

Übungsblatt 10

[AUSGABE: 03.07.2012; ABGABE: 10.07.2012]

Übungszettel im Netz unter <http://www.tp4.rub.de/hat/>

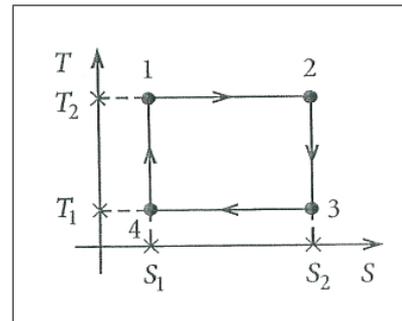
Aufgabe 25 Kreisprozess (12 Punkte)

Betrachten Sie in der $T - S$ -Ebene den skizzierten reversiblen Kreisprozess eines idealen Gases.

(a) Berechnen Sie die Wärmemengen, die das System auf den vier Teilstücken austauscht, als Funktion von T_1, T_2 und S_1, S_2 .

(b) Bestimmen Sie die pro Umlauf geleistete Arbeit und geben Sie den Wirkungsgrad η an.

(c) Wie sieht das pV -Diagramm dieses Prozesses aus?



Aufgabe 26: Zustandssumme (10 Punkte)

Die Zustandssumme eines van der Waals-Gases lautet:

$$Z(T, V, N) = \frac{1}{N!} \left(\frac{V - b}{\lambda^3} \right)^N \exp \left\{ \frac{a}{k_B T V} \right\} \quad \text{mit } a, b = \text{const.}$$

Zusätzlich zu den üblichen Bezeichnungen ist $\lambda = \lambda(T) = h/\sqrt{2\pi m k T}$ die thermische Wellenlänge, wobei h das Planck'sche Wirkungsquantum, m die Masse eines Gasteilchens und k_B die Boltzmannkonstante bezeichnet.

(a) Leiten Sie für die freie Energie die Beziehung

$$F = NkT \left(\ln N - 1 - \ln \left\{ \frac{V - b}{\lambda^3} \right\} \right) - \frac{a}{V}$$

her. Verwenden Sie dazu $\ln(1/N!) \approx N - N \ln N$.

(b) Berechnen Sie den Druck p und die Entropie S des Gases.

(c) Bestimmen Sie die innere Energie U des Gases.

Aufgabe 27: Entropie (8 Punkte)

Überprüfen Sie für die Beziehungen

$$(a) \quad S = \gamma (N^2 V U^2)^{1/5} \quad ; \quad (b) \quad S = \gamma \frac{V^3}{NU}$$

mit $\gamma = \text{const} > 0$, welche der drei folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1. Skalenverhalten bei Ver- λ -fachung des Systems, d.h. $S(\lambda U, \lambda V, \lambda N) = \lambda S(U, V, N)$
2. Existenz nur nicht-negativer Temperaturen $T \geq 0$
3. Gültigkeit des 3. Hauptsatzes, also $T \rightarrow 0 \Rightarrow S \rightarrow 0$ für endliches N, V

Für welche der beiden Beziehungen kann S als physikalische Entropie interpretiert werden?