Übungen zur Vorlesung Festkörperphysik SS 2008

Blatt 1 **Abgabetermin Freitag 25.04.2008 12:00h**

Aufgabe 1:

a) Warum nehmen bei den Edelgasen die Bindungsenergien vom Helium zum Radon hin zu während die Bindungsabstände steigen? (3 Punkte)
b) Welche Typen von Bindungen unterscheidet man im Festkörper und was sind deren typische Bindungsenergien (in eV pro Atom bzw. kJ/mol) (5 Punkte)

Aufgabe 2:

a) Berechnen Sie die Madelung-Konstante für einen 1-dim Kette die alternieren aus Na^+ und Cl^- Ionen besteht, die jeweils den Abstand *R* zueinander haben. (5 Punkte)
b) Berechnung der Madelungkonstante für einen NaCl Kristall. Der Abstand zwischen Na^+ and Cl^- Ionen sei *R*. Die Coulombenergie pro Mol des Kristalls kann geschrieben werden kann in der Form $U = N_A M U_{ii}$, wobei N_A die Avogadrokonstante ist, U_{ii} die Anion-Kation Coulombenergie and M die sog. Madelung Konstante. Berechnen Sie *M* unter Berücksichtigung der bis zu sechstnächsten Nachbarn.(10 Punkte)

Aufgabe 3:

Debye-Hückel Theorie für geladene Proteine im Elektrolyten
Berechnen Sie den Potentialverlauf *φ(r)* um ein geladenes kugelförmiges Teilchen mit der Ladung Q und dem Radius *R* (z.B. Protein) in einer einwertigen Salzlösung (z.B. NaCl) n_0^+ = mittlere Konzentration Na^+ in der Lösung, n_0^- = mittlere Konzentration Na^+ in der Lösung, wobei gelten muss $n_0^+ = n_0^-$ (Elektroneutralität)
Skizze des Lösungwegs: für das zu berechnende Potential lassen sich 2 Gleichungen aufstellen

1. Gleichung: Poissongleichung => Beziehung zwischen Ladungsverteilung und Potential
2. Gleichung: Ladungsverteilung der Ionen folgt einer Boltzmannverteilung: $n = n_0 \exp(-E / k_B T)$ mit E = potenielle Energie im elektrischen Potential.

Einsetzen der 2. in die 1. Gleichung liefert eine nichtlineare Differentialgleichung für das Potential. Benutzen Sie die Näherung exp(x) $\approx$ 1+x für 0<x<<1, um daraus eine lineare Differentialgleichung zu machen. Diese lässt sich nach Umschreiben in Kugelkoordinaten lösen und ergibt somit *φ(r)*. (15 Punkte)

Michael Kappl
kappl@mpip-mainz.mpg.de, Tel. 06131-379114