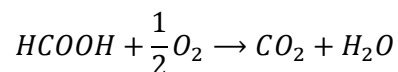


Übungsserie 5

Aufgabe 1 – Brennstoffzellen

In einer Brennstoffzelle wird Ameisensäure (CH_2O_2) oxidiert:



Der Spannungsverlauf $U(I)$ ist quadratisch:

$$U(\tilde{I}) = 0.45 \cdot \tilde{I}^2 - 1.2 \cdot \tilde{I} + 0.9 \quad [\text{V}], \quad \tilde{I} = \frac{I}{I_{\max}}, \quad 0 \leq \tilde{I} \leq 1$$

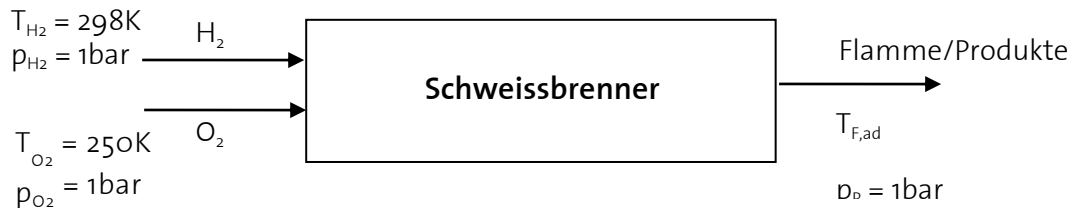
Wobei $I_{\max} = 105 \text{ A}$ der maximale Strom darstellt, den die Zelle unbeschädigt liefern kann. Der untere Heizwert von Ameisensäure beträgt $253.8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (Quelle: nist.gov)

Aufgaben:

1. Schreibe die Reaktionsgleichungen für Anode und Kathode auf (und gebe an welche Reaktion an der Kathode, und welche an der Anode stattfindet).
2. Berechne den elektrischen Strom I^* und die elektrische Leistung P_{BZ}^* bei maximaler Leistung.
3. Berechne den Brennstoffstrom (mol/s) bei einem elektrischen Strom von $I = 10.5 \text{ A}$. Berechne ausserdem die Masse Ameisensäure die der Brennstoffzelle bei $I = 10.5 \text{ A}$ zugeführt werden muss um 1 kWh elektrisch zu erhalten. ($\eta_I = 1$)
4. Berechne die thermodynamische Effizienz der Brennstoffzelle wenn ein Brennstoffmassenstrom von $\dot{m}_{\text{CH}_2\text{O}_2} = 10.6 \text{ mg/s}$ zugeführt wird und der Umsetzungsgrad $\eta_I = 0.90$ beträgt.
5. Stelle die notwendige(n) Gleichung(en) zur Bestimmung des Stroms der den abgeführten Wärmestrom $\dot{Q}(I)$ maximiert auf (keine Berechnung erforderlich). Kann dieser Strom identisch mit I^* , dem Strom bei maximaler elektrischer Leistung P_{BZ}^* sein? Begründe deine Antwort mittels der aufgestellten Gleichung(en) (keine Berechnung erforderlich).

Aufgabe 2 – Flammentemperatur

Für Schweißarbeiten welche besonders hohe Temperaturen erfordern wird manchmal das Knallgasschweißverfahren angewendet. Dabei wird Wasserstoff mit purem Sauerstoff verbrannt. Der Wasserstoff wird bei Umgebungsdruck $p_{\text{H}_2}=p_{\text{ref}}=1\text{bar}$ und $T_{\text{H}_2}=T_{\text{ref}}=298\text{K}$ zugeführt. Der Sauerstoff wird bei Umgebungsdruck $p_{\text{O}_2}=p_{\text{ref}}=1\text{bar}$ und einer Temperatur von $T_{\text{O}_2}=250\text{K}$ zugeführt.



Aufgaben:

1. Für eine bestimmte Schweißarbeit wird eine Temperatur von $T_a = 3250\text{ K}$ benötigt. Kann die gewünschte Temperatur erreicht werden wenn der Wasserstoff bei einem Sauerstoffüberschuss von $\lambda = 2$ verbrennt?
2. Wie hoch ist die adiabate Flammentemperatur bei stöchiometrischer Verbrennung ($\lambda = 1$)? Für die Berechnung kann die Enthalpie von Wasserdampf für Temperaturen über 3250 K mittels folgender Beziehung approximiert werden:

$$h_{\text{H}_2\text{O}} = 40 \cdot T + 20272 \text{ [kJ/kmol]} \text{ mit } T \text{ in [K] und } T > 3250\text{ K}$$

Hinweise/Annahmen:

- Alle Komponenten können als ideale Gase behandelt werden
- Der Schweissbrenner kann als adiabat angenommen werden.
- Alle Stoffe (Edukte und Produkte) befinden sich im gasförmigen Zustand
- Die Verbrennung findet unter konstantem Druck bei $p_{\text{ref}}=1\text{bar}$ statt

Aufgabe 3 – Dissoziation von N_2

In einem Verbrennungsprozess wird Ethan (C_2H_6) mit 32,032 kg Luft pro kg Ethan bei $p = 1 \text{ atm}$ verbrannt.

1. Mit welchem Luftverhältnis λ läuft die Verbrennung ab?
2. Bestimme die Zusammensetzung des Abgases.
3. Wie hoch müsste die Temperatur T des Abgases sein, bei einem Druck von $p=1\text{bar}$, damit 7.975 ppm N_2 dissoziiert?

Hinweise:

- Alle Gase können als ideale Gase betrachtet werden.
- Das Abgas befindet sich im chemischen Gleichgewicht.
- In Teilaufgabe (3) soll nur die Dissoziation von N_2 betrachtet werden.
- $P_{ref} = 1 \text{ atm}$.