

### 3. Übung zur Vorlesung

#### Methoden moderner Röntgenphysik II: Streuung und Abbildung SS 2016

G. Grübel, M. Martins, E. Weckert

03.05.2016

Übung: M.A. Schroer

#### 1. Röntgenkleinwinkelstreuung (*small angle X-ray scattering SAXS*)

Die allgemeine Streuintensität in einem SAXS-Experimente für verdünnte Proben ist gegeben durch

$$I(Q) \propto d T(d) P(Q),$$

wobei  $d$  die Probendicke,  $T(d)$  die (Dicken-abhängige)Transmission, und  $P(Q)$  der Partikelformfaktor sind.

- Zeigen sie, dass es eine optimale materialabhängige Probendicke  $d_{\text{opt}}$  für SAXS - Experimente gibt.
- Bestimmen sie die optimale Glaskapillardicke für eine wässrige Lösung bei Experimenten mit 8 keV bzw. bei 30 keV Röntgenstreuung.  
(Hilfreiche Information unter: [http://henke.lbl.gov/optical\\_constants/](http://henke.lbl.gov/optical_constants/))
- Berechnen sie den Formfaktor  $P(Q)$  einer Kugel.
- Wieviele Formfaktor-Oszillationen sehen sie auf einer MAR165 CCD (Durchmesser 165 mm) von sphärischen Kolloidteilchen (Radius 100 nm)? Der Probe-Detektor Abstand beträgt 4.0 m bei einer Röntgenenergie von 12 keV.
- Das experimentelle Setup benutzt einen 5 mm großen Beamstop, um den transmittierten direkten Strahl zu blockieren. Der direkte Strahl trafe die Mitte der CCD. Welcher  $Q$ -Bereich ist für sie zugänglich?
- Welche Näherung für den Formfaktor kennen sie?

#### 2. Anomale Streuung:

- Zeigen Sie, dass 'Friedel's Law' [ $I(Q) = I(-Q)$  oder  $I(h,k,l) = I(-h,-k,-l)$ ] unter Annahme eines nur  $Q$ -abhängigen atomaren Formfaktors für folgendes 2 atomiges Modellsystem gilt: Platzieren sie zwei unterschiedliche Atome ( $f_1$  und  $f_2$ ) eine Distanz  $x$  auseinander und betrachten sie die zugehörige Streuintensität für  $Q$  und  $-Q$ .
- Zeigen sie, dass 'Friedel's Law' durch die Einführung der Dispersionskorrekturen verletzt wird.

**3. Tutorial to the lecture**  
Methoden moderner Röntgenphysik II:  
Streuung und Abbildung  
SS 2016

G. Grübel, M. Martins, E. Weckert

03.05.2016

Tutorial: M.A. Schroer

**1. Small angle X-ray scattering (SAXS)**

The general scattering intensity in a SAXS experiment on diluted samples is given by

$$I(Q) \propto d T(d) P(Q),$$

wherein  $d$  is the sample thickness,  $T(d)$  the (density dependent) transmission, and  $P(Q)$  the particle form factor.

- a) Show that there is an optimum material dependent sample thickness  $d_{\text{opt}}$  for SAXS measurements.
- b) Determine the optimum glass capillary thickness for aqueous suspension in experiments with 8 keV and 30 keV x-ray energy .  
(Helpful information: [http://henke.lbl.gov/optical\\_constants/](http://henke.lbl.gov/optical_constants/))
- c) Calculate the form factor  $P(Q)$  of a sphere.
- d) An experimental setup uses a 5mm large beam stop, to block the direct x-ray beam of 12 keV. The direct beam hits the center of the CCD camera (diameter 165mm), placed at a distance of 4.0 m. What  $Q$ -region is accessible?
- e) What approximations of the form factor exist?

**2. Anomalous Scattering:**

- a) Show that ‘Friedel’s Law’ [ $I(Q) = I(-Q)$  oder  $I(h,k,l) = I(-h,-k,-l)$ ] is valid for an only  $Q$ -dependent atomic form factor for the following 2 atomic model systems:  
Place two different atoms ( $f_1$  and  $f_2$ ) at a distance  $x$  apart and consider the corresponding scattering intensity for  $Q$  and  $-Q$ .
- b) Show that ‘Friedel’s Law’ is not valid anymore if dispersion corrections are present.