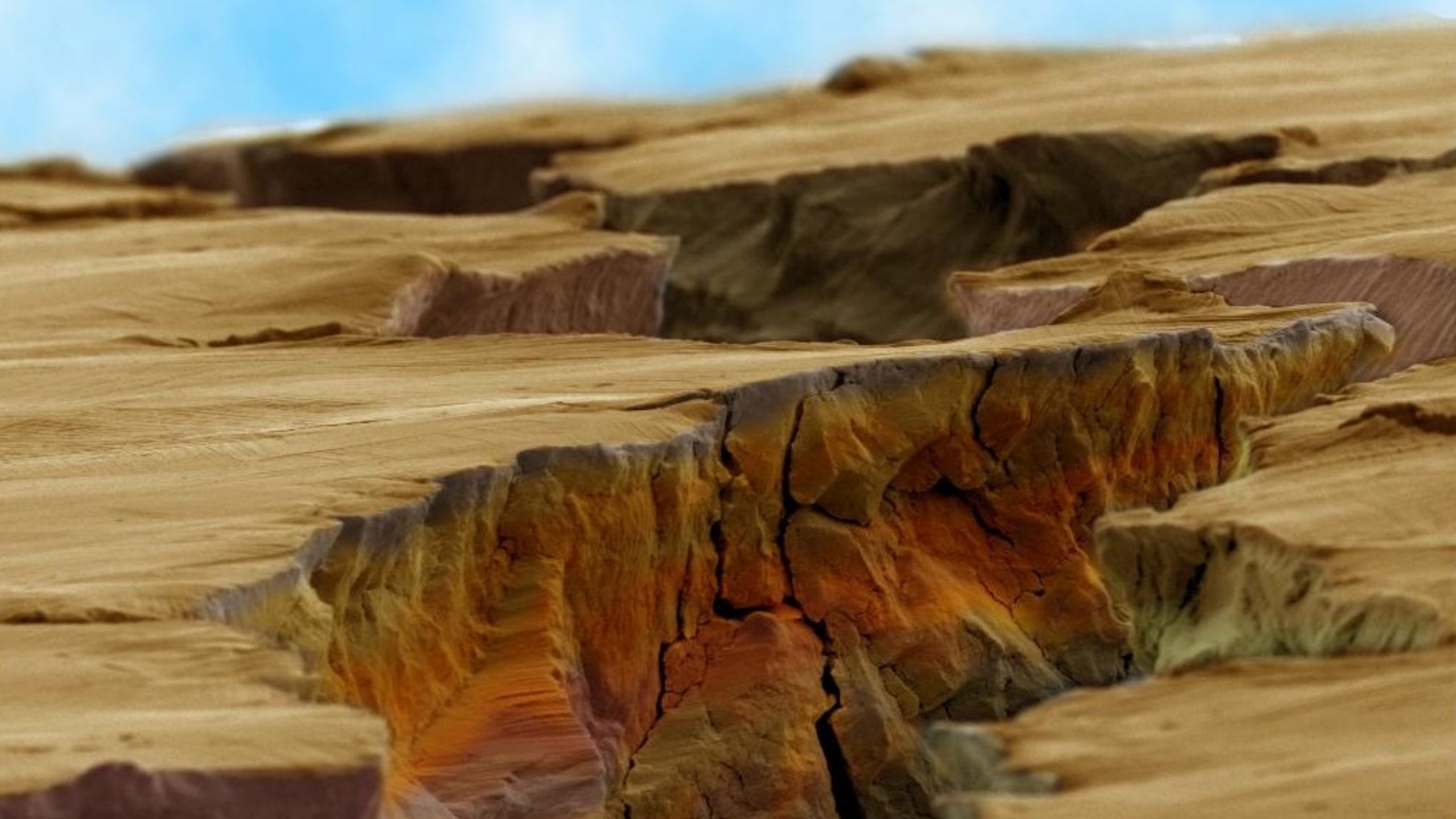


ThermoFisher
S C I E N T I F I C

Fyzika ve Firmě

Jiří Očadlík
Viceprezident a General Manager Brno
20.3.2017



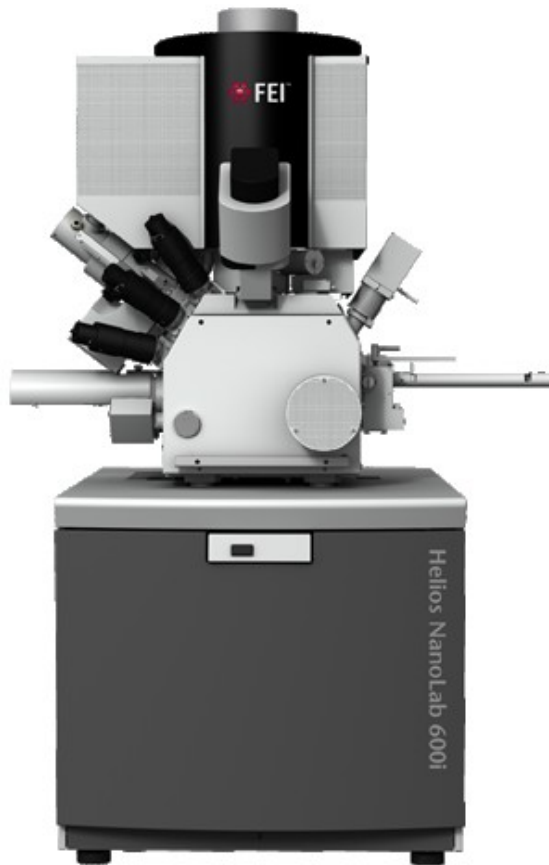
Kdo jsme?

- Jsme největší dodavatel pro vědu na světě - 55000 lidí, 18 mld USD
- Jsme největším dodavatelem elektronově a iontově optických zařízení pro širokou škálu výzkumných a vývojových laboratoří i průmyslových podniků.
- V divizi Materials And Structural Analysis (MSD, dříve FEI) máme přes 3300 zaměstnanců z toho v Brně přes 750 včetně 50 studentů
- Prodej a servis našich přístrojů zajišťujeme ve více než 50 zemích po celém světě.
- Z Brna - největší továrny na elektronové mikroskopy na světě - dodáváme asi čtvrtinu (25%) celosvětového obchodu s elektronovými mikroskopy

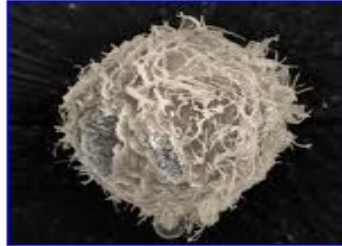


Vize kam jdeme

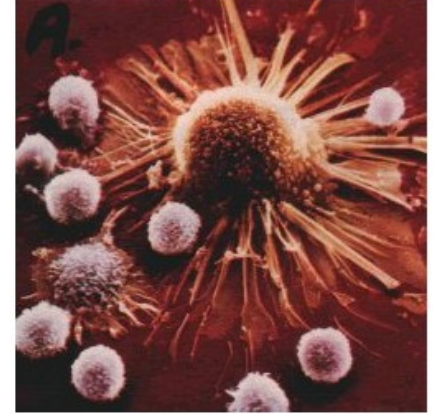
- Budoucnost ?
- Svět bez
 - Rakoviny



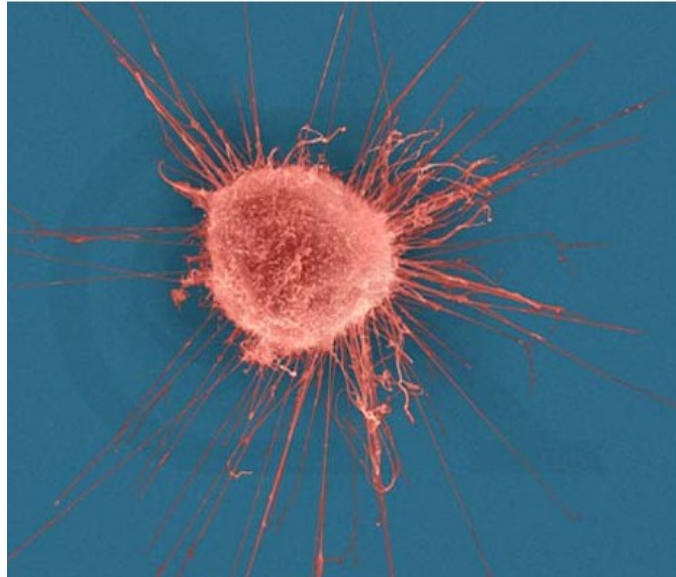
Prostate cancer cell



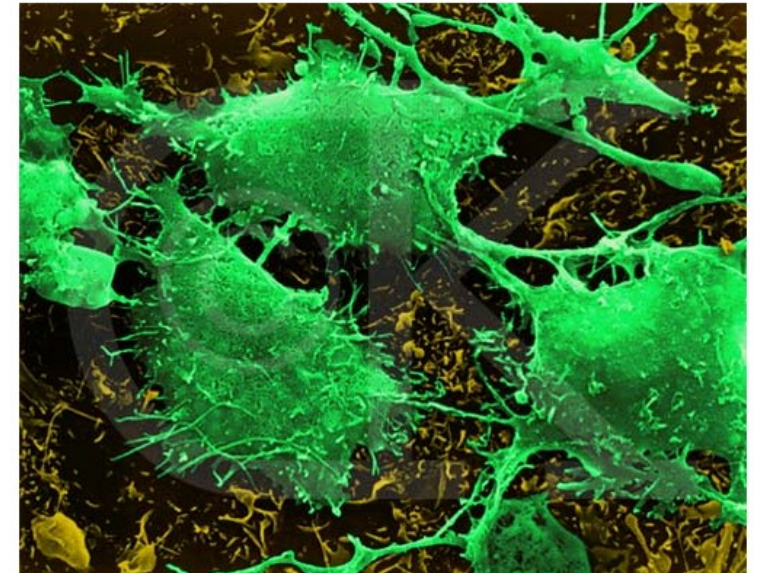
Cancer cell being attacked by the immune system



Breast Cancer Cell

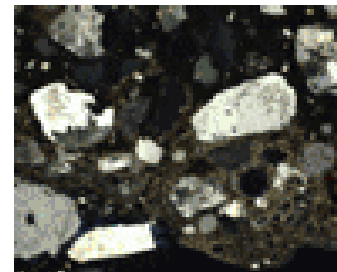
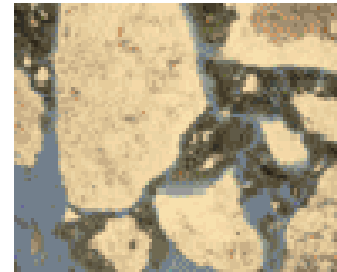


Brain Cancer Cell



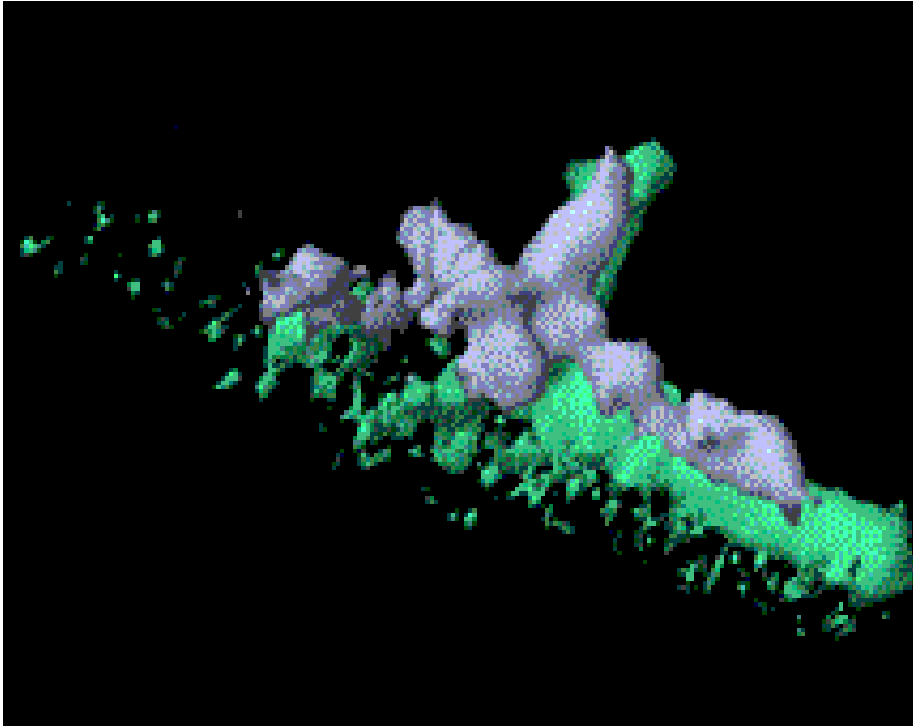
Vize kam jdeme

- Budoucnost ?
- Svět bez...
 - Nedostatku energie



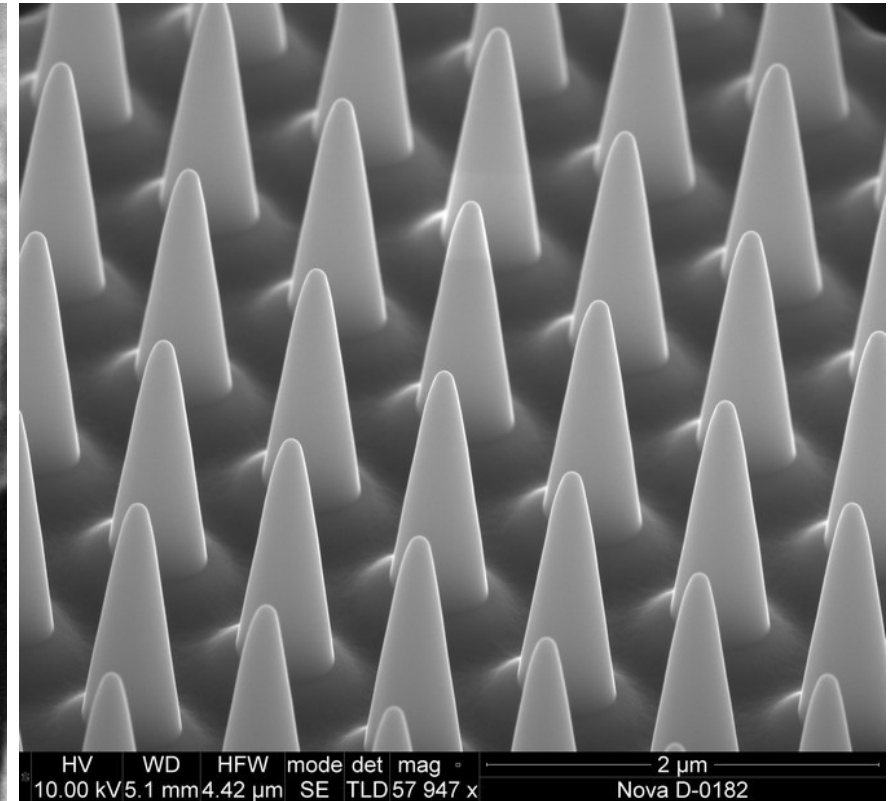
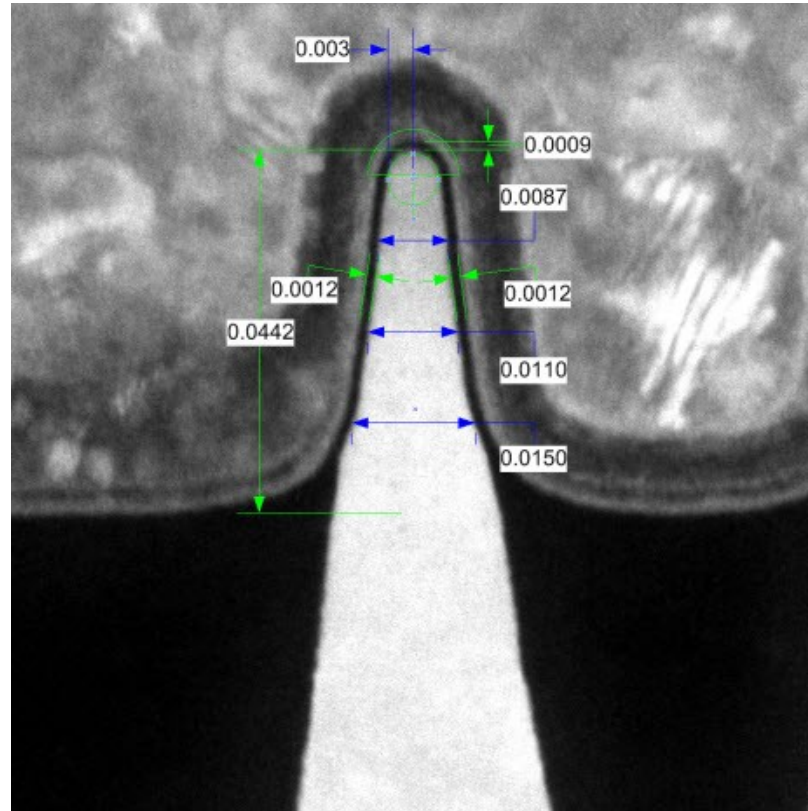
Vize kam jdeme

- Budoucnost?
- Svět s výzkumem
 - v ohromném tempu
 - výzkumnými daty sdílenými po celém světě
 - porozumění jak fungují molekuly



Vize kam jdeme

- A již dnes....
- Elektronika v našich rukách
 - Internet
 - Mobile communication
 - Zábava



- **Fyzika** (Wikipedie) je přírodní věda, která zahrnuje studium hmoty a její pohyb v časoprostoru, spolu s příbuznými pojmy, jako je energie a síly. V širším měřítku, je to obecná analýza přírody, vedená s cílem pochopit, jak se vesmír chová.
- potřebujeme fyziky, aby pochopili nano-vesmír a nacházeli nová a neznámá:
 - technická a technologická řešení
 - ve výzkumu, vývoji, inženýrství, aplikacích
- kvalitním a výkonné produkty, k zákaznické spokojenosti s produkty
- Zkrátka bez fyziků to nejde a nepůjde!
- Takže snad studujete ten pravý obor 😊.

- **Fyzikové nacházejí uplatnění jako**
 - Výrobní inženýr - řeší technická řešení v okruhu vyrobitelnosti, jakosti, opakovatelnosti
 - Vývojový inženýr – hledá nová řešení a jejich uplatnění v produktech
 - Systémový inženýr – hledá způsoby fungování celých systémů, jejich vzájemnou vazbu
 - Projektový manažer – řídí projekty
 - Produktový manažer – řídí výrobky, jejich životní cyklus, vlastnosti
 - Aplikační inženýr – nachází a zkoumá zákaznické aplikace přístrojů a efektivní využití produktů
 - Leader – vedoucí na všech stupních – fyziky jsou řady předních pracovníků, ředitelů a VP.
- **Práce v týmu – klíč k dosahování výsledů - spolupráce**
- **Komunikace – jak se umíte vyjadřovat, působit na ostatní a přizpůsobovat**
- **Řídící schopnosti, schopnost ovlivnit svět kolem sebe**
- **Jazyky**
- **Přizpůsobivost, pružnost**
- **Chtění dále růst, být lepším, poznat nové**

- V průmyslu pracuje mnohem víc fyziků než na školách a v ústavech
- Rozdíl mezi fyzikou v průmyslu a v institucích:
 - Je v poměru počtu fyziků, kteří se zabývají výzkumem, a kteří se zabývají vývojem
 - Je v rychlosti realizace výsledků

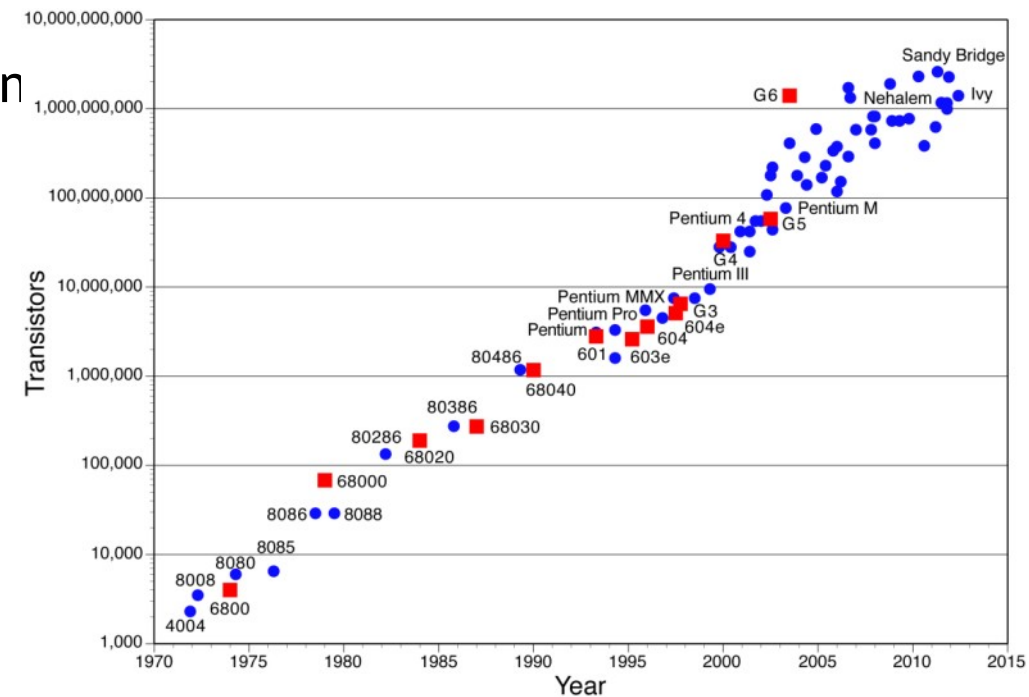


Výzkum

Vývoj

Příklad aplikace fyziky v průmyslu - Moore's law

- Jeden z nejvýznamnějších fenoménů dnešní doby je miniaturizace elektronických obvodů a digitalizace
- Od samotného vynálezu tranzistoru je převážně řízen a realizován fyzikou v průmyslu
- Trend vyjádřen Mooreovým zákonem:
 - Každých 18 -24 měsíců se zdvojnásobuje výpočetní výkon čipů
 - Za poloviční cenu
 - Při zachování příkonu



- Mooreův zákon pomáhá realizovat v každém okamžiku stovky a tisíce fyziků v různých oborech zabývajících se materiály, nanostrukturami, výrobními a diagnostickými přístroji
- FEI má mimo jiné vedoucí roli ve vývoji přístrojů pro diagnostiku nanoelektronických struktur
 - Každé 3 až 4 roky musíme být schopni rozlišit dvakrát menší struktury
 - Musíme adekvátně zrychlovat analýzu vzorků tak, aby přes narůstající počet technologických kroků a testů se nezvyšovaly náklady na čip a váš telefon nebo počítač tak nebyl dražší

Titan Family – Téma 1



Titan 80-300



Titan³ 80-300

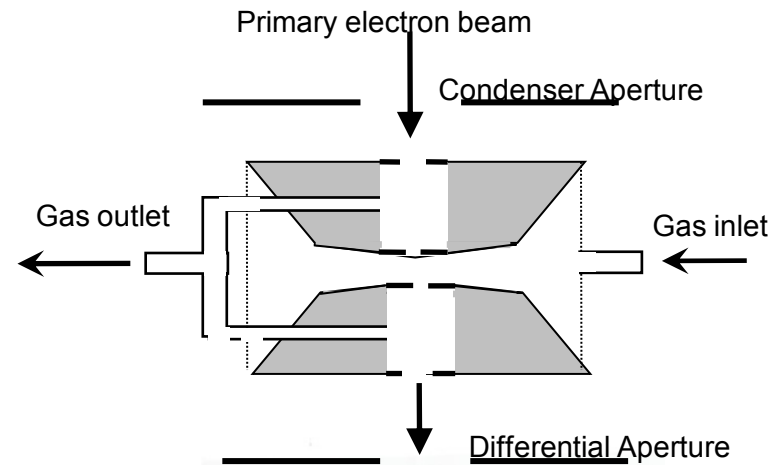
Titan ETEM technologie a hardware prvky

Řídící jednotka plynů s ventily pro udržování přesného tlaku plynů a jejich směsi



+

E-cell s diferenciálně čerpanými aperturami a dalšími bezolejovými pumpami



+

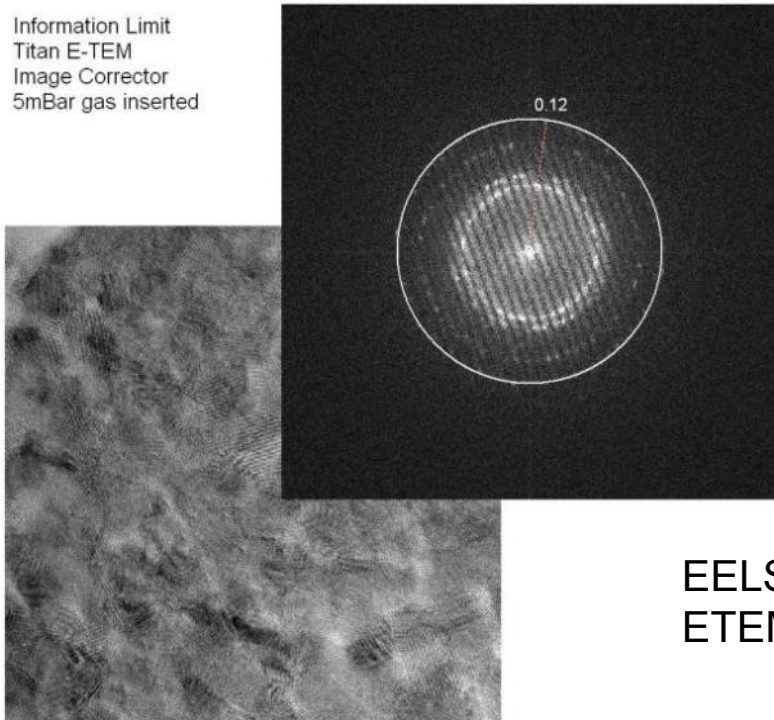
Hmotový spektrometr pro stanovení složení plynu



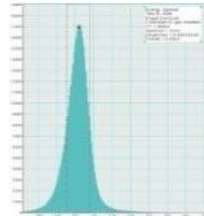
Titan ETEM vlastnosti v různých modech

Young proužky experiment
při 5mbar tlaku

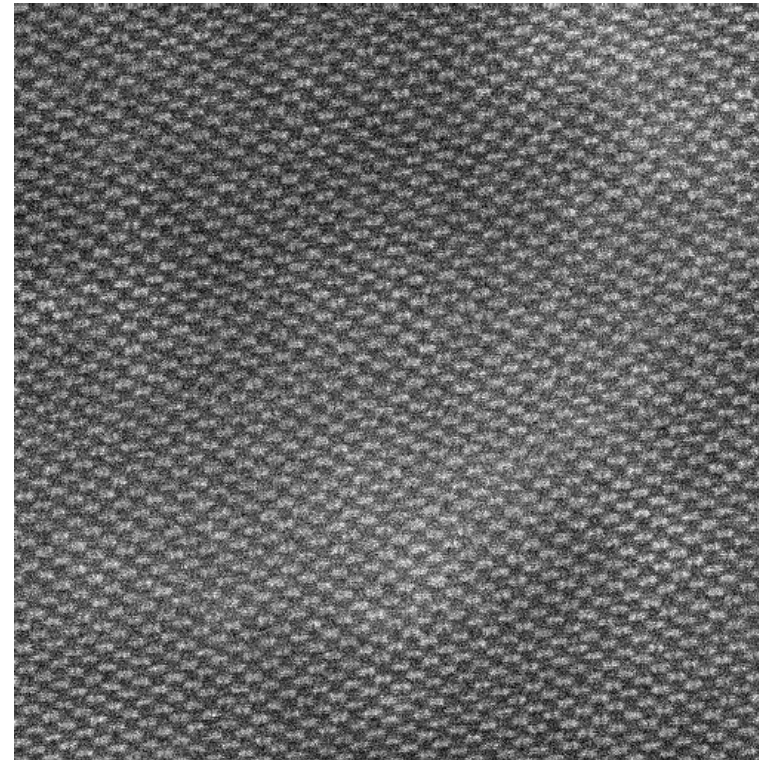
Information Limit
Titan E-TEM
Image Corrector
5mBar gas inserted



EELS zero-loss peak in
ETEM mode

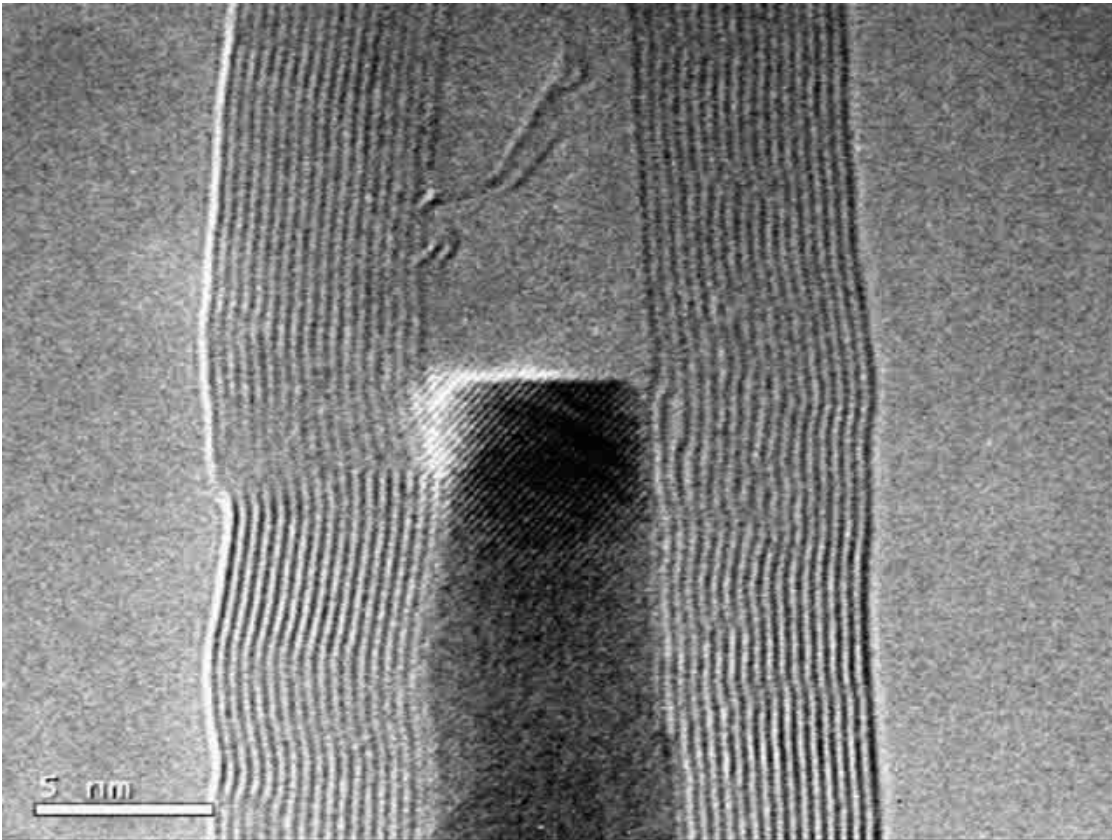


HR-STEM image of Si110
in ETEM mode



Kam se ubíráme...?

In situ experimenty – dolů k atomům
Vyhřívání a páry

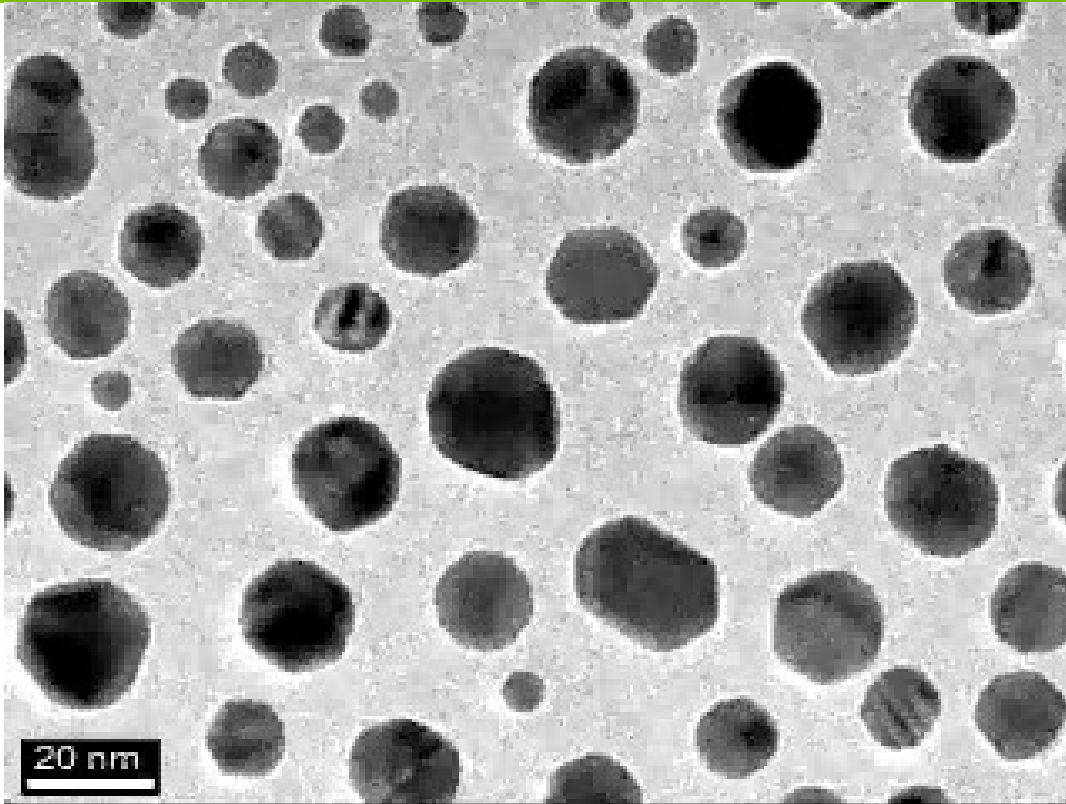


MWNT from a FeCo crystal

In situ nukleace uhlíkových nanotrubic injekcí uhlíkových atomů do kovových částic.
by J.A. Rodriguez-Manzo et al. *nature nanotechnology*

In situ experimenty – dolů k atomům

Vyhřívání + páry (+ korektory)

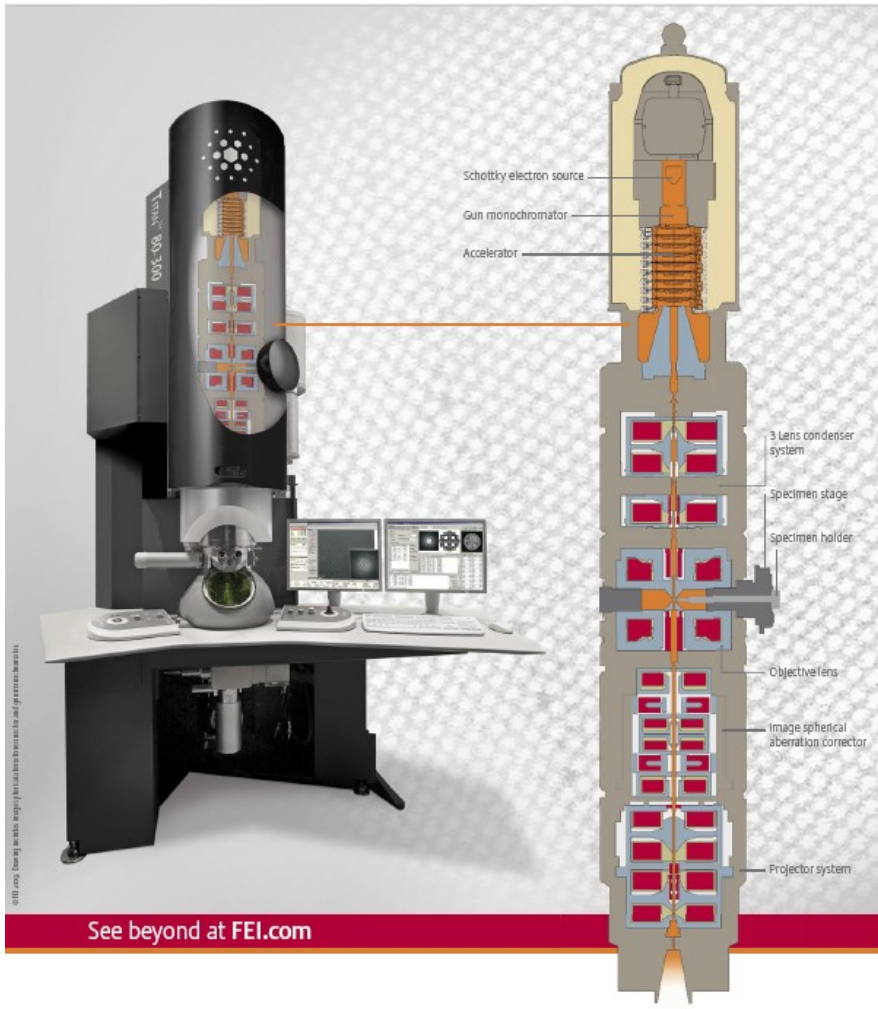


Hofmann et al (2008) Nature Materials 7(5)

Au katalytické krystaly na SiOx membráně, vystavené Si_2H_6 parám při $T = 590$ C. Při tavení se tvoří tekutá slitina Au- Si před nukleací Si a rostou nanvlákna



Titan™ 80-300

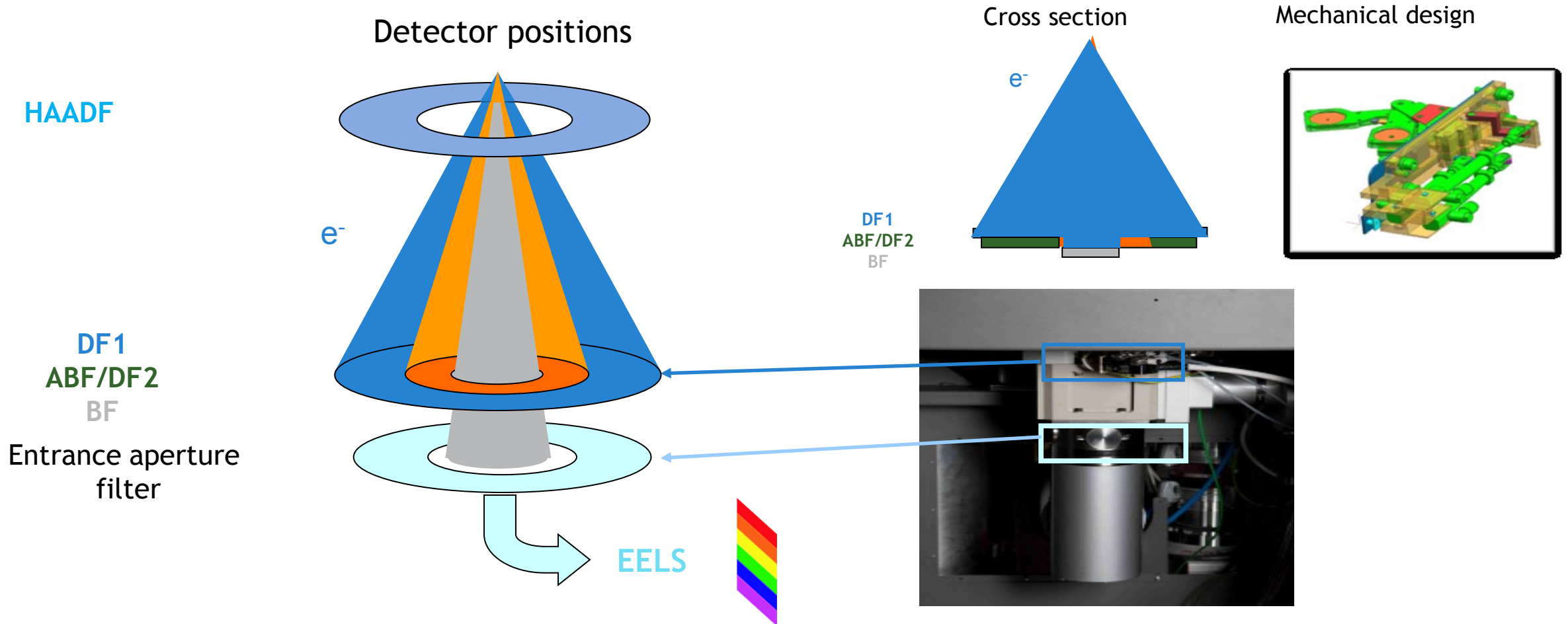


Výsledky nových aplikací na Titan G2

Sorin Lazar Bert Freitag 2010

Trojité detektor HR/ABF/HAADF

Výhody nového FEI trojtého On-axis BF/DF1/DF2 detektoru
Poloha a geometrie více detektorů STEM na Titan G2



- Optimalizováno pro současnou akvizici BF/ABF/ADF/HAADF obrazů
- Optimalizovaná geometrie pro současnou akvizici ADF/HAADF/EELS signálů

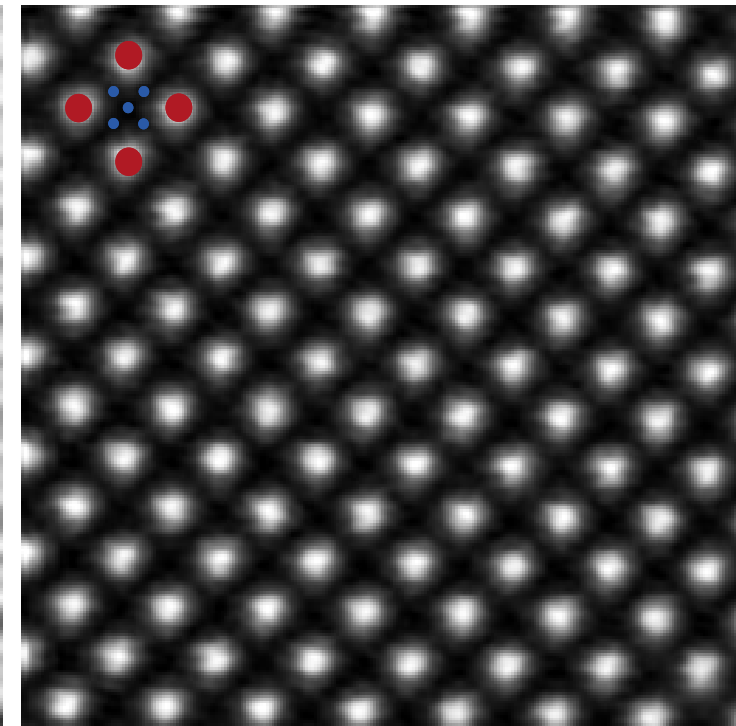
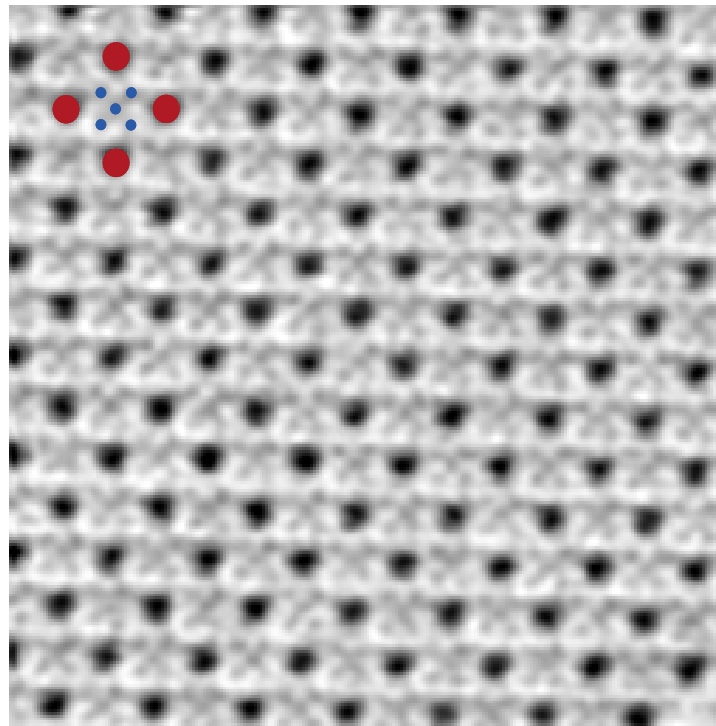
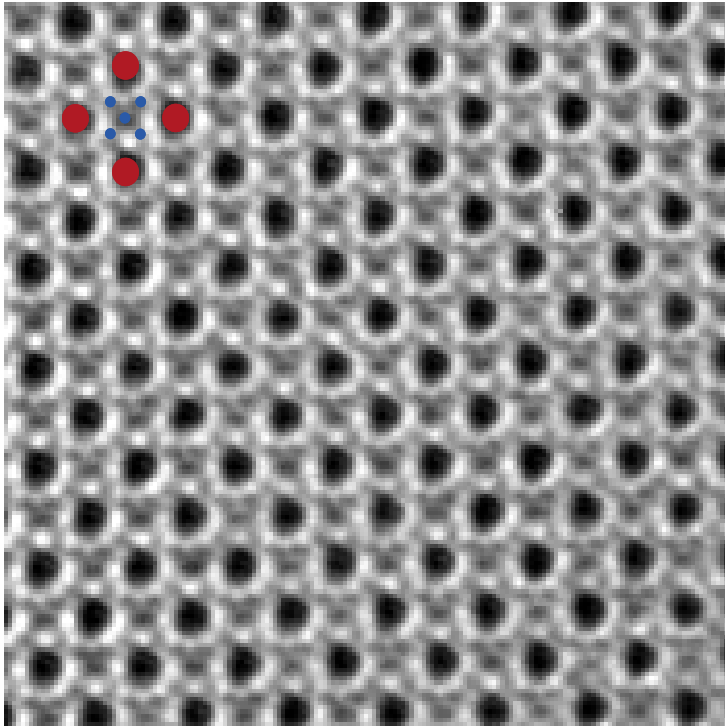
Trojíý detektor HR/ABF/HAADF

Srovnání mezi HR TEM, ABF STEM a HAADF STEM zobrazení stejného vzorku LaB₆ v [100] projekci. Obrázky jsou sejmuty na Cs korigovaném Titan G2

HR-TEM

ABF

HAADF

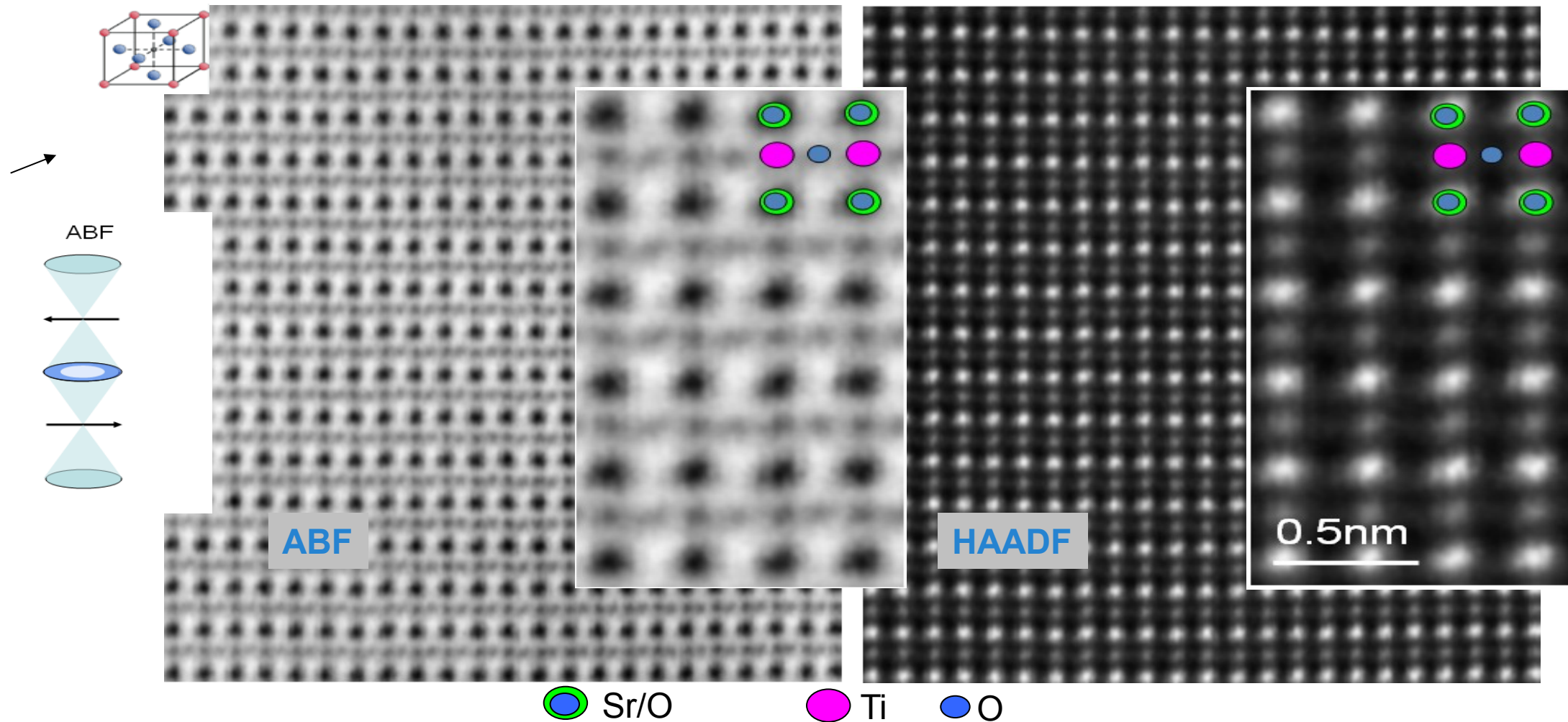


● La
● B

Mřížka Boru může být zviditelněna pomocí HR TEM a ABF zobrazení, zatímco není vidět v HAADF obrazu

Images : S.Lazar,B.Freitag, FEI, J. Etheridge, Monash University, Australia

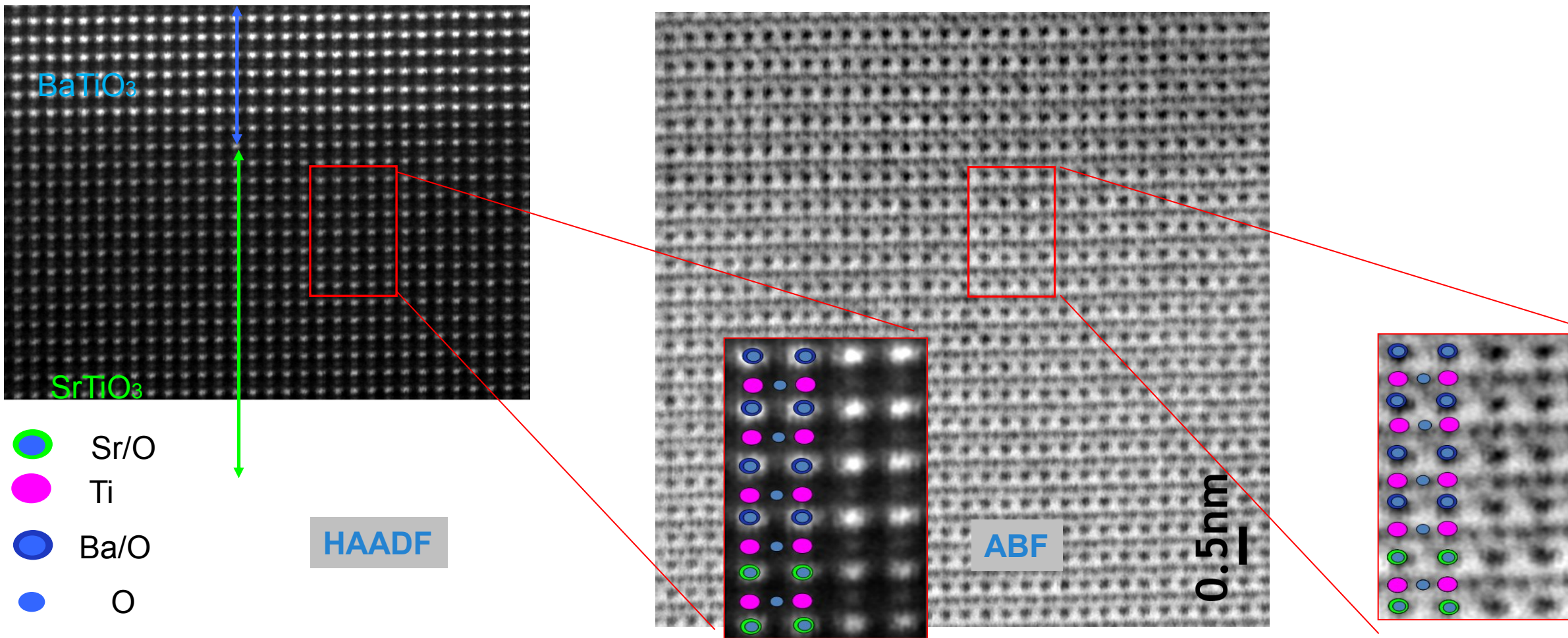
ABF/HAADF STEM on Cs-corrected Titan G2 at 200kV SrTiO₃ in [110] projection



Strontium oxide, Titan a Kyslíkové řady mohou být zviditelněny při atomovém rozlišení ABF STEM obrazech na [110] projekci. Rozdíly v kontrastu mezi Titanem a Kyslíkem jsou v ABF obrazech detekovatelné.

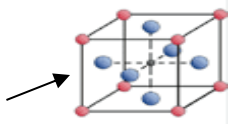
*Sample courtesy of C.L. Jia, Ernst Ruska Centre, Research Centre Juelich, Germany.
Image data courtesy of Prof. J. Etheridge, Monash University, Australia and S. Lazar*

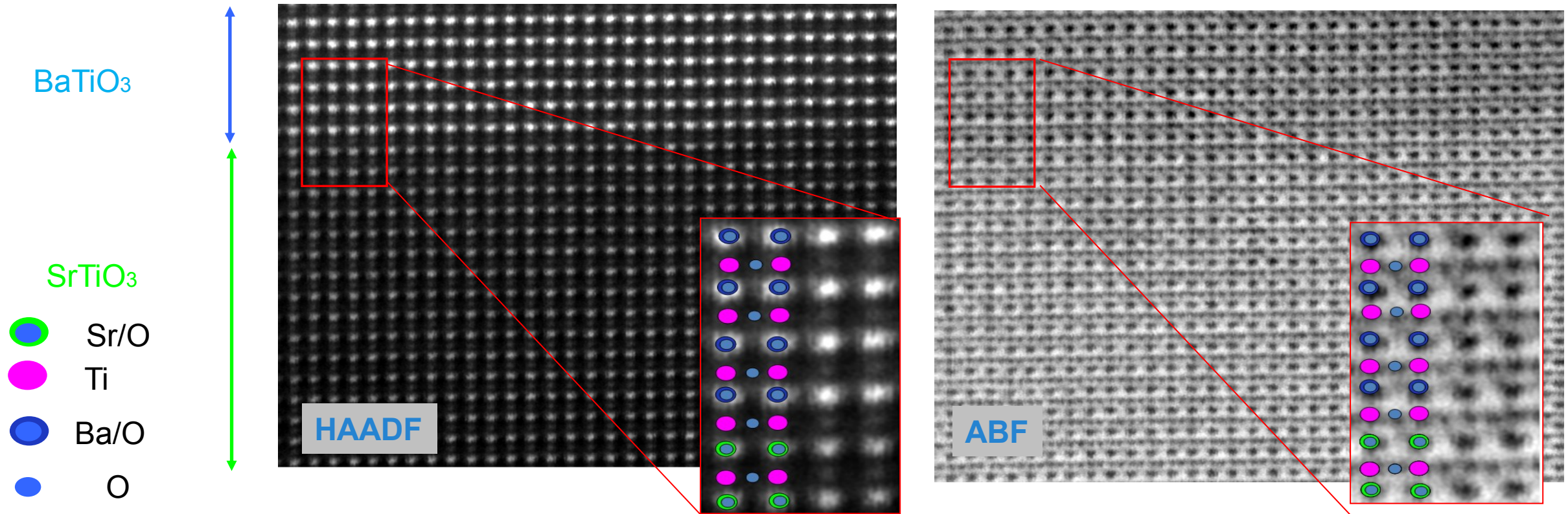
ABF/HAADF STEM on Cs-corrected Titan G2 at 200kV , BaTiO₃/SrTiO₃ interface in [110] projection



The Strontium oxide, Titanium and the pure oxygen columns can be visualized in the atomic resolution ABF STEM images in [110] projection.

Hardly any contrast difference between the Ba and Sr columns is visible in the BaTiO₃/SrTiO₃ interface sample using ABF imaging, while it is clearly visible in the HAADF image taken at the same area.





Strontium oxide, Titan a Kyslíkové řady mohou být zviditelněny při atomovém rozlišení ABF STEM obrazech na [110] projekci. Téměř žádný rozdíl v kontrastu mezi Ba a Sr řadami na rozhraní BaTiO₃/SrTiO₃ při ABF zobrazení, zatímco jsou jasně viditelné při HAADF obraze ze stejné oblasti.

Sample courtesy of C.L. Jia, Ernst Ruska Centre, Research Centre Juelich, Germany.
 Image data courtesy of Prof. J. Etheridge, Monash University, Australia and S. Lazar

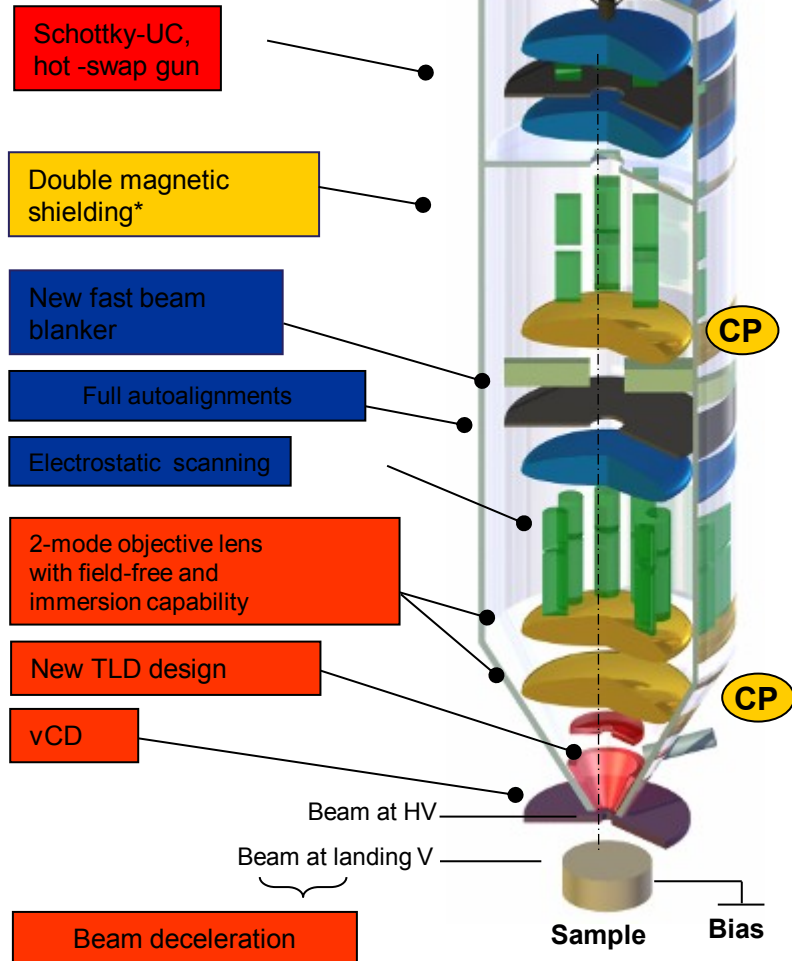
Téma 2 – dotek limitů

- SEM monochromator story



The Magellan 400 - Unique electron optics

Elstar SEM column



XHR performance
Schottky-UC (monochromatized) gun

Uncompromised stability

CP
 ConstantPower™
 lens technology*

New fast beam blarker *for lithography and prototyping*
Full autoalignment* *for best use of the different regimes*
Electrostatic scanning *for improved linearity & reproducibility*

Uncompromised detection

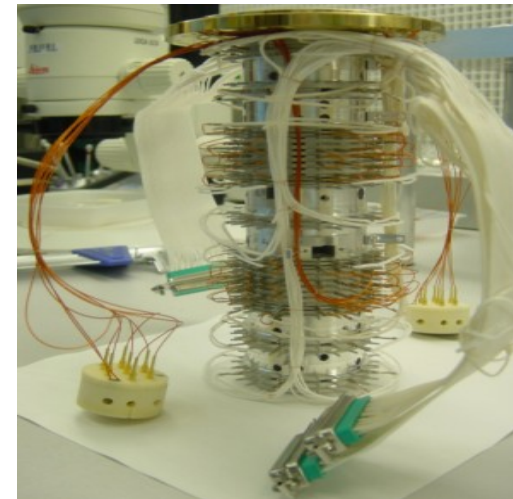
TLD *(through the lens detector, SE/BSE)*
ETD *(Everhart Thornley, SE)*
vCD *(low voltage high contrast solid state detector, below the lens)*
STEM BF DF HAADF, 14 segments

* inherited from Titan developments

Jak dále zlepšovat SEM rozlišení?

Cíl : lepší rozlišení při nízkých napětích (≤ 2 kV)

- → omezující příspěvek: chromatická vada $\sim C_c \cdot \Delta U / U$
- ~~Korigovat čočkovou vadu C_c ? → potřeba C_c -korektoru: složitý a nákladný mechanický/elektronický/software~~
- Zmenšit ΔU ?
 - ~~použití cold FEG: méně stabilní a nižší maximální proud než Schottky FEG~~
 - použití monochromátoru: můžeme udržet všestrannost tubusu?

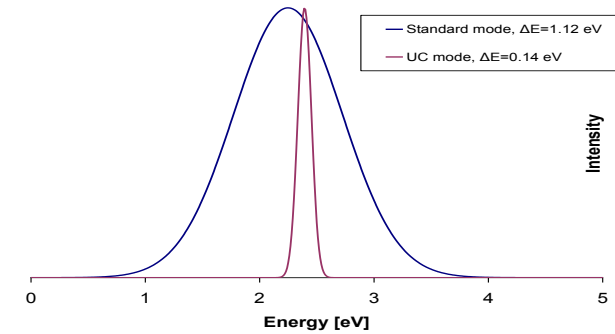
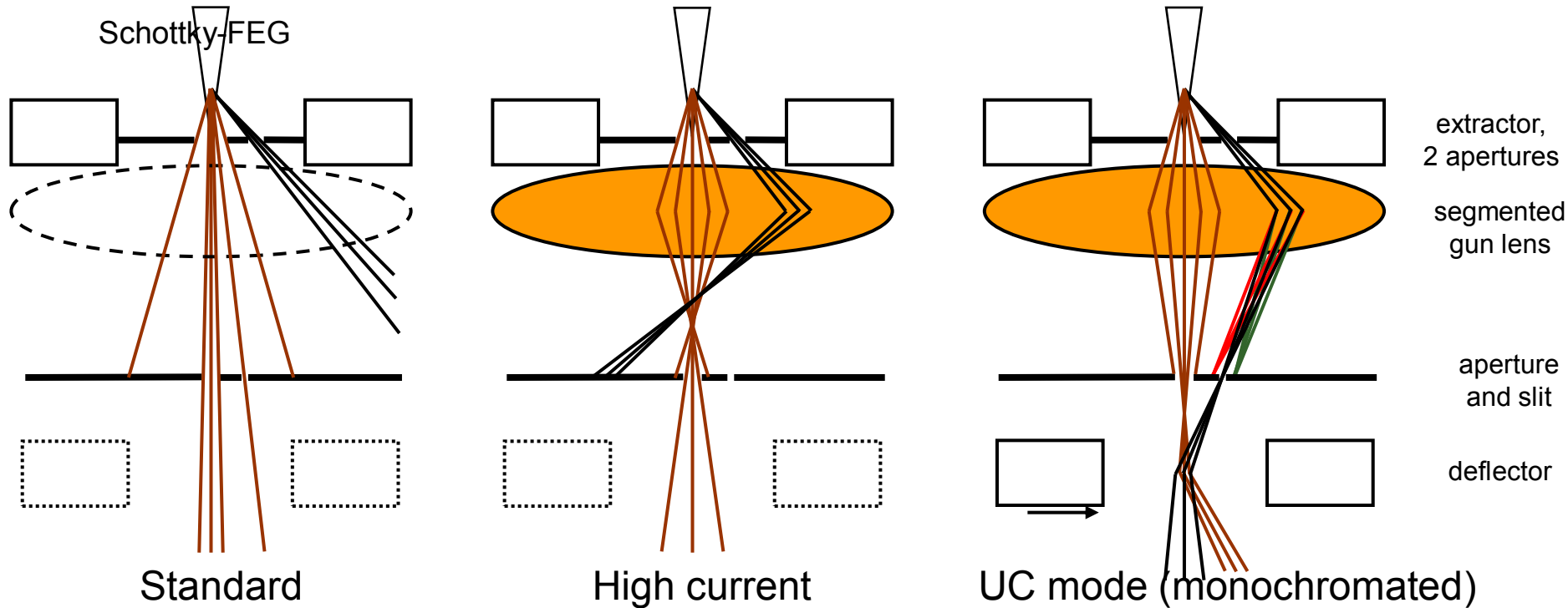


SEM Corrector

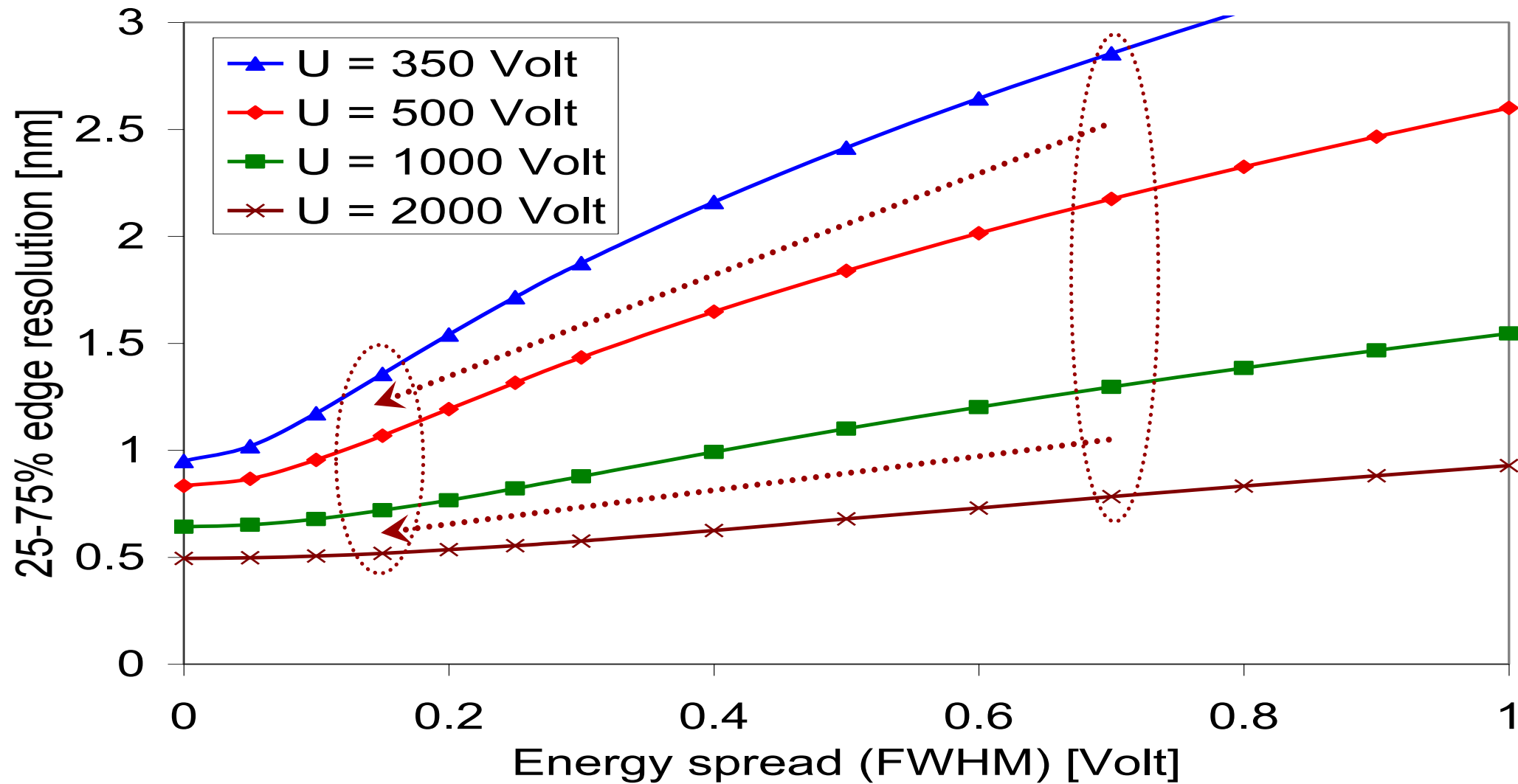
3 beam modes

From: Henstra et al, M&M 2008 proc.

Gun technology	Energy spread
Schottky	0.5-1.0 eV
Cold Field	0.25-0.35 eV
Schottky-UC	0.15 eV



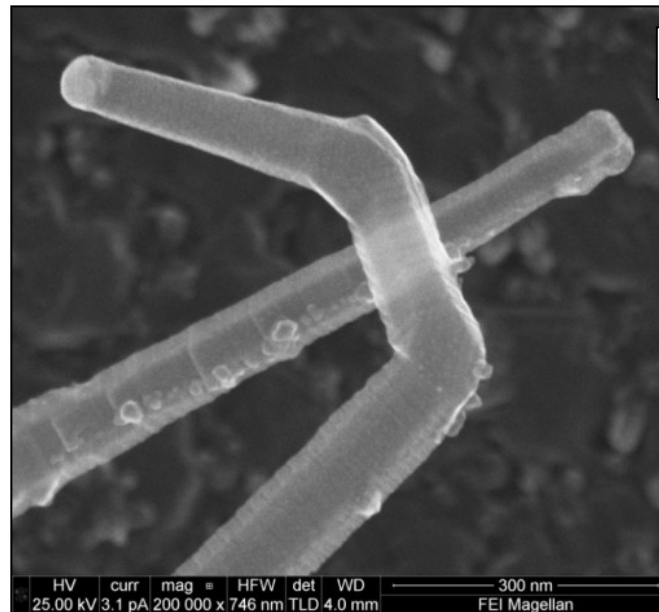
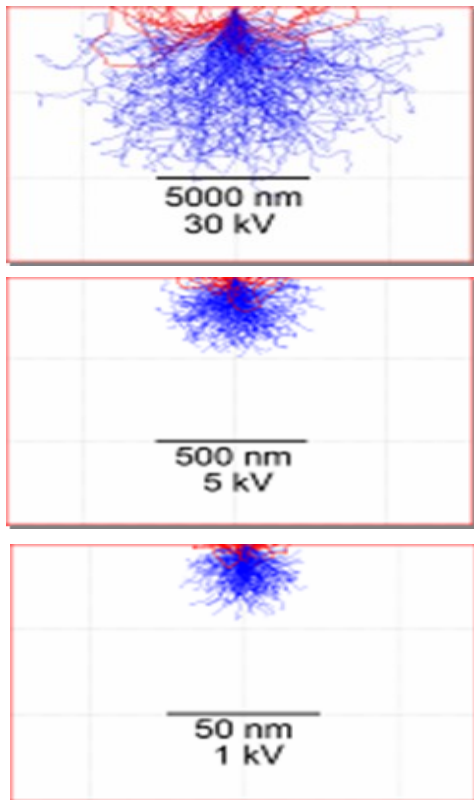
The Elstar UC Gun – Výhody omezení rozptylu energií



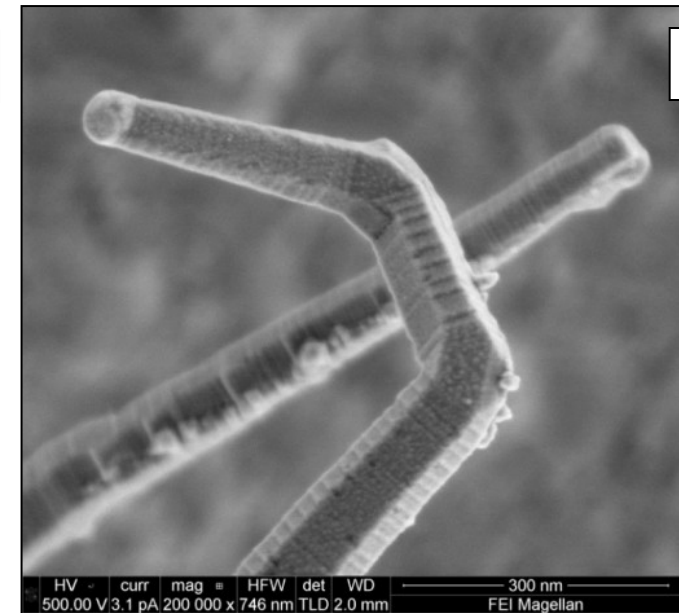
From: Young et al, SPIE 2009

Proč vůbec nízkonapěťový vysokorozlišovací SEM?

- Vyšší povrchová citlivost
- Omezené hranové efekty
- Lepší kontrola nabíjení a poškození svazkem
- Různé kontrasty



25 kV

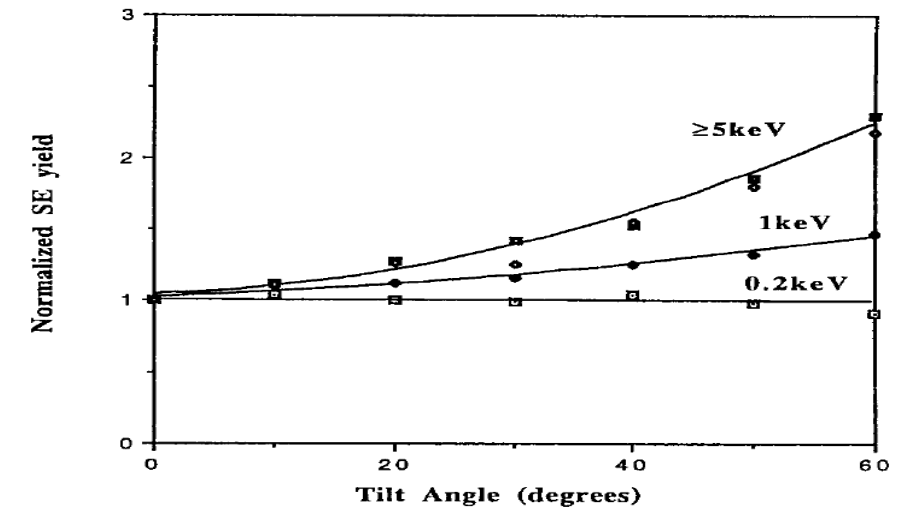
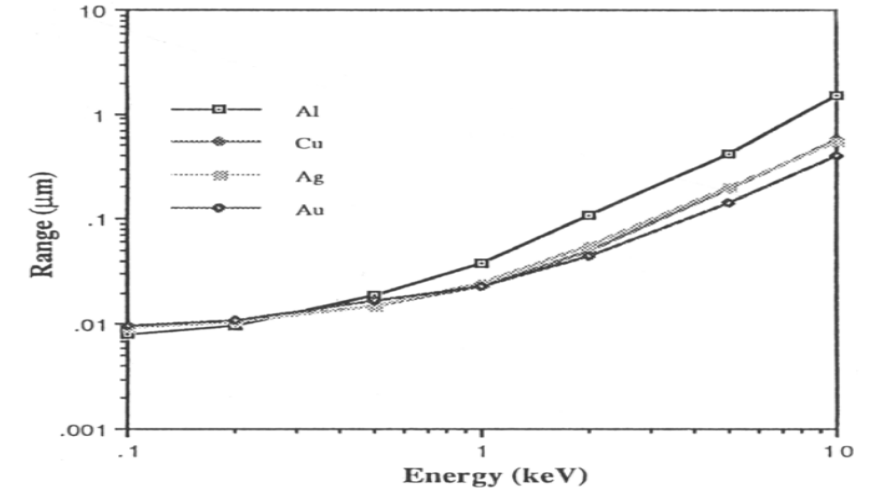
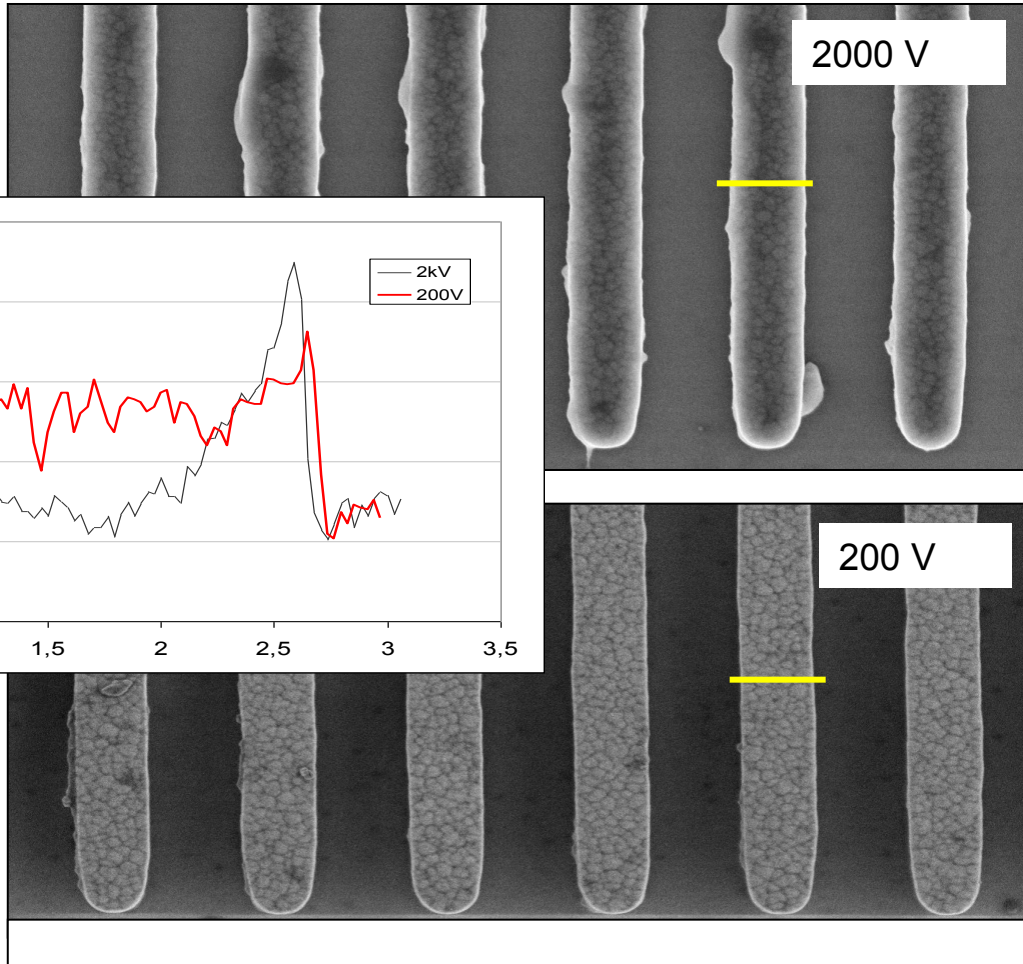


500 V

Nanowires sample courtesy of Dr. Emanuel Tutuc, University of Texas, Austin

Monte Carlo simulations of electron scattering in silicon illustrate the effect of beam energy on interaction volume over two orders of magnitude. Primary electrons are blue, back-scattered electrons are red.

Omezení hranových efektů



Source: Joy and Joy, Micron 27(3-4), 247-263 (1996)

- Dovedeme pracovat se studenty - Internship program be IN
- Udělujeme každoročně FEI stipendium pro absolventy do 30let ve výši 2 x 100tis.Kč
- Podporujeme Přednášky na školách – nyní MU Elektronová mikroskopie
- Podporujeme diplomové práce FSI, FIT VUT
- Zapůjčili jsme přístroj Quanta 3D na MU PŘF
- Umožníme Vám získat mezinárodní zkušenosti.
- V platovém ohodnocení jsme na špici průmyslu IT/Telco
- Systémem výhod podporujeme zaměstnance v každé etapě jejich života
- Záleží nám na životním prostředí a našem okolí.
- Podporujeme dobrovolnictví a charitu



ThermoFisher
SCIENTIFIC

INTERNSHIP PROGRAM be IN





NÁPADY
AMBICE
POTENCIÁL





**HANDS ON
EXPERIENCE**
Práce v týmu
Možnost budoucího
uplatnění
Nové příležitosti
Kariérní růst
Zábava



JAK TO PROBÍHÁ

Placená pracovní stáž

Flexibilita se studiem





beIN TOUCH
FEI.jobs.cz
facebook.com/
Thermo Fisher
Scientific CZ
jitka.frisova@fei.com

EXKURZE!
jana.duchanova
@fei.com



...a hlavně s námi není nuda 😊



Děkuji za pozornost

Jiri.Ocadlik@fei.com