

Prof. Dr. Sabine Klapp
Dipl.-Phys. Ken Lichtner

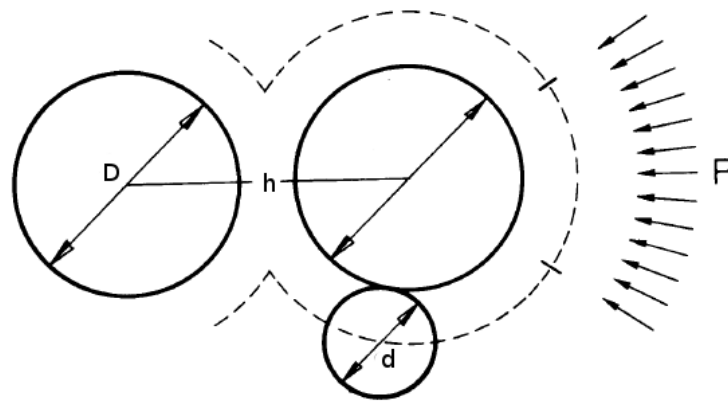
2. Übungsblatt – Theoretische Physik VI: Kolloidsysteme

Abgabe: Do. 02.05.2013 zu Beginn der Übung

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 4 (10 Punkte): Entropische Kraft

Betrachten Sie zwei sphärische, harte Teilchen (mit Durchmesser D) in einem Lösungsmittel bestehend aus N sphärischen, unelastischen Makromolekülen (mit Durchmesser d). Wie in der Vorlesung gezeigt wurde, kann zwischen den (nicht-wechselwirkenden) Teilchen eine effektive Wechselwirkung entstehen, falls $h < D + d$ gilt. Berechnen Sie die Kraft $\mathbf{F}(h)$ in Richtung des Verbindungsvektors zwischen beiden Teilchenmittelpunkten als Funktion des Abstandes h .



Bearbeiten Sie dazu folgende Schritte:

- (i) Berechnen Sie das Volumen der sog. „Verarmungszone“ (siehe Vorlesungsmitschrift).
- (ii) Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme Z_K und die dazugehörige Freie Energie

$$\mathcal{F} = -k_B T \ln Z_K.$$

Hinweis: Z_K lässt sich hier näherungsweise (ideales Gas) berechnen aus dem Volumen V_A , das den kleinen Lösungsmittelmolekülen zugänglich ist:

$$Z_K = \frac{V_A^N}{N! \Lambda^{3N}}.$$

- (iii) Verwenden Sie die Stirlingapproximation für die Freie Energie und berechnen Sie die gesuchte Kraft mittels

$$|\mathbf{F}|(h) = - \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial h} \right)_T.$$

Bitte Rückseite beachten! →

2. Übung TP VI SS13

Aufgabe 5 (10 Punkte): Kompressibilität, großkanonisches Ensemble

Leiten Sie folgenden Zusammenhang zwischen der relativen Schwankung der Teilchenzahl im großkanonischen Ensemble und der Kompressibilität κ_T her:

$$\frac{\langle (N - \langle N \rangle)^2 \rangle}{\langle N \rangle^2} = \frac{\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2}{\langle N \rangle^2} = \frac{k_B T}{V} \kappa_T.$$

Folgende Vorgehensweise ist empfehlenswert:

- (i) Gehen Sie von der großkanonischen Zustandssumme Z_{GK}

$$Z_{GK} = \sum_{N=0}^{\infty} \frac{1}{h^{3N} N!} \int d\Gamma e^{-\beta(H(\Gamma) - \mu N)}$$

aus und zeigen Sie den Zusammenhang

$$\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2 = \frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial \langle N \rangle}{\partial \mu} \right)_{T,V}.$$

- (ii) Verwenden Sie die Kettenregel und geeignete Maxwellrelationen, um

$$\left(\frac{\partial \langle N \rangle}{\partial \mu} \right)_{T,V} = - \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_{T, \langle N \rangle} \left[\left(\frac{\partial p}{\partial \mu} \right)_{T,V} \right]^2$$

zu finden.

Hinweis: Die mechanische Definition der Kompressibilität κ_T lautet:

$$\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T.$$

Vorlesung:	Donnerstag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 203 Freitag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 203
Tutorium:	Do 12:15 Uhr – 11:25 Uhr im EW 229
Scheinkriterien:	Mindestens 50% der Übungspunkte Regelmäßige und aktive Teilnahme am Tutorium Bearbeitung und Vorstellung eines Projekts