

Serie 10

1. CO₂ als van-der-Waals-Gas

T_k und P_k für CO₂ sind 304,2 K und 72,9 bar, wobei 1 bar 10⁵ Pa entspricht.

- Berechnen Sie die Konstanten a und b in der van-der-Waals-Gleichung für CO₂.
- Berechnen Sie das kritische Volumen für ein Gramm CO₂.

Bemerkung: Die relative Molmasse für C ist 12, jene für O beträgt 16.

2. Response-Funktionen

Gegeben sei die polynomiale Zustandsgleichung:

$$P - P_k = -\frac{k_B}{4Nb^2} (T - T_k) (V - V_k) - \frac{a}{486N^3b^5} (V - V_k)^3 + \frac{k_B}{2b} (T - T_k)$$

- Berechnen Sie die Kompressibilität κ_T als Funktion von T für $V = V_k$.
Die Kompressibilität ist definiert durch:

$$\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right) \Big|_{V=V_k, T} .$$

Welches Verhalten zeigt κ_T , wenn die Temperatur von oben her gegen T_k geht?

Wie lässt sich dieses Resultat deuten?

Tipp: Linearisieren Sie die Zustandsgleichung.

- Berechnen Sie den isobaren thermischen Ausdehnungskoeffizienten α als Funktion von P für $V = V_k$.

Der isobare thermische Ausdehnungskoeffizient ist definiert durch:

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right) \Big|_{V=V_k, P} .$$

Tipp: Linearisieren Sie die Zustandsgleichung.

- Berechnen Sie die Isotherme bei $T = T_k$.
Welche Art von Gesetz verbindet $P - P_k$ und $V - V_k$?

Hausaufgaben

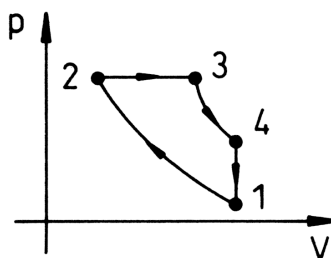
3. Koexistenzkurve des van-der-Waals-Gases

Finden Sie im V - T -Diagramm den Verlauf der Koexistenzkurve ($V_1 - V_k$) als Funktion von $(T - T_k)$. Tragen Sie die berechnete Kurve im V - T -Diagramm ein.

Tipp: Verwenden Sie die Taylor-Entwicklung für den Druck aus der Vorlesung. Verlangen Sie, dass $P_1 = P_2$, und benützen Sie, dass $V_2 - V_k = V_k - V_1$.

4. Diesel-Prozess

Betrachten Sie den skizzierten reversiblen Kreisprozess für ein ideales Gas. Die Zustandsänderungen $(1 \rightarrow 2)$ und $(3 \rightarrow 4)$ sind Adiabaten.



- Wie gross ist die während eines Umlaufs vom System geleistete Arbeit? Schreiben Sie die geleistete Arbeit als Funktion der Volumina V_1 , V_2 und V_3 sowie der Drücke P_1 , P_2 und P_4 .
Tipp: Verwenden Sie die Resultate aus Serie 8.
- Welche Wärme muss zugeführt, welche abgeführt werden?