

Übungen zur Theoretischen Physik F SS 13

Prof. Dr. G. Schön

Blatt 2

Dr. M. Marthaler, Dr. A. Poenicke

Besprechung, 26.04.2013

1. Ideales Gas:

9 Punkte

- (a) (2 Punkte) Zeigen sie, dass für ein ideales Gas mit $PV = NkT$ die innere Energie U bei gegebener Temperatur nicht vom Volumen abhängt. Berechnen sie dazu $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$, in dem sie eine der Transformationsformeln von Blatt 1 und eine Maxwell-Relation benutzen. Die explizite Form von U darf hier nicht verwendet werden.
- (b) (2 Punkte) Ferner sei bekannt, dass das Gas eine konstante Wärmekapazität $C_V = \frac{f}{2}Nk$ habe. Zeigen Sie, dass $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V$ gilt und damit, wenn wir U als Funktion von T und V auffassen, $dU = C_V dT$. Berechnen sie daraus die Entropie $S(T, V)$.
- (c) (1 Punkt) Warum erfüllt S nicht den dritten Hauptsatz?
- (d) (2 Punkte) Für das hier betrachtete ideale Gas aus N Teilchen mit f Freiheitsgraden pro Teilchen ist die innere Energie gegeben durch $U = \frac{f}{2}NkT$. Betrachten sie eine adiabatische Zustandsänderung bei konstanter Teilchenzahl, und zeigen sie über den 1.Hauptsatz, dass gilt:

$$P^{f/(f+2)}V = \text{const.} \quad , \quad VT^{f/2} = \text{const.} \quad (1)$$

- (e) (2 Punkte) Berechnen Sie die Wärmekapazität bei konstantem Druck C_P und die isotherme ($dT = 0$) und adiabatische ($dS = 0$) Kompressibilität $\kappa_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ bzw. $\kappa_S = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_S$. Zeigen sie, dass $C_P/C_V = \kappa_T/\kappa_S$.

2. Carnot-Maschine mit idealem Gas:

3 Punkte

Berechnen Sie den Wirkungsgrad einer mit einem idealen Gas betriebenen Carnot-Maschine und zeigen Sie, dass die dadurch definierte Temperaturskala identisch ist mit der Kelvin'schen Skala (bzw. der Definition der Temperaturskala durch das Ideale Gas die in der Vorlesung diskutiert wurde.).

3. Kreisprozess eines Dieselmotors

8 Punkte

Der Kreisprozess eines "reversiblen Dieselmotors" mit idealem Gas als Arbeitsstoff ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt.

- (a) (3 Punkte) Wie sieht der Prozess im T-S-Diagramm aus?
Hinweis: Bestimmen sie aus der der Entropie $S(T, V)$ aus Aufgabe 1, auch die Entropie $S(T, P)$ des idealen Gases.
- (b) (5 Punkte) Bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Dieselmotors in Abhängigkeit von den Temperaturen T_A, T_B, T_C, T_D und $\gamma = C_P/C_V$.

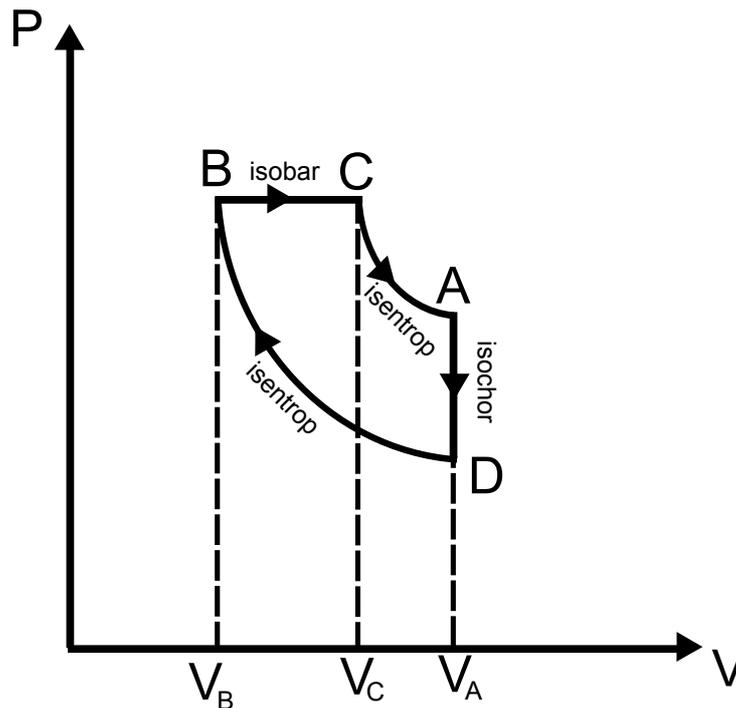


Abbildung 1: Der Kreisprozess des Dieselmotors besteht aus zwei isentropen Zustandsänderungen und jeweils einer isobaren und isochoren Zustandsänderung. Zu den vier Punkten A, B, C und D im P-V-Diagramm gehört jeweils die Temperatur T_A, T_B, T_C und T_D .