

Pozorování elektronové difrakce

Pomůcky: Souprava PHYWE zahrnující trubici pro difrakci elektronů, zdroj vysokého napětí (0 – 10 kV), rezistor 10 Ω, propojovací vodiče, posuvné měřidlo

Teoretický rozbor:

Elektronu o hybnosti p lze přisoudit de Broglieho vlnu o vlnové délce $\lambda = h/p$, kde $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J·s je Planckova konstanta. Při urychlování napětím U_A elektron získá hybnost p , přičemž platí vztah

$$p^2/2m_e = eU_A,$$

kde $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg (relativistické korekce pro uvažovaná urychlovací napětí do 10^4 V nejsou nutné). Vlnová délka elektronu pak souvisí s urychlovacím napětím prostřednictvím vztahu

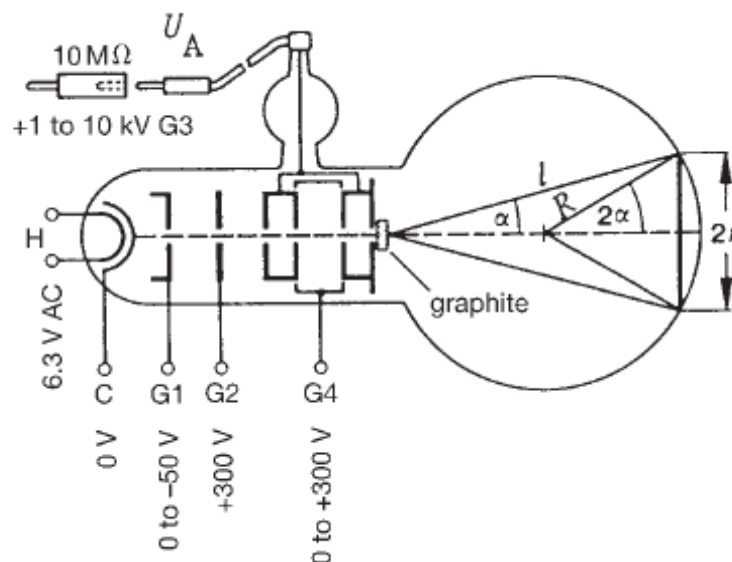
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e e U_A}}.$$

Svazek elektronů, který dopadá na polykrystalický grafitový film na měděné mřížce, se odráží v souladu s Braggovou rovnicí $2d\sin\theta = n\lambda$, $n = 1, 2, \dots$, kde d je mezirvinová vzdálenost v grafitové struktuře a θ je Braggův úhel (úhel mezi elektronovým svazkem a krystalovou rovinou). V polykrystalickém grafitu jsou vazby mezi jednotlivými vrstvami narušeny a jejich orientace je náhodná. Proto má po průchodu grafitovým filmem elektronový svazek formu kužele, který pak vytváří interferenční kroužky na fluorescenčním stínítku. V souladu s obr.1 platí

$$\sin 2\alpha = r/R,$$

kde $R = 65$ mm je poloměr skleněné baňky. Pro malé úhly α (a tedy i θ) je možné psát

$$\sin 2\alpha \approx 2 \sin \alpha = 2 \sin 2\theta \approx 4 \sin \theta.$$

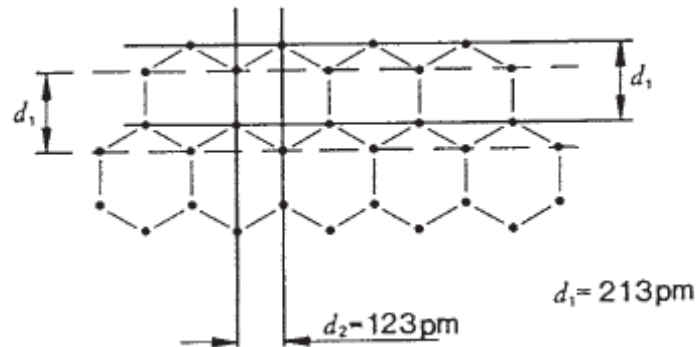


Obr. 1. Napájecí zdroje, experimentální uspořádání a geometrie pozorování interferenčních kroužků.

Dosažením do Braggovy rovnice pak dostáváme

$$r = \frac{2R}{d} n\lambda.$$

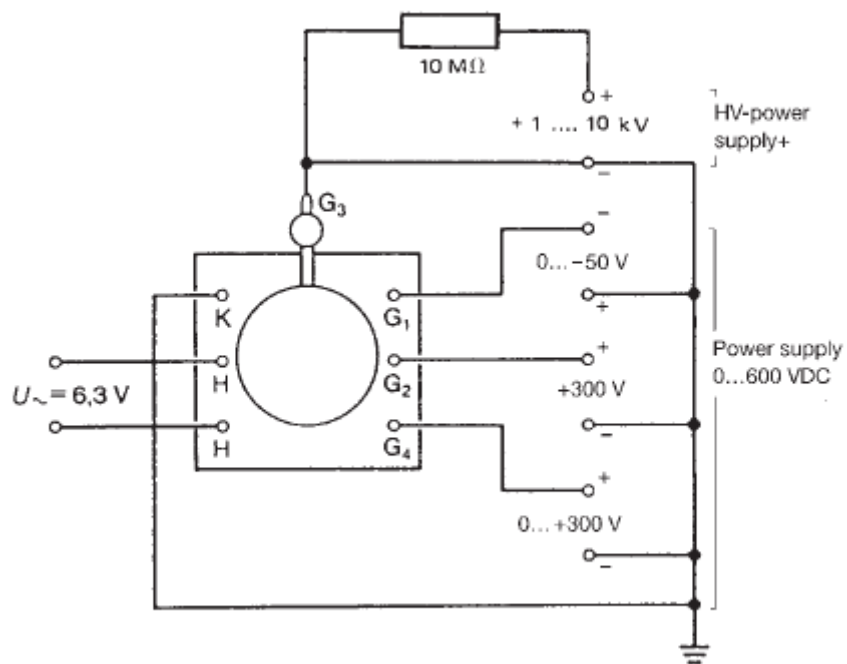
Vnitřní dva interferenční kroužky vznikají odrazem na krystalových rovinách, jejichž vzdálenosti jsou d_1 a d_2 , přitom řád difrakce $n = 1$ (obr. 2). Interferenční kroužky příslušející vyšším difrakčním řádům jsou mnohem méně intenzivní.



Obr. 2. Krystalové roviny grafitu s mezirovinnými vzdálenostmi d_1 a d_2 , odpovědné za vznik prvních dvou interferenčních kroužků.

Postup měření:

- 1) Zkontroluje zapojení podle obr. 3. Nastavte Wehneltovo napětí G1 a napětí na mřížkách G3 a G4 tak, aby byly interferenční kroužky ostré a dobře definované.
- 2) Nastavujte různá anodová (urychlovací) napětí U_A a vždy stanovte poloměry r_1 a r_2 dvou vnitřních interferenčních kroužků ($n = 1$). Změřte vnitřní a vnější průměr interferenčního kroužku a vezměte aritmetický průměr.
- 3) Přejděte od hodnot napětí U_A k vlnovým délkám elektronu λ a užitím lineární regrese stanovte mezirovinnové vzdálenosti d_1 a d_2 . Porovnejte s hodnotami uvedenými na obr.2.



Obr. 3. Schema zapojení zdrojů napětí pro napájení žhavicí katody a mřížek.