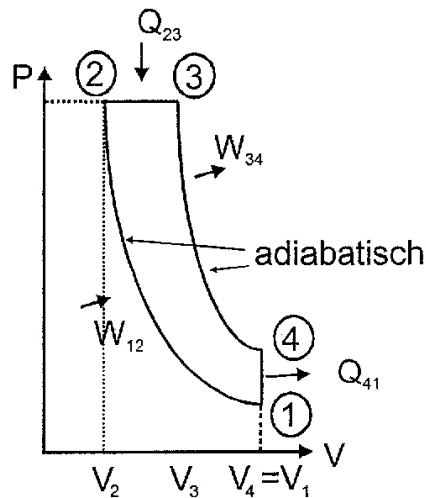


5. Übungsblatt Theoretische Physik im Querschnitt

18.11.2010

1: Dieselmotor

Untenstehende Zeichnung (1) zeigt das idealisierte (P, V) -Diagramm für den reversiblen Kreisprozess eines Dieselmotors. Es wird dabei angenommen, dass das Arbeitsmedium ein ideales Gas ist. Der gesamte Prozess besteht dann aus 4 reversiblen Prozessen, nämlich einer adiabatischen Kompression ($1 \rightarrow 2$) des Gases, einer Expansion bei konstantem Druck ($2 \rightarrow 3$), einer adiabatischen Expansion ($3 \rightarrow 4$) und einer isochorsen Kühlung ($4 \rightarrow 1$). Der Druck, die innere Energie des Mediums und die Temperatur an den Endpunkten seien jeweils mit P_i , U_i und T_i bezeichnet.

Abbildung 1: (P, V) -Diagramm des Dieselmotors

- Geben Sie die Zustandsgleichung und die innere Energie U eines idealen Gases an.
- Geben Sie an und begründen Sie in welche Richtung sich in jedem Schritt die Temperatur T ändert.
- Zeigen Sie, dass die Adiabaten durch folgenden Zusammenhang charakterisiert sind:

$$PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

Hinweis: Leiten Sie unter Verwendung des 1. Hauptsatzes und der Zustandsgleichung für das ideale Gas zuerst den Zusammenhang zwischen T und V her.

- d. Geben Sie für die isobare Expansion $2 \rightarrow 3$ die zugeführte Wärme und die vom System an der Umgebung geleistete Arbeit als Funktion der Temperaturen T_2 und T_3 an.

2: Idealisierter Otto-Kreisprozess

Gegeben sei ein ideales Gas mit der Entropie

$$S(T, V) = S(T_0, V_0) + C_V \ln \frac{T}{T_0} + R \ln \frac{V}{V_0} \quad (1)$$

als Funktion der Temperatur T und des Volumens V mit konstanter Wärmekapazität C_V und konstanter Gaskonstanten $R = C_p - C_V$. Der idealisierte Otto-Kreisprozess ist in Abbildung (2) angegeben.

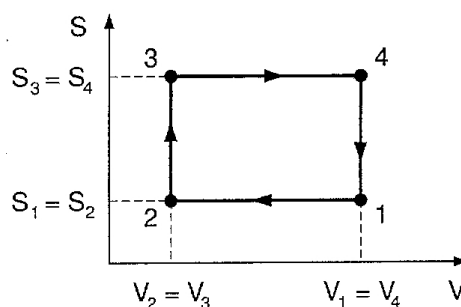


Abbildung 2: Der idealisierte Otto-Kreisprozess $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$

- a. Zeigen Sie, dass die Adiabaten durch den Zusammenhang

$$TV^\gamma = X = \text{const} \quad (2)$$

gegeben sind. Bestimmen Sie den Exponenten γ .

- b. Geben Sie mit Hilfe der Gleichung (2) den Zusammenhang der Temperaturen und Volumina in den Zuständen 1 und 2 und analog in den Zuständen 3 und 4 an.
- c. Bestimmen Sie die Wärmeenergien und Arbeiten auf den vier Wegstücken als Funktion der Volumina V_1 und V_2 .
- d. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad als Funktion der Volumina.

3: Stirling-Prozess

Für ein ideales Gas soll folgender Kreisprozess mit $T_1 > T_2$ und $V_1 > V_2$ untersucht werden:

$$(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isotherm}} (T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochor}} (T_2, V_1) \xrightarrow{\text{isotherm}} (T_2, V_2) \xrightarrow{\text{isochor}} (T_1, V_2)$$

- a. Stellen Sie diesen Kreisprozess sowohl in einem (T, V) -Diagramm als auch in einem (p, V) -Diagramm dar.

- b. In welchen Prozessschritten wird Wärme zugeführt, in welchen abgeführt? Berechnen Sie die vier Wärmemengen.
- c. Welche Arbeit wird pro Zyklus geleistet? Bestimmen Sie den Wirkungsgrad und vergleichen Sie mit dem Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses.
- d. Was würde sich für den Wirkungsgrad ergeben, wenn die bei dem einen isochoren Prozessschritt abgegebene Wärme zwischengespeichert und im anderen isochoren Prozessschritt wieder vollständig zugeführt würde? Vergleichen Sie wieder mit dem Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses. Wie viele Wärmebäder werden hierbei benötigt?