

**Eðlisfræði þéttefnis I:**

# **Bylgjubognun í kristöllum**

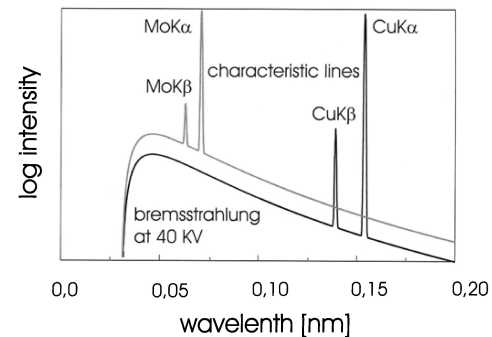
**Kaflí 3**

**Jón Tómas Guðmundsson**

**tumi@hi.is**

**3. vika haust 2014**

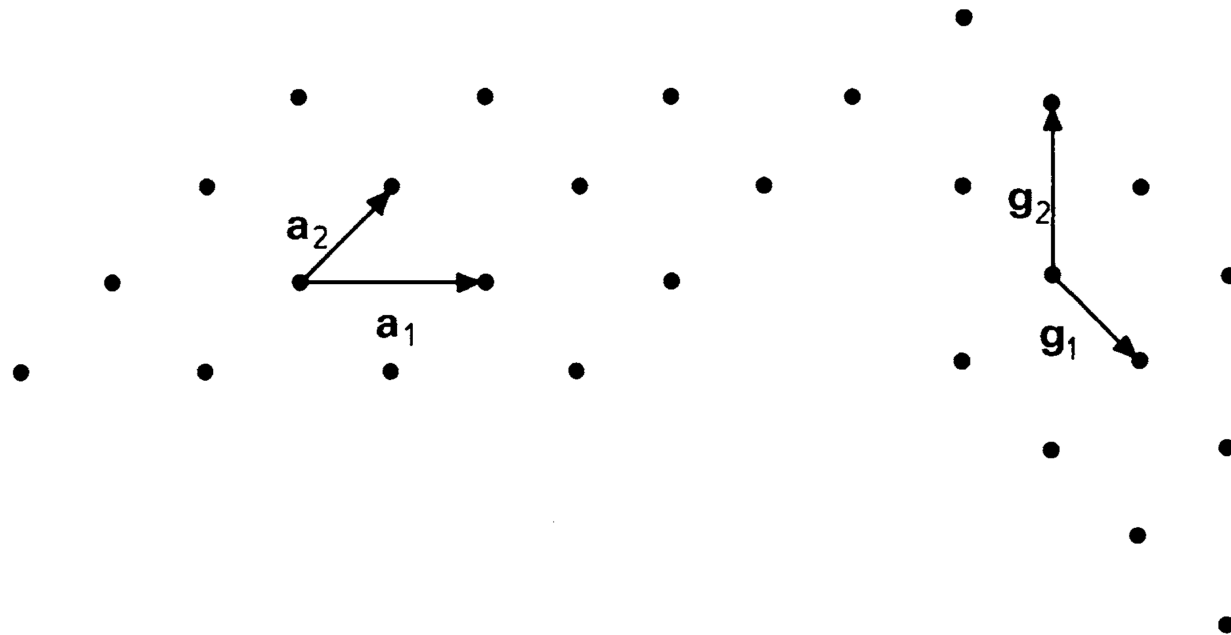
# Röntgengeislar



Frá Pietsch et al. (2004)

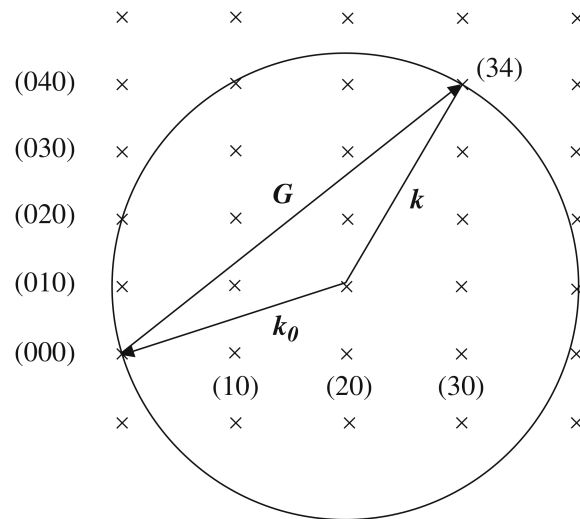
- Útgeislunarróf röntgenlampa með kopar og mólýbden skotmörkum og hröðunarorku 40 kV.
- Útgeislunin samanstendur af samfelldri bremsstrahlung geislun og einkennandi  $K_{\alpha}$  tvístigi við  $\lambda_1 = 0.15056$  nm and  $\lambda_2 = 0.154439$  nm, fyrir kopar og  $\lambda_1 = 0.07093$  nm and  $\lambda_2 = 0.071359$  nm fyrir mólýbden. Að auki er svo  $K_{\beta}$ -lína sem samanstendur af nokkrum undirlínunum við  $\lambda_{\beta} = 0.1396$  nm fyrir kopar og 0.06323 nm fyrir mólýbden.

# Bylgjubognun



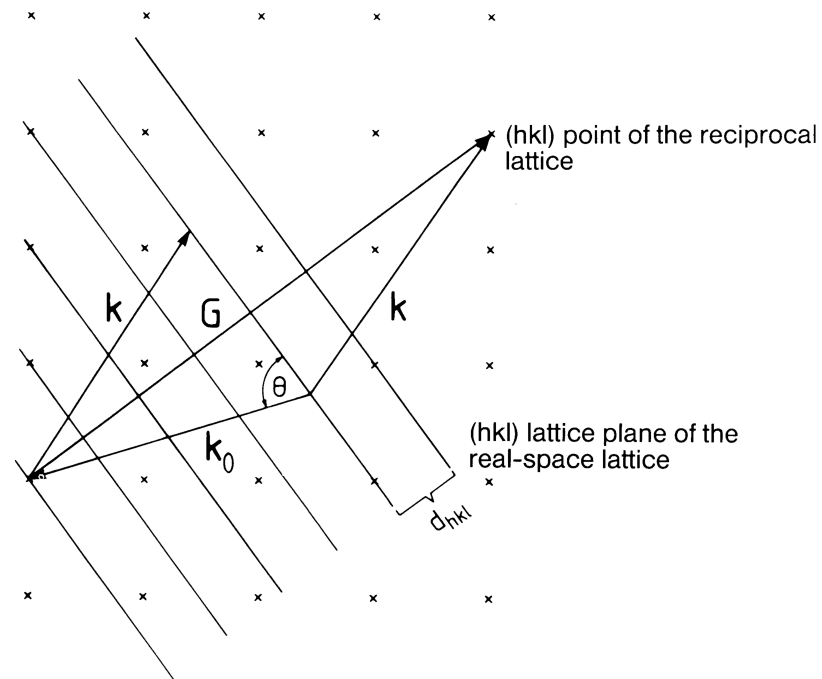
- Tvívíð grind og samsvarandi nykurgrind
- Vigrarnir  $g_1$  og  $g_2$  og eru hornréttir á  $a_2$  annars vegar og  $a_1$  hins vegar

# Bylgjubognun



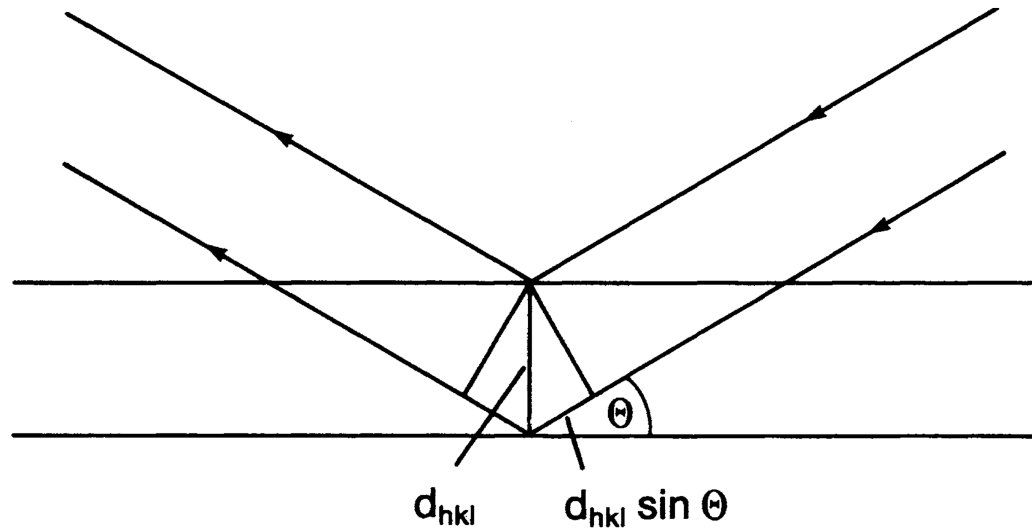
- Ewald kúlan í nykurgrindinni sem sýnir Laue skilyrðið  $\mathbf{k} - \mathbf{k}_0 = \mathbf{G}$
- Dreifður geisli á sér stað þegar grindapunktur fellur á yfirborð kúlunnar
- Þetta gildir ekki fyrir flestar lengdir og stefnur á  $\mathbf{k}_0$
- Til að fá fram bylgjubognun verður því að nota samfellt róf eða breita stefnu kristallsins

# Bylgjubognun



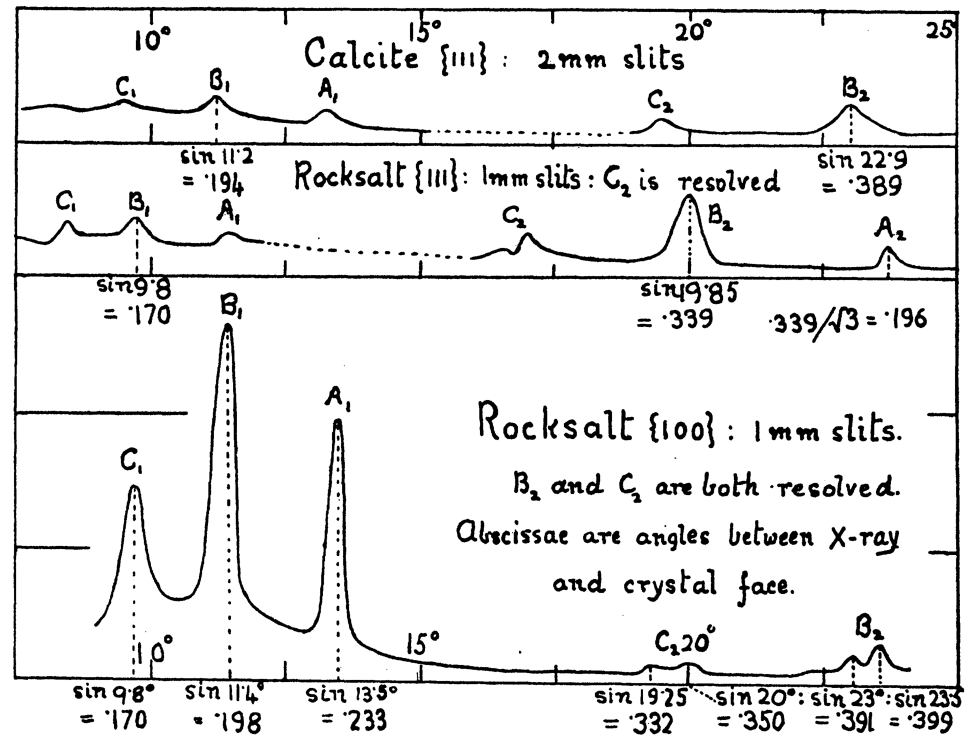
- Bragg's túlkun á bylgjubognunar skilyrðinu
- þar sem vigurinn  $G_{hkl}$  liggur hornrétt á planið  $(hkl)$  í raunrúminu, kemur bylgjubognunin fram sem speglun frá þessu plani

## Bylgjubognun



- Útleiðsla á Bragg skilyrðinu
- Mismunur á ferðavegalengd tveggja speglaðra bylgja er  $2d_{hkl} \sin \Theta$

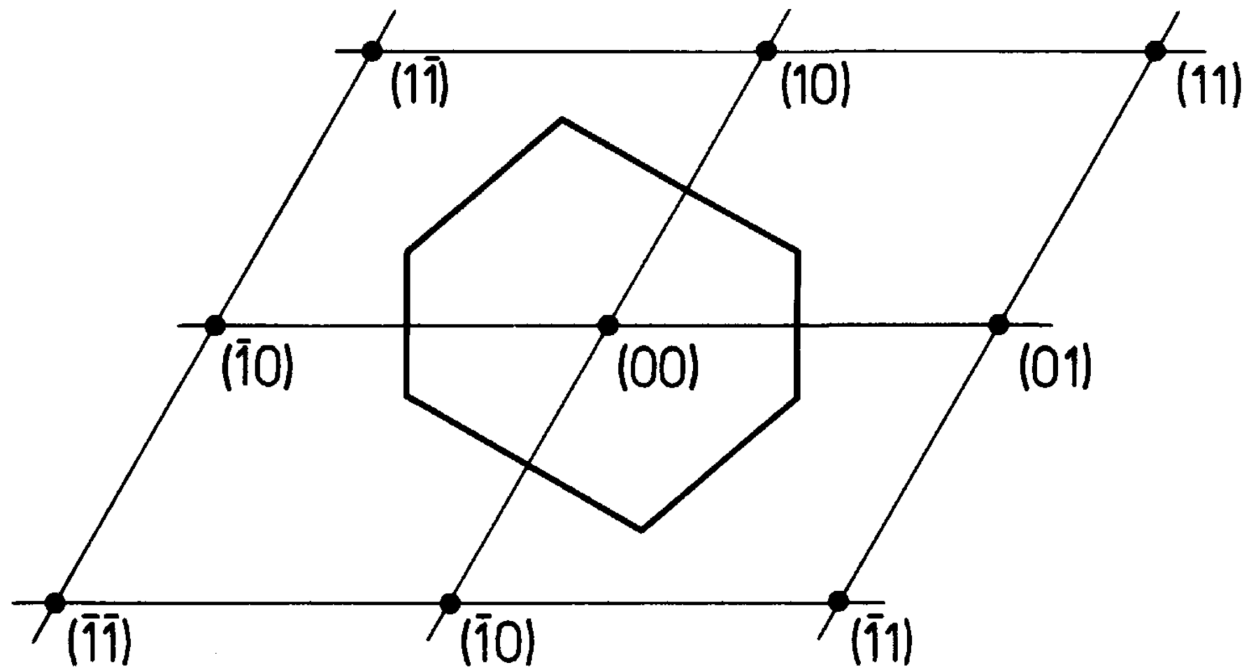
# Bylgjubognun



Frá Bragg (1913)

- Upphaf kristallgreininar með röntgengeislum

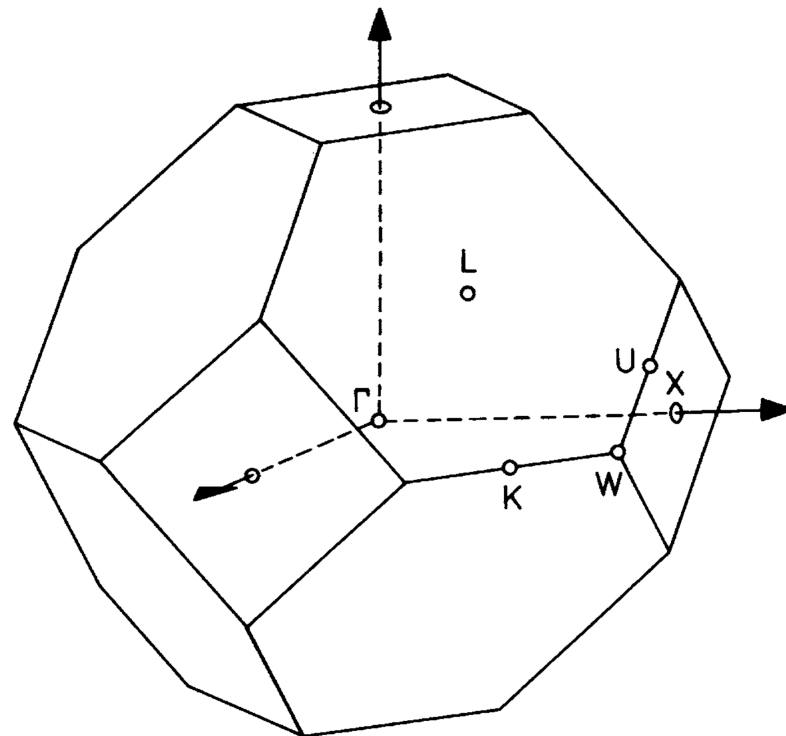
## Brillouin svæði



- Fyrsta Brillouin svæði fyrir flata grind

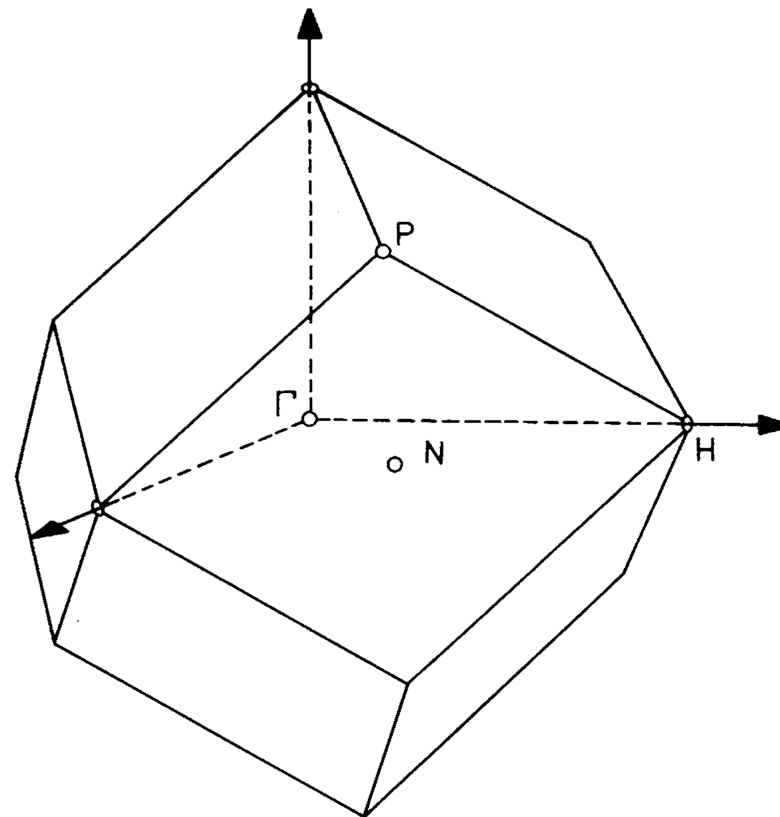


# Brillouin svæði



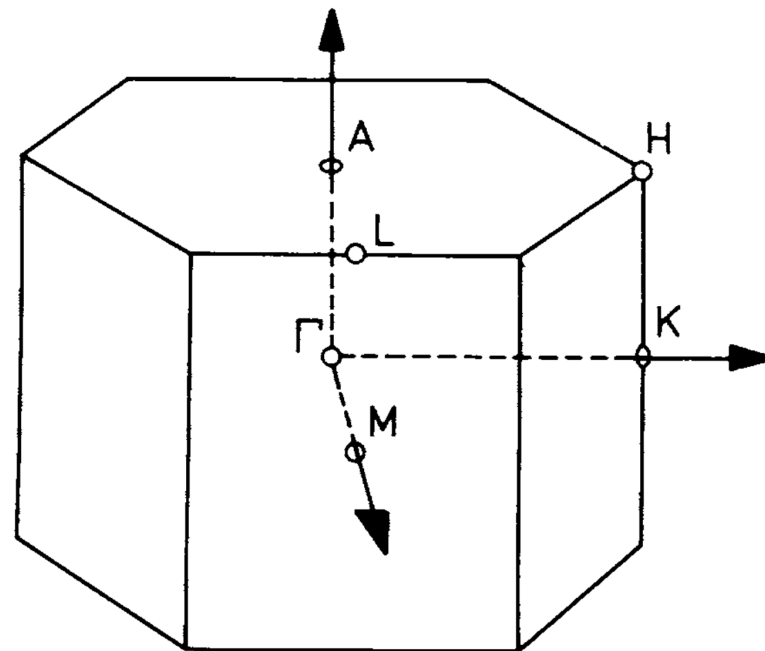
- Fyrsta Brillouin svæði fyrir hliðarsetinn tening (fcc)

# Brillouin svæði



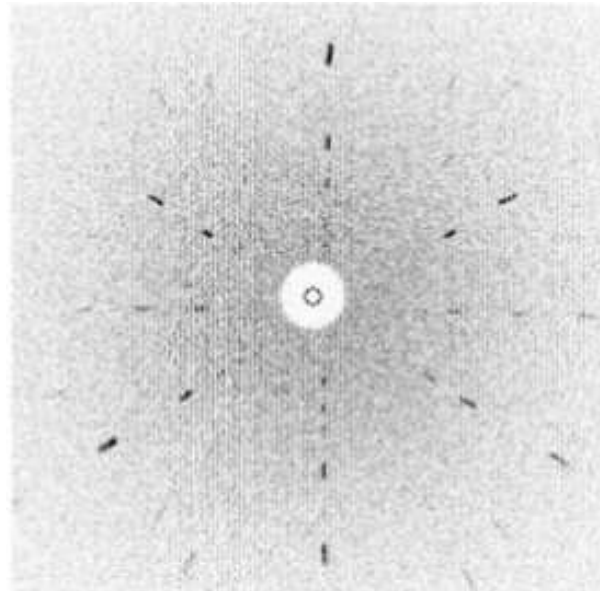
- Fyrsta Brillouin svæði fyrir miðjusetinn tening (fcc)

# Brillouin svæði



- Fyrsta Brillouin svæði fyrir hexagonal grind

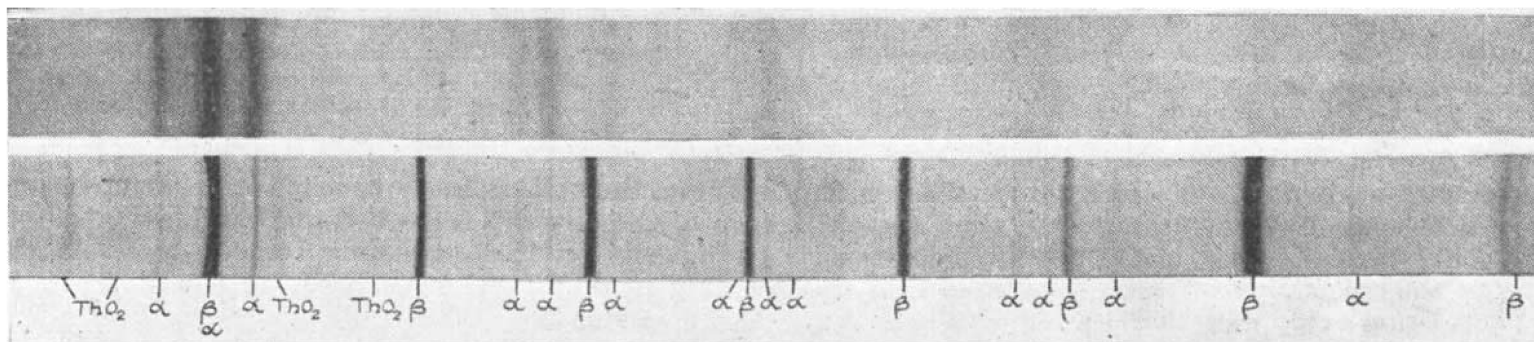
## Laue aðferðin



Frá Mohan et al. (2014)

- Laue mynstur frá einkristölluðum  $\text{LaCuO}_2$  kristalli

## Duft aðferðin

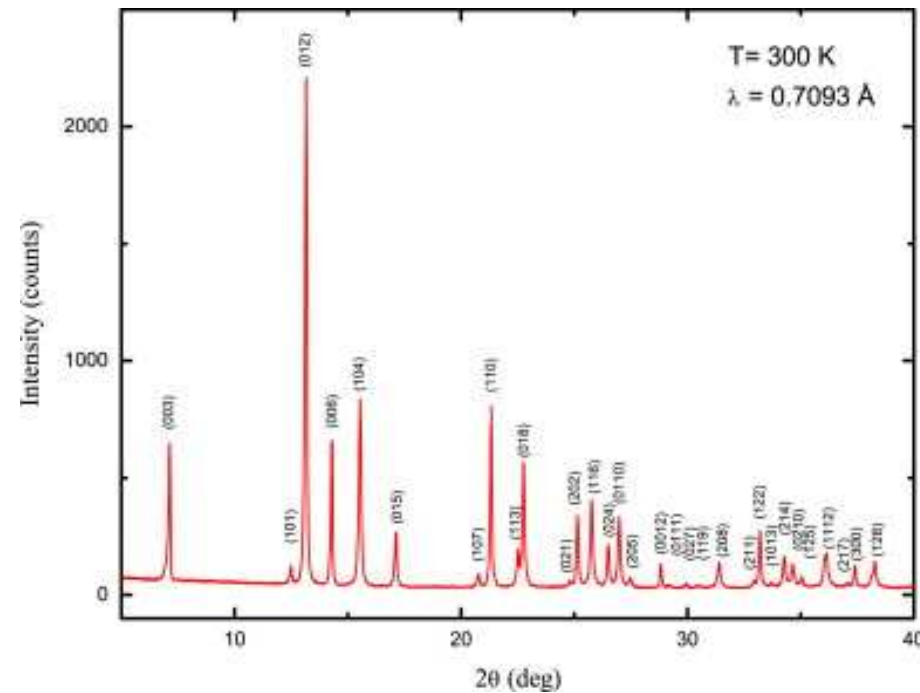


X-RAY POWDER PHOTOGRAPHS (COPPER  $K\alpha$ -RADIATION, 19 CM. CAMERA) OF TUNGSTEN SPECIMENS. ABOVE, EVAPORATED FILM FROM TUNGSTEN FILAMENT VACUUM LAMP ( $\alpha$ -TUNGSTEN); BELOW, TUNGSTEN POWDER PREPARED BY REDUCTION IN HYDROGEN OF OXIDE CONTAINING 2 PER CENT THORIA (MIXTURE OF  $\beta$ - AND  $\alpha$ -TUNGSTEN).

Frá Rooksby (1944)

- Dæmi um duftaðferðina - hér má sjá  $\alpha$ - og  $\beta$ -fasana í þungsteini
- $\alpha$ -fasinn er bcc og er stöðugur en  $\beta$ -fasinn er A15 teningur og er hálfstöðugur

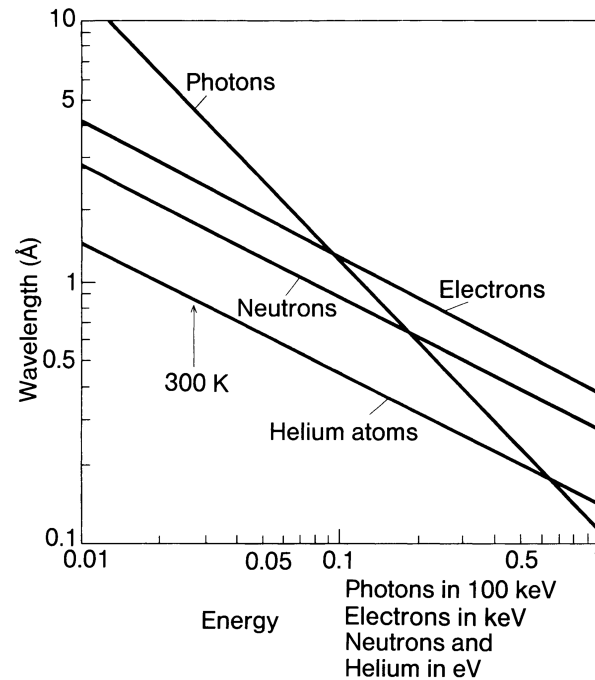
# Duft aðferðin



From Mohan et al. (2014)

- Duft aðferðinni beitt á LaCuO<sub>2</sub> kristall - allar kristallastefnur hafa verið merkar inn

## de Broglie bylgjulengdir



- de Broglie bylgjulengdir fyrir ljóseindir, rafeindir, nifteindir og helín atóm sem fall af orku agna

## Frekari upplýsingar

- Þessi kafli er að mestu byggður á kafla 2 hjá Omar (1975). Sambærileg umfjöllun er í kafla 3 hjá Ibach and Lüth (2009).

## Heimildir

Bragg, W. L. (1913). The structure of some crystals as indicated by their diffraction of X-rays. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A* 89(610), 248–277.

Ibach, H. and H. Lüth (2009). *Solid-State Physics: An Introduction to Principles of Materials Science* (4 ed.). Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

Mohan, A., B. Büchner, S. Wurmehl, and C. Hess (2014). Growth of single crystalline delafossite  $\text{LaCuO}_2$  by the travelling-solvent floating zone method. *Journal of Crystal Growth* 402, 304–307.

Omar, M. A. (1975). *Elementary Solid State Physics*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Pietsch, U., V. Holý, and T. Baumbach (2004). *High-Resolution X-Ray Scattering: From Thin Films to Lateral Nanostructures* (2 ed.). Advanced Texts in Physics. New York: Springer Verlag.

Rooksby, H. P. (1944).  $\alpha$ -tungsten. *Nature* 154(3906), 337–338.