

**Aufgabe 26: Harmonischer Oszillator**

(4 Punkte)

Berechnen Sie für ein System aus  $N$  wechselwirkungsfreien harmonischen Oszillatoren (Potential:  $V = m\omega^2 x^2/2$ ) die quantenmechanische Zustandssumme, innere Energie, Entropie und die freie Energie. (je 1 Punkt)

*Hinweis:*  $\sum_{k=1}^{\infty} x^k = 1/(1-x)$  für  $|x| < 1$ .

**Aufgabe 27: Ununterscheidbare Teilchen**

(4 Punkte)

Betrachten Sie ein quantenmechanisches System mit drei ununterscheidbaren Teilchen, dessen Zustand durch  $|\phi_{i_1}^{(1)}, \phi_{i_2}^{(2)}, \phi_{i_3}^{(3)}\rangle \equiv |\phi_{i_1}^{(1)}\rangle \otimes |\phi_{i_2}^{(2)}\rangle \otimes |\phi_{i_3}^{(3)}\rangle$  gegeben ist (mit Ein-Teilchen-Zuständen  $\{|\phi_{i_k}\rangle\}$ ).

- Nennen Sie die Anzahl aller möglichen Zustände. Wie lauten diese? (1 Punkt)
- Wie lautet die Parität der jeweiligen Permutation? (1 Punkt)
- Zeigen Sie: Permutationen einer Menge  $\{|\phi_{i_1}^{(1)}, \phi_{i_2}^{(2)}, \phi_{i_3}^{(3)}\rangle\}$  bilden bezüglich der Hintereinanderausführung als Verknüpfung eine Gruppe. (2 Punkte)