

## Theoretische Physik in zwei Semestern II

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla,

WS 2014/15

**Blatt 11:** Abgabetermin: Mittwoch, der 07.01.2015, 10:00

### Aufgabe 1: van der Waals-Gas

Gegeben sei die Zustandsgleichung des van der Waals-Gases (ein Mol):

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT .$$

Berechnen Sie für das van der Waals-Gas

- den Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$ ,
- die isotherme Kompressibilität  $\kappa_T$ .
- Berechnen Sie nun für das van der Waals-Gas die Differenz der Wärmekapazitäten  $C_p - C_V$ . Verwenden Sie dazu die allgemeingültige Gleichung aus der Vorlesung:  $C_p - C_V = VT \frac{\alpha^2}{\kappa_T}$ .
- Setzen Sie in dem Ergebnis aus Teil c)  $a = b = 0$  und stellen Sie fest, ob das Resultat mit dem für das ideale Gas übereinstimmt.

(6 Punkte)

### Aufgabe 2: Adiabatische Expansion

- Zeigen Sie folgende Identität für den Koeffizienten der adiabatischen Expansion:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\frac{T}{C_V} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$

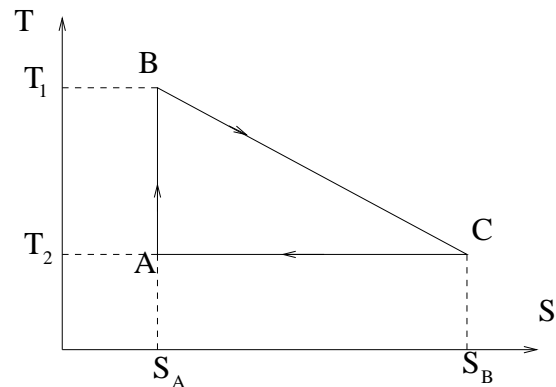
Hinweis: Verwenden Sie die bekannte Relation  $-1 = \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V$  sowie die in der Vorlesung angegebene Maxwell-Relation  $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$

- Berechnen Sie diesen Koeffizienten für das ideale Gas und das van der Waals-Gas.

(4 Punkte)

### Aufgabe 3: Wirkungsgrad

Gegeben ist folgender Kreisprozess im  $T$ - $S$ -Diagramm:



- a) Berechnen Sie (analog zur Vorlesung) den Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{-\Delta W}{\Delta Q_2},$$

wobei  $\Delta W$  die gesamte, während eines Zyklus am System geleistete Arbeit und  $\Delta Q_2$  die auf dem Weg von  $B$  nach  $C$  aufgenommene Wärme ist.

Berechnen Sie  $Q_2$  für den Weg  $B \rightarrow C$  und  $Q_3$  für den Weg  $C \rightarrow A$ . Berücksichtigen Sie dabei die Abhängigkeit der Temperatur von der Entropie.

- b) Vergleichen Sie den Wirkungsgrad mit demjenigen des Carnot-Prozesses und begründen Sie qualitativ, warum der Carnot-Prozess den maximal erreichbaren Wirkungsgrad hat.

(6 Punkte)