

Synchrotron

Central European Synchrotron
Laboratory



www.synchrotron.cz www.ceslab.cz www.ceslab.eu

Experimentální laboratoře (beamlines) ve Středoevropské synchrotronové laboratoři (CESLAB)

Petr Mikulík

Ústav fyziky kondenzovaných látek
Masarykova univerzita
Brno

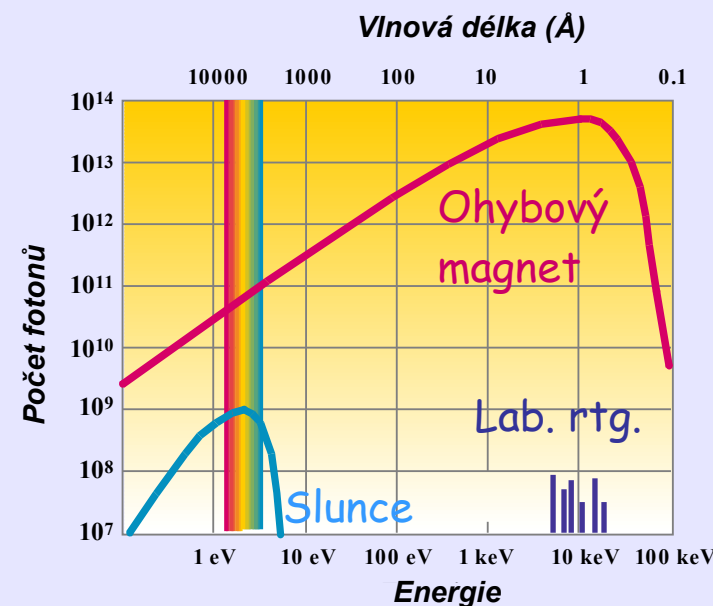


Central European
**SYNCHROTRON
LABORATORY**

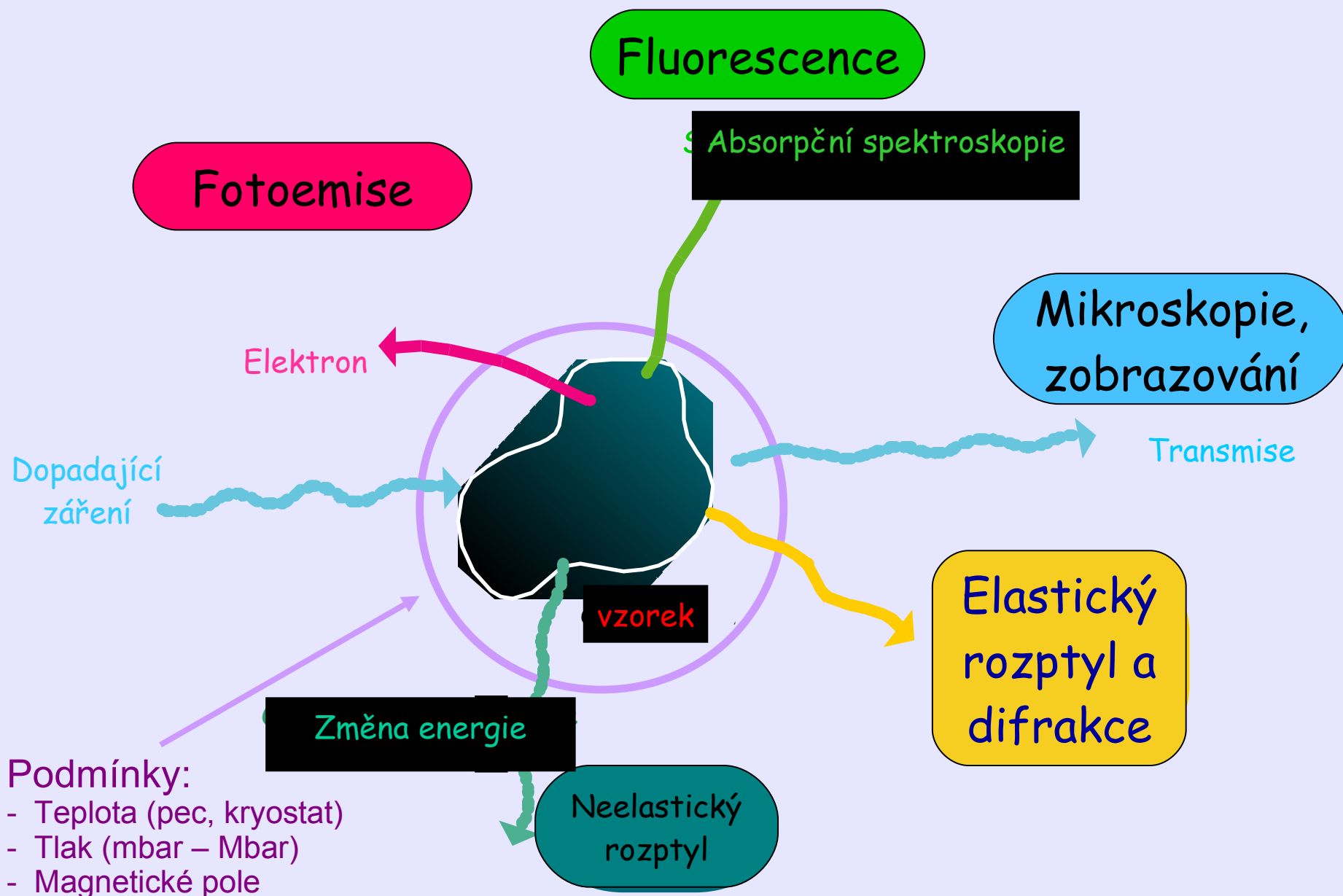
Petr Mikulík: Beamlines pro CESLAB
Prezentace pro průmysl, Praha, 12. 12. 2008

Jedinečné vlastnosti synchrotronového záření

- **Bílé světlo v širokém spektrálním rozsahu:**
 - Tvrdé rtg: do 40 keV (příp. do 60 keV)
 - Měkké rtg: 250 eV–3 keV
 - VUV: 5–40 eV
 - IR: 1–700 meV
- **Laditelná vlnová délka a vysoká intenzita:**
 - Monochromatické transmisní zobrazování (absorbce i fáze)
 - Spektroskopie a difrakce s vysokým rozlišením
 - Rychlý sběr dat, sledování rychlých jevů
 - Studium mikrostruktur i nanoobjektů
- **Pulsní struktura**
 - Časové rozlišení a superrychlé děje
- **Polarizace v rovině synchrotronu**
 - Magnetický rozptyl
- **Malý průřez svazku**
 - Koherentní rozptyl



Interakce záření a látky (ve vzorku, materiálu, ...)



Synchrotron jako supermikroskop

Synchrotron je **všestranně využitelný supermikroskop** pro vědu, výzkum i vývoj s intenzívním a jedinečným světlem od infračervené oblasti po rentgenovou, umožňující studium široké škály materiálů a dějů s aplikacemi v různých vědních disciplínách:

- Fyzika
- Materiálové vědy
- Chemie
- Biologie
- Medicína
- Vědy o Zemi, životní prostředí
- Předměty kulturního dědictví



→ uživatelé experimentálních laboratoří (beamlines).



Zkušenosti českých uživatelů synchrotronového záření

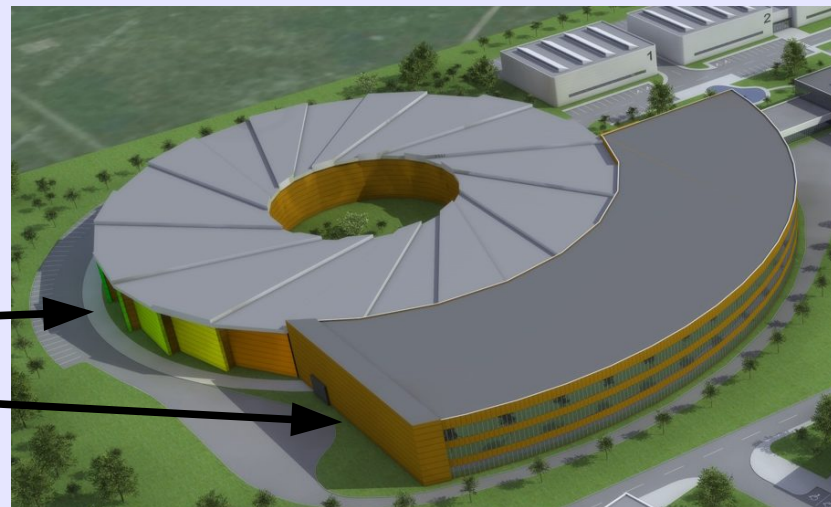
- Přes 100 aktivních českých uživatelů
- PhD, post-doc, zaměstnání na synchrotronech
- Česká materiálová beamline v ELETTRA
- Podobně jsou na tom i další střeoevropské země



Portfolio připravovaných experimentálních laboratoří

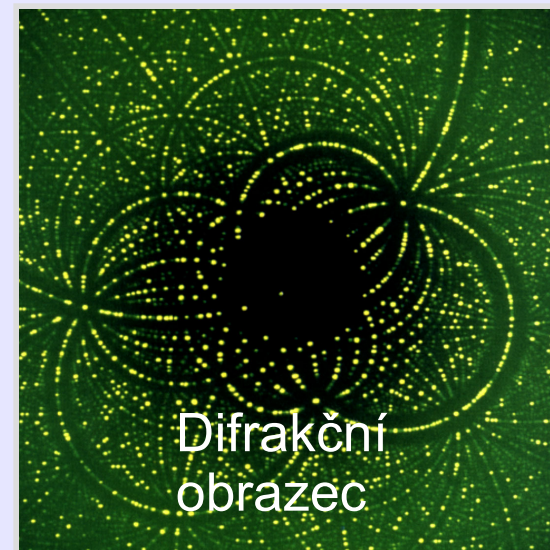
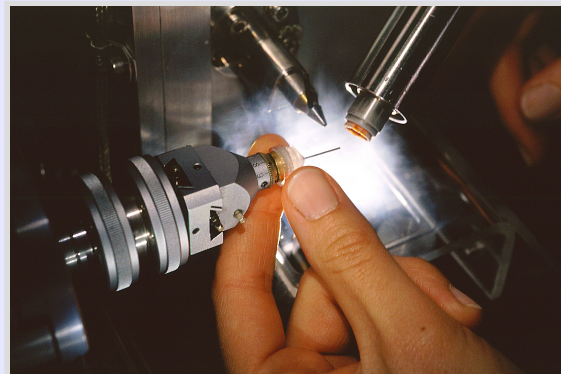
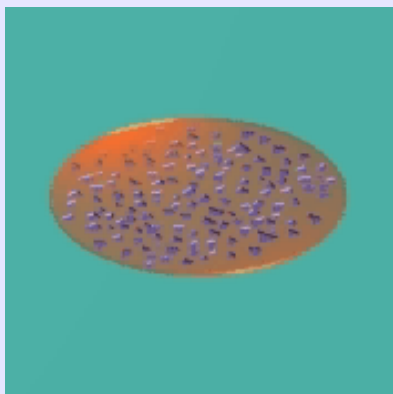
- Makromolekulární krystalografie
- Prášková difrakce
- Difrakce s vysokým rozlišením
- Spektroskopie
- Fotoemise
- PEEM
- Optická
- Mikrotomografie a koherentní zobrazování
- Mikroskopie
- Ultrafialová
- Infračervená
- Lékařská

*Experimentální hala:
krátké linky: 40 m
dlouhé linky: 100 m
(zobrazování, nanofokus)*



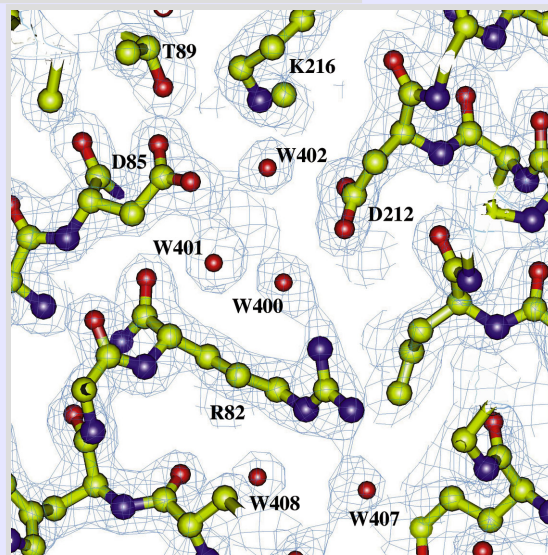
Proteinová a makromolekulární krystalografie

- Zkoumání struktury (makro)molekul
- Farmacie: Návrhy léčiv



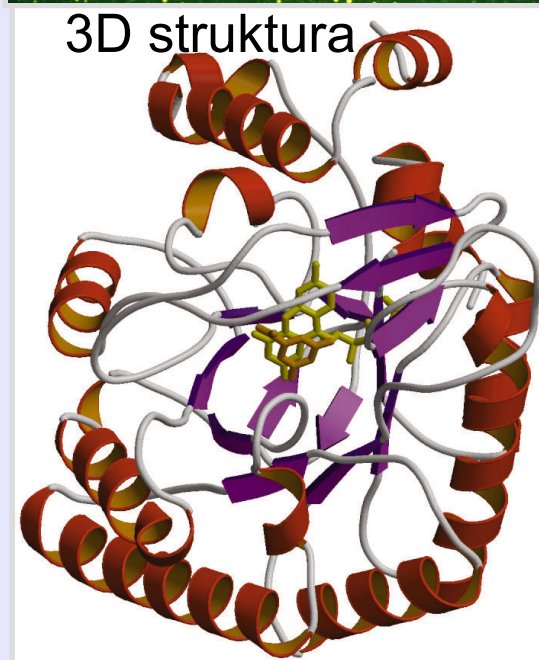
Difrakční obrazec

Proteiny, viry, (an)organika
→ krystalizace
→ měření
→ difrakční záznam
→ elektronová hustota
→ 3D struktura



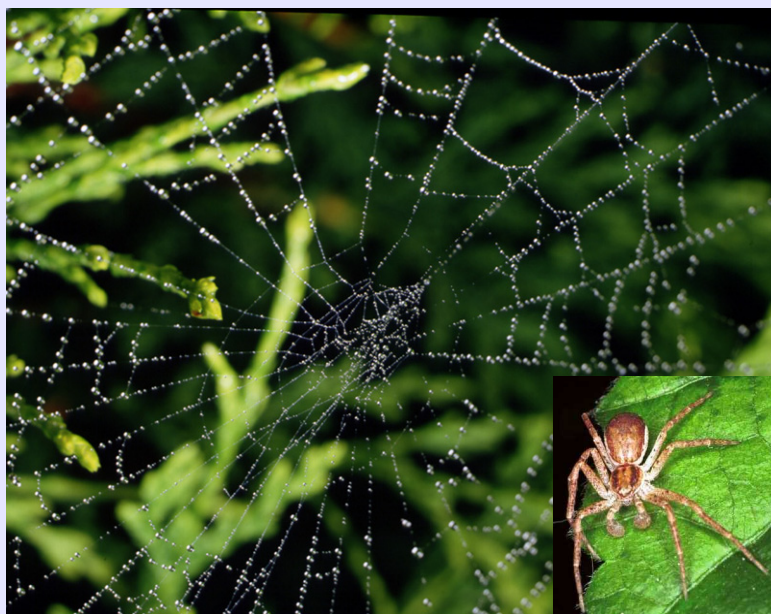
Elektronová hustota

3D struktura



Prášková difrakce s vysokým rozlišením

- Prášky ((an)organické, sypké, v materiálech)
- Polykrystaly a mikrokristaly (v objemu či vrstvách)
- Nízké i vysoké teploty, vysoké tlaky



Biotechnologie:
pavoučí vlákno

Fyzika a materiálové
vědy, a dále ...



Potravinářství:
chuť čokolády



Chemie a umění:
barvy starých
mistrů



Kosmetický
průmysl: make-up
starých Egyptanů



Fotoemisní a spektroskopické laboratoře

Materiálové vědy, fyzika a chemie, povrchy, geo a přírodní vědy

- Kovy, intermetalika, oxidy, minerály, bio a inorganické materiály
- Povrchy, tenké vrstvy, fólie, prášky, kapaliny
- Teploty od 2 K až do 2500 K, tlaky od vakua až po atmosféry s různými plyny
- Magnetické, mechanické (tlakové) a elektrické působení

VUV 5–40 eV:

- VUV spektroskopie a elipsometrie s rozlišením >25000

Měkké (soft) rtg 20–2000 eV:

- Fotoemisní spektroskopie s vysokým rozlišením (CFSS, CISS, ARUPS, PEYS, PYS)
- NEXAFS (Near Edge X-ray Absorption Fine Structure)
- Spektromikroskopie PEEM

Tvrdé rtg:

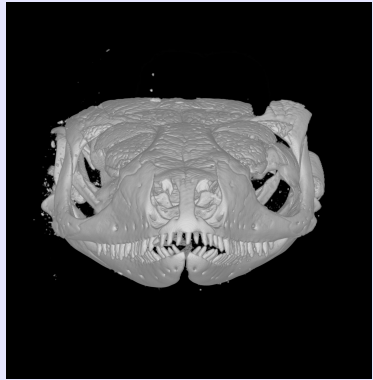
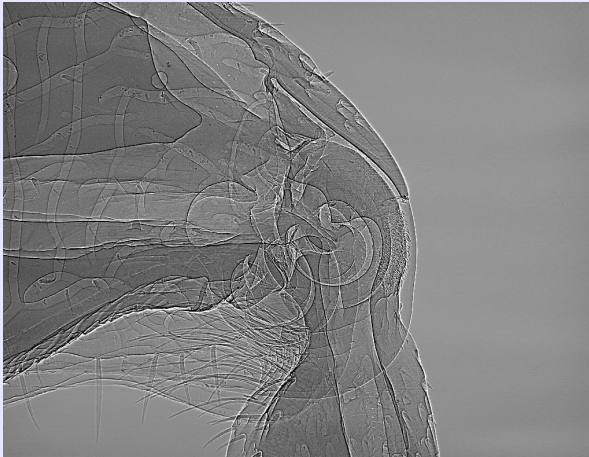
- Jaderný rezonanční neelastický rozptyl (5–25 keV, rozlišení $<2 \cdot 10^{-4}$)
- Synchrotronová Mössbauerovská spektroskopie (14.413 ± 0.005 keV), rozl. $\sim 10^{-7}$



Zobrazovací techniky: biologie, materiály, technologie

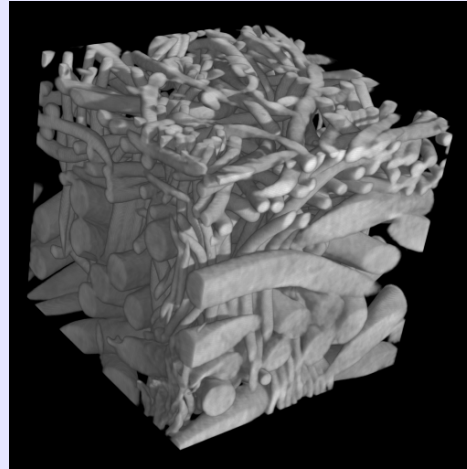
- Transmisní zobrazování (**mikrotomografie**)
- **Koherentní** zobrazování (fázový kontrast)

Biologie:
brouk
Medicína:
kosti

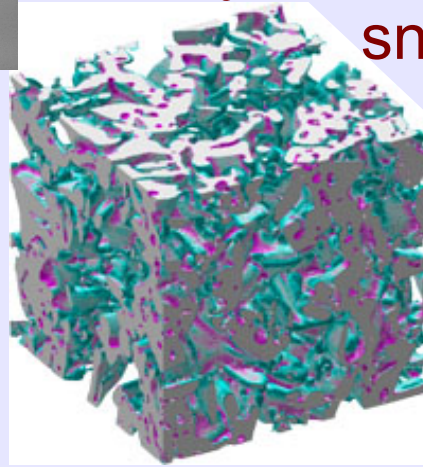


Paleontologie:
zkameněliny

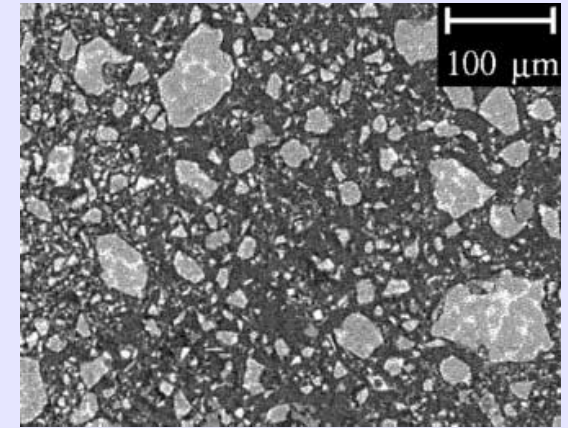
Textil, Automoto, Strojírenství: vlákna a pěny, mechanické součástky, ...



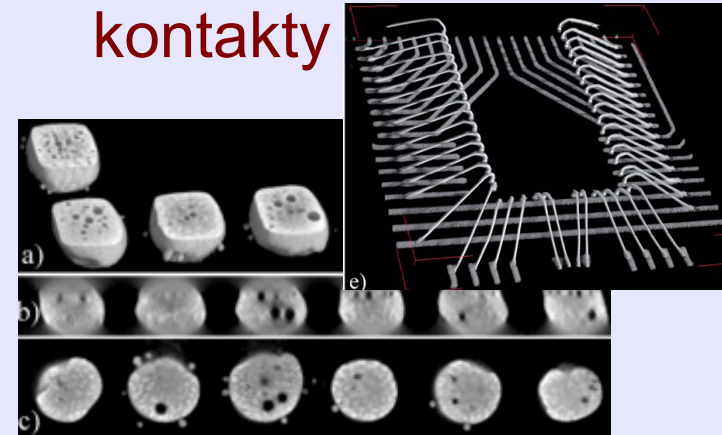
Vědy o Zemi:
sníh



Stavebnictví: beton



Mikroelektronika:
kontakty



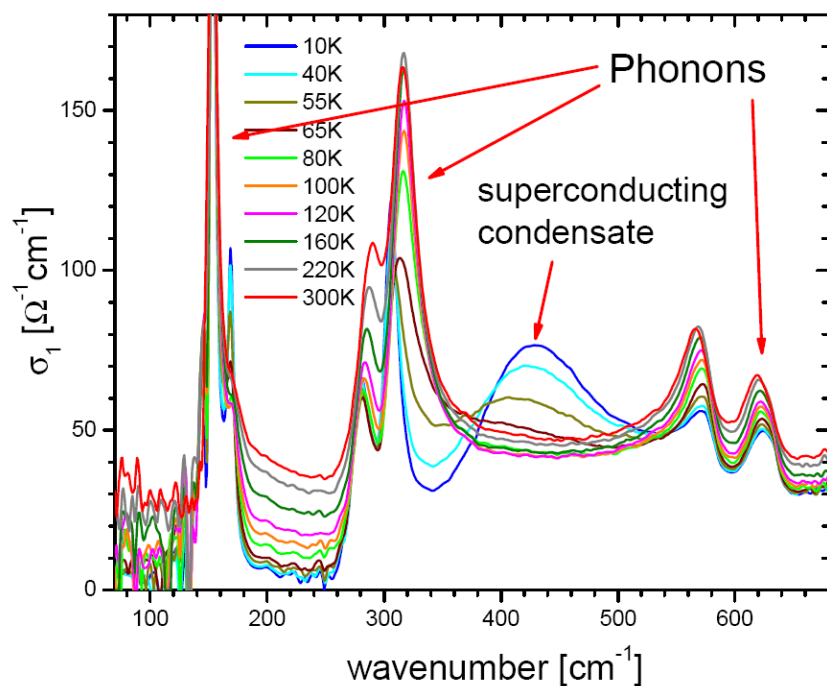
Infračervená mikroskopie, spektroskopie, elipsometrie

Charakterizace nosičů náboje, vibrace a excitace (polarony, ...);
určení chemického složení a struktury, interakcí, efektivní
hmotnosti

- Vodiče (supravodiče, manganáty, organické materiály)
- Biomedicínské vzorky (tkáně)
- Piezoelektrické a ferroelektrické materiály

Elipsometrie – Supravodič

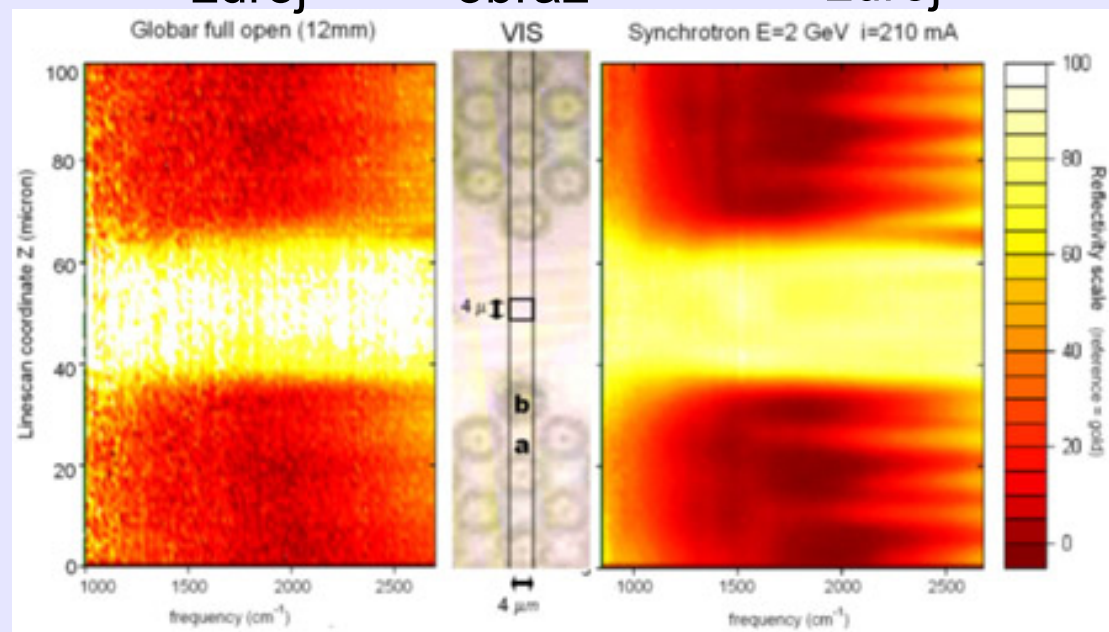
Ellipsometric spectra of $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, $T_c=70\text{K}$



Laboratorní zdroj

VIS obraz

Synchrotronový zdroj



Central European
**SYNCHROTRON
LABORATORY**

Petr Mikulík: Beamlines pro CESLAB
Prezentace pro průmysl, Praha, 12. 12. 2008

Laboratoř pro chemii v plynné fázi

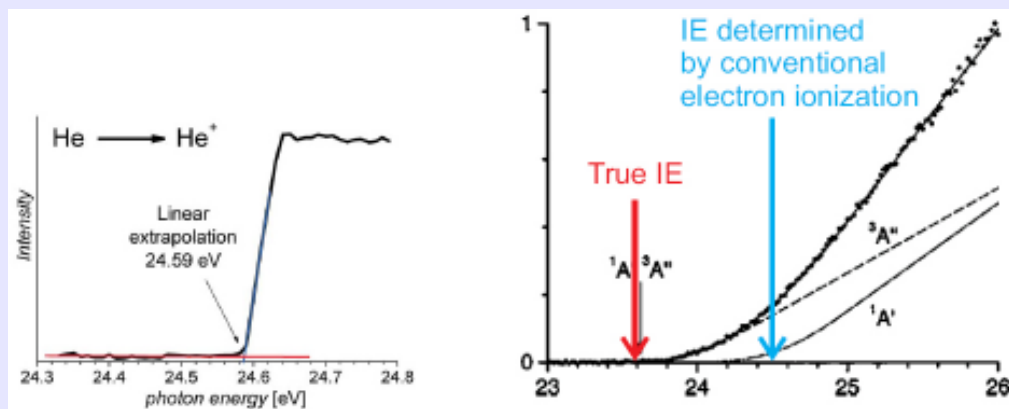
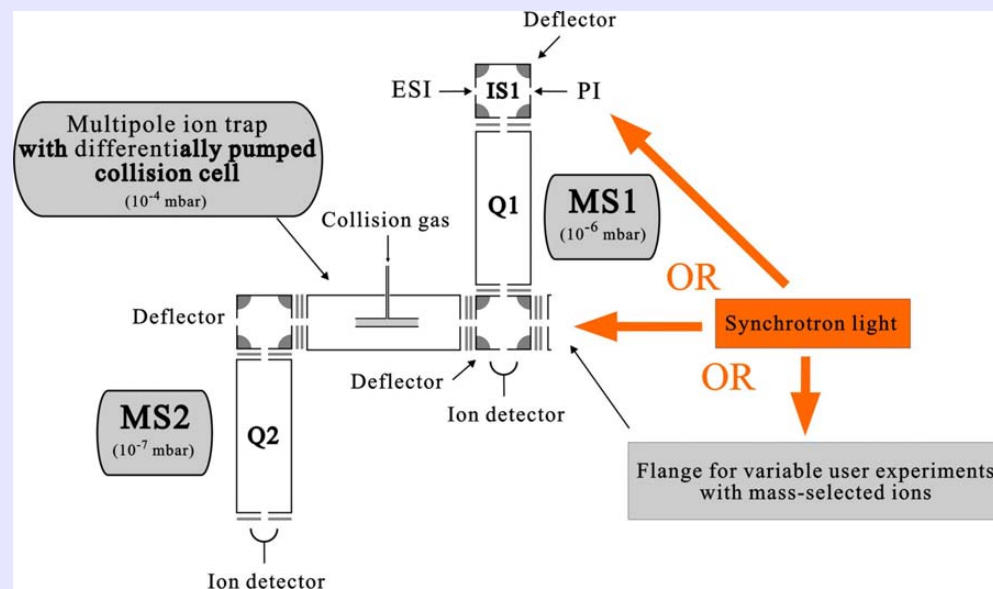
Chemie, bio-, organická a analytická chemie v plynné fázi

- Reakční mechanismy, klastry, příměsi, biologické vzorky (enzymy), ...

Princip:

- Fotoionizace **VUV fotony** a hmotnostní spektroskopie
- Fluorescenční spektroskopie

Svazek: energie 5–40 eV, rozlišení $\Delta\lambda = 33\text{--}720\text{ mÅ}$ (mřížka), polarizace



Optická beamline

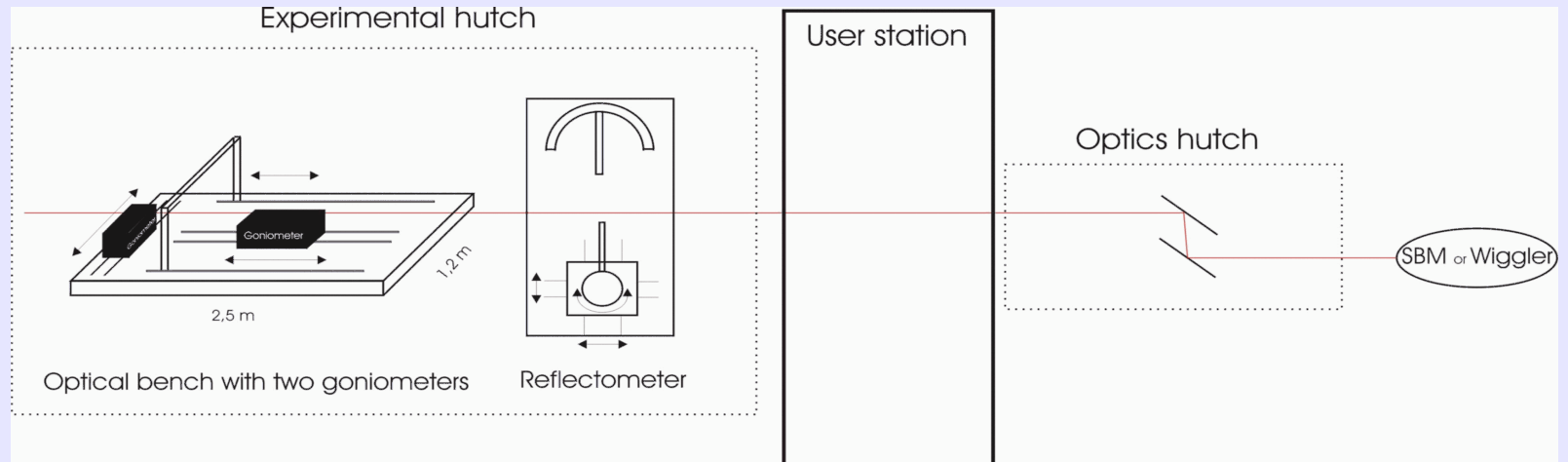
Flexibilní a víceúčelová beamline

- **Testování:** zařízení a instrumentů, rtg optiky, metod
- Difrakce, reflexe, zobrazování; **metrologie**

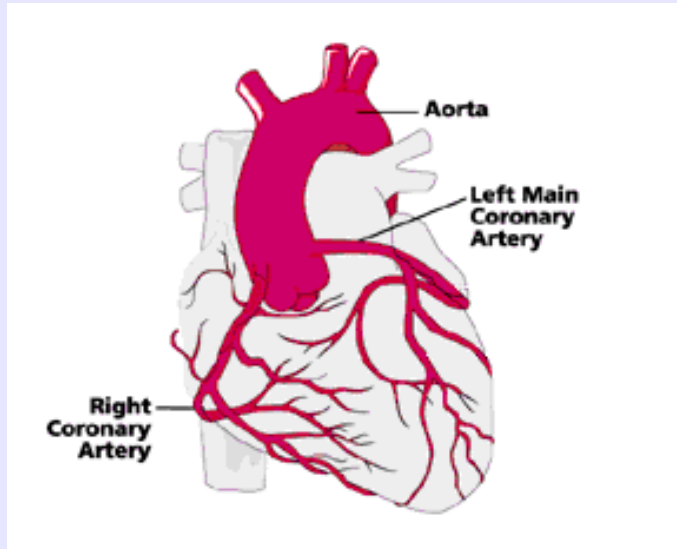
Optická část: wiggler; bílý svazek, „růžový“ svazek s rozlišením 10^{-2} , monochromatický 10^{-4} ; teleskopický monochromátor

Experimentální lab (60 m od prstence – testování optiky pro nm fokus)

- Optický „stůl“ se 2 goniometry, reflektometr

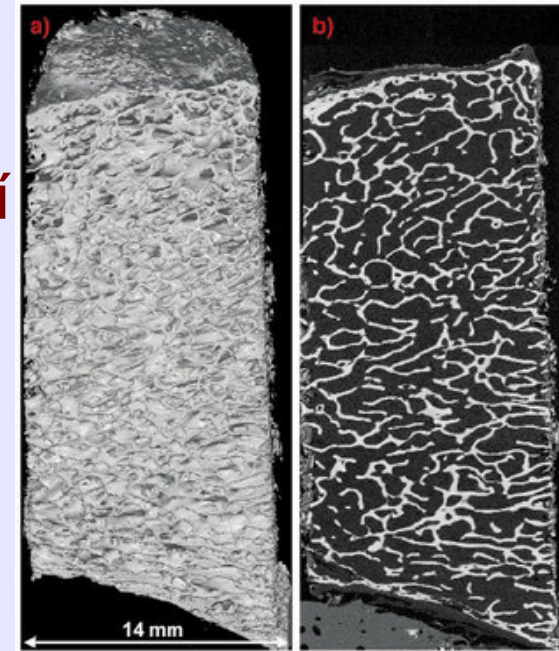


Využití CESLABu pro lékařský výzkum

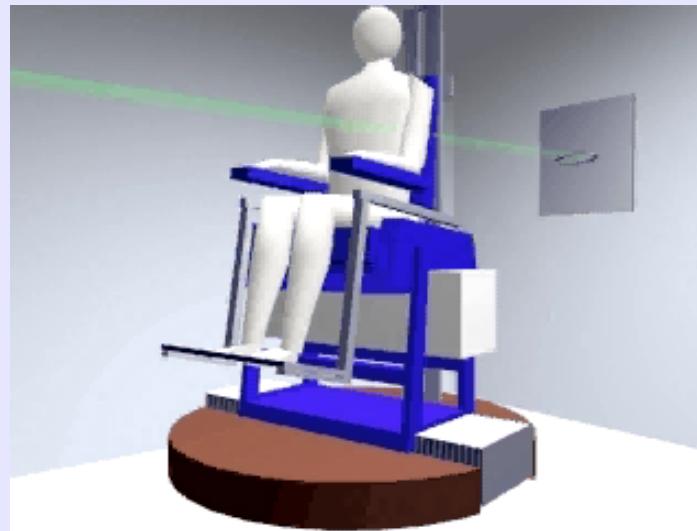


angiografie

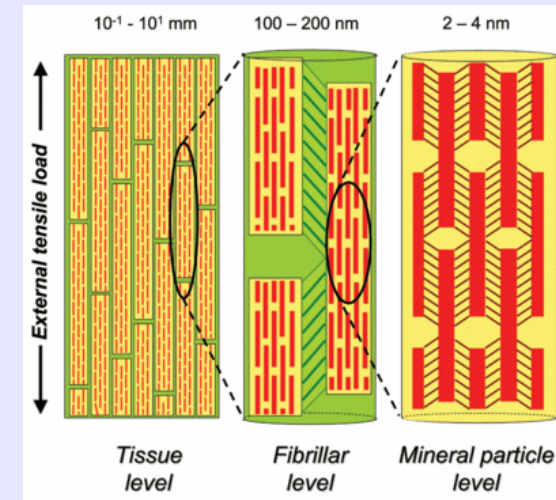
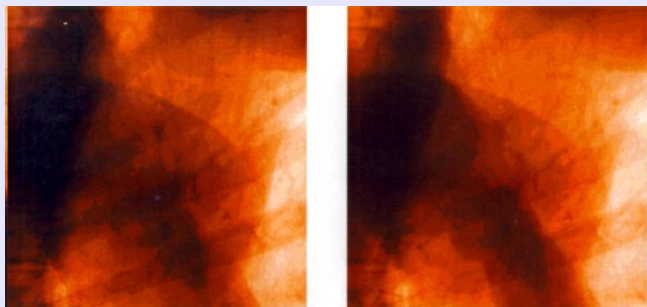
osteoporóza:
vývoj
struktury kostí



radioterapie
rtg mikrosvazkem



ukládání prvků v tkáních



Závěr

CESLAB – laboratoře s nejjasnějším světelným zdrojem pro českou vědu, výzkum a vývoj (R&D)

<http://www.synchrotron.cz>

<http://www.ceslab.eu>

→ **Beamlines**

