

Theorie 3: Vielteilchenphänomene

Sommersemester 2012

Dozent: F. Marquardt

Blatt 6, Abgabe: 31.5.2012

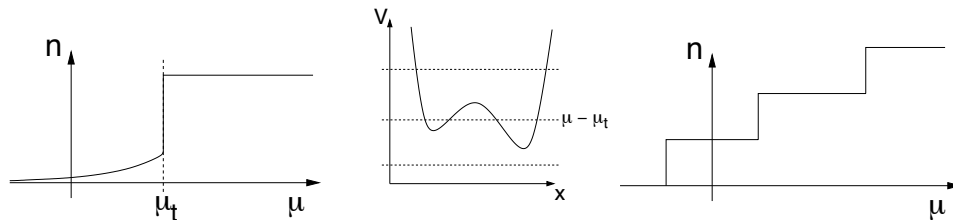
Präsenzaufgaben

Chemisches Potential

Das chemische Potential ist sehr nützlich zur Behandlung von Gasen und Flüssigkeiten, die sich in einem externen Potential befinden und deshalb eine inhomogene Dichteverteilung aufweisen. Diese Probleme können mit der Hilfe des chemischen Potentials auf das homogene Problem zurückgeführt werden.

a) Für ein homogenes Problem sei der Zusammenhang von Dichte, Temperatur und chemischem Potential, $n = n_{\text{hom}}(\mu, T)$ bekannt (siehe Skizze, links).

Skizzieren Sie die Dichteverteilung im skizzierten inhomogenen Potential (Mitte) für die durch die Linien angedeuteten drei verschiedenen Werte des chemischen Potential (wobei in der Skizze nicht der Wert von μ , sondern der Wert von $\mu - \mu_t$ durch die Linie angezeigt wird - Sie werden mit etwas Nachdenken verstehen, weshalb).



b) Für einen sogenannten Mott-Isolator Zustand findet man die gezeigte stufenförmige Abhängigkeit der Dichte vom chemischen Potential (rechts). Skizzieren Sie die Dichteverteilung in einem harmonischen Potential für verschiedene Werte des chemischen Potentials. Solche Dichteverteilungen wurden in Experimenten mit kalten Atomen beobachtet.

Hausaufgaben

Adsorption an Oberflächen

Die Atome eines Gases in einem Behälter können an den Wänden des Behälters gebunden werden. Die Behälteroberfläche habe dabei insgesamt

M Plätze, an denen jeweils maximal ein Atom gebunden werden kann. Die Bindungsenergie für ein Atom sei $-u$ (mit $u > 0$), und die Energie eines Platzes ohne adsorbiertes Atom sei 0.

a) Man betrachte die an der Oberfläche adsorbierten Atome als ein System, das an ein Reservoir (das System der Gasatome) mit Teilchenaustausch gekoppelt ist. Berechnen Sie die großkanonische Zustandssumme $Z(T, \mu)$ für das System der adsorbierten Atome. Zeigen Sie dabei explizit, dass die Zustandssumme faktorisiert in Zustandssummen für die einzelnen Plätze der Oberfläche.

b) Berechnen und skizzieren Sie die mittlere Zahl $\langle N \rangle$ der adsorbierten Atome in Abhängigkeit von Bindungsenergie und chemischem Potential. Unterscheiden sich die chemischen Potentiale für die adsorbierten Atome und für die freien Gasatome?