

Sieden von heißem Wasser durch Kühlen

Geräte:

1 L-Rundkolben mit Gummistopfen
Brenner oder Heizpilz
Becherglas
Wanne
Stativ, Muffen, Klemmen und Metallring

Chemikalien:

Wasser
gestoßenes Eis

Sicherheitshinweise:

Die üblichen Vorsichtsmaßnahmen für das Arbeiten im Vakuum sind einzuhalten: Der Rundkolben darf keinerlei Beschädigungen („Sternchen“ etc.) aufweisen, und es ist stets eine Schutzbrille zu tragen. Schutz vor der Implosionsgefahr bietet auch eine Kunststoffummantelung z. B. mit selbstklebender Folie oder die Umhüllung mit einem Drahtnetz als Splitterschutz.

Versuchsdurchführung:

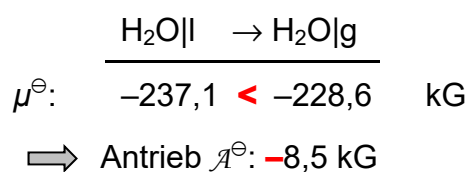
Der Rundkolben wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt und anschließend werden einige Siedesteinchen hineingeworfen. Danach wird er mit dem Brenner über einem Keramikdrahtnetz oder im Heizpilz so lange erhitzt, bis das Wasser lebhaft siedet. Nachdem die gesamte Luft durch den Wasserdampf aus dem Kolben vertrieben wurde, was einige Minuten beansprucht, wird er mit dem Gummistopfen dicht verschlossen. Der Kolben wird über der Wanne kopfüber mit einem (gepolsterten) Ring aus Metall und einer Klemme an einem Stativ befestigt und von oben vorsichtig mit Eiswasser übergossen.

Beobachtung:

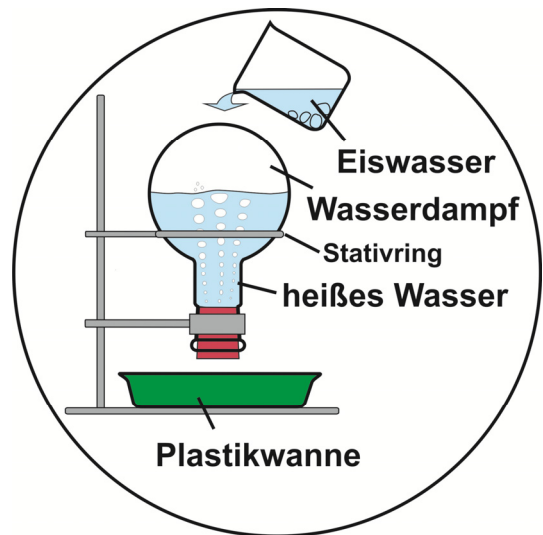
Das Wasser im Kolben beginnt heftig zu siedet. Hört man mit dem Übergießen auf, so kommt auch das Wasser schnell wieder zur Ruhe. Das „Spiel“ kann mehrere Male wiederholt werden.

Erklärung:

Der Siedeprozess kann durch folgende Umsatzformel beschrieben werden:



Unter Normbedingungen ist das chemische Potenzial von flüssigem Wasser geringer als das von Wasserdampf, der Prozess findet also freiwillig nicht statt.



Das chemische Potenzial von Gasen und damit auch von Wasserdampf ist jedoch besonders stark vom Druck abhängig und entsprechend groß ist auch der Druckkoeffizient β . Bei hinreichend kleinem Druck wird daher das chemische Potenzial von Wasserdampf einen niedrigeren Wert als das von Wasser besitzen, sodass das Wasser weit unter 100 °C siedet.

Benötigte chemische Potenziale und Druckkoeffizienten ($T^\ominus = 298 \text{ K}$, $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$):

Stoff	Chemisches Potenzial μ^\ominus [kJ/mol]	Druckkoeffizient β [$\mu\text{G Pa}^{-1}$]
H ₂ O l	-237,1	18,1
H ₂ O g	-228,6	$24,8 \cdot 10^3$

Im Kolben befindet sich lediglich Wasser, d. h. flüssiges Wasser im Gleichgewicht mit seinem Dampf. Kühlt man das Oberteil und damit den darunter befindlichen Wasserdampf großflächig ab, kondensiert ein Teil des Dampfes und es kommt infolgedessen zu der erforderlichen Druckabnahme.