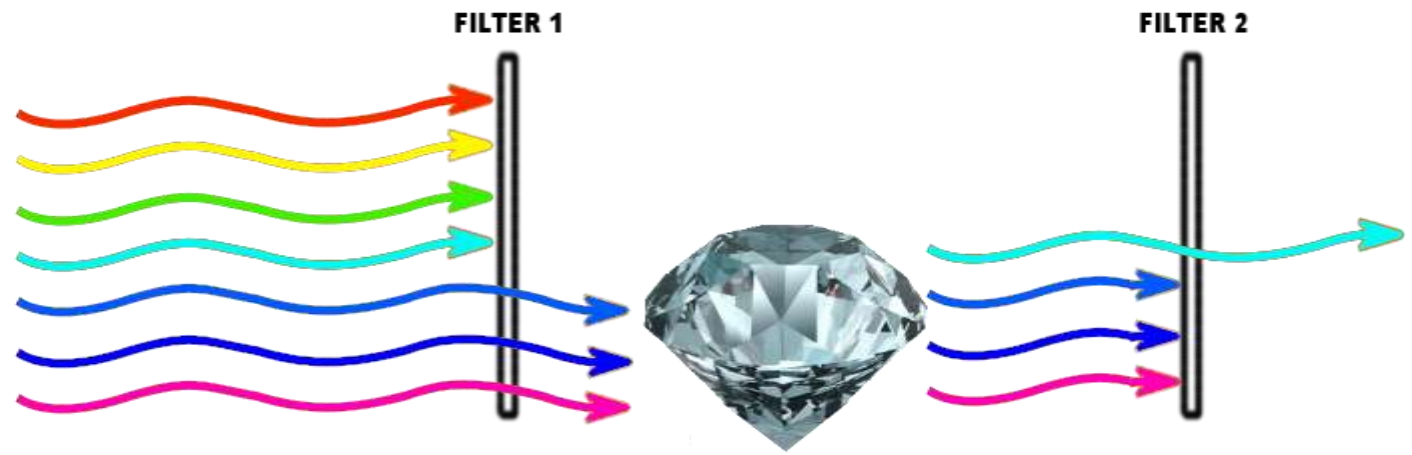
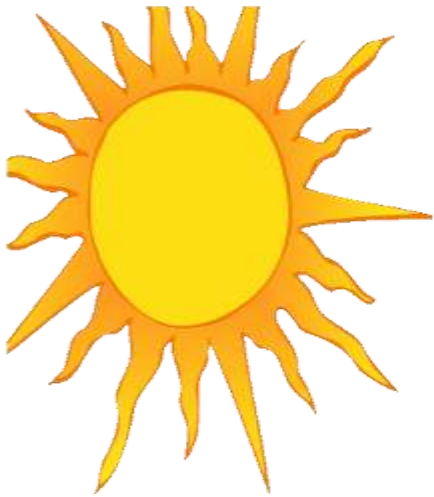
[4] A.Hospodková, V.Křápek, K.Kuldová, J.Humlíček, E.Hulicius, J.Oswald, J.Pangrác, J.Zeman, Photoluminescence and magnetophotoluminescence of vertically stacked InAs/GaAs quantum dot structures, **Physica E** **36** (2007) 106-113

[5] A.Hospodková, E.Hulicius, J.Oswald, J.Pangrác, T.Mates, K.Kuldová, K.Melichar, and T.Šimeček, Properties of MOVPE InAs/GaAs quantum dots overgrown by InGaAs, **J. Cryst. Growth**, **298** (2007), 582-585

- [6] A.Hospodková, V.Křápek, T.Mates, K.Kuldová, J.Pangrác, E.Hulicius, J.Oswald, K.Melichar, J.Humlíček, T.Šimeček, Lateral shape of InAs/GaAs quantum dots in vertically correlated structures, **J. Cryst. Growth**, 298 (2007) 570-573
- [7] J. Walachová, J. Zelinka, V. Malina, and J. Vaniš, F. Šroubek, J. Pangrác, K. Melichar, and E. Hulicius, Study of InAs quantum dots in AlGaAs/GaAs heterostructure by ballistic electron emission microscopy/spectroscopy, **Appl. Phys. Lett.** 91 (2007) 042110
- [8] J. Walachová, J. Zelinka, V. Malina, and J. Vaniš, F. Šroubek, J. Pangrác, K. Melichar, and E. Hulicius, Ballistic electron emission spectroscopy/microscopy of self-assembled InAs quantum dots of different sizes embedded in GaAs/AlGaAs heterostructure, **Appl. Phys. Lett.** 92 1 (2008) 012101-1
- [9] P. Hazdra, J. Oswald, M. Atef, K. Kuldová, A. Hospodková, E. Hulicius, and J. Pangrác, InAs/GaAs quantum dot structures covered by InGaAs strain reducing layer characterized by photomodulated reflectance, **Mat. Sci. Eng. B** 147 (2008) 175-178
- [10] P. Hazdra, J. Voves, J. Oswald, K. Kuldová, A. Hospodková, E. Hulicius and J. Pangrác, Optical characterisation of MOVPE grown vertically correlated InAs/GaAs quantum dots, **Microelectronics Journal** 39 (2008) 1070-1074
- [11] E.Hulicius. J.Oswald, J.Pangrác, J.Vyskocil, A.Hospodková, K.Kuldová, K.Melichar, and T.Šimeček, Growth and properties of InAs/ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ /GaAs quantum dot structures, **J. Cryst. Growth**, 310 (2008) 2229-2233
- [12] A. Hospodková, J. Pangrác, J. Oswald, E. Hulicius, K. Kuldová, J. Vyskočil, K. Melichar, and T. Šimeček, Influence of capping layer on the properties of MOVPE grown InAs/GaAs quantum dots, **J. Cryst. Growth**, 310 (2008) 5081-5084



záchyt světla ve vrstvě křemíku



Děkuji za pozornost

a prosím o dotazy