

Aufgabe 1**(15 Punkte)**

Der Stirling Kreisprozess besteht aus folgenden Schritten:

1. Isotherme, reversible Entspannung bei der Temperatur $T_1 = 600$ K vom Volumen $V_1 = 10$ L auf das Volumen $V_2 = 20$ L
2. Isochore, reversible Abkühlung von der Temperatur T_1 auf die Temperatur $T_2 = 200$ K
3. Isotherme, reversible Kompression bei der Temperatur T_2 , vom Volumen V_2 , auf das Volumen V_1
4. Isochore, reversible Erwärmung beim Volumen V_1 von der Temperatur T_2 auf die Temperatur T_1
 - a. Stellen Sie den Kreisprozess jeweils im (p,V)-, (V,T)- und (p,T)-Diagramm (3 Diagramme) für ein ideales Gas dar und markieren Sie die einzelnen Teilschritte.
 - b. Berechnen Sie für 1 mol eines einatomigen idealen Gases die Änderung der inneren Energie ΔU , die vom Gas geleistete Arbeit w und die mit dem System ausgetauschte Wärmemenge q für alle vier Teilschritte.
 - c. Berechnen Sie den Wirkungsgrad des reversiblen Kreisprozesses.

Aufgabe 2**(12 Punkte)**

In einem Bombenkalorimeter werden 1,325 g Benzoesäure $C_7H_6O_2$ (fest, $M = 122$ g/mol) vollständig verbrannt, wobei man einen Temperaturanstieg von 3,215 K bei einer mittleren Temperatur von 298 K beobachtet. In einem zweiten Experiment werden im gleichen Kalorimeter 0,681 g Aceton (flüssig, $M = 58$ g/mol) vollständig verbrannt. Hierbei steigt die Temperatur von 24,108 °C auf 26,048 °C. Die Standardverbrennungsenthalpie $\Delta_c U^0$ bei 298 K von Aceton wurde in einem früheren Experiment bestimmt und beträgt -1817,68 kJ/mol.

- a. Bestimmen Sie aus der Verbrennung des Acetons die Wärmekapazität des Bombenkalorimeters.
- b. Stellen Sie die Reaktionsgleichung für die vollständige Verbrennung (Produkte: Wasser und Kohlenstoffdioxid) von Benzoesäure auf. Markieren Sie gasförmige, flüssige und feste Komponenten.
- c. Berechnen Sie die molare Verbrennungsenthalpie $\Delta_c H^0$ von Benzoesäure.

Aufgabe 3**(10 Punkte)**

Betrachten Sie folgende elektrochemische Zelle:



Die Standardhalbzellenpotentiale betragen $E_{00}(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0,763 \text{ V}$ und $E_{00}(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}) = -0,440 \text{ V}$. Die Aktivitätskoeffizienten seien eins. Beachten Sie die Vorzeichenkonventionen.

- Wie lauten die Halbzellenreaktionen und die Gesamtzellreaktion?
- Berechnen Sie die *EMK* der Zelle und $\Delta_{\text{R}}G$ der Gesamtzellreaktion bei $25 \text{ }^\circ\text{C}$ und 1013 mbar .
- Wo ist der + Pol der elektrochemischen Zelle?

Aufgabe 4**(13 Punkte)**

Benzol und Toluol bilden eine ideale Mischung. Bei $100 \text{ }^\circ\text{C}$ beträgt der Dampfdruck des reinen Benzols $1,81 \text{ bar}$, der des reinen Toluols $0,74 \text{ bar}$.

- Zeichnen Sie den Verlauf der einzelnen Dampfdrücke von Benzol und Toluol und den Gesamtdampfdruck p in Abhängigkeit des Molenbruchs von Benzol.
- Welche Zusammensetzung (Molenbrüche von Benzol und Toluol) besitzt die flüssige Mischung, die bei einem Druck von 1 bar und $100 \text{ }^\circ\text{C}$ siedet?
- Welche Zusammensetzung (Molenbrüche von Benzol und Toluol) besitzt der Dampf, der im Gleichgewicht mit der flüssigen Mischung aus Aufgabe b steht?

Wichtige Naturkonstanten/Daten:

$$R \approx 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$k_{\text{B}} \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$N_{\text{A}} \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$F \approx 96485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$0 \text{ K} \approx -273 \text{ }^\circ\text{C}$$