

Übungsaufgabenblatt O-V

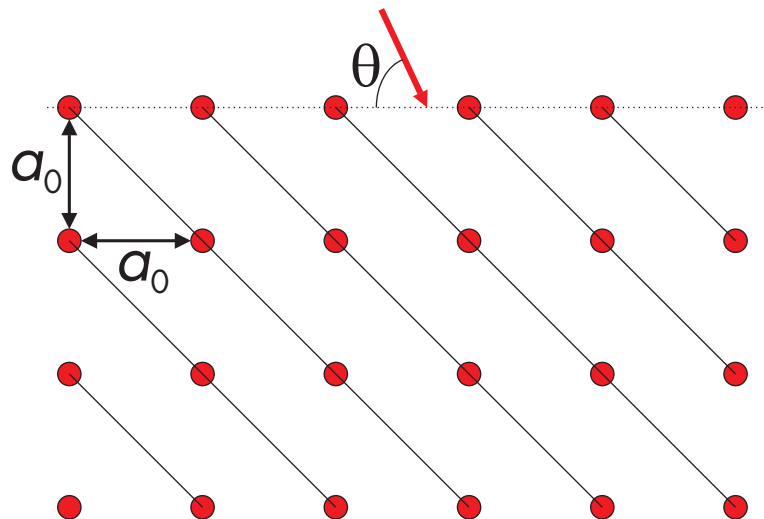
Experimentalphysik WS 2011

Prof. Grundmann

Ausgabe: 3. Januar 2012

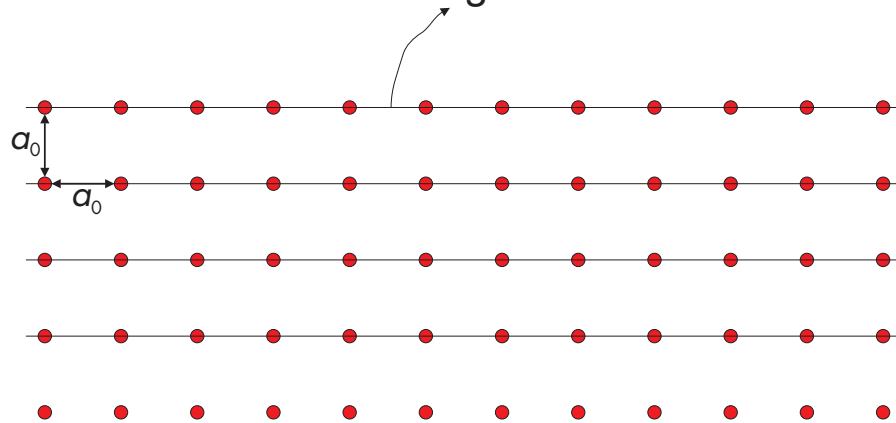
Abgabe: 12. Januar 2012

- O22.** In unterstehendem Bild treffen Röntgenstrahlen auf ein zweidimensionales, quadratisches Kristallgitter. Das Beugungsmaximum erster Ordnung (aufgrund der Beugung an den im Bild angedeuteten Ebenen) wird beobachtet, wenn der Winkel zwischen der Oberfläche des Kristalls und der Einfallsrichtung der Röntgenstrahlen mit der Wellenlänge $0,26 \text{ nm}$ $\theta = 63,8^\circ$ beträgt. Wie groß ist die Gitterkonstante a_0 ?

**[4 Punkte]**

- O23.** Wir betrachten ein zweidimensionales, quadratisches Gitter. Der größte Abstand zwischen Gitterebenen ist die Gitterkonstante a_0 (siehe Bild). Skizzieren Sie die Ebenen mit
- dem zweitgrößten, **[2 Punkte]**
 - dem drittgrößten, **[2 Punkte]**
 - dem viertgrößten, **[2 Punkte]**
 - dem fünftgrößten und **[2 Punkte]**
 - dem sechstgrößten Abstand zwischen den Gitterebenen **[2 Punkte]** und berechnen Sie jeweils die Abstände zwischen den Gitterebenen!

Gitterebenen mit größtem Abstand



f) Zeigen Sie, dass die in a)-e) gefundenen Resultate für die Gitterebenenabstände durch die allgemeine Formel

$$d = \frac{a_0}{\sqrt{h^2 + k^2}}$$

angegeben werden können!

[5 Punkte]

O24. Wie aus der Vorlesung bekannt und wie es in den Aufgaben O22 und O23 verdeutlicht wurde, ist das Beugungsbild von z.B. zweidimensionalen Gittern oder auch Punktgittern (wie Kristallstrukturen) wieder eine zweidimensionale, periodische Anordnung von Beugungsmaxima bzw. -minima, welche als Fouriergitter sogar noch häufiger als das reziproke Gitter der Realstruktur (das Gitter, welches das Beugungsbild erzeugt) bezeichnet wird. Das Beugungsbild ist somit eine Abbildung des reziproken Gitters. In der Festkörperphysik haben Beugungsmethoden eine wichtige Bedeutung bei der Untersuchung von Kristall- bzw. Oberflächenstrukturen. Es bestehen Beziehungen zwischen der Anordnung des Gitters im realen und im reziproken Raum, welche für den zweidimensionalen Fall kurz aufgeführt werden.

Es seien \vec{a}_1 und \vec{a}_2 die primitiven Gittervektoren eines zweidimensionalen Punktgitters. D.h., dass durch Translation dieser Gittervektoren das komplette Punktgitter dargestellt werden kann: $\vec{R} = n_1\vec{a}_1 + n_2\vec{a}_2$, wobei n_1 und n_2 ganze Zahlen sind. Das reziproke Gitter kann nun nicht nur über Beugungsexperimente sondern auch mit Hilfe folgender Formeln bestimmt werden:

$$\vec{a}_1^* = 2\pi \frac{\vec{a}_2 \times \vec{n}}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|}$$

$$\vec{a}_2^* = 2\pi \frac{\vec{n} \times \vec{a}_1}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|}$$

wobei \vec{a}_1^* und \vec{a}_2^* die primitiven Gittervektoren des reziproken Gitters sind, \vec{n} der Oberflächennormalenvektor des 2d Punktgitters ist ($\vec{n} \perp \vec{a}_1$; $\vec{n} \perp \vec{a}_2$; $|\vec{n}| = 1$):

$$\vec{n} = \frac{\vec{a}_1 \times \vec{a}_2}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|} = \frac{\vec{a}_1 \times \vec{a}_2}{a_1 a_2 \sin \phi}$$

ϕ ist der Winkel zwischen \vec{a}_1 und \vec{a}_2 ($\phi = \angle(\vec{a}_1, \vec{a}_2)$).

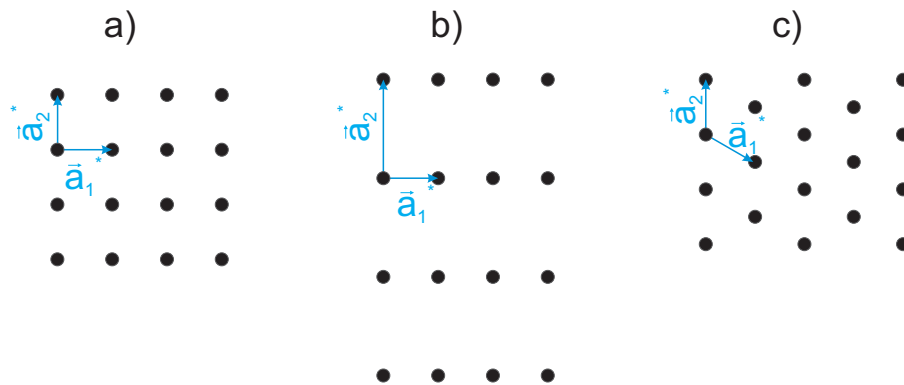
In einem Beugungsexperiment wurden die im Bild dargestellten Beugungsmuster aufgenommen; die reziproken Gittervektoren hat der Experimentator für Sie schon eingezeichnet. Ihre Aufgabe ist nun aus diesen Bildern die Realstruktur (die Struktur, welche das Beugungsbild

erzeugt) zu bestimmen, diese und die primitiven Gittervektoren zu skizzieren und das zweidimensionale Gitter zu benennen. Schreiben Sie dazu die Formeln für die Rücktransformation auf und geben Sie diese in der Lösung an!

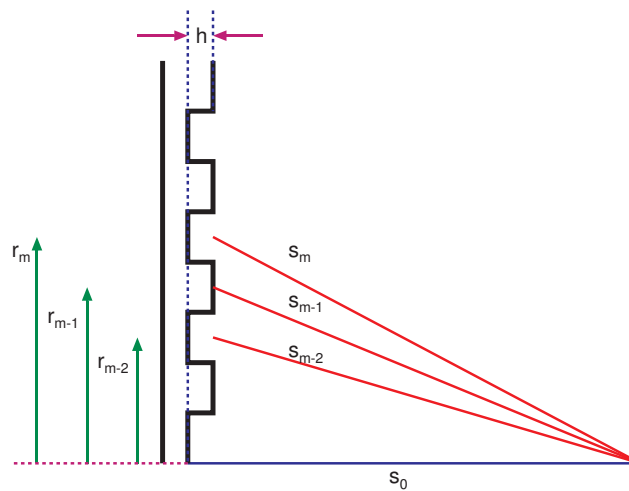
[6 Punkte]

Hinweis: Die Bezeichnung von zweidimensionalen Gittern (genauer Bravais-Gittern) finden Sie z.B. unter:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Bravais-Gitter>



- O25.** Leiten Sie den Zusammenhang zwischen Brennweite, Wellenlänge und Radius der 1. Fresnelzone für eine Fresnelsche Linse (Glasplatte mit kreisförmigen Rillen bestimmter Radien und gleicher Tiefe, siehe Bild) her. **[7 Punkte]**



Gesamt:

32 Punkte