

9. Übungsblatt

Besprechung: 19.12.2011

1. Wärmetransport

Ein Mensch hat eine Körperoberfläche von ca. 2 m^2 und eine Körpertemperatur von 37°C . Berechnen Sie den Wärmeverlust durch Wärmetransport, der allein durch Wärmestrahlung für einen unbedeckten Menschen in einem Raum mit 20°C Temperatur auftritt!

(Hinweis: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \text{K}^4$)

(Lösungswerte: 212 W)

2. Osmotischer Druck

Eine isotonische physiologische Kochsalz-Lösung enthält einen Massenanteil von 0.9% NaCl und hat damit den gleichen Salzgehalt wie Blut. Berechnen Sie den osmotischen Druck einer solchen isotonischen Lösung für Körpertemperatur von 37°C .

(Hinweis: 1 mol NaCl = 58 g)

(Lösungswert: ca. 4 bar)

3. Wärmetransport, Aggregatzustände

Verdunstungskühlung ist sehr effektiv!

Wenn der Mensch seine Körpertemperatur allein durch die Verdunstung von Wasser regeln müsste, wie viel Wasser muss er verdunsten, um bei einer Energieaufnahme von 8000 kJ am Tag eine konstante Körpertemperatur zu behalten?

Wie hoch wäre die gesamte Wärmemenge, die ein unbedeckter Mensch am Tag allein durch Wärmestrahlung verliert, wenn die Netto-Strahlungsleistung 212 W beträgt.

(Hinweis: Verdampfungswärme von Wasser $q_W = 2265 \text{ kJ/kg}$)

(Lösungswerte: 3.5 kg, 18300 kJ)

4. Wärmekapazität von Mischungen

Die spezifische Wärmekapazität einer Mischung ergibt sich aus den spezifischen Wärmekapazitäten der Einzelstoffen multipliziert mit ihrem Gewichtsanteil, also für eine Zweistoffmischung gemäß

$$c = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot c_1 + \frac{m_2}{m_1 + m_2} \cdot c_2$$

Feuchte Luft ist eine Mischung aus trockener Luft $c_{p,L} = 1.005 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$ und Wasserdampf $c_{p,W} = 2.08 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$. Berechnen Sie die Wärmekapazität von Luft bei 20°C Temperatur für eine relative Luftfeuchte von 50%. (Hinweis: Der Sättigungs-Wasserdampfdruck bei 20° entspricht einem Wassergehalt der Luft von ca. 18.6 g/m^3 , die Dichte von Luft $\rho_L = 1.2 \text{ g/l}$)

(Lösungswerte: $1.013 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$)

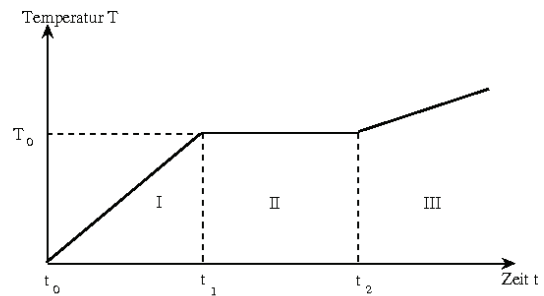
5. Wärmekapazität, Wärmetransport, Phasenübergänge

Ergänzen Sie folgende Aussagen physikalisch korrekt:

- (a) Bei konstantem Druck hat trockene Luft eine Wärmekapazität als feuchte Luft.

(b) Bei zeitlich konstanter Wärmezufuhr beobachtet man den dargestellten Temperatur-Zeit-Verlauf eines Einstoffsystems.

- i. Zu welchem Zeitpunkt beginnt eine Änderung des Aggregatzustandes?
- ii. In welchem der Bereiche sind zwei Phasen des Stoffes koexistent?
- iii. In welchem der Bereiche (I oder III) ist die spezifische Wärmekapazität des Stoffes größer?



- (c) Wenn die Körpertemperatur von 37° auf 40° ansteigt, dann ändert sich die Abstrahlungsleistung durch Wärmestrahlung um %.
- (d) Wenn die Temperaturdifferenz verdoppelt wird, dann ändert sich die durch Wärmeleitung transportierte Wärmeleistung um den Faktor
- (e) Fell isoliert! Der Wärmeverlust durch Wärmeleitung ändert sich um den Faktor, wenn das Fell doppelt so dick gewachsen ist.
- (f) Wenn man bei flüssigem Wasser bei konstanter Temperatur von 4°C den Druck reduziert, dann das Wasser.

(Lösungswerte: (a) geringere, (b) i. t_1 , ii. II, iii. III, (c) ca. 4%, (d) 2, (e) 0.5, (f) siedet.)