

Allgemeine Hinweise: Aufgaben 13 und 14 sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und in den dafür vorgesehenen Kästen im 5. Stock, Geb. 46 abzugeben.

Aufgabe 13. (8 Punkte)

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

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

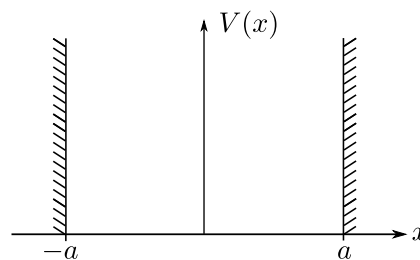
genügt, wobei $v = |\vec{v}|$ ist,

- (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 14. (4 Punkte)

Zeichnen Sie die Bahnkurve im Phasenraum für ein Teilchen,

- (a) das sich mit der Energie E in einem eindimensionalen, unendlich hohen Kastenpotential bewegt.



- (b) das unter der Schwerkraft aus der Höhe h herabfällt, am Boden inelastisch reflektiert wird und wieder bis zur Höhe $9/10h$ aufsteigt, usw.

Aufgabe 15.

Die Verteilungsfunktion $\rho(E_1, \dots, E_N)$ habe die Form

$$\rho = \prod_{i=1}^N f(E_i). \quad (2)$$

Der Mittelwert und die Schwankung der einzelnen E_i seien e und $\langle (\Delta E_i)^2 \rangle^{1/2} = \Delta$. Berechnen Sie den Mittelwert und die Schwankung von $E = \sum_i E_i$.

Aufgabe 16.

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 $\text{Tr}\{\rho_A \ln \rho_A\}$.