

## 6. Übungsblatt zur Vorlesung Statistische Mechanik

**Abgabe:** 01.06.2010, zu Beginn der Übung  
oder bis 02.06. (15:00 Uhr) im Postfach Aufgebauer

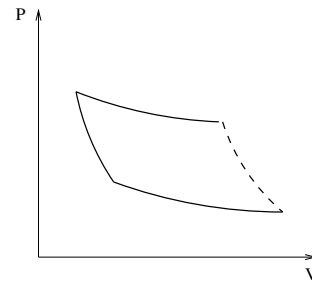
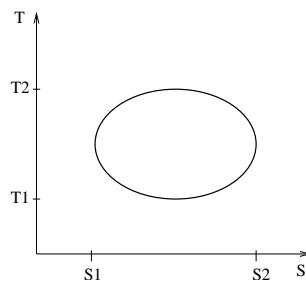
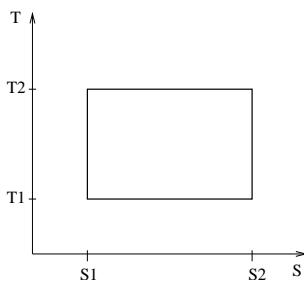
Prof. Dr. A. Klümper  
Sommer 2010

**Info:** Die erste Klausur findet am 17.06.2010 zur Vorlesungszeit statt.

---

### 16. Aufgabe (5 Punkte): Kreisprozesse

- a) Berechne für die drei unten angegebenen Kreisprozesse jeweils die Entropieänderung des Arbeitsstoffs und der beiden Wärmereservoirs nach einem Umlauf des Kreisprozesses.
- b) Sind die Teilsysteme (Arbeitsstoff, Wärmereservoirs) reversibel?  
Ist das Gesamtsystem reversibel?



Weitere Informationen:

- Das T-S Diagramm des zweiten Kreisprozesses stellt eine Ellipse dar.
- Das P-V-Diagramm des dritten Kreisprozesses entspricht dem eines Carnot-Prozesses mit der Änderung, dass die gestrichelte Linie eine nicht quasistatische Zustandsänderung darstellt.

### 17. Aufgabe (5 Punkte): Wärmepumpe

Gegeben sei eine Wärmepumpe.

- a) Finde eine sinnvolle Definition für den Wirkungsgrad  $\eta_W$  bzw.  $\eta_K$ , für den Fall, dass diese Maschine zum Erwärmen bzw. Kühlen eines Stoffes benutzt wird.
- b) Wir verwenden nun obige Pumpe, um einen Stoff von der Temperatur  $T$  auf eine Temperatur  $T' < T$  abzukühlen. Bei jedem Umlauf des Kreisprozesses der Kältemaschine wird eine infinitesimale Wärmemenge transportiert. Beachte, dass sich der Wirkungsgrad  $\eta_K$  mit jedem Umlauf ändert. (Ein Wärmereservoir (Stoff) hat eine endliche Wärmekapazität. Damit verringert sich die Temperatur um  $dT$ . Der Stoff wird also gekühlt. Damit

hat sich der carnotsche (maximale) Wirkungsgrad verringert.)  
Für die Energie des Stoffes gelte die Beziehung:

$$E = cT \quad \text{mit} \quad c = \text{const.}$$

Wieviel Energie wird dazu mindestens benötigt?

**18. Aufgabe:** (5 Punkte) Ideales Gas

Berechne die Innere Energie  $E(S, V, N)$  mit Hilfe der Informationen:

$$pV = Nk_B T \quad \text{und} \quad c_V = \text{const.}$$

Dabei bezeichnet  $c_V$  die spezifische Wärme pro Teilchen bei konstantem Volumen.