

Soft Matter Theory

2. Übungsblatt

Abgabetermin: Donnerstag, 10. November 2011, **vor** der Vorlesung

3. Struktur verdünnter Gase (8 Punkte)

Berechnen Sie für harte Kugeln

$$\nu(r) = \begin{cases} \infty, & r < \sigma, \\ a(r), & r \geq \sigma, \end{cases}$$

mit Debye-Hückel Anziehung

$$a(r) = -\varepsilon e^{-\kappa r} / (\kappa r)$$

den zweiten Virialkoeffizienten $B(T)$ und bestimmen Sie aus $B(T) = 0$ die Boyle-Temperatur T_B . Welche Bedeutung hat T_B ? Geben Sie außerdem die radiale Verteilungsfunktion $g(r)$ im Niederdichtelimes an und skizzieren Sie diese. Berechnen Sie auch den Strukturfaktor $S_{\mathbf{q}}$ in Niederdichtenäherung und skizzieren Sie dessen Verlauf. Verwenden Sie, dass $\kappa\sigma \ll 1$ und $\beta\varepsilon/\kappa\sigma \ll 1$ ist.

Stellen Sie über die Zustandsgleichung den Zusammenhang mit den Parametern des van der Waals Gases her. Wie spiegeln sich die beiden Potentialanteile im Strukturfaktor wider?

4. Verarmungswechselwirkung (6 Punkte + 1 Zusatzpunkt)

- a) Benutzen Sie die in der Vorlesung angegebene Niederdichtenäherung für $\Delta w(r_{12})$, um das effektive Wechselwirkungspotential zweier in einem verdünnten Hartkugel-Fluid aus Kugeln mit Durchmesser σ_1 gelöste Testkugeln mit Durchmesser σ_2 zu berechnen. Betrachten Sie insbesondere den Grenzfall $\sigma_1 \ll \sigma_2$, und skizzieren Sie dafür das Potential unter Angabe der Skala.

- b) Geben Sie eine physikalische Begründung für die effektive Anziehung der Testkugeln.
- c) Betrachten Sie drei Testkugeln im Hartkugel-Fluid. Welchen Wert darf das Verhältnis der Radien σ_1/σ_2 nicht überschreiten, damit die Verarmungswechselwirkung $\Delta w(r_{12})$ als reine Paarwechselwirkung darstellbar ist?
- d*) Welche qualitativen Änderungen sind für höhere Dichten zu erwarten? (Skizze von $\Delta w(r)$ mit Angabe der Skala!)
- Hinweis:* Betrachten Sie zunächst den Fall $\sigma_1 = \sigma_2$, wo Sie die qualitative Form von $g(r)$ kennen