

Aufgabe 3.1 Carnot-Prozess

1. Betrachte eine Carnot-Maschine mit einem idealen Gas als Arbeitssubstanz, die zwischen zwei Wärmereservoirs mit Temperatur T_1 bzw. T_2 ($< T_1$) operiert. Zeige, dass für den Wirkungsgrad η gilt:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (1)$$

Berechne hierzu die in jedem Schritt des Prozesses aufgenommene bzw. geleistete Arbeit und die aufgenommene Wärme.

2. Zeichne für ein ideales Gas und eine paramagnetische Substanz (vgl. Aufgabe 2.2) je einen Carnot-Prozess im $T - V$ bzw. $T - M$ Diagramm. In welcher Richtung müssen die beiden Maschinen betrieben werden, damit sie Arbeit leisten?
3. Für den Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = V^{-1}(\partial V/\partial T)_p$ von Wasser gilt:

$$\alpha \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} 0 \quad \text{für} \quad T \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} 4^\circ\text{C}$$

Zeichne Adiabaten im $T - V$ Diagramm für Temperaturen über und unter 4°C . Weshalb ist es nicht möglich, einen Carnot-Prozess mit Isothermen bei 2°C bzw. 6°C zu bauen?

Aufgabe 3.2 Adiabatische Entmagnetisierung

Eine Methode zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen ($\sim 10^{-3}\text{K}$) beruht auf der adiabatischen Entmagnetisierung eines paramagnetischen Stoffes (magnetokalorischer Effekt). Die Magnetisierung $M(T, H)$ erfülle das Curie-Gesetz $M = aH/T$ (vgl. Aufgabe 2.2) und für die spezifische Wärme $c_H(T, H)$ bei festem Magnetfeld gelte $c_H(T, H = 0) = b/T^2$, wobei $a, b > 0$ Konstanten sind. Wie ändert sich die Temperatur als Funktion von H längs einer Adiabaten?