

**Abschlussklausur  
Geochemie – I  
WS 2007 - 2008**

- (1) Sie wollen die Bildungsenthalpie von Pyrop ( $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ) aus den Oxiden bei 298 K und  $10^5$  Pa bestimmen. Bei 298 K findet keine Reaktion statt, die Pyrop produziert. Darüber hinaus ist Pyrop bei einem Druck von  $10^5$  Pa nicht stabil, sondern wird erst bei  $2 \times 10^8$  Pa (oder höheren Drücken) und  $1200^\circ\text{C}$  gebildet. Überlegen Sie sich, in welchen Schritten Sie vorgehen würden, um  $\Delta H_f^0$ (Oxide) von Pyrop ( $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ) bei 298 K und  $10^5$  Pa zu ermitteln und zeichnen Sie dazu ein Diagramm. Eine Berechnung mit Zahlen ist nicht erforderlich.
- (15 Punkte)
- (2) Eine Gasblase enthält 2 mol eines idealen Gases (Zustandsgleichung:  $PV = nRT$ , wobei die Symbole ihre übliche Bedeutung haben) und befindet sich in einem Magma mit einer konstanten Temperatur von  $1100^\circ\text{C}$ . Das Magma steigt aus der Tiefe (Druck  $10^7$  Pa) auf und gelangt an die Oberfläche, wo der Druck  $10^5$  Pa beträgt; dabei expandiert die Gasblase. Berechnen Sie die maximale Arbeit, die von der Gasblase gegen das umgebende Magma geleistet werden kann. Wird diese maximale Arbeit geleistet, wenn das Magma langsam oder sehr schnell zur Oberfläche aufsteigt?
- (15 Punkte)
- (3) Die Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität einer Substanz bei konstantem Druck wird über ein Polynom der Form

$$C_p = a + b \cdot T + c \cdot T^2 + d \cdot T^3$$

beschrieben.

Schreiben Sie einen Ausdruck, um die Enthalpie dieser Substanz bei 1000 K zu berechnen, wenn das Polynom und die Bildungsenthalpie der Substanz bei 298 K bekannt sind (a, b, c und d sind Konstanten).

**ODER**

Die Entropie der Substanz steigt mit zunehmendem Volumen, während die Temperatur des Systems konstant gehalten wird. Sie sollen diese Größe (Rate, mit der die Entropie mit steigendem Volumen bei konstanter Temperatur zunimmt) bestimmen. Die Entropie ist eine schwer messbare Größe. Wie würden Sie Ihr Experiment aufbauen / was würden Sie beobachten, um den Wert zu bestimmen?

(15 Punkte)

- (4) (a) Ein Mineral zeigt eine Phasenumwandlung, bei der sich seine Struktur von orthorhombischer zu kubischer Symmetrie verändert. Welche dieser Phasen wäre auf der Hoch-Temperaturseite der Phasenumwandlung stabiler? Geben Sie eine kurze Begründung (1 Zeile) zu Ihrer Antwort.

*bitte wenden*

(b) Die Dichte eines Minerals hängt unter anderem von der Koordinationszahl der strukturbildenden Elemente ab – je höher die Koordinationszahl, desto dichter ist die Struktur, d. h. desto kleiner ist das Volumen, das für eine Formeleinheit benötigt wird. Ca kann in Silikatstrukturen sowohl VI-fach als auch VIII-fach koordiniert sein. In welcher Form würde Ca häufiger in der unteren kontinentalen Kruste und in welcher Form würde es häufiger in der oberen kontinentalen Kruste vorkommen? Geben Sie eine kurze Begründung (1 Zeile) für Ihre Antwort.

(c) Sie haben mit Hilfe Ihrer thermodynamischen Tabelle berechnet, dass reiner Mg-Chlorit bei 5 kbar und 500°C zerfällt und Mg-haltigen Granat bildet (in einem P-T-Diagramm hat diese Reaktionskurve eine positive Steigung,  $dP/dT$ ). Es ist bekannt, dass Mn eher in Granat als in Chlorit eingebaut wird. Würde ein solcher (Mn + Mg)-führender Granat sich bei höheren / tieferen P-T-Bedingungen bilden, als sie berechnet haben? Geben Sie eine kurze Begründung (1 Zeile) für Ihre Antwort.

(d) Warum schmilzt Granit bei Anwesenheit von Wasser bei geringeren Temperaturen, als unter trockenen Bedingungen? Geben Sie eine kurze Begründung für Ihre Antwort und verwenden Sie Formeln und Diagramme wenn möglich.

(e) Warum steigen die Schmelztemperaturen von Gesteinen und Mineralen mit steigender Erdtiefe? Geben Sie eine kurze Begründung für Ihre Antwort und verwenden Sie Formeln und Diagramme wenn möglich.

(5 x 5 = 25 Punkte)

(5) Das Mineral Ferrosilit (Fe-reicher Orthopyroxen) reagiert mit Ca-reichem Plagioklas (Anorthit) zu Granat (der Ca als Grossular- und Fe als Almandin-Komponente enthält) und Quarz:



Sie haben (mit Hilfe Ihrer thermodynamischen Tabelle und den Funktionen für die Wärmekapazitäten) berechnet, dass das  $\Delta G$  dieser Reaktion bei 1000°C und  $10^5$  Pa den Wert 108 572 J beträgt. Welche Paragenese ist demnach unter diesen Bedingungen stabil? Bei welchem Druck wird Granat in diesem Gestein stabil?

(3 + 12 = 15 Punkte)

(6) Die lineare Wachstumsrate  $S$  eines Kristalls in einer Schmelze wird durch eine Arrhenius Gleichung der Form

$$S = 2 \exp(-200.000 / RT) \text{ mm/s}$$

beschrieben, wobei  $R$  die Gaskonstante in  $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  und  $T$  die Temperatur in Kelvin ist. Wenn ein Kristall in einer Magmenkammer mit einer Temperatur von 1100°C ein Jahr lang wächst, wie groß ist er dann (Radius)?

Wie viel größer / kleiner (Faktor angeben) ist ein anderer Kristall, der in einer anderen Magmenkammer bei 900°C genauso lange gewachsen ist?

(7 + 8 = 15 Punkte)