

Thermodynamik II Aufgabe 1.2s

Thema: *Phasenübergänge*

Im einem geschlossenen System vollzieht eine reine Substanz durch isobare Wärmezufuhr einen Phasenübergang von siedender Flüssigkeit, Index ' , zu trocken gesättigtem Dampf, Index '' .

A)

- a) Skizzieren Sie schematisch eine einfache Versuchsanordnung für den beschriebenen Prozess und beschreiben Sie diese kurz!

Worauf ist bei der Versuchsdurchführung insbesondere zu achten?

- b) Welcher Zusammenhang besteht zwischen Verdampfungsenthalpie und Entropieänderung beim Phasenübergang ' \rightarrow '' ?

- c) Zeigen Sie, dass sich die spezifische freie Enthalpie g des Systems bei diesem Phasenübergang nicht ändert, also $g'(T, p) = g''(T, p)$ gilt!

- d) Skizzieren Sie qualitativ jeweils Isobaren in einem v, T -, h, T -, s, T - und g, T -Diagramm, welche die Temperatur des Phasenübergangs enthalten sollen!

Nutzen Sie für eine sorgfältige Skizze des g, T -Diagramms Abschätzungen der Temperaturabhängigkeit der Steigungen $\left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_p$ in der flüssigen und der gasförmigen Phase und treffen Sie eine Aussage über das

Verhältnis der Steigungen $\left(\frac{\partial g'}{\partial T}\right)_p / \left(\frac{\partial g''}{\partial T}\right)_p$ bei der Temperatur des Phasenübergangs!

- e) Welchen Wert nimmt die Wärmekapazität bei konstantem Druck c_p für solch ein geschlossenes System an, solange beide Phasen im System anwesend sind?

B)

- a) Skizzieren Sie p, T und p, v - Diagramme für solche Phasenübergänge!

- b) Betrachten Sie das Verhalten von $g'(T, p)$ und $g''(T, p)$ für differentielle Änderungen des Druckes dp und der Temperatur dT .

Was können Sie nach Ab) über die dazugehörigen Änderungen dg' und dg'' aussagen?

- c) Leiten Sie mit der Aussage aus Bb) Ausdrücke für die Steigung der Dampfdruckkurve $p = p_s(T)$ her!

Welcher Zusammenhang besteht demnach zwischen der Steigung der Dampfdruckkurve und den Sprüngen der Zustandsgrößen s, v und h beim Phasenübergang?

- d) Der Dampfdruck von Wasser kann für $5 \text{ bar} < p < 50 \text{ bar}$ durch die Größengleichung

$$\frac{p}{\text{bar}} = \exp\left(\frac{-4692 \text{ K}}{T} + 0,0124 \ln\left(\frac{T}{\text{K}}\right) + 12,58\right)$$

angenähert werden.

Bestimmen Sie daraus die Verdampfungsenthalpie $r = h'' - h'$ und die Entropiedifferenz $s'' - s'$ von Wasser mittels folgender Werte der Siedetemperatur und des spezifischen Volumens aus Sättigungstabellen:

$$\vartheta_s = 220 \text{ °C} : \quad v'(\vartheta_s) = 1,1900 \frac{\text{cm}^3}{\text{g}}, \quad v''(\vartheta_s) = 86,19 \frac{\text{cm}^3}{\text{g}} !$$