

Allgemeine Hinweise: Die mit ♣ gekennzeichneten Aufgaben sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und im OLAT Kurs hochzuladen.

♣ **Aufgabe 16.** (6 Punkte)

Berechnen Sie für ein Gas, das der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilung

$$f(\vec{v}) = \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} \exp \left\{ -\frac{mv^2}{2k_B T} \right\} \quad (1)$$

genügt, wobei $v = |\vec{v}|$ ist,

- (a) den wahrscheinlichsten Wert der x-Komponente der Geschwindigkeit,
- (b) den Mittelwert der x-Komponente der Geschwindigkeit,
- (c) den wahrscheinlichsten Wert des Absolutbetrages der Geschwindigkeit,
- (d) den Mittelwert des Absolutbetrages der Geschwindigkeit,
- (e) die wahrscheinlichste kinetische Energie,
- (f) den Mittelwert der kinetischen Energie.

♣ **Aufgabe 17.** (6 Punkte)

Die Schwingungsenergie eines zweiatomigen Moleküls ist gemäß

$$E_r = \hbar\omega \left(r + \frac{1}{2} \right) \quad (2)$$

gequantelt, wobei $r = 0, 1, 2, \dots$ ist, und die Niveaus nicht entartet sind.

- (a) Berechnen Sie die mikrokanonische Zustandsdichte $\Omega(E)$ sowie die kalorische Zustandsgleichung.
- (b) Leiten Sie daraus die Wärmekapazität C_{vib} ab und untersuchen Sie deren Grenzverhalten für niedrige und hohe Temperaturen.

Aufgabe 18.

Man betrachte ein quantenmechanisches System, welches aus zwei Teilsystemen A und B besteht. Dieses System befinde sich in einem verschränkten Zustand

$$|\Psi\rangle = \sum_n c_n |n_A\rangle |n_B\rangle, \quad (3)$$

wobei $|n_A\rangle$ und $|n_B\rangle$ orthonormale Zustände in den Hilberträumen von A und B sind. Zeigen Sie, dass sich alle Observablen aus A berechnen lassen gemäß

$$\langle \hat{O}_A \rangle = \text{Tr}\{\rho_A \hat{O}_A\}, \quad (4)$$

wobei

$$\rho_A = \text{Tr}_B\{|\Psi\rangle\langle\Psi|\} = \sum_n |c_n|^2 |n_A\rangle\langle n_A| \quad (5)$$

ist. Unter welchen Bedingungen ist ρ_A ein reiner Zustand? Berechnen Sie $\text{Tr}\{\rho_A^2\}$ und $\text{Tr}\{\rho_A \ln \rho_A\}$.