

Bsp 1. Ottomotor**20 Punkte**

Der thermodynamische Vergleichsprozess des Ottomotors besteht aus vier Teilprozessen:

- 1 → 2: Adiabatische Kompression
- 2 → 3: Isochore Druckerhöhung
- 3 → 4: Adiabatische Expansion
- 4 → 1: Isochore Druckabsenkung auf den Ausgangszustand

Als Arbeitsmedium werde das zweiatomige ideale Gas betrachtet (Adiabatenexponenten $\kappa = 1,4$).

- a) Skizzieren Sie den Kreisprozess im pV- und im TS-Diagramm. Geben Sie Terme zur Berechnung aller Arbeits- und Wärmemengen für jeden Teilprozess an. Tragen Sie die Wärmemengen ins TS-Diagramm und die Arbeitsmengen ins pV-Diagramm ein.
- b) Gehen Sie von der allgemeinen Formel zur Berechnung des thermodynamischen Wirkungsgrades $\eta = 1 + \frac{\Delta Q_{ab}}{\Delta Q_{zu}}$ aus. Leiten Sie für diesen Kreisprozess eine Formel für η nur in Abhängigkeit der Temperaturen der Eckpunkte ($T_1 \dots T_4$) ab.
- c) Formen Sie das Ergebnis aus b) so um, dass es nur von den Volumina der Eckpunkte ($V_1 \dots V_4$) abhängt. Hinweis: Benutzen Sie hierzu die Adiabaten Gleichung ($pV^\kappa = \text{const.}$) in T und V!
- d) Welcher Wirkungsgrad ergibt sich, wenn der Ottomotor mit einer Verdichtung von 1:9 (als Volumenverhältnis) verwendet?

Bsp 2. Dissoziation von N_2O_4 **20 Punkte**

Betrachten Sie die Reaktion:



Die freie Standardbildungsenthalpie von N_2O_4 beträgt $\Delta_f G^\ominus = 99,8 \text{ kJ/mol}$ und die von NO_2 $\Delta_f G^\ominus = 51,3 \text{ kJ/mol}$.

- a) Stellen Sie das Massenwirkungsgesetz in Abhängigkeit der Molenbrüche und der Reaktionslaufzahl $0 < \xi < 1$ auf.
- b) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K_x für $T = 25^\circ\text{C}$. Bei welcher Reaktionslaufzahl stellt sich das Gleichgewicht unter Standarddruck ein?
- c) Welches Druckverhältnis p/p_0 muss vorliegen, damit sich das chemische Gleichgewicht bei einer Reaktionslaufzahl von $\xi = 0,5$ einstellt? Auf welche Seite verschiebt sich das Gleichgewicht bei Erhöhung des Drucks?

Formeln und Konstanten: $\Delta_x G^\ominus = \sum_i \nu_i \Delta_f G^\ominus$, $K_x = \exp\left(-\frac{\Delta_x G^\ominus}{RT}\right)$, $R = 8,3145 \text{ J/(mol K)}$