

Methods of Modern X-ray Physics: Scattering and Imaging

G. Grübel, O. Seeck, A. Kobs, V. Markmann, F. Lehmkuhler

1. REFLECTION AND REFRACTION ON INTERFACES

- a) Calculate the critical angle for germanium and gold at $E = 8.054$ keV und sketch the reflection from a smooth surface at the critical angle.
- b) How do reflectivity and transmittivity behave at large Q ? Calculate the reflectance $R = r^2$ and the transmittance $T = t^2$.
- c) Show, that the incident wave angle α is given by

$$\alpha = \sqrt{\alpha_c^2 - \left(\frac{1}{2k\Lambda}\right)^2}$$

Here Λ describes the penetration depth. Assume, that $\alpha < \alpha_c$ and disregard absorption effects.

- d) Calculate the angle α which is needed for a penetration depth of $\Lambda = 50$ Å into a silicon surface at photon energy $E = 10$ keV. Under which condition is the penetration depth minimal? How small is the minimal Λ at this photon energy? How does the angle change, when absorption is considered? (Assume $\delta = 4.84 \times 10^{-6}$.)

2. SPECKLE SIZE

For coherence experiments speckle sizes correspond to the pixel size of the detector. What beam size is necessary in order to use a detector of $15 \mu\text{m}$ pixel size at a distance of 5m when the photon energy is 8 keV?

Methods of Modern X-ray Physics: Scattering and Imaging

G. Grübel, O. Seeck, A. Kobs, V. Markmann, F. Lehmkuhler

1. REFLEXION UND BRECHUNG AN GRENZFLÄCHEN

- a) Berechnen Sie die kritischen Winkel für Germanium und Gold bei einer Röntgenenergie von 8.054 keV und skizzieren Sie die Reflektivitäten für eine glatte Oberfläche.
- b) Wie verhalten sich Reflektivität und Transmission für große Q ? Bestimmen Sie dafür den Reflexionsgrad $R = r^2$ und den Transmissionsgrad $T = t^2$.
- c) Zeigen Sie, dass der Einfallswinkel α , der zur Erreichung einer bestimmten Eindringtiefe Λ benötigt wird durch

$$\alpha = \sqrt{\alpha_c^2 - \left(\frac{1}{2k\Lambda}\right)^2}$$

gegeben ist. Nehmen Sie an, dass $\alpha < \alpha_c$ und vernachlässigen Sie Absorptionseffekte.

- d) Berechnen Sie den Winkel α , der benötigt wird um eine Eindringtiefe von $\Lambda = 50 \text{ \AA}$ in eine Siliziumoberfläche für eine Photonenenergie von 10 keV zu erreichen. Was ist die minimale Eindringtiefe des Strahls bei dieser Energie? Wie Ändert sich der Winkel unter Berücksichtigung der Absorbtionseffekte? (Nehmen Sie an, dass $\delta = 4.84 \times 10^{-6}$.)

2. SPECKLEGRÖSSEN

Für viele Experimente mit kohärenter Röntgenstrahlung sollte die Specklegröße auf dem Detektor der Pixelgröße entsprechen.

Wie groß muss der kohärente Strahldurchmesser auf einer Probe sein, damit bei Röntgenstrahlung von 8 keV die Speckle mit einer 5 m entfernten Kamera von 15 \mu m Pixelgröße aufgelöst werden können?