

1. Berechnen Sie ausgehend von der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilung $\tilde{w}(v)$ eine entsprechende Verteilungsfunktion $W(\epsilon)$ für die kinetische Energie $\epsilon = mv^2/2$. Wie groß sind mittlere und wahrscheinlichste kinetische Energie? Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Gleichverteilungssatz.

Hinweise: Nutzen Sie aus, dass Wahrscheinlichkeiten unabhängig von der Variablenwahl sind, d.h. es gilt $\tilde{w}(v)dv = W(\epsilon)d\epsilon$. Das folgende Integral wird benötigt: $\int_0^\infty du u^{3/2} e^{-u} = \frac{3}{4}\sqrt{\pi}$.

2. Diskutieren Sie zur Wiederholung der in der Vorlesung behandelten Konzepte folgende grundlegende Fragen und Begriffe:

- (a) Was ist eine Zustandsgröße? Wie unterscheiden sich extensive und intensive Zustandsgrößen? Beschreiben Sie das Konzept einer Zustandsgleichung.
- (b) Was versteht man unter einem thermodynamischen Gleichgewicht? Welche charakteristische Eigenschaft besitzt die Dichtematrix im thermodynamischen Gleichgewicht?
- (c) Erklären Sie anhand eines ausgewählten Beispiels den Unterschied zwischen einem reversiblen und einem irreversiblen thermodynamischen Prozess.

3. Gegeben sei ein ideales Gas mit der kalorischen Zustandsgleichung $U = \frac{3}{2}Nk_B T$ und der thermischen Zustandsgleichung $pV = Nk_B T$. In einem *reversiblen* thermodynamischen Prozess soll das Gas *isotherm* ausgehend von einem Volumen V_1 auf ein Volumen $V_2 > V_1$ *expandiert* werden.

- (a) Begründen Sie anschaulich, dass bei bekanntem Zusammenhang zwischen Druck p und Volumen V die vom Gas verrichtete mechanische Arbeit für die isotherme Expansion mit der Vorschrift

$$\Delta W = - \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$$

berechnet werden kann.

- (b) Welche Wärmemenge ΔQ muss dem Gas zugeführt werden, wenn die Energiebilanz für den reversiblen Prozess durch $\Delta U = \Delta W + \Delta Q$ gegeben ist?
4. Betrachtet werde ein thermodynamisches System mit *zwei* Freiheitsgraden; zwischen drei Zustandsgrößen x, y, z besteht dann *ein* Zusammenhang $z = z(x, y)$ (Zustandsgleichung). Zeigen Sie, dass zwischen den partiellen Ableitungen die folgende Relation gilt:

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1.$$