

# Übungen zur Physikalischen und Theoretischen Chemie I

## Übung 12 - Testklausur Teil 1

### Abgabe bis Montag, 03.07.2017, 12 Uhr

---

Evtl hilfreich:

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{Universelle Gaskonstante: } R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$\text{Avogadro-Konstante: } N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\int_0^{\infty} x^3 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{2} a^{-2}$$

#### Aufgabe 1

Die kritische Temperatur des Ammoniaks beträgt  $T_{\text{krit}} = 404 \text{ K}$ . Bei derjenigen Temperatur  $T_p$ , bei der der Sättigungsdampfdruck des Ammoniaks  $p = 78,3 \text{ bar}$  beträgt, sind die Molvolumina der koexistierenden Zustände  $V(\text{flüssig}) = 70 \text{ cm}^3/\text{mol}$  bzw.  $V(\text{Dampf}) = 240 \text{ cm}^3/\text{mol}$ . Berechnen Sie die van-der-Waals-Konstanten des Ammoniaks!

#### Aufgabe 2

- a) Die Geschwindigkeitsverteilung idealer Gasteilchen sei durch folgende Verteilung gegeben:

$$f(v) = \frac{m}{kT} \cdot v \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$$

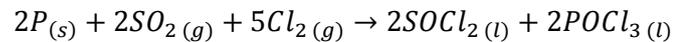
Leiten Sie einen Ausdruck für  $v_{MRS}$  (Quadratisch gemittelte Geschwindigkeit) her.

- b) Die Stoßrate in einem 3D He-Gas erhöht sich von  $z_1 = 200 \text{ kHz}$  auf  $z_2 = 320 \text{ kHz}$ , wenn die Temperatur von  $T_1 = 318 \text{ K}$  auf  $T_2 = 200 \text{ K}$  geändert wird.
- Wie ändert sich die freie Weglänge?
  - Wie ändert sich der Druck?

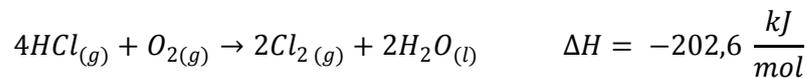
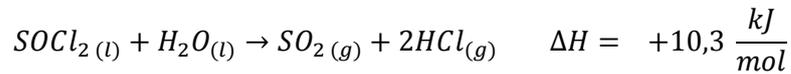
Nehmen Sie an, dass der Radius eines He-Atoms  $0,49 \text{ \AA}$  beträgt, die molare Masse  $M_{\text{He}} = 0,004 \text{ kg/mol}$  und  $p_1 = 0,159 \text{ mbar}$ . Verwenden Sie  $v_{\text{avg}}$ .

**Aufgabe 3**

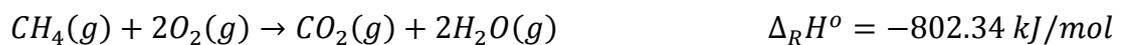
- a) Berechnen Sie
- $\Delta H^0$
- für die Reaktion



mithilfe von



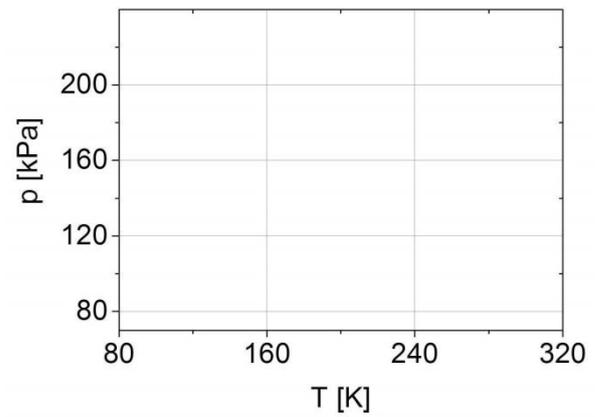
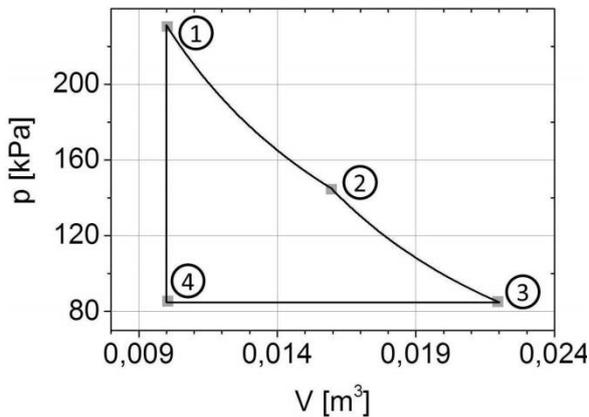
- b) Berechnen Sie die Verbrennungsenthalpie von Methan bei 500 K. Nehmen Sie die Wärmekapazitäten als temperaturunabhängig an im Bereich von 298 K bis 500 K und schätzen Sie die Werte aus den Freiheitsgraden ab. Bei 500 K sind keine Schwingungen angeregt!

**Aufgabe 4**

Bilden Sie das totale Differential die helmholtzsche freie Energie  $A$  und leiten Sie daraus mit Hilfe des Satz von Schwarz eine Maxwell-Beziehung ab.

**Aufgabe 5**

Das abgebildete p-V-Diagramm zeigt den in einer speziellen Wärmekraftmaschine ablaufenden Kreisprozess. Die Maschine arbeitet mit 1 mol eines idealen einatomigen Gases. Einige der Werte der vier Zustände ① bis ④ sind bekannt und können der untenstehenden Tabelle entnommen werden.



a) Nehmen Sie an, dass der Prozess ② → ③ adiabatisch verläuft. Mit welchen Adjektiven können die anderen Prozesse beschrieben werden?

- ① → ② : .....
- ② → ③ : adiabatisch
- ③ → ④ : .....
- ④ → ① : .....

b) Berechnen Sie die bislang unbekanntenen Werte von V, T und p an den Punkten ②, ③ und ④. Geben Sie bitte auch den Rechenweg an.

$V_1 = 0,010 \text{ m}^3$	$T_1 = 278,15 \text{ K}$	$p_1 = 231,3 \text{ kPa}$
$V_2 = 0,016 \text{ m}^3$	$T_2 = 278,15 \text{ K}$	$p_2 = \dots\dots\dots$
$V_3 = \dots\dots\dots$	$T_3 = \dots\dots\dots$	$p_3 = \dots\dots\dots$
$V_4 = 0,010 \text{ m}^3$	$T_4 = \dots\dots\dots$	$p_4 = 84,8 \text{ kPa}$

c) Zeichnen Sie den Kreisprozess in das p-T-Diagramm oben ein. Machen Sie die vier Zustände kenntlich.