

Name:

Matrikel-Nr.:

Aufgabe	mögliche Punkte	erreichte Punkte
1a	5	
1b	5	
2a	8	
2b	8	
2c	10	
2d	10	
3	12	
4	10	
5a	5	
5b	5	
5c	8	
6a	6	
6b	8	
Σ	100	

Bitte benutzen Sie gegebenenfalls folgende Zahlenwerte für physikalische Konstanten:

Umrechnung eV \leftrightarrow J $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Gaskonstante $R = 8,3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

Avogadro-Zahl $N_A = 6,0222 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Boltzmann-Konstante $k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

Erdbeschleunigung $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

Aufgabe 1:

a) Was besagt das Curiesche Prinzip?

b) Welche Bedeutungen haben die 1. und 2. Ableitungen thermodynamischer Potentiale?

Aufgabe 2:

Nephelin, $\text{KNa}_3[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}]$, kristallisiert in der Raumgruppe $P6_3$ mit den Gitterkonstanten $a_1 = 10,01 \text{ \AA}$ und $a_3 = 8,41 \text{ \AA}$ sowie 2 Formeleinheiten pro Elementarzelle. Strukturell ist Nephelin mit α -Tridymit verwandt, wobei 50% der Si^{4+} -Ionen durch Al^{3+} ersetzt sind und zum Ladungsausgleich Alkaliionen in geeignete Lücken des Tetraedergerüsts eingebaut wird.

a) Berechnen Sie die Dichte von Nephelin.
Molgewichte in $[\text{g mol}^{-1}]$: O 16,00; Na 22,99; Al 26,98; Si 28,09; K 39,10.

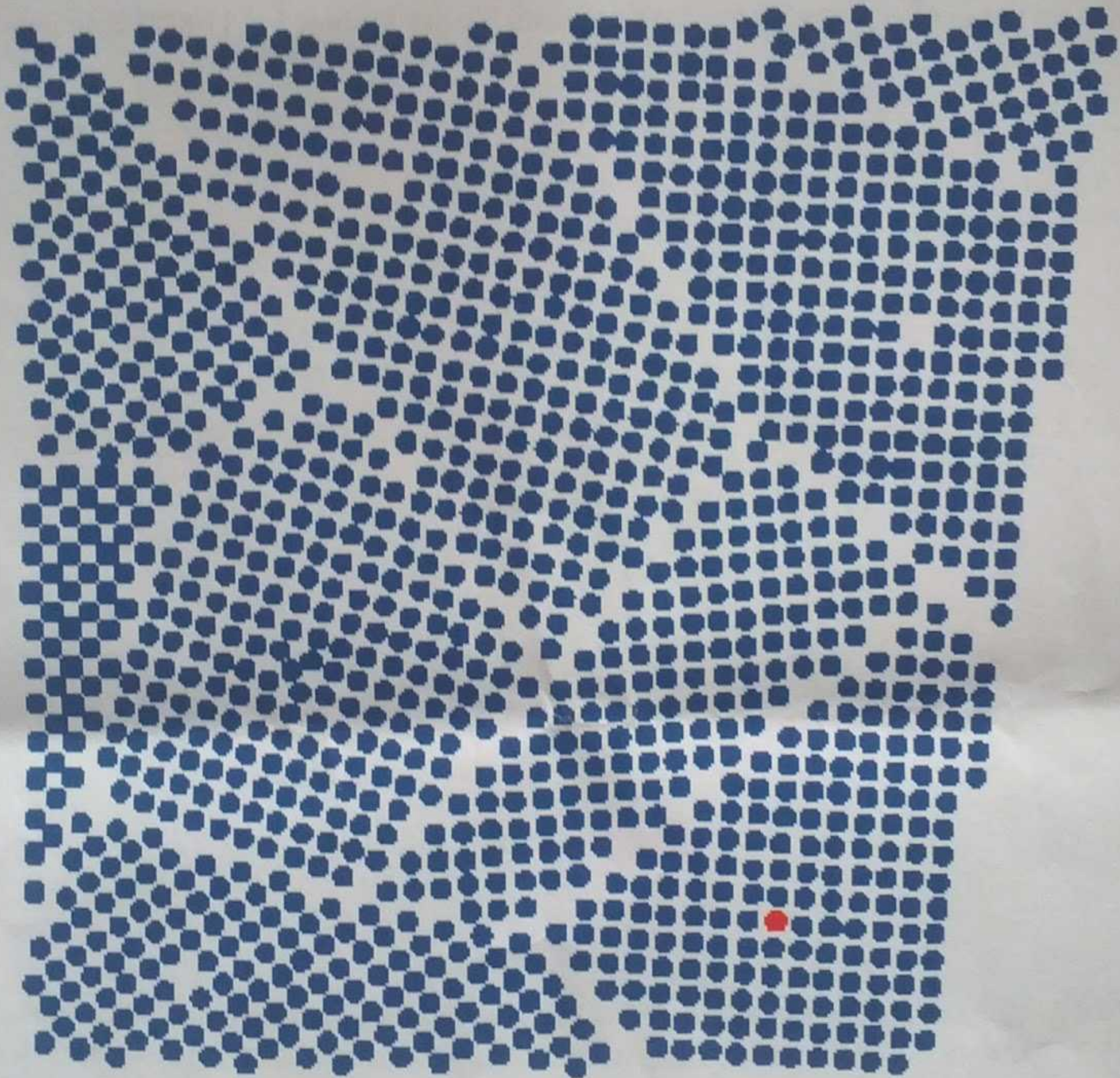
b) Modellrechnungen unter Vernachlässigung von Temperatureffekten liefern für Nephelin eine Gitterenergie von ca. 8400 kJ/mol bei 0 K. Wie ändert sich qualitativ die Gitterenergie bei Temperaturerhöhung? Begründen Sie Ihre Vermutung.

c) Wie groß ist in Nephelin bei Raumtemperatur der Beitrag der Gitterschwingungen zur freien Energie in $[\text{J mol}^{-1}]$? Gehen Sie dabei von der Gültigkeit des Dulong-Petitschen Gesetzes aus.

d) Wie groß ist bei Raumtemperatur der Beitrag der Konfigurationsentropie zur freien Energie in $[\text{J mol}^{-1}]$ für den Fall, daß sich die Si^{4+} und Al^{3+} Ionen völlig ungeordnet über alle Tetraederpositionen in Nephelin verteilen?

Aufgabe 3:

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 4:

Eine Firma stellt 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 $3,0\text{ eV}$.

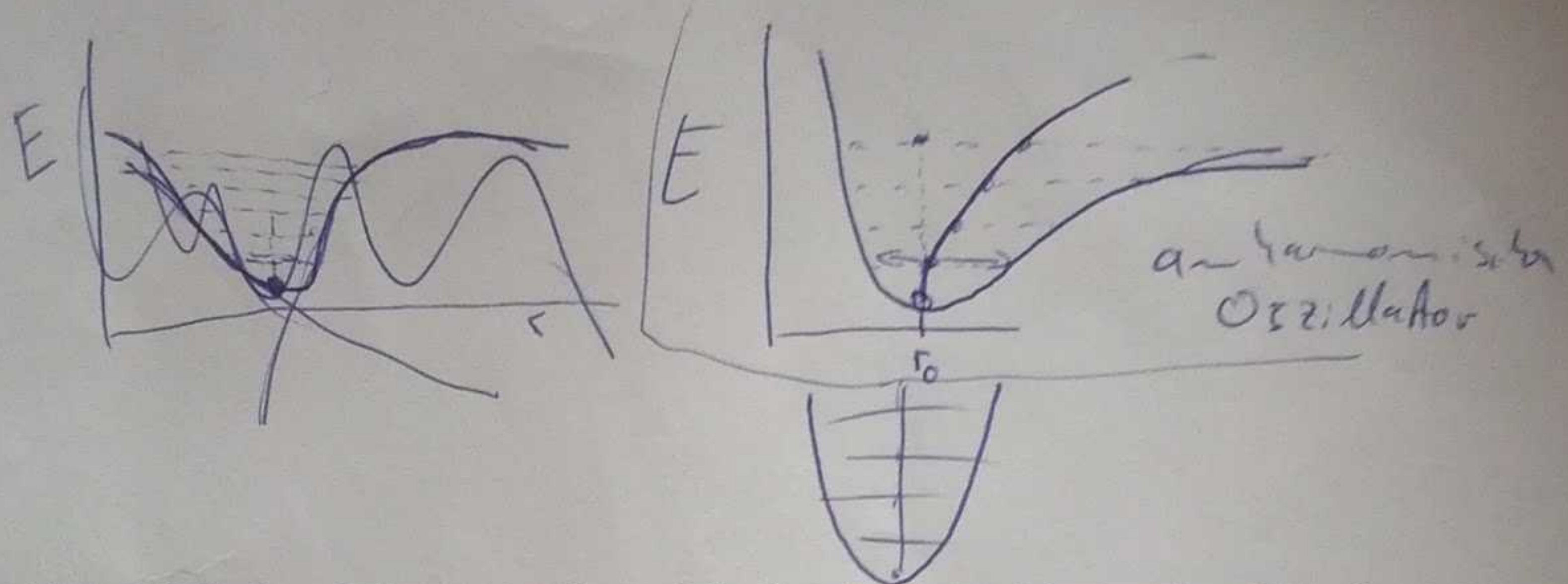
Wie groß ist die Lebensdauer der Titanschaufeln wenn Sie die Turbine bei 1100°C betreiben?

Aufgabe 5:



a) Was ist die atomistische Ursache der thermischen Ausdehnung in Kristallen?

Lenard-Jones



b) Wie wirken sich die thermischen Leerstellen auf die thermische Ausdehnung eines Kristalls aus?

c) In welche kristallographische Richtung müssen Sie Druck ausüben, um das $(011)[01\bar{1}]$ Gleitsystem in Periklas (MgO) optimal zu aktivieren? Skizzieren Sie die Situation in der (a_2, a_3) -Ebene.

Aufgabe 6:

a) Was versteht man unter einer Phasenumwandlung 1. bzw. 2. Ordnung? Nennen Sie je ein mineralogisch relevantes Beispiel.

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 Kristallstruktur.

Sie finden einen Albit-Kristall, an dem Sie mit Hilfe von kalorimetrischen Meßmethoden eine Konfigurationsentropie von $14,6 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ermitteln. Wieviel Prozent des Kristalls befinden sich im ungeordneten Zustand?

$$S_K = \ln + \ln$$