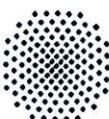


# 1. Klausur zur Vorlesung PC V:

## Physikalische Chemie der Festkörper



05.01.2009

### Aufgabe 1 (12 Punkte)

Die freie Enthalpie  $G$  eines Festkörpers sei bei konstanter Temperatur gegeben durch:

$$G = ap - b \ln p + c, \quad \text{mit } a, b, c = \text{const.}$$

Wie hängt das Volumen  $V$ , die Freie Energie  $F$  und die isotherme Kompressibilität  $\kappa_T$  des Festkörpers vom Druck ab?

### Aufgabe 2 (16 Punkte)

a) Was versteht man unter direkter und inverser Piezoelektrizität?

b) Können Sie ausschließen, dass Apatit piezoelektrisch ist? Der Kristall besitzt die Kristallklasse  $C_{sh}$  bzw.  $6/m$ . Begründen Sie Ihre Antwort.

c) Schreiben Sie die Koeffizienten der thermischen Ausdehnung als Ableitung des thermodynamischen Potentials  $\hat{G}(E, \sigma, T)$  und zeigen Sie, dass diese mit den Koeffizienten des piezokalorischen Effekts  $(\partial S/\partial \sigma)_{E,T}$  identisch sind.

### Aufgabe 3 (12 Punkte)

Es wird allgemein angenommen, dass Schlittschuhlaufen durch das Gleiten auf einem Wasserfilm zwischen Kufe und Eis ermöglicht wird.

a) Welcher Druck ist erforderlich, um Eis bei  $-10^\circ\text{C}$  zu schmelzen? Die molare Schmelzenthalpie von Eis beträgt  $\Delta_m H(\text{H}_2\text{O}) = 6007 \text{ J mol}^{-1}$ , die Dichten seien  $\rho(\text{H}_2\text{O}, s) = 0,918 \text{ g cm}^{-3}$  und  $\rho(\text{H}_2\text{O}, l) = 1,000 \text{ g cm}^{-3}$ .

b) Genügt der Druck eines 70 kg schweren Schlittschuhläufers, dessen Kufen eine Fläche von  $20 \text{ cm} \times 1 \text{ mm}$  besitzen, um das Eis zu schmelzen?

### Aufgabe 4 (16 Punkte)

a) Skizzieren Sie den Temperaturverlauf der Freien Enthalpie  $G(T)$ , der Entropie  $S(T)$  und der Wärmekapazität  $C_p(T)$  im Bereich von Phasenumwandlungen erster und zweiter Ordnung.

b) Welche Symmetrieverbedingungen müssen erfüllt sein, damit eine Phasenumwandlung zweiter Ordnung möglich ist?

### Aufgabe 5 (16 Punkte)

An ein Dielektrikum ( $\epsilon = 2,4$ ) von 1 cm Dicke kann eine Spannung von  $10^6 \text{ V}$  angelegt werden, ohne dass Durchschlag erfolgt. Wie groß ist der Energiedifferenzschied zwischen der energetisch günstigsten („1“) und ungünstigsten („2“) Orientierung eines Dipols von  $\mu_0 = 10^{-30} \text{ C m}$  im inneren Feld? Wie groß ist das Besetzungsverhältnis  $N_1/N_2$  beider Lagen bei  $298 \text{ K}$ ?

### Aufgabe 6 (12 Punkte)

In einem kubischen NaCl-Kristall beträgt die Seitenlänge der Elementarzelle  $a = 0,564 \text{ nm}$ . In jeder Elementarzelle befindet sich ein Natrium-Kation und ein Chlor-Anion. Die Polarisierbarkeit von  $\text{Na}^+$  beträgt  $\alpha_{\text{Na}^+} = 1,99 \cdot 10^{-41} \text{ C m}^2 \text{ V}^{-1}$ , die von  $\text{Cl}^-$   $\alpha_{\text{Cl}^-} = 4,07 \cdot 10^{-40} \text{ C m}^2 \text{ V}^{-1}$ . Berechnen Sie den Brechungsindeks des NaCl-Kristalls. Welche Näherungen gehen in Ihre Berechnung ein?

### Aufgabe 7 (16 Punkte)

Die relative Dielektrizitätskonstante von Methanol beträgt  $\epsilon_r = 34$  bei  $20^\circ\text{C}$  und  $\epsilon_r = 57$  bei  $-80^\circ\text{C}$ . Berechnen Sie die Molpolarisation  $P_m$  für die gegebenen Temperaturen und bestimmen Sie daraus das permanente Dipolmoment  $\mu_0$  und die Verschiebungspolarisierbarkeit  $\alpha_v$ . Verwenden Sie für die Dichte den konstanten Wert  $\rho = 0,791 \text{ g cm}^{-3}$

Konstanten:

$$\text{Elementarladung } e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Boltzmann-Konstante } k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$\text{Gaskonstante } R = 8,31451 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{Avogadrosche Konstante } N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Dielektrizitätskonstante des Vakuums  $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ m}^{-1} \text{ J}^{-1}$   
Beschleunigung des freien Falls  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$

### Umrechnungsfaktoren:

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 760 \text{ Torr} = 101325 \text{ Pa} = 101325 \text{ N m}^{-2} \\ 1 \text{ D} &= 3,335 \cdot 10^{-30} \text{ C m} \end{aligned}$$