

### POKUS

- Měření průměru dvou difrakčních pruhů pro různá budící napětí
- Určování vlnové délky elektronů pro různá budící napětí za použití Braggovy podmínky
- Potvrzení de Broglieovy rovnice pro vlnovou délku

### ÚKOL

Pozorujte elektronovou difrakci na polykrystalickém grafitu a potvrďte vlastnost vln elektronů.

### SHRNUTÍ

Elektronová difrakce na polykrystalické grafitové fólii umožňuje důkaz vlastností vln elektronů. Je možné pozorovat dva difrakční kruhy kolem centrálního bodu na ose paprsku na světélkující ploše trubice pro elektronovou difrakci. Tyto kruhy jsou způsobeny difrakcí elektronů v mřížkách mikrokystalů v grafitové fólii, což odpovídá Braggově podmínce. Tento jev je podobný pro výsledky obdržené při Debye-Scherrerově difrakci rentgenového záření krystalickým práškem.

### POŽADOVANÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ

1	Difrakční trubice S	5401.U18571
1	Držák na trubice S	5401.U185001
1	Zdroj vysokého napětí 5 kV (230 V, 50 / 60 Hz)	5401.U33010230
1	Sada 15 bezpečnostních pokusných kabelů, 75 cm	5401.U138021

### ZÁKLADNÍ PRINCIPY

V roce 1924 Louis de Broglie vystoupil s hypotézou, že částice také mají vlnové vlastnosti a že vlnová délka závisí na pohybové energii. Jeho teorie byly později potvrzeny C. Davissonem a L. Germerem pozorováním difrakce elektronů krystalickým niklem.

Podle de Broglie, vztah mezi vlnovou délkou  $\lambda$  částice a její pohybové energie  $p$  je dán takto:

$$(1) \lambda = \frac{h}{p}$$

$h$ : Planckova konstanta

Pro elektrony, které byly uvedeny do pohybu napětím  $U_A$ , platí tato rovnice:

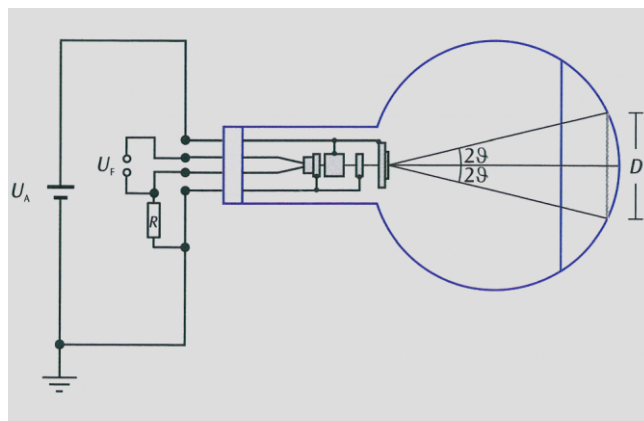
$$(2) \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U_A}}$$

$m$ : Hmotnost elektronu,  $e$ : základní elektrický náboj.

Například, jestliže je budící napětí 4 kV, může být k elektronům přiřazena vlnová délka 20 pm.

V pokusu je vlastnost vln elektronů ve vyčerpané skleněné trubici projevna pozorováním jejich difrakce polykrystalickým grafitem. Na světélkující ploše zobrazení trubice je možné pozorovat difrakční kruhy kolem centrálního bodu na ose paprsku. Průměr kruhů závisí na budícím napětí. Tyto kruhy jsou způsobeny difrakcí elektronů v mřížce mikrokystalů, které splňují Braggovu podmínku:

$$(3) 2 \cdot d \cdot \sin\theta = n \cdot \lambda$$



Obrázek 1: Schéma elektronové difrakční trubice

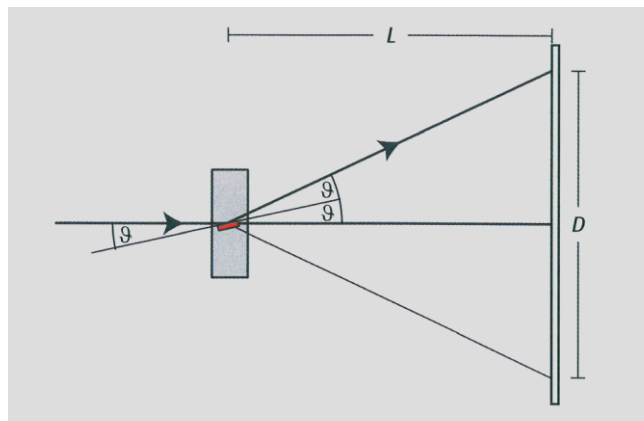
$\vartheta$ : Braggův úhel,  $n$ : difrakční pořadí,  $d$ : vzdálenost mezi rovinami mřížky.

Průměr difrakčního kroužku odpovídající Braggově úhlu  $\vartheta$  je dán takto:

$$(4) D = 2 \cdot L \cdot \tan 2\vartheta$$

$L$ : vzdálenost mezi grafitovou fólií a světélkující plochou zobrazení.

Jestliže grafit má krystalickou strukturu se dvěma různými vzdálenostmi mezi rovinami mřížek,  $d_1 = 123$  pm a  $d_2 = 213$  pm (obrázek 3), obrazec první v pořadí ( $n = 1$ ) se skládá ze dvou difrakčních kroužků o průměrech  $D_1$  a  $D_2$ .



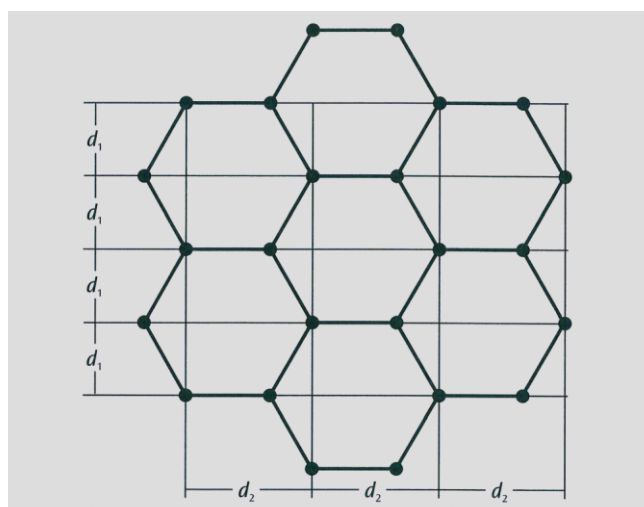
Obrázek 2: Braggův odraz v „příznivém“ uskupení rovin mřížek v typickém krystalitu grafitové fólie.

## VYHODNOCENÍ

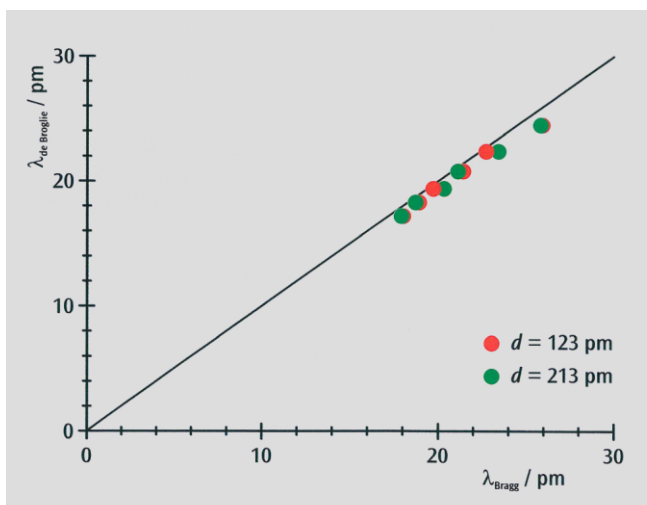
Z průměrů dvou difrakčních kroužků a vzdáleností mezi rovinami mřížky můžeme určit vlnovou délku  $\lambda$  za použití Braggovy podmínky. Pro malé difrakční úhly je platná následující rovnice:

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \left( \frac{1}{2} \cdot \arctan \left( \frac{D_{1/2}}{2 \cdot L} \right) \right)$$

V pokusu takto vypočítané vlnové délky mohou být porovnány s hodnotami vypočítanými z teoretického vyjádření (2).



Obrázek 3: Krystalová struktura grafitu.



Obrázek 4: Vztah mezi vlnovými délkami určený v pokuse za použití Braggovy podmínky a teoretických de Broglieových vlnových délek.