

Thermodynamik

Probe Klausur FS 2014

Nachname: _____ Vorname: _____

| Aufgabe 1 | | ___/12 | |
|--------------------|-----|---------------|--|
| | 1.a | 1.b | |
| erreichbare Punkte | 8 | 4 | |
| erreichte Punkte | | | |

| Aufgabe 2 | | ___/8 | | | | |
|--------------------|-----|--------------|-----|-----|-----|--|
| | 2.a | 2.b | 2.c | 2.d | 2.e | |
| erreichbare Punkte | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | |
| erreichte Punkte | | | | | | |

| Aufgabe 3 | | ___/20 | | |
|--------------------|-----|---------------|-----|--|
| | 3.a | 3.b | 3.c | |
| erreichbare Punkte | 5 | 2 | 13 | |
| erreichte Punkte | | | | |

$$\Sigma \text{ ---/40}$$

Aufgabe 1. Der erste und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik. (12 Punkte)

Im Zustand 1 hat 1 mol des idealen Gases A ($\gamma = 7/5$) ein Volumen $V_1 = 1 \text{ L}$ und eine Temperatur $T_1 = 300 \text{ K}$. Im ersten Schritt wird das Gas isochor erwärmt bis $T = T_2 = 400 \text{ K}$ (Zustand 2). Im zweiten Schritt wird das Volumen isotherm erhöht auf $V_3 = 5 \text{ L}$ (Zustand 3).

- (a) Berechnen Sie für beide Schritte die jeweils ausgetauschte Arbeit, ausgetauschte Wärme, die Änderung der molaren inneren Energie sowie der molaren Entropie des Gases. Ergänzen Sie die Tabelle (**8 Punkte**):

| | 1 \rightarrow 2 | 2 \rightarrow 3 |
|------------|-------------------|-------------------|
| ΔU | | |
| w | | |
| q | | |
| ΔS | | |

- (b) Welche Werte in der Tabelle würden sich ändern, wenn der Poisson-Koeffizient γ gleich $5/3$ statt $7/5$ wäre? (Sie müssen die neuen Werte nicht berechnen). (**4 Punkte**)

Aufgabe 2. Phasengleichgewichte (8 Punkte)

Zwei Substanzen A und B sind miteinander in der flüssigen Phase unbegrenzt mischbar. Wir betrachten ein Phasengleichgewicht (flüssige Phase + Gas) der Mischung von A und B in einem geschlossenen Volumen bei der gegebenen Temperatur T_0 . Nehmen Sie an, dass bei T_0 der Dampfdruck von B kleiner als derjenige von A ist ($p_{*,B}(T_0) < p_{*,A}(T_0)$). Es gibt keine chemische Reaktion zwischen A und B.

- Wie viele Freiheitsgrade hat ein solches System? (**1 Punkt**)
- Ist es durch geeignete Wahl der Stoffmengen von A und B in der Mischung möglich, bei $T = T_0$ einen Gesamtdruck von p_0 zu erreichen, so dass $p_{*,B}(T_0) < p_0 < p_{*,A}(T_0)$ gilt? (**1 Punkt**)
- Ist es durch geeignete Wahl der Stoffmengen von A und B in der Mischung möglich, bei $T = T_0$ einen Gesamtdruck von p_0 zu erreichen, so dass $p_0 > p_{*,A}(T_0)$ gilt? (**1 Punkt**)
- Ist es durch geeignete Wahl der Stoffmengen von A und B in der Mischung möglich, bei $T = T_0$ ein Gleichgewicht zu erreichen, in dem die Partialdrücke für A und B in der Gasphase gleich zwei zufällig gewählten Werten sind: $p_A = p_1$, $p_B = p_2$? (**1 Punkt**)

Ein geschlossenes Gefäß hat eine innere bewegliche Wand, die das Gefäß in zwei separat geschlossene Volumina teilt. Das ganze Gefäß ist mit der Umgebung bei $T = 300$ K im thermischen Gleichgewicht. Das erste Volumen enthält eine Substanz C, die im flüssigen sowie im gasförmigen Zustand anwesend ist. Das zweite Volumen enthält nur ein ideales Gas D. Nun wird die Temperatur auf 350 K erhöht. Während der Temperaturerhöhung verdampft ein Teil der flüssigen Substanz C (so dass es in dem ersten Volumen immer noch zwei Phasen gibt). Das Volumen des idealen Gases D (zweites Volumen) ist bei $T = 350$ K nur noch halb so gross wie bei $T = 300$ K (siehe Abbildung 1).

- Berechnen Sie die Verdampfungsenthalpie für die Substanz C. (**4 Punkte**)

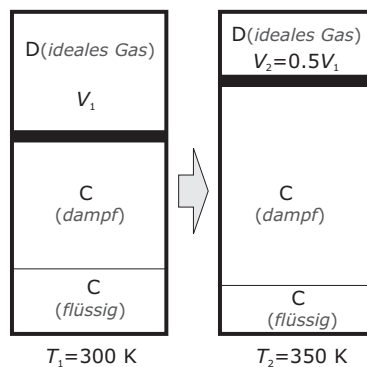
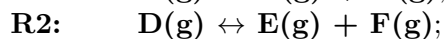
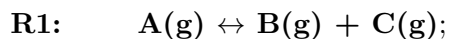


Abbildung 1: Zur Aufgabe 2(e).

Aufgabe 3. Das chemische Gleichgewicht (20 Punkte)

- (a) Es sei bekannt, dass für die folgenden zwei Reaktionen R1 und R2 die molaren Standardreaktionsenthalpien gleich sind.



$$\Delta_R H^\ominus(\text{R1}) = \Delta_R H^\ominus(\text{R2}).$$

Nun lässt man die beiden Reaktionen jeweils in separaten geschlossenen Volumina ablaufen. Während der Reaktion herrscht in beiden Volumina die gleiche Temperatur T und beide sind mit der Umgebung im thermischen Gleichgewicht. Am Anfang ist in jedem der Volumina nur der jeweilige Anfangsstoff anwesend (die Substanz A bzw. D). Die Reaktionen laufen bei konstantem Druck p^\ominus ab. Wenn das chemische Gleichgewicht erreicht ist, ist der Partialdruck der Substanz B (anwesend im ersten Volumen) grösser als derjenige der Substanz E (anwesend im zweiten Volumen) ($p_B(eq.) > p_E(eq.)$). Für welche Reaktion (R1 oder R2) ist die molare Standardreaktionsentropie höher? **(5 Punkte)**

- (b) Für die Reaktion R1, die wiederum bei einer konstanten Temperatur T und einem konstanten Druck p^\ominus abläuft, sei die Gleichgewichtskonstante $K_p = 2$ bar. Am Anfang seien alle drei Substanzen anwesend: $n_A(t = 0) = n_B(t = 0) = n_C(t = 0) = 1$ mol. Alle drei Substanzen verhalten sich wie ideale Gase. In welche Richtung wird die Reaktion spontan ablaufen? **(2 Punkte)**
- (c) Berechnen Sie die Reaktionslaufzahl und die Partialdrücke sowie die Stoffmengen im chemischen Gleichgewicht für die Anfangsbedingungen wie in (b). **(13 Punkte)**