

Prüfung TBM 8B, Mittwoch, 3. Mai 2017

## Wärmekapazität, Phasenübergänge und Gasgesetz

Es werden genaue Resultate erwartet. Rechnen Sie nicht mit gerundeten Zwischenresultaten weiter!

1. Power-to-gas: Durch die Stromproduktion mittels Wind und Photovoltaik entstehen vor allem im Sommer Stromspitzen, d.h. die Stromproduktion übertrifft die Nachfrage. Ideal wäre, wenn diese Spitzen zwischengespeichert werden könnten. Eine Methode dazu ist power-to-gas, bei der mittels Elektrolyse aus Wasser Wasserstoff ( $H_2$ ) erzeugt wird. Um  $1\text{ m}^3$  Wasserstoffgas (bei  $0\text{ °C}$  und  $1\text{ atm}$  Druck) zu produzieren, braucht es  $5\text{ kWh}$  Energie. Wie viele  $\text{m}^3$  Gas wird in einer Stunde produziert, wenn die Spitze eine Leistung von  $3\text{ GW}$  hat und das Gas bei  $15\text{ °C}$  und  $100\text{ bar}$  Druck gelagert wird?
2. Ein Heissluftballon befindet sich in  $1'000$  Meter Höhe, wo ein Druck von  $0.9\text{ bar}$  und eine Aussentemperatur von  $-15\text{ °C}$  herrscht. Die Luft im Ballon wird durch den Brenner auf  $85\text{ °C}$  erhitzt. Das Volumen des Ballons beträgt  $1'200\text{ m}^3$  und das Gewicht der Ausrüstung (Brenner, Druckflaschen, Korb, Ballonhülle etc.) beträgt  $150\text{ kg}$ . Berechnen Sie die maximale Nutzlast des Ballons in  $1'000$  Meter Höhe. Die Luft hat auf Meereshöhe bei einem Druck von  $1\text{ atm}$  und einer Temperatur von  $0\text{ °C}$  eine Dichte von  $\rho = 1.293\text{ kg/m}^3$ .
3. In einem isolierten Behälter befindet sich  $1\text{ kg}$  Eis mit einer Temperatur von  $-20\text{ °C}$ . Dem Eis wird  $200\text{ Gramm}$  Dampf mit einer Temperatur von  $140\text{ °C}$  hinzugefügt. Berechnen Sie den Endzustand, wenn sich die Temperaturen im Gleichgewicht befinden (wovon hat es wieviel bei welcher Temperatur).
4. Im Spital stehen zwei Sauerstoffbehälter ( $O_2$ ), eine mit  $100\text{ Liter}$  Inhalt und  $65.4\text{ bar}$  Druck und eine mit  $25\text{ Liter}$  Inhalt und  $12.2\text{ bar}$  Druck. Die Temperatur beider Behälter beträgt  $21\text{ °C}$ .
  - a) Die beiden Druckbehälter werden mit einem Schlauch verbunden, sodass sich der Druck ausgleicht. Berechnen Sie den sich einstellenden Druck. Vernachlässigen Sie das Volumen des Verbindungsschlauchs.
  - b) Wie viele Kilogramm Sauerstoff befindet sich insgesamt in den beiden Behältern zusammen?

Konstanten von Wasser siehe Rückseite

Wärmekapazitäten und Phasenübergänge von Wasser:

$$c_{\text{Eis}} = 2'100 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$c_{\text{Wasser}} = 4'182 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$c_{\text{Dampf}} = 1'863 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$L_s = 333'800 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ (Schmelzwärme)}$$

$$L_v = 2'256'000 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ (Verdunstungswärme)}$$

| Aufgabe | Punkte |
|---------|--------|
| 1.      | 4      |
| 2.      | 4      |
| 3.      | 4      |
| 4.      | 4      |

Viel Erfolg!