

Aufgaben zu Verdunstung und Dampfdruck

Theorie

1. Verdunstung

Verdunstung ist der Uebergang einer Fluessigkeit in den gasfoermigen Zustand unterhalb der Siedetemperatur. Sie findet an der Oberflaeche der Fluessigkeit statt.

2. Verdunstungswaerme

Beim Verdunsten benoetigt eine Fluessigkeit Energie. Diese Energie wird oft der Umgebung oder der Fluessigkeit selbst entzogen. Darum kann Verdunstung eine Abkuehlung bewirken.

$$Q = m \cdot L_v$$

Q = benoetigte Waermeenergie

m = verdunstete Masse

L_v = spezifische Verdampfungswaerme

3. Dampfdruck

Auch unterhalb der Siedetemperatur verlassen Teilchen die Fluessigkeit. Der Dampf ueber der Fluessigkeit uebt einen Druck aus. Diesen Druck nennt man Dampfdruck.

Der Dampfdruck steigt mit der Temperatur. Bei hoeherer Temperatur verdunstet eine Fluessigkeit schneller.

4. Sieden

Eine Flüssigkeit siedet, wenn ihr Dampfdruck gleich dem äusseren Druck ist. Bei normalem Luftdruck siedet Wasser bei etwa

$$100^{\circ}\text{C}.$$

5. Werte fuer Wasser

$$L_v = 2260000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$c_{\text{Wasser}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$M_{\text{Wasser}} = 18.0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Aufgaben

1. Verdunstungswaerme berechnen

Es verdunsten

$$m = 0.010 \text{ kg}$$

Wasser.

Berechne die dazu benoetigte Energie.

2. Abkuehlung durch Verdunstung

Auf der Haut verdunsten

$$m = 5.0 \text{ g}$$

Wasser.

Berechne, wie viel Energie der Haut ungefaehr entzogen wird.

3. Dampfdruck erklaren

Eine offene Schale mit Wasser steht bei Raumtemperatur auf einem Tisch. Nach einigen Stunden ist weniger Wasser in der Schale.

- (a) Warum verschwindet Wasser, obwohl es nicht kocht?
- (b) Was passiert mit der Verdunstung, wenn die Temperatur steigt?
- (c) Warum kuehlt Verdunstung?

4. Sieden und Dampfdruck

Erklaere mit dem Begriff Dampfdruck, warum Wasser bei normalem Luftdruck bei etwa

$$100^\circ\text{C}$$

siedet.

5. Schwierige Aufgabe: Verdunstung kühlt Wasser

In einem Becher befinden sich

$$0.20 \text{ kg}$$

Wasser.

Davon verdunsten

$$2.0 \text{ g}$$

Wasser.

Nimm an, dass die benötigte Verdunstungswärme nur dem Wasser im Becher entzogen wird. Berechne die ungefähre Temperaturabnahme des restlichen Wassers.

6. Schwierige Aufgabe: Dampfdruck im Vakuumbehälter

Ein vakuumdichter Behälter hat ein Volumen von

$$V_{\text{ges}} = 2.0 \text{ l.}$$

Der Behälter ist zuerst leer, also auch ohne Luft. Dann wird

$$1.0 \text{ l}$$

Wasser hineingelassen. Damit bleibt für den Wasserdampf näherungsweise ein Gasvolumen von

$$V = 1.0 \text{ l} = 0.0010 \text{ m}^3.$$

Im Gleichgewicht ist der Druck des Wasserdampfs gleich dem Dampfdruck bei der jeweiligen Temperatur. Benutze

$$pV = nRT$$

und

$$m = n \cdot M_{\text{Wasser}}.$$

Temperatur	Dampfdruck von Wasser
20°C	2.34 kPa
100°C	101 kPa
200°C	1550 kPa

Berechne die Masse des Wasserdampfs im Gleichgewicht bei:

- (a) 20°C
- (b) 100°C
- (c) 200°C

Loesungen

1. Verdunstungswaerme berechnen

$$Q = m \cdot L_v$$

$$Q = 0.010 \cdot 2260000$$

$$Q = 22600 \text{ J}$$

2. Abkuehlung durch Verdunstung

Zuerst wird die Masse umgerechnet:

$$5.0 \text{ g} = 0.0050 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot L_v$$

$$Q = 0.0050 \cdot 2260000$$

$$Q = 11300 \text{ J}$$

Der Haut werden also ungefaehr

$$11300 \text{ J}$$

entzogen.

3. Dampfdruck erklaren

Wasserteilchen koennen die Oberflaeche verlassen, auch wenn das Wasser noch nicht kocht. Dieser Vorgang heisst Verdunstung.

Wenn die Temperatur steigt, haben mehr Teilchen genug Energie, um die Fluessigkeit zu verlassen. Die Verdunstung wird staerker und der Dampfdruck steigt.

Verdunstung kühlt, weil fuer das Verdunsten Energie benoetigt wird.
Diese Energie wird der Fluessigkeit oder der Umgebung entzogen.

4. Sieden und Dampfdruck

Beim Erwaermen steigt der Dampfdruck. Erreicht er den aeusseren Luftdruck, koennen sich Dampfblasen im Inneren der Fluessigkeit bilden.

Dann siedet das Wasser.

Bei normalem Luftdruck geschieht das bei etwa

$$\boxed{100^{\circ}\text{C}}.$$

5. Verdunstung kühlt Wasser

Verdunstete Masse:

$$2.0 \text{ g} = 0.0020 \text{ kg}$$

Energie fuer die Verdunstung:

$$Q = m \cdot L_v$$

$$Q = 0.0020 \cdot 2260000$$

$$Q = 4520 \text{ J}$$

Diese Energie wird dem restlichen Wasser entzogen. Mit

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

gilt:

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$$

$$\Delta T = \frac{4520}{0.20 \cdot 4180}$$

$$\Delta T \approx 5.4 \text{ K}$$

$$\boxed{\Delta T \approx 5.4^\circ\text{C}}$$

Das Wasser kühlt sich also ungefähr um

$$5.4^\circ\text{C}$$

ab.

6. Dampfdruck im Vakuumbehälter

Das Gasvolumen beträgt:

$$V = 1.01 = 0.0010 \text{ m}^3$$

Die molare Masse von Wasser ist:

$$M_{\text{Wasser}} = 18.0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Aus der idealen Gasgleichung folgt:

$$n = \frac{pV}{RT}$$

a) Bei 20°C

$$T = 293 \text{ K}$$

$$p = 2.34 \text{ kPa} = 2340 \text{ Pa}$$

$$n = \frac{2340 \cdot 0.0010}{8.314 \cdot 293}$$

$$n \approx 0.000961 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M_{\text{Wasser}}$$

$$m \approx 0.000961 \cdot 18.0$$

$$\boxed{m \approx 0.017 \text{ g}}$$

b) Bei 100°C

$$T = 373 \text{ K}$$

$$p = 101 \text{ kPa} = 101000 \text{ Pa}$$

$$n = \frac{101000 \cdot 0.0010}{8.314 \cdot 373}$$

$$n \approx 0.0326 \text{ mol}$$

$$m \approx 0.0326 \cdot 18.0$$

$$\boxed{m \approx 0.59 \text{ g}}$$

c) Bei 200°C

$$T = 473 \text{ K}$$

$$p = 1550 \text{ kPa} = 1550000 \text{ Pa}$$

$$n = \frac{1550000 \cdot 0.0010}{8.314 \cdot 473}$$

$$n \approx 0.394 \text{ mol}$$

$$m \approx 0.394 \cdot 18.0$$

$$\boxed{m \approx 7.1 \text{ g}}$$

Auch bei 200°C ist die Dampfmasse viel kleiner als

1.0 kg.

Es bleibt also in allen drei Faellen fluessiges Wasser uebrig. Darum kann sich der jeweilige Saettigungsdampfdruck einstellen.