

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2012/2013)

Prof. Dr. H. v. Löhneysen / Dr. G. Fischer

Übungsblatt 1

Besprechung am 25. Oktober 2012

Aufgabe 1

Um die Bindung zwischen Gitterbausteinen zu beschreiben, setzt man deren Wechselwirkungsenergie φ_{ij} aus einem anziehenden und abstoßenden Term zusammen:

$$\varphi_{ij} = -a/r_{ij}^m + b/r_{ij}^n$$

- Diskutieren Sie mögliche Ursachen für anziehende und abstoßende Wechselwirkungen im Potential zwischen Gitterbausteinen.
- Zeigen Sie, dass ein stabiler Zustand nur für $n > m$ möglich ist.
- Welche statische Gleichgewichtsenergie U_b ergibt sich bei $T = 0$ aus der Form von $\varphi_{i,j}$?

Hinweis: Sie müssen die Summe über alle wechselwirkende Paare betrachten. Setzen Sie $r_{ij} = p_{ij}r_0$, dabei ist $r_0 =$ Abstand nächster Nachbarn und $r_0^3 = V/N$ mit $V =$ Volumen des Körpers und $N =$ Zahl der Gitterbausteine. Vereinfachen Sie Ihre Gleichungen, indem Sie Summen abkürzen. Zur Berechnung des thermodynamischen Gleichgewichts bei der Temperatur T betrachtet man die freie Energie $F = U - TS$.

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen n, m und dem isothermen Kompressionsmodul $K = -V_0(\partial p/\partial V)_T$ bei $T = 0$?

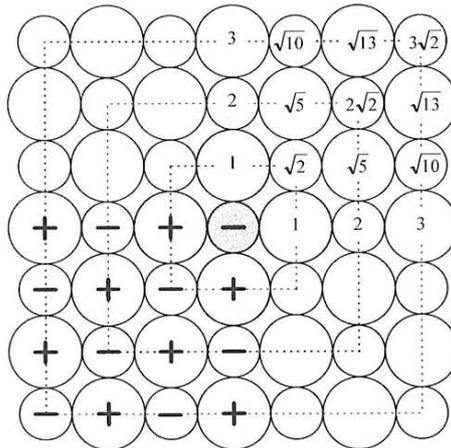
Hinweis: Benutzen Sie $dU_b = -pdV$ (gilt bei $T = 0$).

Aufgabe 2

- Berechnen Sie die Madelung-Konstante α eines unendlich ausgedehnten, eindimensionalen Ionenkristalls, d.h. einer unendlichen linearen Kette bestehend aus abwechselnd positiven und negativen Ionen jeweils im Abstand R .

Hinweis: $\ln(1+x) = x - x^2/2 + x^3/3 - x^4/4 + \dots$

- b) Berechnen Sie nun die Madelungkonstante eines ebenen quadratischen Kristallgitters und zwar zunächst bis zu den nächsten (Abstand R), dann bis zu den übernächsten ($2R$) und schließlich bis zu den über-über-nächsten Nachbarn ($3R$). Dazu legt man geschickterweise Quadrate um einen Gitterbaustein, die durch die Mitten der Nachbaratome gehen. Diese werden dann jeweils anteilmäßig zusammengefasst.



Aufgabe 3

- a) Bariumoxid zeigt NaCl-Struktur (Madelung-Konstante $\alpha_M \approx 1.747$). Schätzen Sie die Bindungsenergie pro Ionenpaar für den hypothetischen Kristall Ba^+O^- und für $\text{Ba}^{2+}\text{O}^{2-}$ ab.
- b) Das erste und zweite Ionisierungspotential von Ba ist 5.19 eV bzw. 9.96 eV; die Elektronenaffinitäten des ersten und zweiten Elektrons, die zum neutralen bzw. einfach negativ geladenen Sauerstoff hinzugefügt werden, sind -1.5 und +9.0 eV. Welches der beiden Gitter (Ba^+O^- oder $\text{Ba}^{2+}\text{O}^{2-}$) ist das stabilere?

Hinweis: Nehmen Sie an, dass n sehr groß ist und dass der Kernabstand der nächsten Nachbarn für beide Formen gleich ist ($r_0 = 2.76\text{\AA}$).

Informationene zur Vorlesung und Übungsblätter:

<https://ilias.studium.kit.edu>

Magazin → Fakultät für Physik → Physikalisches Institut (PI) → WS 2012/2013 → [2100051] Moderne Experimentalphysik II (Physik V, Festkörperphysik)