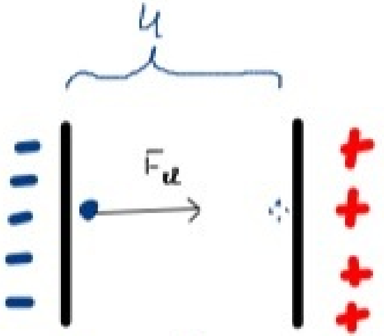
$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2}\,\frac{1}{m}\, m^2 v^2 = \frac{1}{2m}\,(m\cdot v)^2 = \frac{p^2}{2m}$$



$E_{pot} = eU$ $\qquad E_{kin} = \frac{p^2}{2m}$

ohne Reibung: $\frac{p^2}{2m} = eU \Rightarrow p = \sqrt{2emU}$

$p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p}$

$$p \approx \sqrt{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,C \cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\,kg\cdot 2000\,V}$$
$$\approx \sqrt{6 \cdot 10^{4}\; 10^{-50}}\; m$$
$$\approx 2\cdot 10^{-23}\; m/s\cdot kg$$

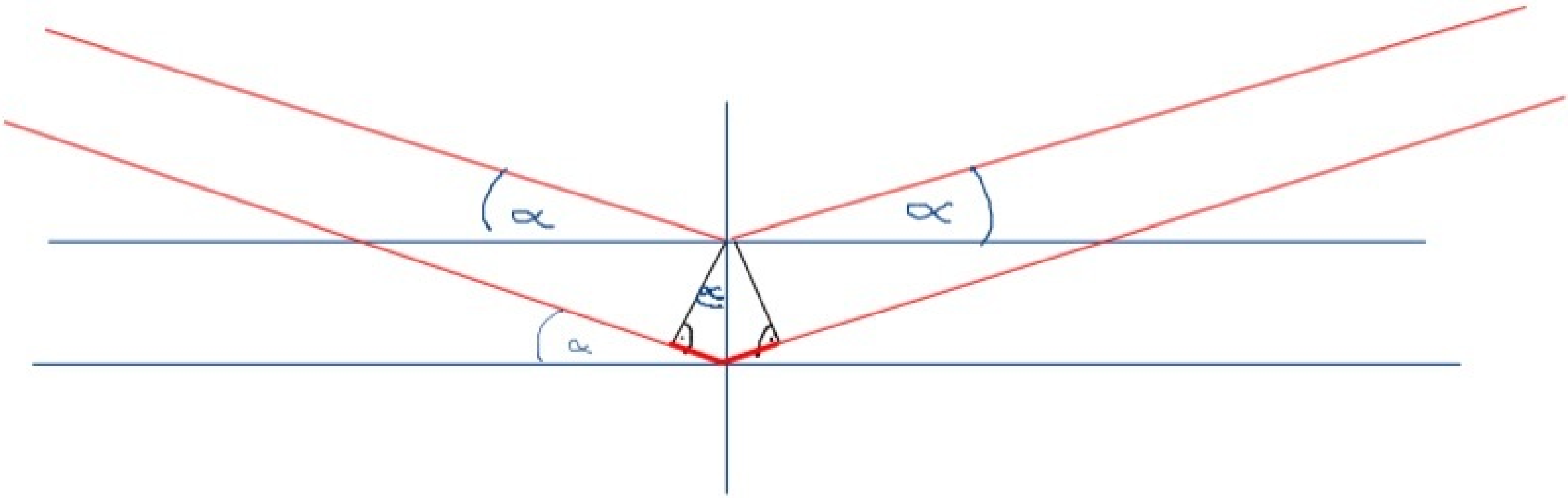
$$\Rightarrow \lambda \approx \frac{7\cdot 10^{-34}\,Js}{2\; 10^{-23}\,kg\,m/s}$$
$$\approx 3{,}5\cdot 10^{-11}\; m$$

$$\frac{Js}{kg\,m/s} = \frac{N\,m\,s}{kg\,m/s} = N$$

sichtb Licht: 400 - 800 nm

$\approx 5\cdot 10^{-7}$ m

$F = m\,a \Rightarrow [F] = 1\cdot kg\cdot m/s^2$


α
α
α
α

Auswertung des Experimentes mit der Elektronenbeugungsröhre
Bestätigung der de-Broglie Hypothese

Für eine Interferenzreflexion der Materiewellen an Gitter-Atomen gilt in gleicher Weise wie für Röntgenstrahlen die *Bragg*sche Bedingung:

$$2d \sin\vartheta = n\lambda \qquad \text{(g)}$$

Für einen reflektierten Strahl ergibt sich:

$$\tan 2\vartheta = \frac{R}{L} \qquad \text{(h)}$$

R = Schirmradius des Beugungskreises
L = Abstand Graphitfolie/Lumineszenzschirm (bei *Leybold* 55517:13,5 cm)

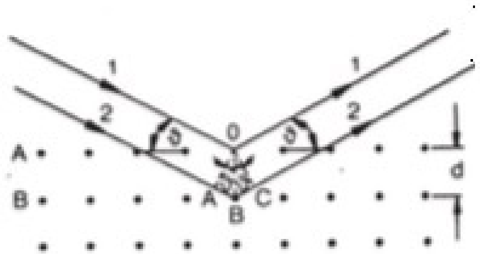
Für kleine Winkel folgt wegen der Näherung

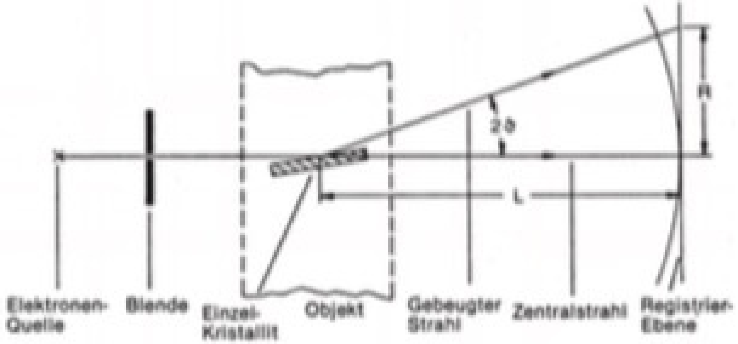
$$\tan 2\vartheta = \sin 2\vartheta = 2 \sin\vartheta \qquad \text{(i)}$$

aus (g):

$$\lambda = \frac{d}{L} R \qquad \text{(k)}$$

(mit n = 1, d. h. Beugung erster Ordnung)



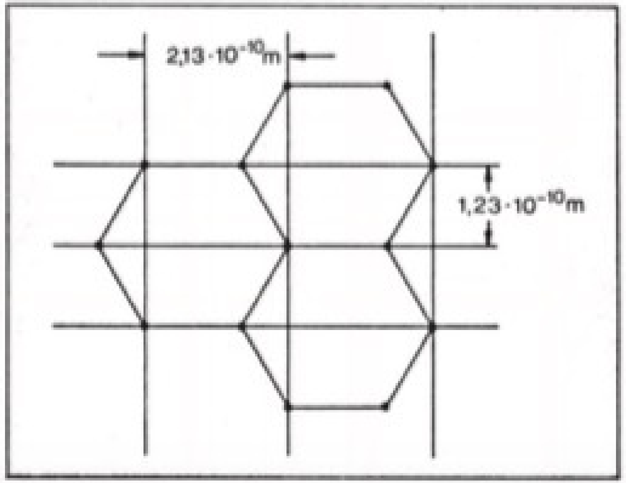


Nun wird das bei 5 kV erhaltene Beugungsbild untersucht; es sind zwei konzentrische Kreise mit den Radien R_1 = 1,1 cm und R_2 = 1,9 cm, sie entstehen durch Beugung der Elektronen an zwei Netzebenen des Graphits mit d_1 = 0,213 nm und d_2 = 0,123 nm (siehe Abb. 7). Setzt man die beiden erhaltenen Radien mit den Netzebenenabständen in (k) ein, so erhält man als experimentell ermittelte Wellenlängen:

$$\lambda_1 = \frac{0{,}213 \cdot 10^{-9} \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-2}}{13{,}5 \cdot 10^{-2}} = 0{,}017 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = \frac{0{,}123 \cdot 10^{-9} \cdot 1{,}9 \cdot 10^{-2}}{13{,}5 \cdot 10^{-2}} = 0{,}017 \text{ nm}$$

Abb. 7. Ausschnitt aus dem Graphitgitter



De-Broglie: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2emU}} = \underline{\underline{2{,}32 \cdot 10^{-11}\,m}}$

Interferenzmuster: $\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin\left(0{,}5 \cdot \arctan\left(\frac{R}{L}\right)\right) \approx \underline{\underline{d \cdot \frac{R}{L}}}$

zwei Netzebenenabstände: $d_1 = 123\,pm \Rightarrow \lambda_1 = d_1 \cdot \frac{R_1}{L} = \underline{\underline{2{,}37 \cdot 10^{-11}\,m}}$

(zwei „Gitterkonstanten") $d_2 = 213\,pm \Rightarrow \lambda_2 = d_2 \frac{R_2}{L} = \underline{\underline{2{,}37 \cdot 10^{-11}\,m}}$

$L = 13{,}5\,cm$, $R_2 = 1{,}5\,cm$, $R_1 = 2{,}6\,cm$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$, $m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\,kg$, $U = 2{,}8\,kV$, $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}\,Js$

---

allg.: Ladung q (oder Q), $[q] = 1\,C$ (Coulomb) $= 1\,As$

spez.: Elementarldg. e = Ldg. eines Elektrons (neg.) = Ldg. eines Protons (pos.) $= 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2emU}} \approx \frac{7 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{3 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-30} \cdot 3000}}$$

$$\approx \frac{7 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{10 \cdot 10^{-46}}} \approx \frac{7 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^{-23}}$$

$$\approx 2 \cdot 10^{-11}$$

$$10 \cdot 1000 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-30} \approx 10^{-46}$$