



Difrakce elektronů v krystalech, zobrazení atomů

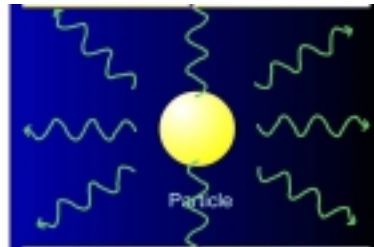
- J. Urbář Gymnázium Kladno
- T. Králová Arcibiskupské g., Kroměříž
- R. Hlistová Gymnázium a SOŠ,
Frýdek – Místek
- M. Štrof..... SGaGY Kladno – Sítňá
- J. Cabrnach..... SGaGY Kladno – Sítňá

Fyzikální týden na FJFI ČVUT

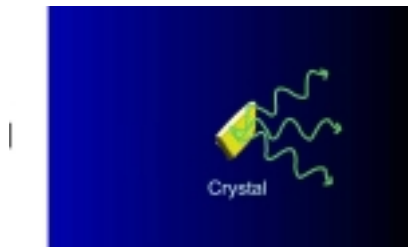
23.6. - 27.6. 2002

Co je to difrakce

- Difrakce je jev, který je spojen s vlněním dopadajícím na periodický objekt.
- Dopadá-li rovinná vlna na izolovaný objekt, mění se na kulovou vlnu, která se šíří všemi směry.



- Pokud je objekt periodický, dochází k interferenci jednotlivých kulových vln (Huygensův princip), které se zesilují jen v určitých směrech.

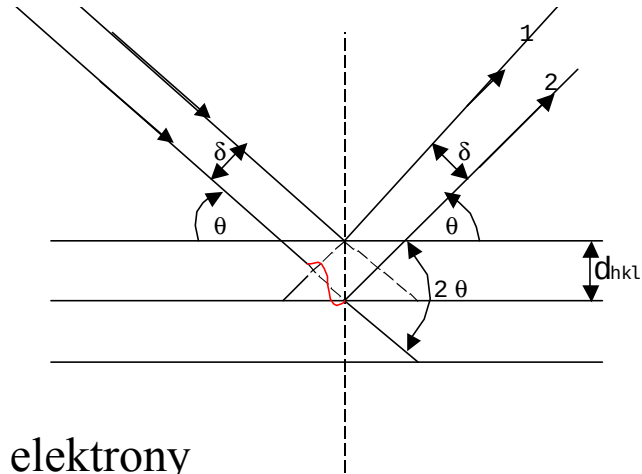


Úhly pod kterými se záření šíří jsou závislé na vzdálenosti rozptylových center v periodickém objektu (d) a na délce dopadající vlny (λ), konkrétně vztahem:

Braggova rovnice: (1) $2d\sin\theta = n\lambda$
kde n je řád interference

Periodickým objektem mohou být např. :

- Stébla rákosu pro vlny na vodní hladině
- 2 štěrby nebo difrakční mřížka pro světlo
- krystalové roviny pro RTG záření, neutrony, elektrony



Difrakce elektronů v krystalech, zobrazení atomů

V případě krystalu má rovnice (1) tvar:

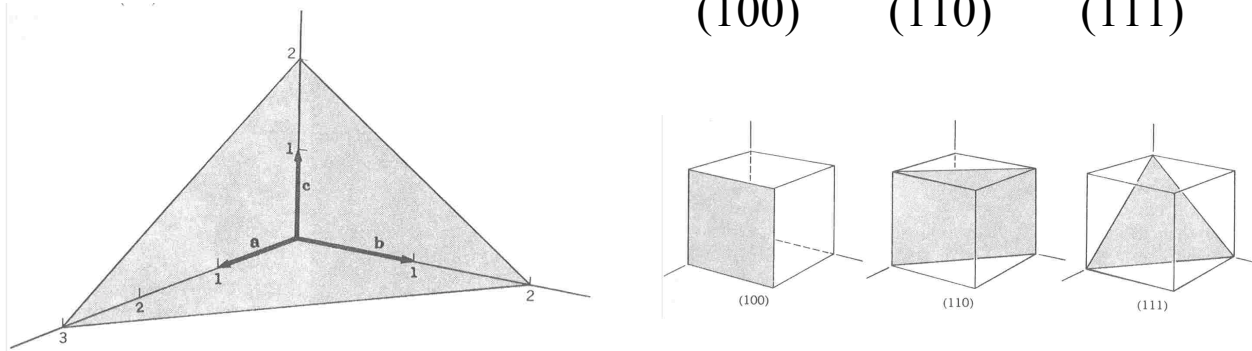
$$2d_{hkl}\sin\theta = n\lambda$$

Lawrence Bragg 1912

Nobelova cena 1915

Kde d_{hkl} jsou vzdálenosti krystalových rovin s indexy (h, k, l)

(100) (110) (111)

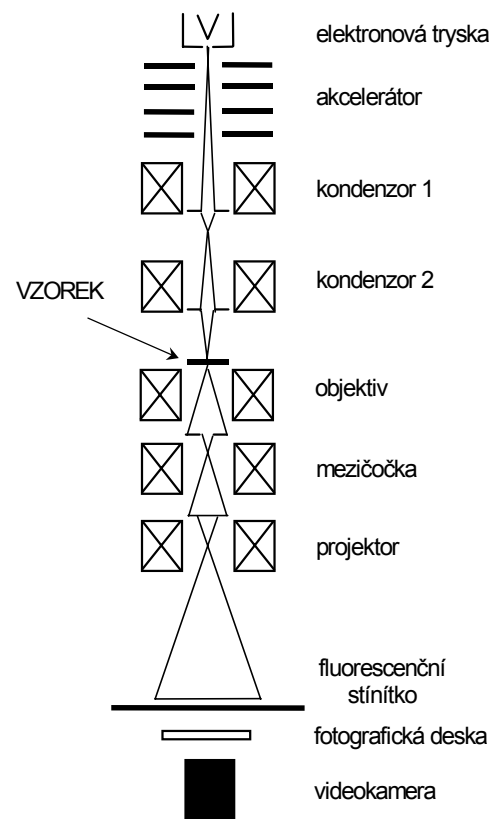


Vlnová délka elektronů závisí na urychlovacím napětí vztahem:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e eU}} = \frac{1,225}{\sqrt{U}}$$

$$[U] = \text{V} \quad [\lambda] = \text{nm}$$

Elektronový mikroskop

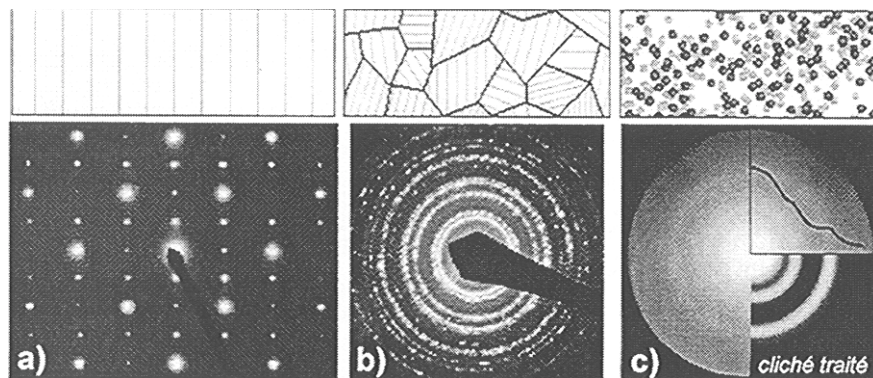


Struktura zkoumaných vzorků :

Dělení podle struktury :

Vzhled difraktogramu :

- AmorfníDifúzní kroužky
- Krystalické - MonokrystalickéDiskrétní body
- Polykrystalické Uspořádání do soustředných kružnic



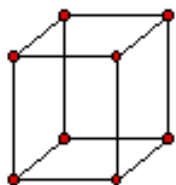
Monokrystal

Polykrystal

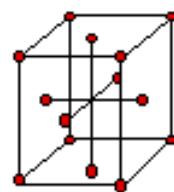
Amorfní látka

Polykrystalické látky – velmi malá zrna

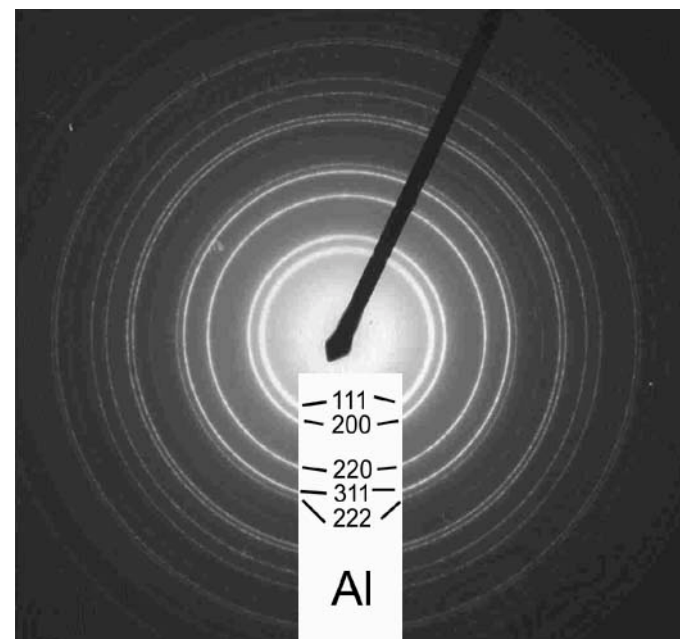
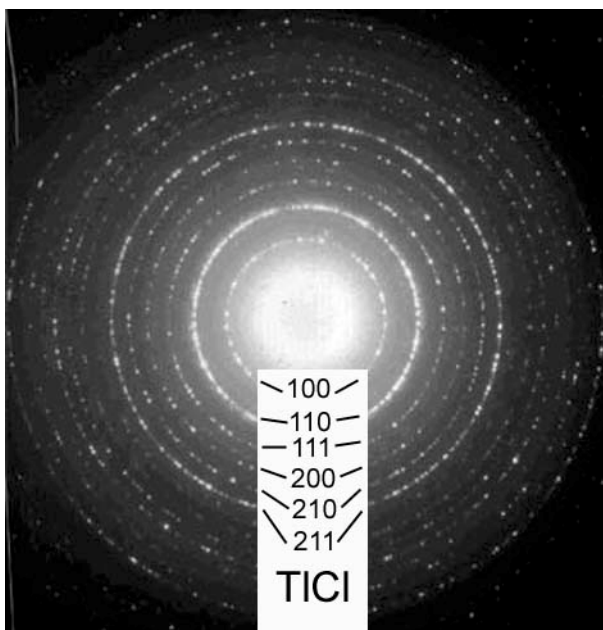
Kubická krystalová mřížka



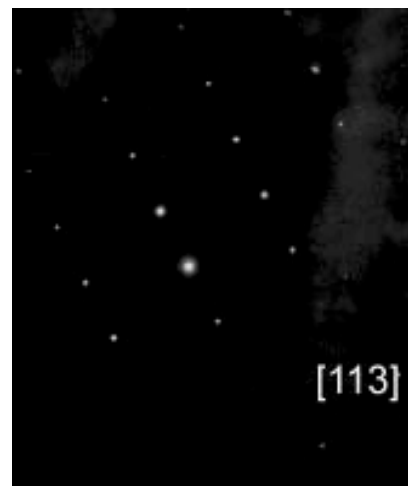
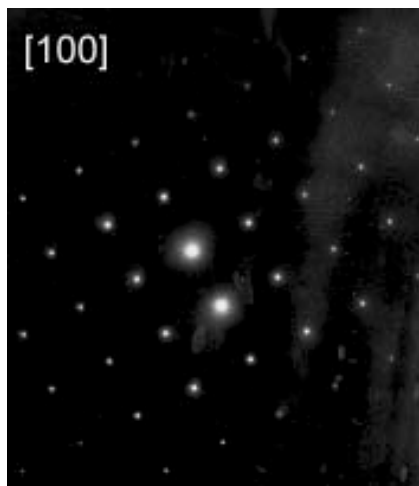
primitivní



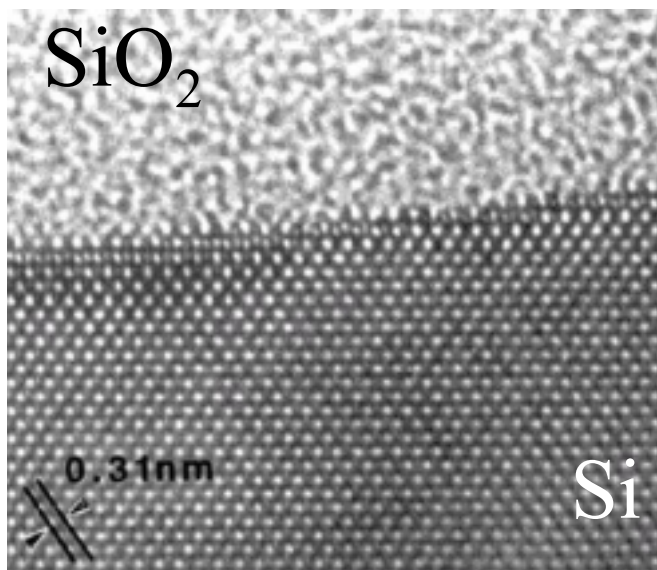
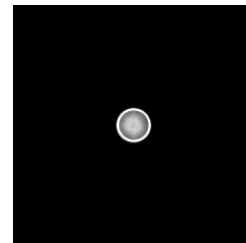
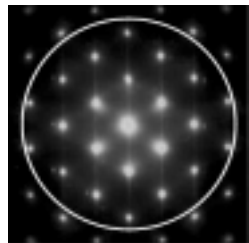
plošně centrovaná



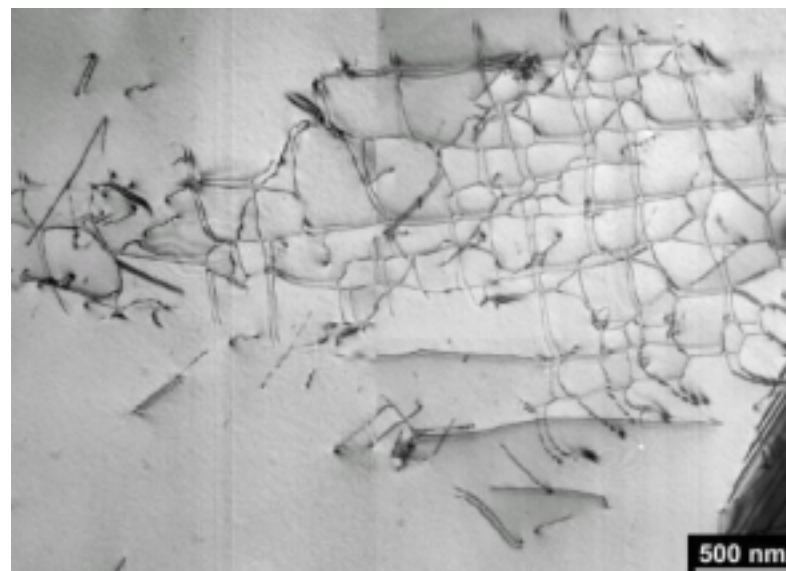
Různě naklopené monokrystaly



Využití difrakce – zobrazení mikrostruktury materiálů



atomová struktura



struktura
krystalových poruch

Závěry

- Seznámení se s principem difrakce
- Vyhodnocení elektronových difraktogramů kubických polykrystalických a monokrystalických látek
- Aplikace difrakce v elektronové mikroskopii – zobrazení krystalových poruch, zobrazení atomů