

Übungsblatt 14

Ausgabe: Dienstag, 06.02.2024

Abgabe: Dienstag, 13.02.2024, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 15.02.2024 (Übungen)

Anmeldung zur Vorleistung: 31.01. bis 14.02.2023 (Campus Management System)

Anmeldung zur Klausur 1: 22.02. bis 29.02.2023 (Campus Management System)

Bitte beachten Sie auch die Informationen zu Vorleistung und Klausur im Merkblatt

***Ankuendigung_Klausur_1* in ILIAS.**

Aufgabe 1

5 Punkte

Der thermodynamische Vergleichsprozess für einen idealen Ottomotor besteht aus vier reversiblen Prozessschritten: 1) Verdichten der angesaugten Luft (adiabatische Kompression); 2) Isochore Wärmezufuhr beim Volumen $V = V_a$ durch Einspritzen und Zünden des Kraftstoffs; 3) Arbeitsleistung durch adiabatische Expansion; 4) Isochore Wärmeabgabe bei $V = V_b$ durch Ausblasen des Abgases und Ansaugen von Frischluft.

- Stellen Sie den Kreisprozess im P - V - und im T - S -Diagramm dar. **2 Punkte**
- Bestimmen Sie für jeden Prozessschritt 1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 1 die dem Gas zugeführte Wärme Q und die am Gas geleistete Arbeit W in Abhängigkeit von den Temperaturwerten T_1, T_2, T_3, T_4 . Das Arbeitsgas soll dazu als ideales Gas mit dem Adiabatenexponenten κ betrachtet werden. **2 Punkte**
- Zeigen Sie, dass für den maximalen Wirkungsgrad gilt: **1 Punkte**

$$\eta = \frac{|W_{\text{nutz}}|}{Q_{\text{zu}}} = 1 - \left(\frac{V_a}{V_b}\right)^{\kappa-1}$$

mit der Nutzarbeit W_{nutz} und der zugeführten Wärme Q_{zu} .

Aufgabe 2

4 Punkte

Die innere Energie $U(T, V)$ eines realen Gases ist im Gegensatz zu der eines idealen Gases auch abhängig vom Volumen V .

- Benutzen Sie $U(T, V)$ sowie die Van-der-Waalsche Zustandsgleichung, um die Entropie $S(T, V)$ eines realen Gases aus $dU = TdS - PdV$ herzuleiten. **2 Punkte**
- Das reale Gas werde expandiert, indem unter thermischer Isolation sein ursprüngliches Volumen V_1 durch Entfernen einer Scheidewand zu einem leeren Gefäß auf $V_2 = V_1 + \Delta V$ vergrößert wird. Zeigen Sie, dass diese Expansion bei realen Gasen immer zu einer Temperatursenkung führt ($\Delta T < 0$). **2 Punkte**

Aufgabe 3**4 Punkte**

Das Gleiten eines Körpers auf einer glatten Eisfläche wird verbessert, wenn seine Gleitfläche genügend klein gewählt wird. Beispiele wären die Kufen von Schlitten oder Schlittschuhen. Neben anderen Gründen ist es die druckbedingte Verringerung ΔT der Schmelztemperatur dafür, dass unter den Kufen Eis zu einem dünnen gleitfähigen Wasserfilm aufschmilzt.

- a) Berechnen Sie mit Hilfe der Clausius-Clapeyron-Gleichung die nötige Masse m des Körpers für eine Änderung $\Delta T = -0.1^\circ\text{C}$ bei einer Kufenfläche von $A = 5 \text{ cm}^2$ und einer Eistemperatur von $T = 0^\circ\text{C}$. Recherchieren Sie die benötigten physikalischen Größen von Wasser und Eis aus einer geeigneten Quelle. **2 Punkte**
- b) Welche Masse wäre bei einer Eistemperatur von -8°C nötig, damit durch den Druck der Kufen Eis schmilzt? Warum ist Schlittschuhfahren auch dann möglich, wenn das erreichbare ΔT zu klein ist, um Eis zum Schmelzen zu bringen? **2 Punkte**

Aufgabe 4**3 Punkte**

CO_2 hat eine Inversionstemperatur von $T_i = 2a/(Rb) = 1798 \text{ K}$. Bestimmen Sie für CO_2 die Koeffizienten a und b in der Van-der-Waals-Gleichung aus den folgenden Messdaten: $n = 1 \text{ mol}$, $V = 1 \text{ m}^3$, $T = 100 \text{ K}$, $P = 831 \text{ Pa}$. R ist die allgemeine Gaskonstante.