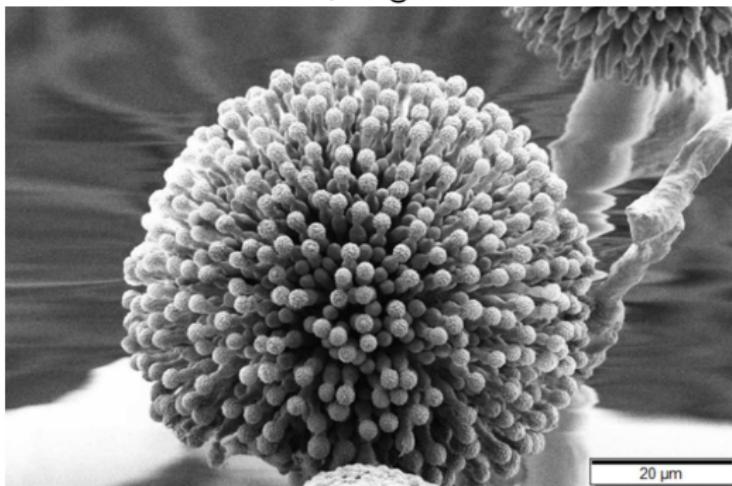


Elektronová mikroskopie a Brno
BrNOC 12. 12. 2025

Zdeněk Moravec, hugo@chemi.muni.cz



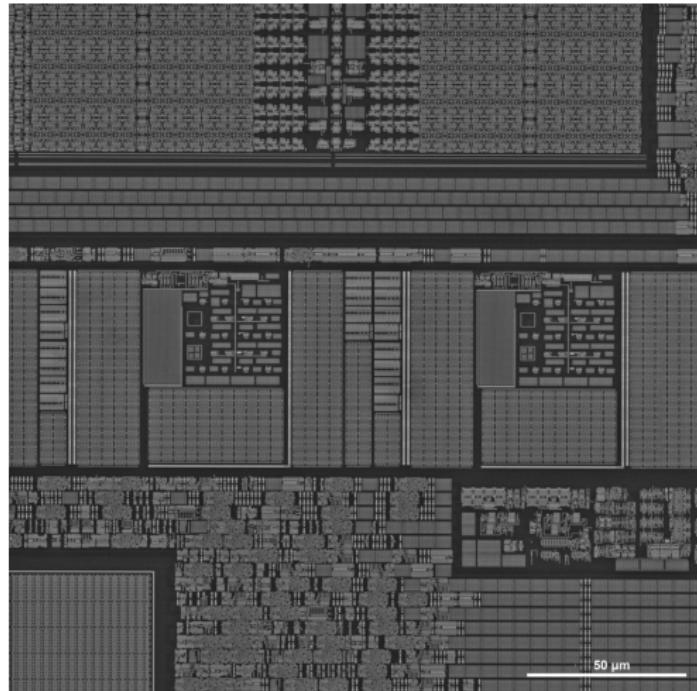
Úvod



Pozorovatelný Vesmír.¹

¹Zdroj: Pablo Carlos Budassi/Commons

Úvod



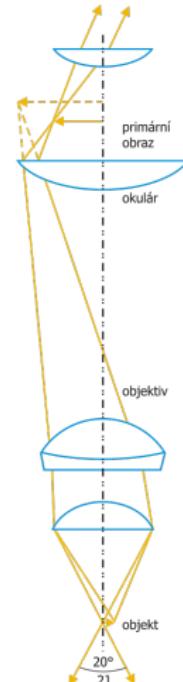
SEM fotografie CPU.²

²Zdroj: Piotr Krzemiński/Commons

Mikroskopie



Světelný mikroskop.³

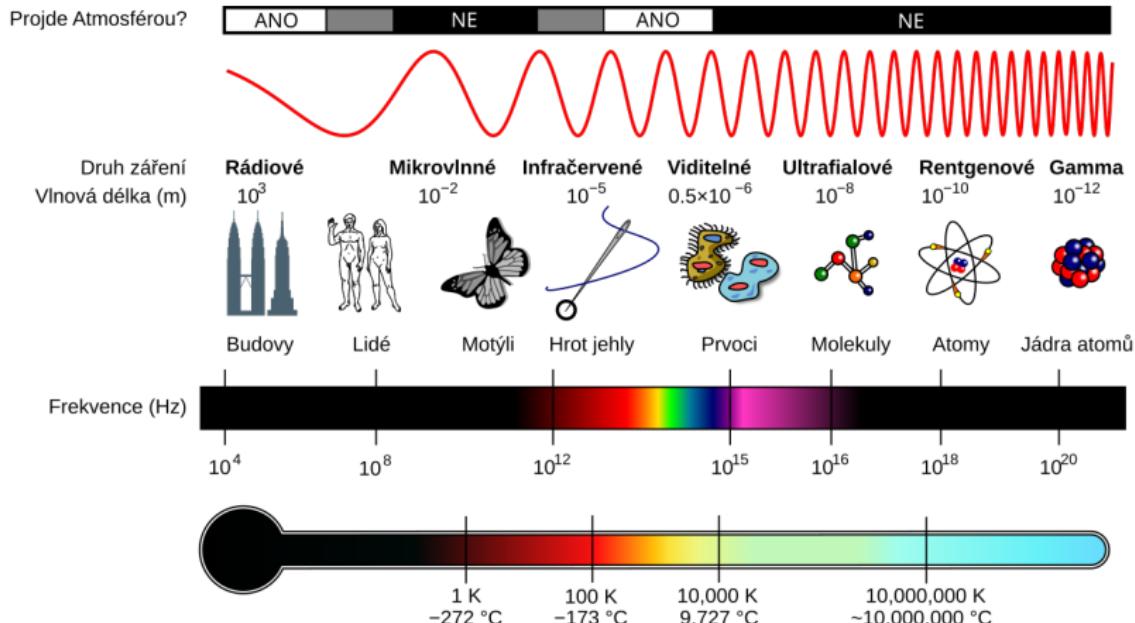


Princip funkce mikroskopu.⁴

³Zdroj: Holger.Ellgaard/Commons

⁴Zdroj: Tlusta/Commons

Mikroskopie



Spektrum elektromagnetického záření.⁵

⁵Zdroj: Inductiveload/Commons

Elektronová mikroskopie

- ▶ Pro analýzu prášků a povrchových vrstev se využívá *elektronová mikroskopie*.
- ▶ Místo světla využívá proud urychlených elektronů, což umožňuje zlepšit rozlišení fotografie.
- ▶ Získané obrázky jsou černobílé, ale je možné je kolorovat na základě dalších dat, např. prvkového složení.
- ▶ Druhy elektronové mikroskopie:
 - ▶ SEM – skenovací elektronová mikroskopie
 - ▶ TEM – transmisní elektronová mikroskopie
 - ▶ AFM – mikroskopie atomárních sil
- ▶ EDX – energiově dispezní RTG spektroskopie (Energy-dispersive X-ray spectroscopy). Analytická technika poskytující prvkové složení vzorku.
- ▶ Snímání objektu probíhá zpravidla ve vakuu a vzorky by měly být vodivé.

Elektronová mikroskopie

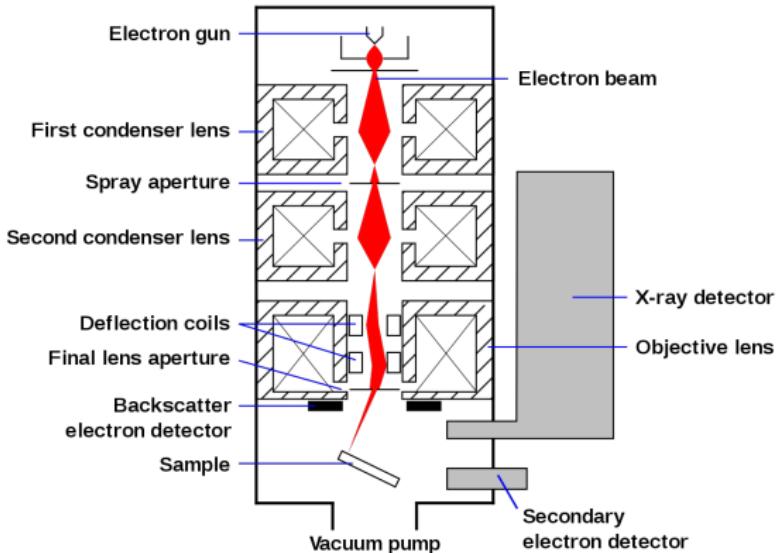
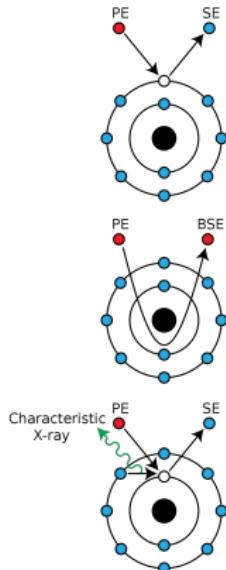


Schéma SEM.⁶

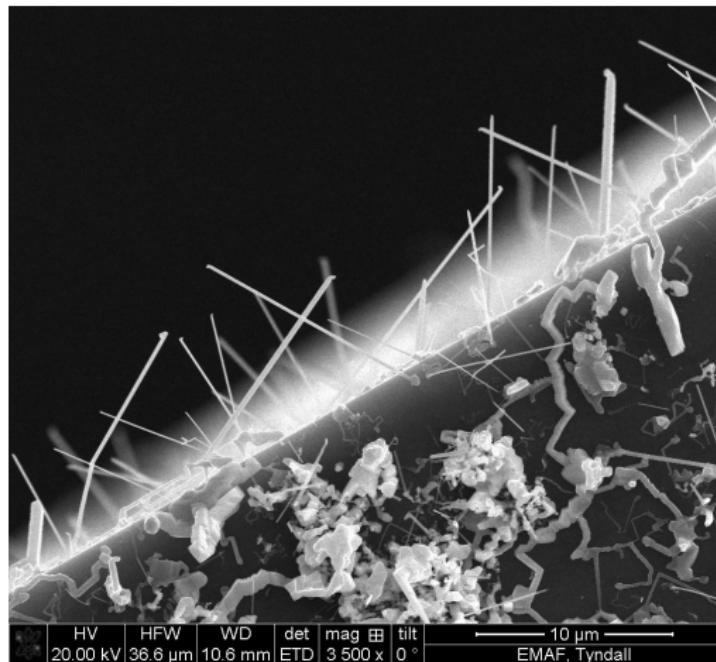


Emise elektronů.⁷

⁶Zdroj: Steff/Commons

⁷Zdroj: Rob Hurt/Commons

Elektronová mikroskopie



Nanovlákna GeTe.⁸

⁸Zdroj: Fionán/Commons

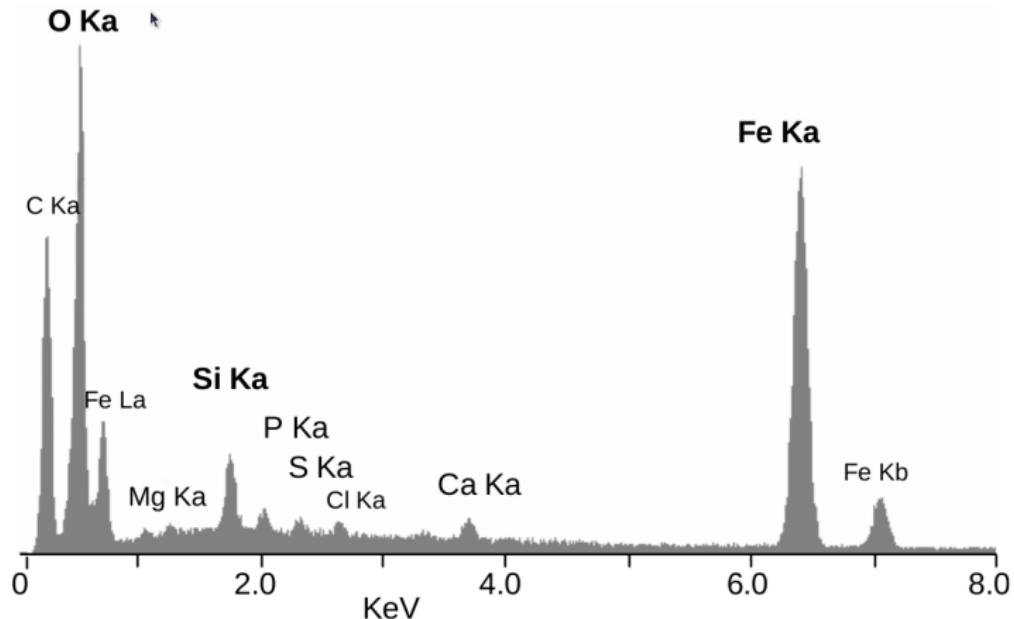
Elektronová mikroskopie



SEM snímek *Quasimodopsis riedeli*.⁹

⁹Zdroj: Michael S. Caterino/Commons

Elektronová mikroskopie



Ukázka EDX spektra.¹⁰

¹⁰Zdroj: Hat'nCoat/Commons

Elektronová mikroskopie



TEM mikroskop.¹¹

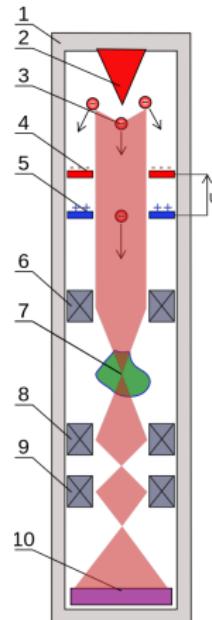
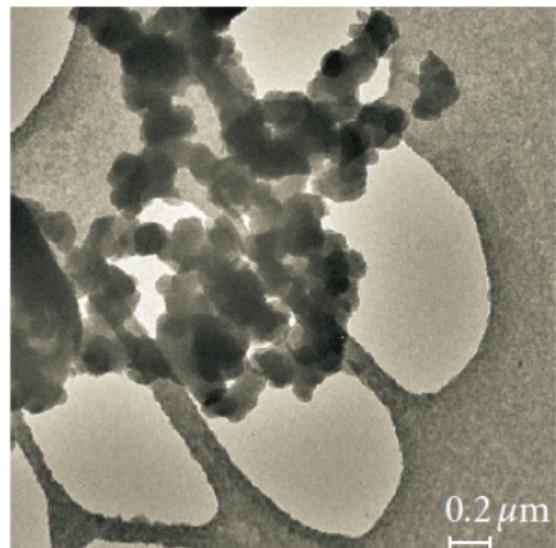


Schéma TEM mikroskopu.¹²

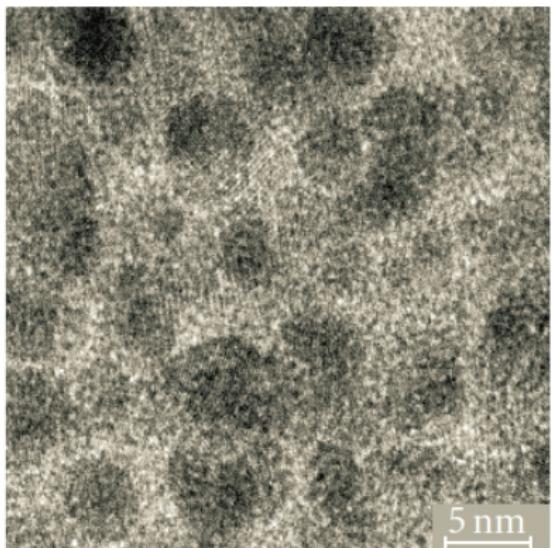
¹¹Zdroj: KristianMolhave/Commons

¹²Zdroj: Superborsuk/Commons

Elektronová mikroskopie



(a)



(b)

TEM snímek hybridní siliky.¹³

¹³Zdroj: Florentyna/Commons

Elektronová mikroskopie

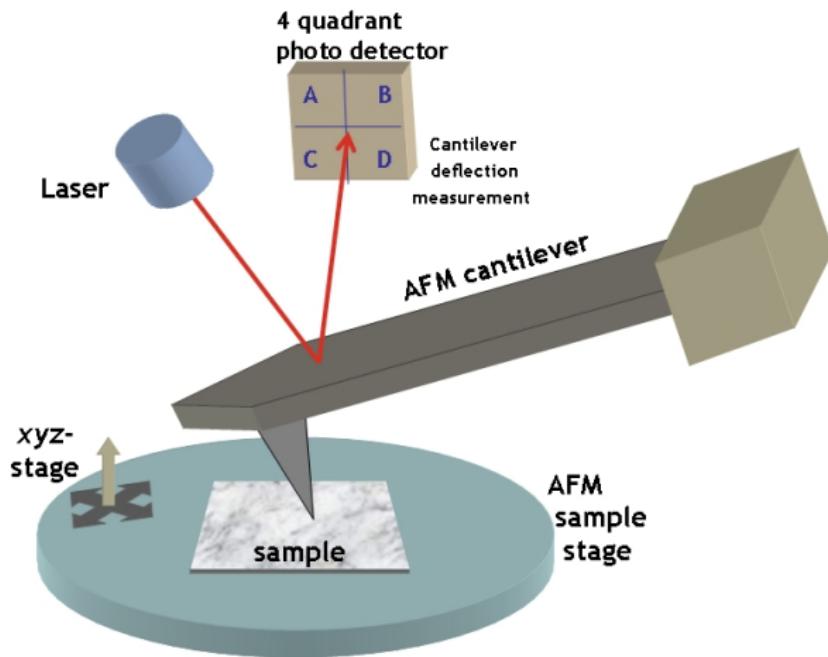


Schéma AFM.¹⁴

¹⁴Zdroj: KristianMolhave/Commons

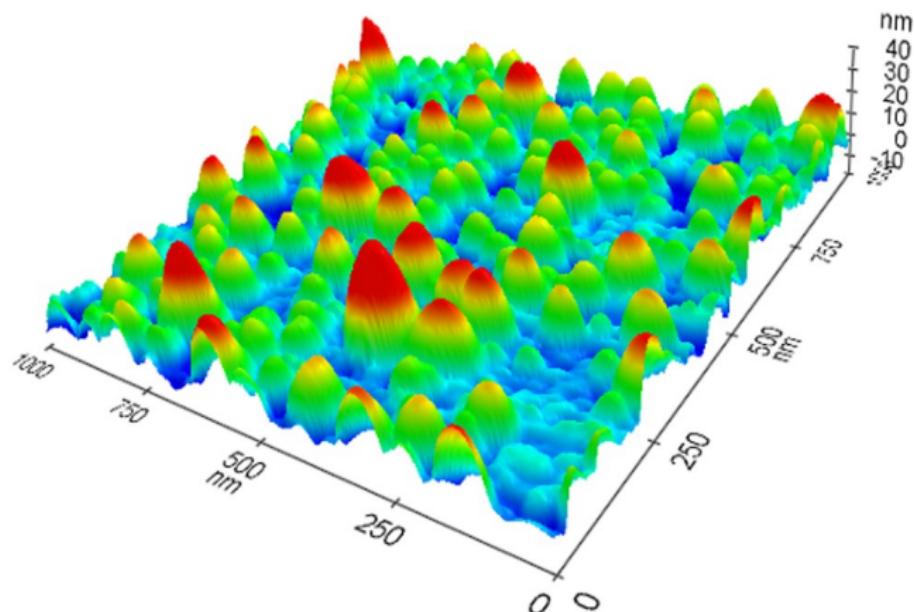
Elektronová mikroskopie



AFM mikroskop.¹⁵

¹⁵Zdroj: Laundry/Commons

Elektronová mikroskopie



AFM snímek nanočástic palladia.¹⁶

¹⁶Zdroj: Mehrabanian/Commons