

Aufgaben zu Luftfeuchtigkeit und Taupunkt

Theorie

1. Absolute Luftfeuchtigkeit

Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt an, welche Masse Wasserdampf in einem bestimmten Luftvolumen enthalten ist.

$$\rho_W = \frac{m_W}{V}$$

$$\begin{array}{ll} \rho_W &= \text{absolute Luftfeuchtigkeit} \\ m_W &= \text{Masse des Wasserdampfs} \\ V &= \text{Luftvolumen} \end{array}$$

Die absolute Luftfeuchtigkeit wird oft in

$$\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

angegeben.

2. Sättigungsfeuchte

Luft kann bei einer bestimmten Temperatur nur eine begrenzte Menge Wasserdampf enthalten. Diese grösstmögliche absolute Luftfeuchtigkeit heisst Sättigungsfeuchte ρ_S .

Warme Luft kann mehr Wasserdampf enthalten als kalte Luft.

3. Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit vergleicht die tatsächlich enthaltene Wasserdampfmenge mit der bei dieser Temperatur maximal möglichen Menge.

$$\varphi = \frac{\rho_w}{\rho_s} \cdot 100 \%$$

Bei

$$\varphi = 100 \%$$

ist die Luft gesättigt.

4. Taupunkt

Der Taupunkt ist die Temperatur, auf die Luft abgekühlt werden muss, damit sie gesättigt ist. Beim Taupunkt beträgt die relative Luftfeuchtigkeit

100 %.

Wird die Luft weiter abgekühlt, kann sie nicht mehr den gesamten Wasserdampf enthalten. Ein Teil des Wasserdampfs kondensiert zu flüssigem Wasser.

5. Sättigungsfeuchte von Luft

Temperatur	ρ_s in $\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$
0°C	4.8
5°C	6.8
10°C	9.4
12°C	10.7
15°C	12.8
16°C	13.6
20°C	17.3
25°C	23.0
30°C	30.4

Aufgaben

1. Relative Luftfeuchtigkeit

Bei

$$20^{\circ}\text{C}$$

enthält die Luft

$$\rho_{\text{W}} = 10.4 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

Wasserdampf.

Berechne die relative Luftfeuchtigkeit.

2. Absolute Luftfeuchtigkeit

Die Luft in einem Zimmer hat eine Temperatur von

$$25^{\circ}\text{C}$$

und eine relative Luftfeuchtigkeit von

$$\varphi = 60\%.$$

Berechne die absolute Luftfeuchtigkeit.

3. Taupunkt bestimmen

Luft enthält

$$\rho_{\text{W}} = 10.7 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

Wasserdampf.

Bestimme mithilfe der Tabelle den Taupunkt.

4. Beschlagener Spiegel

Nach dem Duschen ist der Spiegel im Badezimmer beschlagen.

- (a) Warum steigt beim Duschen die Luftfeuchtigkeit?
- (b) Warum kondensiert Wasser am Spiegel?

- (c) Was geschieht, wenn das Badezimmer gut gelüftet wird?

5. Schwierige Aufgabe: Kondensation beim Abkühlen

Ein Raum enthält

$$V = 50 \text{ m}^3$$

Luft bei

$$25^\circ\text{C}$$

und

$$\varphi = 60 \text{ \%}.$$

Die Luft wird auf

$$15^\circ\text{C}$$

abgekühlt.

- (a) Berechne die absolute Luftfeuchtigkeit vor dem Abkühlen.
- (b) Bestimme ungefähr den Taupunkt.
- (c) Berechne, welche Wassermasse beim Abkühlen kondensiert.

Lösungen

1. Relative Luftfeuchtigkeit

Bei

20°C

beträgt die Sättigungsfeuchte

$$\rho_s = 17.3 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}.$$

$$\varphi = \frac{\rho_w}{\rho_s} \cdot 100 \%$$

$$\varphi = \frac{10.4}{17.3} \cdot 100 \%$$

$$\boxed{\varphi \approx 60 \%}$$

2. Absolute Luftfeuchtigkeit

Bei

25°C

beträgt die Sättigungsfeuchte

$$\rho_s = 23.0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}.$$

$$\rho_w = \frac{\varphi}{100 \%} \cdot \rho_s$$

$$\rho_w = 0.60 \cdot 23.0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\boxed{\rho_w = 13.8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}$$

3. Taupunkt bestimmen

Der Taupunkt ist erreicht, wenn die Luft gesättigt ist. Dann ist die Sättigungsfeuchte gleich der tatsächlichen absoluten Luftfeuchtigkeit.

Aus der Tabelle:

$$\rho_s = 10.7 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \quad \text{bei} \quad 12^\circ\text{C}.$$

$$T_{\text{Tau}} = 12^\circ\text{C}$$

4. Beschlagener Spiegel

Beim Duschen verdunstet warmes Wasser. Zusätzlicher Wasserdampf gelangt in die Luft. Dadurch steigt die Luftfeuchtigkeit.

Der Spiegel ist kälter als die feuchte Luft. Die Luft direkt am Spiegel wird unter ihren Taupunkt abgekühlt. Ein Teil des Wasserdampfs kondensiert deshalb zu kleinen Wassertropfen.

Beim Lüften wird feuchte Luft durch trockenere Luft ersetzt. Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt und das Wasser auf dem Spiegel kann wieder verdunsten.

5. Kondensation beim Abkühlen

Bei

$$25^\circ\text{C}$$

beträgt die Sättigungsfeuchte

$$\rho_s = 23.0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}.$$

Die absolute Luftfeuchtigkeit ist:

$$\rho_w = 0.60 \cdot 23.0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_w = 13.8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

Laut Tabelle liegt eine Sättigungsfeuchte von ungefähr

$$13.8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

bei etwa

$$\boxed{T_{\text{Tau}} \approx 16^\circ\text{C}}.$$

Bei

$$15^\circ\text{C}$$

kann die Luft noch

$$12.8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

Wasserdampf enthalten. Pro Kubikmeter kondensiert daher:

$$\Delta\rho = 13.8 - 12.8$$

$$\Delta\rho = 1.0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

Im gesamten Raum kondensiert:

$$m = \Delta\rho \cdot V$$

$$m = 1.0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 50 \text{ m}^3$$

$$\boxed{m = 50 \text{ g}}$$