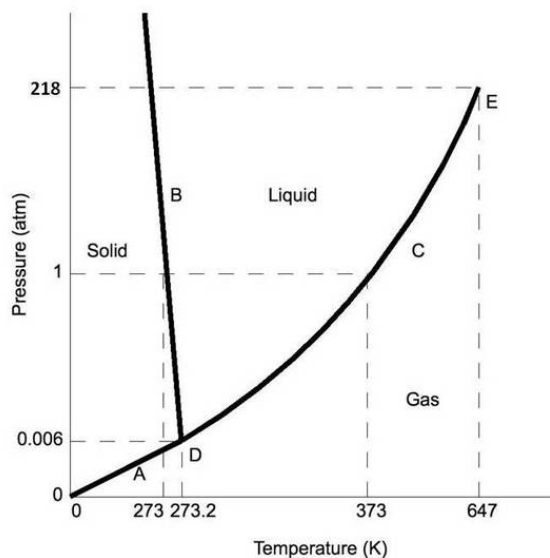
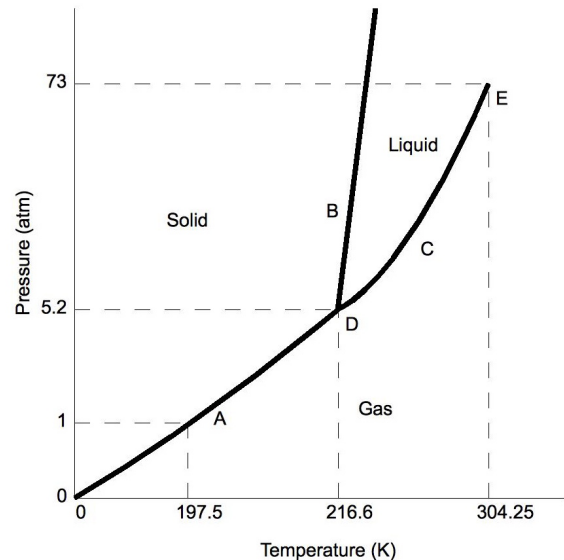


Übung 3

Ausgabe: 9.10.2017

Abgabe: 17.10.2017

Aufgabe 1: Phasendiagramme

Abbildung 1-1: Phasen Diagramm von H₂OAbbildung 1-2: Phasen Diagramm von CO₂

Oben sehen Sie die Phasendiagramme (nicht skaliert) von Wasser und Kohlendioxid in Abhängigkeit von Druck und Temperatur.

- Was bezeichnen die Linien A, B und C?
- Was bezeichnen die Punkte D und E?
- Wodurch unterscheidet sich die Linie B zwischen H₂O und CO₂ im Vergleich und was ist die Bedeutung dieses Unterschiedes?
- Punkt D der Phasendiagramme liegt bei H₂O unter 1 atm, bei CO₂ deutlich darüber. Was ist die Konsequenzen dieses Unterschiedes?

Aufgabe 2: Reaktionslaufzahl

Stickstoffdioxid (NO₂) dimerisiert gemäss



und kann deshalb nicht in reiner Form kommerziell erworben werden. Eine Untersuchung eines seit längerem bei 25 °C gelagerten 5 l-Behälters mit Stickstoffdioxid ergibt, dass der Druck $p = 2$ bar. Der anfängliche Druck des Gefässes betrug 3.34 bar. Nehmen Sie ein ideales Verhalten der Gase an.

- Kann man davon ausgehen, dass sich der Inhalt des Gefässes im Equilibrium befindet? Handelt es sich dabei um eine Vermutung oder kann man sich sicher sein?

- b) Wie können Sie sich vergewissern, dass das System den Gleichgewichtszustand erreicht hat?
- c) Unter der Annahme dass sich das System im chemischen Gleichgewicht befindet, was ist die Gleichgewichtskonstante K_p für die Reaktion 2.1?
- d) Ungeachtet der Tatsache ob ein Gleichgewicht vorliegt oder nicht, wie gross ist die Reaktionslaufzahl ξ im Moment, unter den Annahmen, dass ursprünglich kein N_2O_4 vorlag.

Aufgabe 3: Molares Volumen

Berechnen Sie mittels der Van-der-Waals Gleichung (3.1) das molare Volumen V_m von CO_2 am kritischen Punkt ($T_c = 304.2 \text{ K}$, $P_c = 74.0 \text{ bar}$, $a = 3.658 \text{ bar} \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2}$, $b = 0.0429 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$).

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2}\right) \cdot (V_m - b) = RT \quad (3.1)$$

Vergleichen Sie das molare Volumen V_m von CO_2 am kritischen Punkt mit dem molaren Volumen eines idealen Gases unter denselben Bedingungen $V_{m,\text{ideal}}$ und dem Literaturwert. Berechnen und interpretieren Sie den Kompressibilitätsfaktor $Z = \frac{V_m}{V_{m,\text{ideal}}}$.

(Daten aus “Physikalische Chemie und Biophysik”, Adam, Läger, Stark, 5. Auflage.)

Aufgabe 4: Virialgleichung: Gasexpansion

Nehmen Sie an, Sie expandieren drei Mol eines Gases, das mittels der Virialgleichung beschrieben wird, reversibel und isotherm von zwei auf vier Liter bei 300 K. Eine mögliche Form der Virialgleichung ist:

$$pV = n(RT + Bp + Cp^2 + \dots) \quad (4.1)$$

Nehmen Sie des weiteren an, dass dazu der Term, der linear ist in p bestimmt wird. Der Koeffizient sei $B = 0.1 \text{ dm}^3/\text{mol}$.

- (a) Berechnen Sie die Volumenarbeit. Vernachlässigen Sie dabei die quadratischen und höheren Terme.
- (b) Überlegen Sie sich, wie man das Resultat interpretieren kann. Machen Sie dazu eine Analyse des effektiven Volumens, indem Sie den Virialausdruck für den Druck anschauen. Vergleichen Sie dann die in Teilaufgabe a) erhaltene Formel mit derjenigen für die Volumenarbeit der reversiblen, isothermen Expansion eines idealen Gases bei $p = 1 \text{ bar}$ (konstant).

Aufgabe 5: Konzentrationsgrößen und partielle molare Größen

- a) Wieviel mol H_2O befinden sich in 1 L reinem Wasser? Berechnen Sie die molare Konzentration. Gibt es einen Unterschied zu der Molmenge in Eis?

$$\begin{aligned} \rho_{\text{H}_2\text{O}, l, 298 \text{ K}} &= 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ \rho_{\text{Eis}} &= 917 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

- b) Berechnen Sie die molare Konzentration von HCl in 36%-iger wässriger Salzsäure (Angabe in Gewichtsprozent, (w/w)).

$$\rho_{\text{HCl}, 36\%(\text{w/w})} = 1179 \text{ kg m}^{-3}$$