Aufgabe 18: Ideales Gas

(3 Punkte)

Betrachten Sie ein klassisches ideales Gas aus N gleichen Teilchen in einem Volumen V.

1. Berechnen Sie mit der kanonischen Gesamtheit die freie Energie $F(T, V, N)$. (1 Punkt)
   Hinweis: Verwenden Sie die bereits vorgestellte Näherung $\ln N! \approx N(\ln N - 1)$ *sowie die de Broglie Wellenlänge* $\lambda = h/\sqrt{2\pi m k_B T}$.

2. Bestimmen Sie mit $F(T, V, N)$ die Entropie $S(T, V, N)$. (1 Punkt)

3. Leiten Sie die ideale Gasgleichung ab. (1 Punkt)

Aufgabe 19: Physikalische Adsorption

(5 Punkte)

Ein ideales Gas befinde sich in Kontakt mit einer adsorbierenden Oberfläche und kann sowohl als Wärme- wie auch Teilchenreservoir betrachtet werden. Nehmen Sie an, dass an der Oberfläche an insgesamt G vielen Orten jeweils kein, eins oder zwei Teilchen angelagert sein können. Die Energie betrage dann jeweils $\epsilon_0 = 0$ für kein Teilchen bzw. ϵ_1 oder ϵ_2 für ein oder zwei Teilchen. Eine Wechselwirkung zwischen angelagerten Teilchen an verschiedenen Plätzen kann vernachlässigt werden.

1. Berechnen Sie die großkanonische Zustandssumme Z_{GK} der an der Oberfläche angelagerten Teilchen. (1 Punkt)
   Hinweis: Die Zustandssumme ergibt sich als Produkt der Zustandssummen z der einzelnen Plätze. Um z zu berechnen muss über alle möglichen Zustände an einem Platz summiert werden.

2. Berechnen Sie anschließend das entsprechende großkanonische Potential, die mittlere absorbierte Teilchenzahl und die mittlere Energie. (2 Punkte)

3. Berechnen Sie nun die Anzahl der adsorbierten Teilchen bei gegebenem Druck p und gegebener Temperatur T des idealen Gases. Untersuchen Sie zudem das Verhalten in den Grenzfällen kleiner und großer Temperaturen für $\epsilon_1, \epsilon_2 < 0$. (2 Punkte)
   Hinweis: Die Fundamentalrelation des idealen Gases lautet:

$$S(U, V, N) = N k_B \left(\frac{5}{2} + \ln \left[\left(\frac{4\pi m}{3h^2} \right)^{3/2} \frac{V}{N} \left(\frac{U}{N} \right)^{3/2} \right] \right)$$