

Methods of Modern X-ray Physics: Scattering and Imaging

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

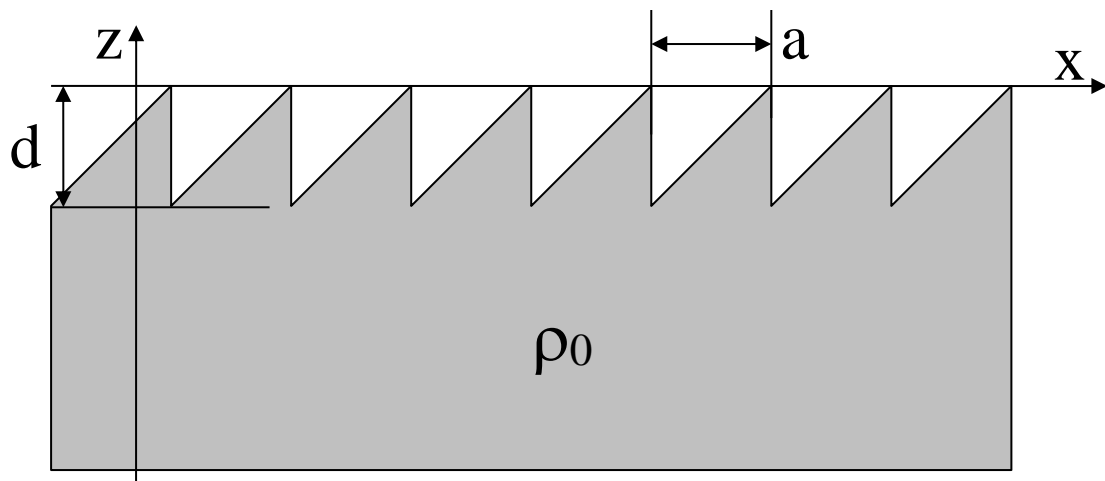
X-Ray Reflectivity

In Born-Approximation, the x-ray intensity reflected by a surface is given by

$$I(q_z) \propto \frac{1}{q_z^4} \left| \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\rho(z)}{dz} \exp(iq_z z) dz \right|^2$$

with the wave vector transfer q_z along z and the electron density profile $\rho(z)$ along z .

a) Calculate the reflected intensity of the following “sample surface with steps”.



Synchrotron radiation facilities like PETRA at DESY produce an energy spectrum $I_{PETRA}(E)$. The user may choose a preferred energy for his experiment. But besides the desired photon energy E_0 also so-called higher harmonics will occur. Photons of this unwanted energies have to be suppressed with an X-ray mirror.

b) Describe and sketch the concept of such an X-ray mirror (“harmonic suppressor”).

What is the minimum length of the mirror if an X-ray beam of 1mm width shall be reflected at an angle of 0.15° ?

c) Calculate a prefactor for suppressing the third harmonic (wave length $\lambda/3$). Assume, that $\delta \propto \lambda^2$ and the incident angle $\alpha \ll 1$. Is one X-ray mirror sufficient for suppressing the third harmonic for a typical flux of 10^8 photons per second?

Methods of Modern X-ray Physics: Scattering and Imaging

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

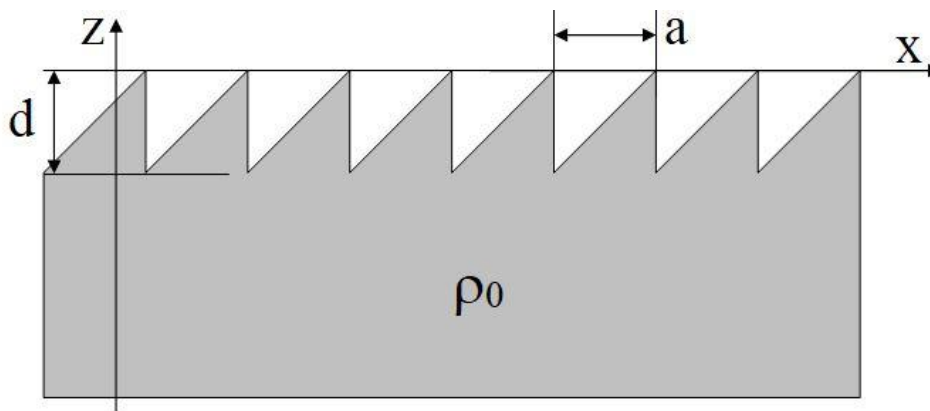
RÖNTEGENREFLEKTIVITÄT

In der Born-Approximation ist die reflektierte Intensität einer Oberfläche gegeben durch

$$I(q_z) \propto \frac{1}{q_z^4} \left| \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\rho(z)}{dz} \exp(iq_z z) dz \right|^2$$

mit dem Wellenvektor q_z und dem Dichteprofil $\rho(z)$ entlang z .

- a) Kalkulieren Sie die reflektierte Intensität der unten gezeigten „Sägezahnoberfläche“.



Bei einer Synchrotron Strahlungsquelle wie PETRA bei DESY wird ein Energiespektrum $I_{PETRA}(E)$ erzeugt. Diese Funktion zeigt bei der Einstellung der vom Nutzer gewünschten Photonenenergie E_0 auch Maxima bei sogenannten „höheren Harmonischen“. Photonen dieser ungewollten Energien müssen vor dem Experiment unterdrückt werden, was durch Röntgenspiegel erreicht wird.

- b) Beschreiben und skizzieren Sie das Prinzip eines solchen „harmonic suppressors“. Wie lang muss der Spiegel mindestens sein, wenn ein Röntgenstrahl von 1mm Breite unter einem Winkel von 0.15° reflektiert werden soll?
- c) Bestimmen Sie den Faktor, um wie viel die dritte Harmonische (Wellenlänge $\lambda/3$) von einem „harmonic suppressor“ unterdrückt wird. Nehmen Sie dazu an, dass $\delta \propto \lambda^2$ und der Einfallswinkel $\alpha \ll 1$. Ist ein einziger Röntgenspiegel ausreichend für die Unterdrückung der dritten Harmonischen, wenn man von einem typischen Flux von 10^8 Photonen pro Sekunde ausgeht?