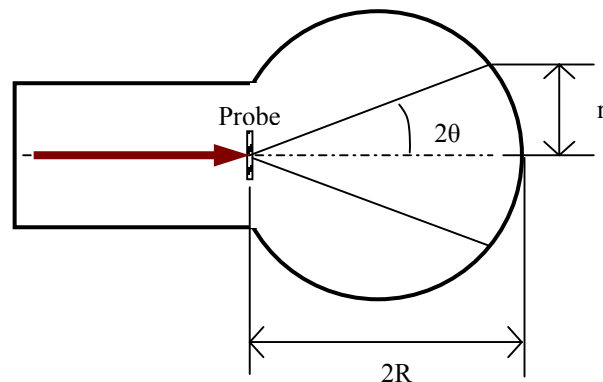


Übungen zur Vorlesung
Experimentalphysik 3 (Wellen und Teilchen)
Wintersemester 2003/2004
Blatt 13; Besprechung in den Übungen der 5. KW 2004

Aufgabe 51: Elektronenbeugung

Ein Elektronenbündel in einer Kathodenstrahlröhre durchstrahlt nach Durchlaufen einer Beschleunigungsspannung von $U = 10 \text{ kV}$ eine polykristalline Graphitschicht. Auf dem kugelförmigen Schirm der Röhre beobachtet man den Interferenzring 1. Beugungsordnung, der einen Radius $r = 1,29 \text{ cm}$ aufweist. Der Abstand der Probe zum Leuchtschirm beträgt $2R = 13 \text{ cm}$.

- a) Wie groß ist der Abstand d zwischen den in interferenzfähiger Lage befindlichen Netzebenen (gedachte Ebenen im Kristall, die gleichmäßig mit Gitterebenen belegt sind) des Graphitkristalls?
- b) Bis zu welcher Beugungsordnung m treten bei der gegebenen Beschleunigungsspannung konstruktive Interferenzen auf?



Aufgabe 52: Heisenbergsche Unschärferelation

- a) Wie groß ist die minimale kinetische Energie eines Elektrons (auch Nullpunktsenergie genannt), das sich nur entlang der x-Achse bewegen kann und innerhalb einer Strecke der Länge $L = x_{\text{max}} - x_{\text{min}}$ eingeschlossen ist?
- b) Welche Mindestenergie hat ein Elektron, dessen Bewegung in der x,y-Ebene auf eine quadratische Querschnittsfläche von $A = 1 \text{ nm}^2$ eingeschränkt ist und in der dazu senkrechten z-Richtung ungehindert erfolgen kann (Elektron im Quantendraht)?
- c) Wie groß ist die Nullpunktsenergie eines in einem würfelförmigen Mikrokristalliten (Quantendot) der Kantenlänge $a = 2 \text{ nm}$ eingeschlossenen Elektrons?

Aufgabe 53: de Broglie-Wellen

Bestimmen Sie die Abhängigkeit $v_p = v_p(\lambda)$ zwischen Phasengeschwindigkeit v_p und Wellenlänge λ (Dispersionsrelation) und die daraus resultierende Gruppengeschwindigkeit v_g von de Broglie-Wellen.

Aufgabe 54: Brechungsgesetz für Materiewellen

Elektronen erfahren beim Eintritt in ein Medium eine Beschleunigung durch den Potentialunterschied U_i , der vom elektrostatischen Feld der Atomkerne und Elektronen des Mediums erzeugt wird. Dadurch ist ihre Wellenlänge im Medium, λ_i , von derjenigen im äußeren Vakuum (bzw. der Luft), λ_a , verschieden. Berechnen Sie die Wellenlängenänderung und den Brechungswinkel α_i von Elektronen der Energie $eU = 10 \text{ eV}$, die unter einem Winkel $\alpha_a = 45^\circ$ zur Normalen auf der Oberfläche in einen Nickelkristall mit $U_i = 1,3 \text{ eV}$ eindringen. Wie groß ist die elektronenoptische Brechzahl $n \approx \lambda_a/\lambda_i$ des Kristalls?