

V203

Verdampfungswärme und Dampfdruck-Kurve

Julian Hochhaus
julian.hochhaus@tu-dortmund.de

Niko Salewski
niko.salewski@tu-dortmund.de

Durchführung: 2016-10-18

Abgabe: 2016-10-25

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung

2 Theorie

- Zustandsdiagramm:
 - Druck p gegen Temperatur T aufgetragen
 - Aggregatzustände (fest, flüssig, gasförmig) können als drei Bezirke abgegrenzt werden
 - Bezirke werden durch Kurven getrennt. Die Menge aller Tupel, die nicht auf einer Kurve liegen besitzen 2 Freiheitsgrade. Die Tupel auf der Kurve einen und das Tupel am Tripelpunkt (TP) besitzt keinen Freiheitsgrad
 - auf Kurven koexistieren zwei Aggregatzustände
 - Kurve, die AZ gasförmig und flüssig trennt heißt Dampfdruck-Kurve
 - diese wird durch Verdampfungswärme L charakterisiert
 - * charakteristische Größe für jeden Stoff
 - * nicht konstant, hängt von Temperatur ab
 - * geht gegen 0, wenn sich Temperatur dem kritischen Punkt (KP) nähert.
 - * es existiert Temperatur-Bereich in dem L nahezu konstant
- Mikroskopische Vorgänge bei der Verdampfung:
 - Moleküle an Wasseroberfläche besitzen Geschwindigkeitsverteilung gemäß der Maxwell-Boltzmann Verteilung.
 - Entsprechender Anteil mit ausreichender kinetischer Energie verdampft.
 - Hierbei wird Arbeit gegen Van-der-Waals-Kräfte(Molekularkräfte) verrichtet.
 - Nötige Energie aus Wärmevorrat der Substanz oder von außen zugeführt.
 - Energie um 1 mol Flüssigkeit in Dampf gleicher Temperatur umzuwandeln heißt molare Verdampfungswärme L .
 - Bei Kondensation wird Wärmeenergie mit dem Betrag von L wieder an die Umgebung abgegeben.
 - Moleküle in Dampfphase erzeugen Druck durch Stöße an Wand und Flüssigkeitsoberfläche.
 - Moleküle, die auf Oberfläche treffen werden teilweise wieder eingefangen
 - Sind äußere Bedingungen gleichbleibend stellt sich thermodynamisches Gleichgewicht ein. Druck bleibt gleich im zeitlichen Mittel: Stoffmenge die verdampft entspricht Stoffmenge die kondensiert.
 - dieser Druck heißt Sättigungsdampfdruck
 - steigt T , verschiebt sich Geschwindigkeitsverteilung, mehr Moleküle haben kinetische Energie um aus Oberfläche austreten können, höherer Druck

- Druck hängt nicht vom Volumen ab, verändert sich Volumen, verdampft entsprechend mehr Flüssigkeit bis Sättigungsdampfdruck erreicht ist.
- Also lässt sich das Verhältnis vom gesättigten Dampf nicht durch allgemeine Gasgleichung $pV = RT$ beschreiben.
- Ableitung einer Differentialgleichung für die Dampfdruck-Kurve
 - betrachte reversiblen Kreisprozess
 - isobares, isothermes Verdampfen und anschließendes isobares, isothermes Kondensieren bis zum Ausgangszustand
 - daraus erhält man durch Anwendung des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik die Clausius-Clapeyronsche Gleichung

$$\frac{LdT}{T} = dp(V_D - V_F) \quad (1)$$

- Lösen der DGL schwierig bei komplexen T -Abhängigkeiten von V_D und V_F
- Daher werden Vereinfachungen verwendet, die gelten wenn T weit unter KP liegt
 1. V_F vernachlässigbar gegenüber V_D
 2. V_D gehorcht idealer Gasgleichung
 3. L unabhängig von Druck und Temperatur
- daraus erhält man vereinfachte Gleichung

$$\frac{R}{p} dp = \frac{L}{T^2} dT \quad (2)$$

- Integration liefert schließlich T -Abhängigkeit von p

$$p = p_0 \exp -\frac{L}{R} \frac{1}{T} \quad (3)$$