

Altklausur physikalisch-chemische Kristallographie

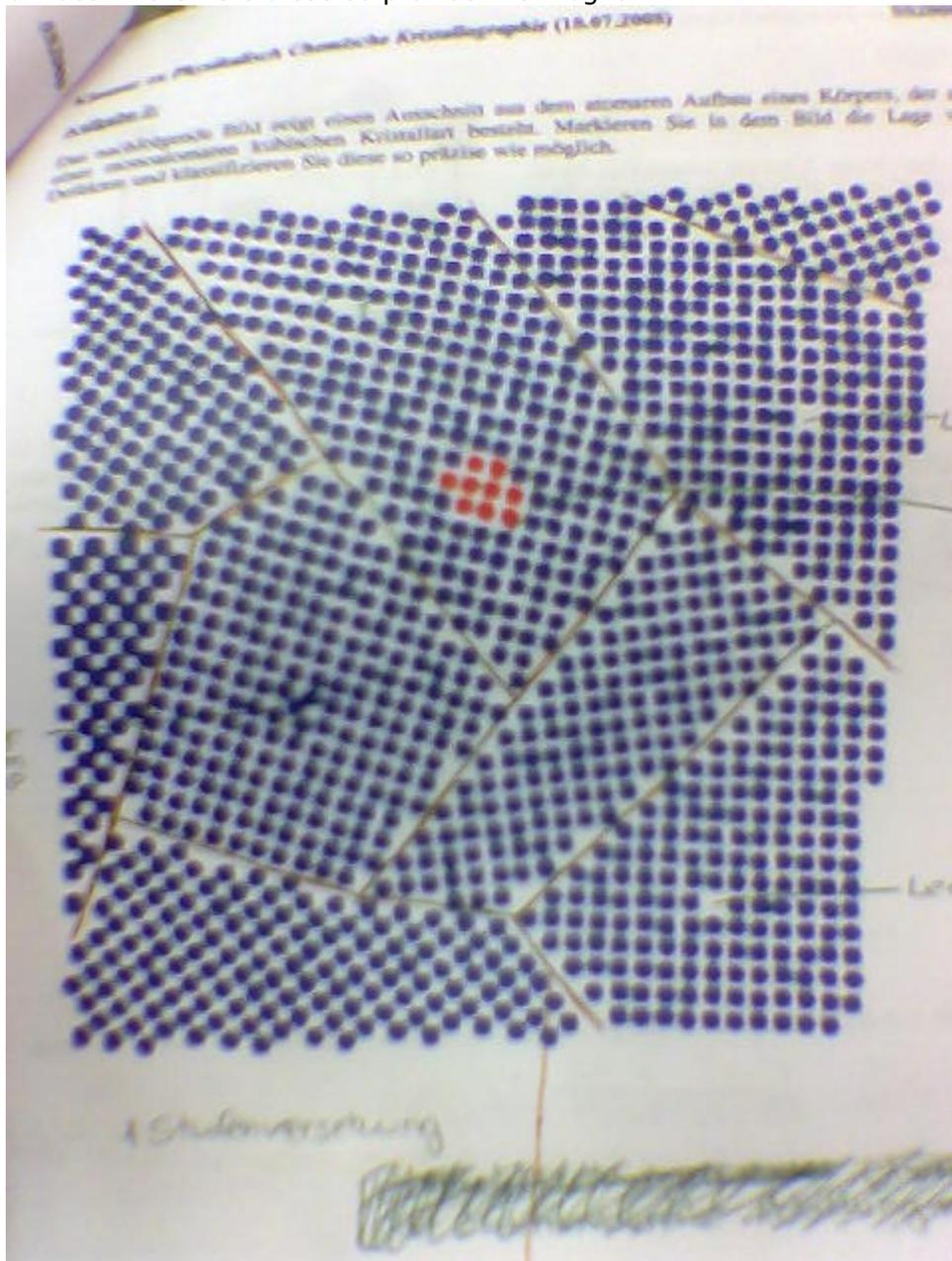
Aufgabe 1:

a) Was besagt das Curie'sche Prinzip?

b) Kann man prinzipiell einen Kristall ohne Punktdefekte herstellen? Begründen Sie ihre Antwort.

Aufgabe 2:

Das nachfolgende Bild zeigt einen Ausschnitt aus dem atomaren Aufbau eines Körpers, der aus einer monoatomaren kubischen Kristallart besteht. Markieren Sie in dem Bild die Lage von Defekten und klassifizieren Sie diese so präzise wie möglich.



Aufgabe 3:

Eisen-Nickel-Legierungen spielen für den Aufbau des Erdkerns eine entscheidende Rolle. Aus einer reinen Schmelze kristallisiert Nickel bei 1453°C im kubisch-flächenzentrierten Gitter (siehe Abbildung) unter Normalbedingungen (Raumtemperatur und Atmosphärendruck) beträgt die Gitterenergie $U_{\text{Ni}}=428$ kJ/mol. Nickel besitzt ein Molgewicht von 58,71 g/mol.

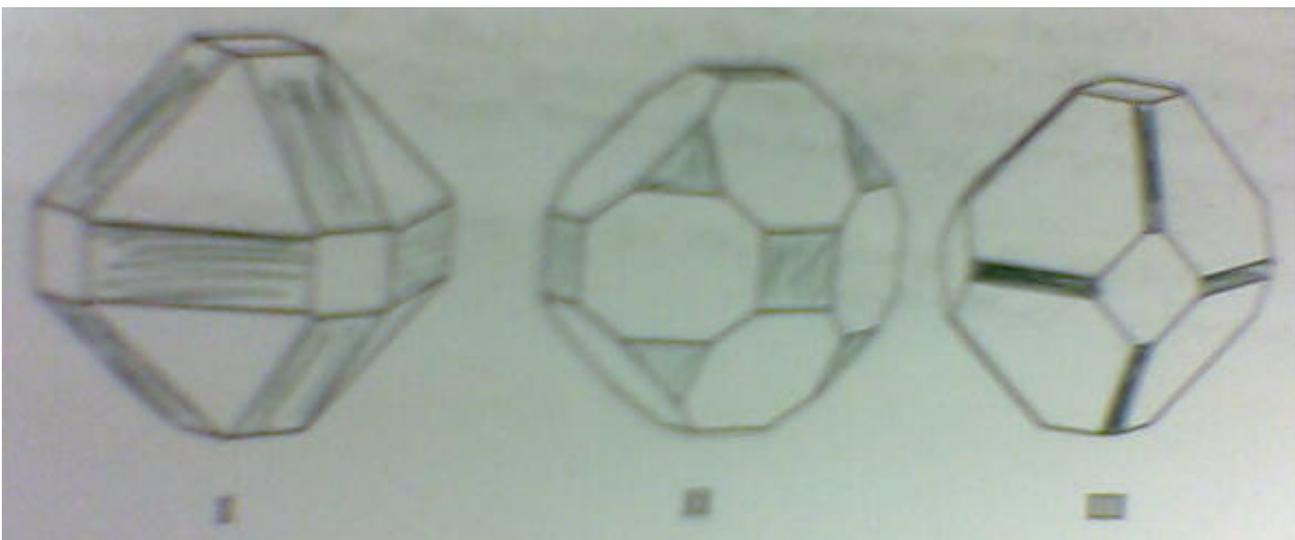
- a) Röntgenbeugungsuntersuchungen liefern für Ni die Gitterkonstante $a=3,524\text{\AA}$. Ermitteln Sie die Dichte in g/cm^3 .
- b) Wie ändert sich qualitativ die Gitterenergie bei Druckerhöhung? Begründen Sie ihre Vermutung.
- c) Wie groß ist der Beitrag (in J/mol) thermischer Schwingungen bei Raumtemperatur sowie am Schmelzpunkt zur Gesamtenergie eines Nickelkristalls? Gehen Sie dabei von der Gültigkeit des Dulong-Petitschen Gesetzes aus.
- d) Berechnen Sie die bei Raumtemperatur bzw. nahe am Schmelzpunkt in einem Nickelkristall gespeicherte Energie (in J/mol) thermischer Leerstellen. In welcher Relation stehen diese Werte zur Gitterenergie bzw. zur thermischen Schwingungsenergie?
- e) Wie lauten die stabilen und indifferenten Burgers-Vektoren im Kristallgitter des Nickels?

Aufgabe 4:

- a) In welche kristallographische Richtung müssen Sie Druck oder Zug ausüben, wenn Sie das (011) [01-1] Gleitsystem in MgO aktivieren möchten? Skizzieren Sie die Situation in der (a_2 , a_3)-Ebene.
- b) Eine Firma stelle Schaufeln aus Titan für Flugzeugturbinen her. Aufgrund von Kriechprozessen kommt es in den Schaufeln bei hohen Temperaturen zu plastischen Verformungen, welche die Lebensdauer bei 1000°C auf 10.000 Stunden begrenzen. Die Aktivierungsenergie für stationäres Kriechen in Ti beträgt 3,0 eV. Bei welcher Betriebstemperatur verdoppelt sich die Lebensdauer der Titanschaufeln?

Aufgabe 5:

- a) Nachfolgend sind drei Individuen einer kubischen Kristallart (Punktgruppe $m\bar{3}m$) abgebildet, wobei für die Grenzflächenenergie der ausgebildeten Formen $\sigma(\{110\}) \gg \sigma(\{100\}) > \sigma(\{111\})$ gilt. Geben Sie an,
 - i) welcher der abgebildeten Kristalle die größte Stabilität besitzt
 - ii) welche Form die größte Wachstumsgeschwindigkeit besitzt.



- b) Welche Bedeutung hat der Ostwald-Miers-Bereich für die Kristallzüchtung?

Aufgabe 6:

a) Was versteht man unter einer Phasenumwandlung 2. Ordnung? Nennen Sie mindestens ein mineralogisch relevantes Beispiel für diesen Umwandlungstyp.

b) Albit, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, besitzt eine Hochtemperaturmodifikation, in der die Al und Si Atome die vier Tetraeder-Plätze statistisch besetzen. Die Tieftemperaturmodifikation zeichnet sich dagegen durch eine geordnete Si, Al-Verteilung aus. Da die relevanten atomistischen Prozesse eine erhebliche Aktivierungsenergie besitzen, läuft der Umwandlungsprozess von der Hoch- in die Tieftemperaturphase nur sehr langsam ab. Natürliche Albite besitzen dementsprechend meist nur eine teilgeordnete Struktur. Sie finden einen Albit-Kristall, an dem Sie mit Hilfe von kalorimetrischen Meßmethoden eine Konfigurationsentropie von $14,6 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ermitteln. Wieviel Prozent des Kristalls befinden sich im ungeordneten Zustand?