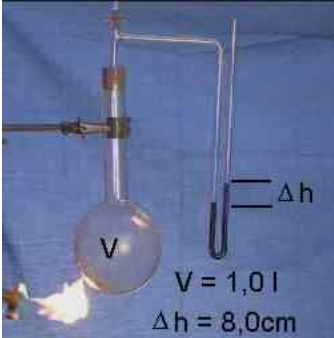


Übung 1:

Ue01_HTNS_PT_WS14

| | |
|---|---|
| 1 | <p>a) Zeigen Sie, dass die Temperatur im Gaskolben durch die Höhe der Quecksilbersäule Δh gemessen werden kann! Das Gasvolumen wird hierbei als konstant angenommen. Das Gas soll sich wie ein ideales Gas verhalten.</p> <p>b) Welche Temperatur hat der Gaskolben, wenn sich Quecksilber im Röhrchen befindet für die in der Abb. angegebenen Werte, wenn bei Raumtemperatur $T=300\text{K}$ und einem Außendruck von 1000mbar $\Delta h = 0$ gilt?</p> <p>Fluid: Hg, $\rho_{\text{Hg}} = 13645\text{kg/m}^3$, Atmosphärendruck $p_0 = 1\text{ bar}$</p>  <p>Abb.: Prinzip des Gasthermometers</p> |
| 2 | <p>Zeigen Sie anhand der Idealgasgleichung, dass folgende Formel für das Gasthermometer aus Aufg. 1 gilt:</p> $T(^{\circ}\text{C}) = \frac{P_T - P_{0^{\circ}}}{P_{100^{\circ}} - P_{0^{\circ}}} \cdot 100^{\circ}\text{C}$ <p>P_T = Druck bei der Temperatur T $P_{0^{\circ}}$ = Druck bei 0°C $P_{100^{\circ}}$ = Druck bei 100°C</p> |
| 3 | <p>Welches Volumen nimmt 1 mol eines Gases Standardbedingungen ein?</p> <p>STP: $0^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$; $101,325\text{ kPa}$</p> <p>SATP: $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$; $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$</p> |
| 4 | <p>100 g CO_2 steht bei Raumtemperatur unter einem Druck von 1 atm.</p> <p>a) Welches Volumen nimmt es ein?</p> <p>b) Welcher Druck stellt sich ein, wenn das Volumen bei gleicher Temperatur auf 80 L erhöht wird?</p> |
| 5 | <p>Betrachten Sie die Dampfdruckkurve von CO_2.</p> <p>a) Welche Dampfdrücke hat CO_2 bei den Temperaturen: $T_1=294\text{K}$ und $T_2=284\text{K}$?</p> <p>b) Erstellen Sie aus dem Diagramm eine Dampfdruckkurve von CO_2</p> <p>c) Bestimmen Sie mit Hilfe der Clausius Clapeyronschen Gleichung $\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H_v}{\Delta V_v T}$ die molare Verdampfungsenthalpien für die Temperaturen $T=274\text{K}$, $T=284\text{K}$ und $T=294\text{K}$! Welchen Wert vermuten Sie bei $T=T_K$?</p> <p>d) Weit weg vom kritischen Punkt ist die Verdampfungsenthalpie konstant, weil das Gasvolumen viel größer ist als das Volumen in der flüssigen Phase. Zeigen Sie für diesen Fall ausgehend von der Clausius Clapeyronschen Gleichung</p> |

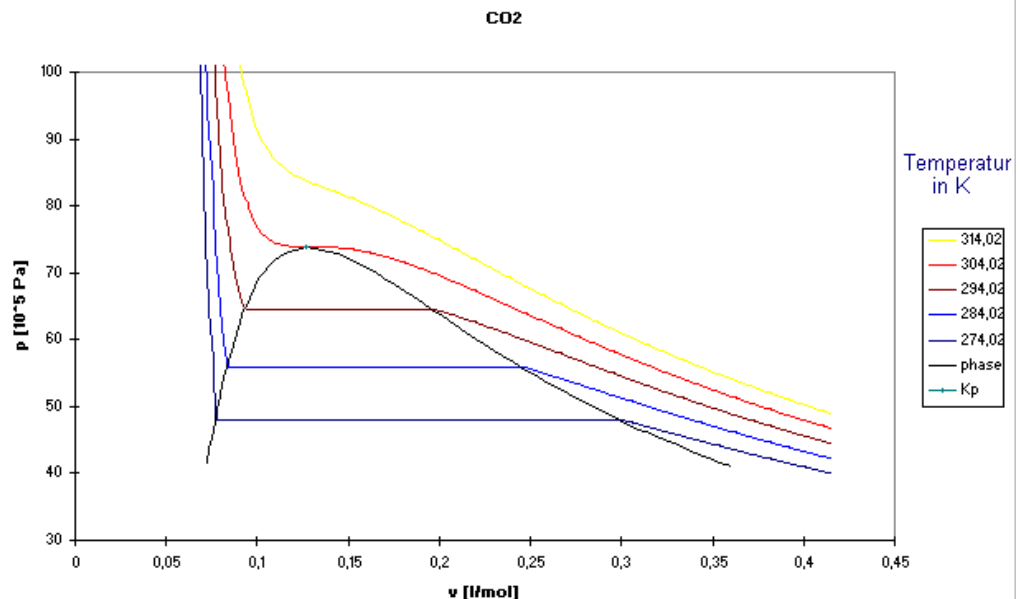
Übung 1:

Ue01-HTNS_PT_WS14

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H_v}{\Delta V_v T}, \text{ dass der Logarithmus von } p \text{ als Funktion der reziproken}$$

Temperatur eine Konstante ergibt. Es gilt: $\ln(p) = \frac{\Delta H_v}{RT}$

- Bestimmen Sie mit dem Gesetz aus Aufgabe d) die molare Verdampfungsenthalpie mit den Werten aus Aufgabe a)
- Geben Sie einen Graphen an, der die Werte aus e) und aus d) zusammen fasst.



6

Zeigen Sie ausgehend von der Van-der-Waals-Gleichung $\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$, dass aus den Daten am kritischen Punkt (V_{mk}, P_k, T_k) folgende Zusammenhänge abgeleitet werden können.

$$V_{mk} = 3b; T_k = \frac{8a}{27Rb}; P_k = \frac{a}{27b^2}$$

V_{mk} =kritisches molares Volumen, P_k =kritischer Druck, P_k =kritisches Volumen

Hinweis: Die Funktion $P(V_m)$ zeigt am kritischen Volumen V_{mk} einen Sattelpunkt

7

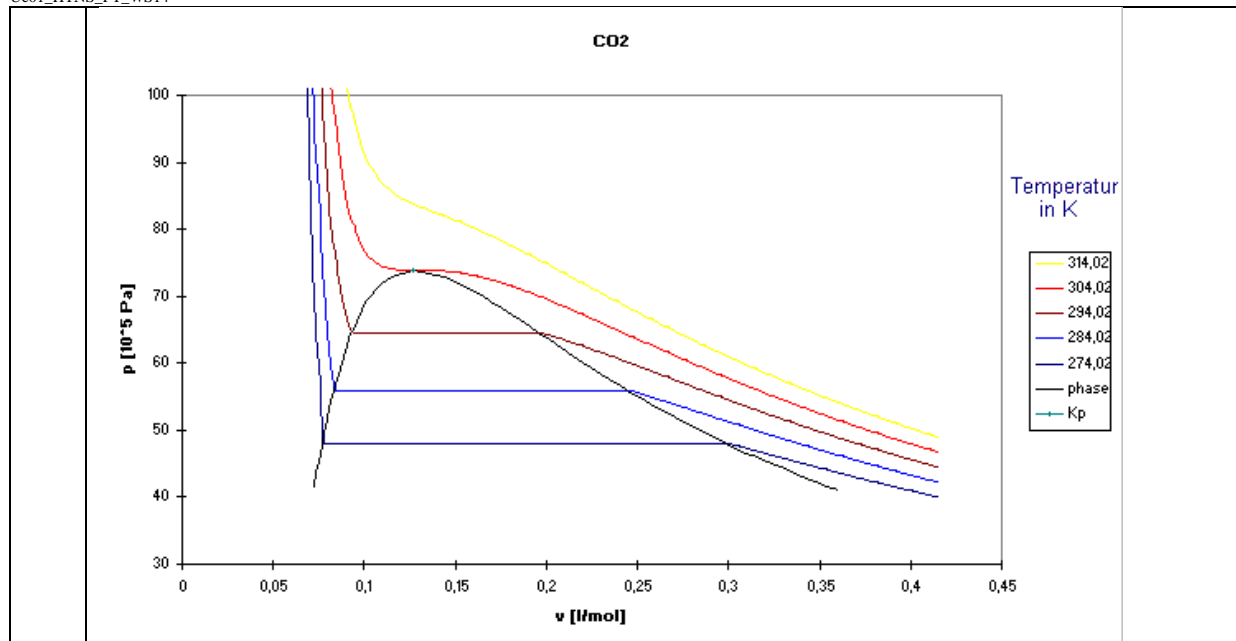
- Entnehmen Sie der Abbildung die kritischen Daten von CO_2 .
- Bestimmen Sie die Werte a und b der Van-der-Waals-Gleichung

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT.$$

- Schätzen Sie unter der einfachen Annahme eines kugelförmigen Moleküls den Moleküldurchmesser des CO_2 Moleküls ab.
- Zeichnen Sie die theoretische $P(V_m)$ -Kurve mit den ermittelten Werten in das Diagramm für $T=294,02$ ein. (eventuell mit Maple oder MathLab einen Ausdruck generieren!)

Übung 1:

Ue01-HTNS_PT_WS14



8 Betrachten Sie die Van der Waals Gleichung für reale Gase:

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT \quad \text{mit dem molaren Volumen } V_m = \frac{V}{\nu}$$

- Wie lautet die Funktion $P(V)$ für ein Realgas?
- B entspricht dem Volumen der Gasteilchen eines Mols. Entwickelt man den Druck p nach b in eine Taylorreihe um den Punkt $b=0$, so erhält man nach schließlich für das Produkt aus p und V_m : $pV_m = RT\left(1 + \frac{a_1}{V_m} + \frac{a_2}{V_m^2} + \dots\right)$ mit den Viralkoeffizienten a_1 und a_2 .

Führen Sie diese Reihenentwicklung durch und bestimmen Sie a_1 und a_2 .