

FORTGESCHRITTENENPRAKTIKUM

RS – RÖNTGENSPEKTREN

Versuchsbeschreibung (Kurzfassung)

ZIELSTELLUNG:

Röntgenstrahlung bildet gemeinsam mit der γ -Strahlung den kurzwelligen Teil des elektromagnetischen Spektrums. Der Wellenlängenbereich der Röntgenstrahlung erstreckt sich etwa von $0,1 \text{ \AA}$ bis 100 \AA ($1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm}$). Die Charakteristik eines Röntgenemissionsspektrums hängt von der Art der Anregung ab. Erfahren geladene Teilchen eine Abbremsung (z. B. Elektronen im Anodenmaterial einer Röntgenröhre – Bremsstrahlung) oder eine Beschleunigung (Umlauf relativistischer geladener Teilchen auf einer gekrümmten Bahn – Synchrotronstrahlung), so entsteht ein kontinuierliches Spektrum. Werden Atome durch Teilchenstoß oder durch Photoabsorption angeregt oder gar ionisiert, kommt es zur Emission eines für die angeregte Atomsorte charakteristischen Linienspektrums. Im Versuch werden das Spektrum einer Röntgenröhre und die Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie (Absorption und Streuung) untersucht. Weiterhin werden verschiedene Möglichkeiten der Detektion von Röntgenstrahlung sowie Methoden der Röntgenspektralanalyse behandelt.

EXPERIMENT:

Mit einem Bragg-Kristallspektrometer wird das Spektrum einer Röntgenröhre untersucht. Dabei wird ein von der Röhre emittierter schmal ausgeblendeter Strahl unter dem variablen Winkel θ (Glanzwinkel) auf einen LiF-Einkristall gerichtet. Der Kristall „reflektiert“ unter diesem Winkel nur die Komponente des Spektrums, für welche die Bragg'sche Gleichung

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

erfüllt ist (θ ...Glanzwinkel, λ ...Wellenlänge, d ...Netzebenenabstand, n ...Beugungsordnung). Für die Messung des Quantenflusses (Intensität I) wird ein photoelektrischer Detektor (Szintillationszähler) verwendet. Dieser ist in der Lage, einzelne Röntgenphotonen nachzuweisen. Aus dem Intensitätsverlauf $I(\theta)$ erhält man Informationen über (a) das Planck'sches Wirkungsquantum (aus der kurzwelligen Grenze des Bremsspektrums), (b) die Ordnungszahl und energetische Aufspaltung elektronischer Zustände von Atomen des Anodenmaterials (anhand der Winkellage – respektive Wellenlänge – der charakteristischen Linien) und (c) die Ordnungszahl von Absorbern im Strahlengang (anhand der Winkellagen, bei denen sich die Intensität sprunghaft ändert – Absorptionskanten). Anhand weiterführender Experimente werden die Schwächung von Röntgenstrahlung bei Durchgang durch Materie sowie die Detektionseigenschaften des Szintillationszählers für Röntgenstrahlung näher untersucht. Zusätzlich soll das Spektrum direkt mit energieauflösenden Röntgendetektoren aufgenommen werden.

LITERATUR:

- W. Demtröder*: Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper, Springer Verlag, Berlin 2000, Kap. 7.5
R. Glocker: Materialprüfung mit Röntgenstrahlen: unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenmetallkunde, Springer Verlag, Berlin 1985
B. K. Agarwal: X-Ray Spectroscopy, Springer Verlag, Berlin 1991

Eine ausführliche Versuchsanleitung kann von der Instituts-Homepage heruntergeladen oder direkt beim Betreuer abgeholt werden (www.physik.tu-dresden.de/isp/nano/lehre.php).

Versuchsbeginn: 8:00 Uhr, Ort: Physikgebäude, Raum PHY C119, Versuchsdauer: 8 h Betreuer: H. Stöcker (PHY B108, Tel. 0351/463-42109, E-Mail: stoecker@physik.tu-dresden.de)
--