

Theoretische Physik III

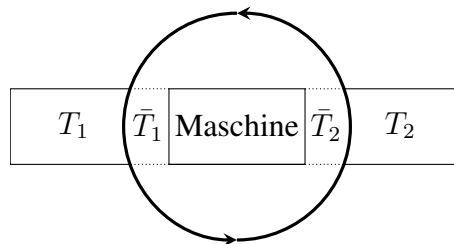
Thermodynamik und statistische Mechanik

5. Übungsblatt

Aufgabe 10: *Wirkungsgrad bei maximaler Leistung*¹

(5 Punkte)

Der in Aufgabe 3 berechnete Carnot-Wirkungsgrad bezieht sich auf unendlich langsame Prozessführung (Umlaufzeit $\mathcal{T} \rightarrow \infty$). In diesem Grenzfall leistet der Carnot-Prozess jedoch nichts: $\Delta W/\mathcal{T} = 0$. Eine aussagekräftigere Kennzahl ist der Wirkungsgrad bei maximaler Prozessleistung. Betrachten Sie die „isothermen“ Prozesse in einer endlichen Zeit ablaufen und zwischen den beiden Reservoirs mit Temperaturen T_i und dem Arbeitsmedium mit Temperaturen \bar{T}_i die Wärmeströme $Q_1/t = \kappa(T_1 - \bar{T}_1)$ und $-Q_2/t = \kappa(T_2 - \bar{T}_2)$ fließen. Der Prozess im inneren Teilsystem läuft reversibel ab.



- a) Zeigen Sie, dass die Leistung $P = \Delta W/\mathcal{T}$ geschrieben werden kann als (3P)

$$P = \frac{\kappa t}{\mathcal{T}} \frac{T_1 \Delta T_1 - T_2 \Delta T_1 - 2(\Delta T_1)^2}{T_1 - 2\Delta T_1} \quad \text{mit } \Delta T_1 = T_1 - \bar{T}_1.$$

- b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad in Abhängigkeit von T_1 und T_2 für den Fall der maximalen Leistungsabgabe und vergleichen Sie ihn mit dem reversiblen Carnot-Wirkungsgrad. (2P)

Aufgabe 11: *Reversible und irreversible Abkühlung*

(4 Punkte)

Ein ideales Gas in einem abgeschlossenen Behälter wird von der Temperatur T_+ auf T_- abgekühlt, indem es mit einem Wärmebad der Temperatur T_R in Kontakt gebracht wird.

¹Betrachten Sie zu diesem Thema auch die auf der Homepage verlinkte Literatur.

a) Hängen die Wärme- und Entropieänderungen des Gases bei diesem Prozess davon ab, ob die Abkühlung quasistatisch erfolgt? Begründen Sie ihre Antwort. (1P)

b) Vergleichen Sie die Entropieänderung des Reservoirs für die beiden Fälle (3P)

i) reversible Abkühlung (T_R wird langsam verringert von T_+ zu T_-) und

ii) irreversible Abkühlung ($T_R = T_-$ während des ganzen Prozesses).

Hinweis: Es gilt $\ln(x) \leq x - 1$.

c*) Was kann über die Entropiebilanz des abgeschlossenen Gesamtsystems bestehend aus Gas und Wärmebad im Fall irreversibler Abkühlung ausgesagt werden? (1 Zusatzpunkt)

gesamt: 9 + 1 Punkte

Abgabe: **Do. 19.11.**, vor der Vorlesung

Die mit * gekennzeichneten Aufgaben sind Zusatzaufgaben und gehen nicht in die reguläre Wertung ein.