

Übungen zur Experimentalphysik II — Blatt 3

Aufgabe 1: Wärmestrahlung

3 Punkte

Eine geschwärzte, massive Kupferkugel mit dem Radius 5,0 cm hängt in einem evakuierten Gefäß, dessen Wänden eine Temperatur von 30° C haben. Die Kugel hat eine Anfangstemperatur von 5,0° C. Berechnen Sie - unter der Annahme, dass Wärme nur durch Strahlung übertragen wird - die anfängliche Geschwindigkeit ihrer Temperaturänderung $\frac{dT}{dt}$. (Nehmen Sie dabei an, dass die Kugel wie ein schwarzer Körper strahlt.)

Aufgabe 2: Arbeit und Leistung

3 Punkte (2 + 1)

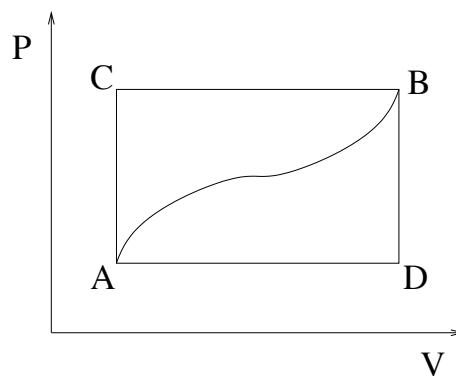
Eine Carnot-Wärmekraftmaschine arbeitet mit zwei Temperatur-Reservoirs. Bei jedem Zyklus werden $Q_{zu} = 4$ J an Wärme von dem Reservoir höherer Temperatur dem Gas zugeführt. Die Maschine hat einen Wirkungsgrad von 17% und arbeitet mit 10 Zyklen pro Sekunde. Bestimmen Sie

- die Wärmemenge $|Q_{ab}|$, die das Gas bei der tieferen Temperatur verlässt, die Wärmemenge $|Q_{zu}|$, die ihr bei der höheren Temperatur zugeführt wird und die Arbeit W für jeden Zyklus,
- die mechanische Ausgangsleistung der Maschine.

Aufgabe 3: Erster Hauptsatz

7 Punkte (1 + 2 + 2 + 2)

Ein System wird über den Weg ACB vom Zustand A in den Zustand B überführt. Dabei nimmt es 220 J Wärme auf und **leistet** eine Arbeit von 60 J. Es sollen keine Reibungsverluste auftreten.



- Berechnen Sie für diesen Weg die Änderung der inneren Energie, ΔU_{ACB} .
- Wieviel Wärme wird vom System längs des Weges ADB aufgenommen, wenn die vom System dabei geleistete Arbeit 20 J beträgt?
- Auf dem Weg BA wird am System eine Arbeit von 40 J geleistet. Nimmt das System auf diesem Weg Wärme auf, gibt es Wärme ab, und wieviel?
- Gegeben sind $U_A = 10$ J und $U_D = 50$ J. Bestimmen Sie die Wärme, die bei den Prozessen AD und AB aufgenommen wird.

Aufgabe 4: *Ideales Gas*

6 Punkte (1,5 + 1,5 + 1,5 + 1,5)

Eine Stoffmenge von 0,5 mol eines einatomigen, idealen Gases ($C_V = 12,5 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$) bei einer Temperatur $T = 375 \text{ K}$ und dem anfänglichen Druck $p = 10^5 \text{ Pa}$ verdoppelt seine Temperatur, unter den folgenden Bedingungen:

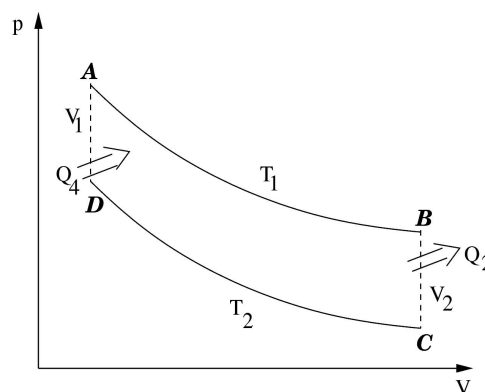
- a) adiabatisch;
- b) dem System werden 2500 J Wärme zugeführt;
- c) bei konstantem Druck;
- d) bei konstantem Volumen.

Bestimmen Sie die Änderung der inneren Energie ΔU , die Wärmemenge ΔQ und die Arbeit ΔW für jeden der vier Prozesse.

Aufgabe 5: *Stirling-Prozess*

6 Punkte (1 + 3 + 2)

Ein ideales Gas expandiert zuerst in einem Wärmebad der Temperatur T_1 isotherm von V_1 auf V_2 , dann isochor auf T_2 abgekühlt. Anschließend wird es in einem zweiten Wärmebad der Temperatur T_2 isotherm auf das Volumen V_1 komprimiert, und zum Schluss isochor auf T_1 erhitzt. Die Teilprozesse $A \rightarrow B$ und $C \rightarrow D$ sollen reversibel ablaufen.



- a) Zeigen Sie, dass $|Q_2| = |Q_4|$.
- b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Stirling-Maschine. Diskutieren Sie dabei die zwei Fälle, dass
 - I) die abgegebene Wärme Q_2 verloren geht und Q_4 von außen dem System zugeführt wird.
 - II) die abgegebene Wärme Q_2 zwischengespeichert wird und bei dem Schritt $D \rightarrow A$ als Q_4 dem System wieder zugeführt wird.
- c) Wie vergleichen sich diese Wirkungsgrade zu dem eines Carnot-Prozesses, der zwischen den gleichen Temperaturen T_1 und T_2 abläuft?

Allgemeiner Hinweis: Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein. Fertigen Sie außerdem aussagekräftige Skizzen an wo immer es hilfreich ist.