

Aufgabe 1

geg.:  $l = 100 \text{ m}$

$\vartheta_{\min} = -30^\circ \text{C}$

$\vartheta_{\max} = 40^\circ \text{C}$

$\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/\text{K}$

ges.:  $\Delta l$

Lsg.:

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \vartheta_{\max} - \vartheta_{\min} = 70 \text{ K}$$

$$\Delta l = 100 \text{ m} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot 70 \text{ K}$$

$$\underline{\underline{\Delta l = 0,084 \text{ m} = 8,4 \text{ cm}}}$$

Aufgabe 2

geg.:  $V = 1200 \text{ l}$

$\vartheta_1 = 20^\circ \text{C}$

$\vartheta_2 = 80^\circ \text{C}$

$\gamma = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}$

ges.:  $\Delta V$

Lsg.: 
$$\Delta V = V \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \vartheta_2 - \vartheta_1 = 60 \text{ K}$$

$$\Delta V = 1200 \text{ l} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \cdot 60 \text{ K}$$

$$\underline{\underline{\Delta V = 14,4 \text{ l}}}$$

## Aufgabe 4

geg.:  $m = 250 \text{ g}$  ges.:  $\Delta Q$   
Wasser  $\approx C_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$   
 $\vartheta_1 = 19^\circ\text{C}$   
 $\vartheta_2 = 87^\circ\text{C}$

Lsg.:  $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
 $\Delta T = \vartheta_2 - \vartheta_1 = 68 \text{ K}$   
 $\Delta Q = 0,25 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 68 \text{ K}$   
 $\Delta Q = 71,2 \text{ kJ}$

## Aufgabe 5

geg.:  $m = 2,5 \text{ kg}$  ges.:  $\Delta Q$   
 $\vartheta_1 = 900^\circ\text{C}$   
 $\vartheta_2 = 20^\circ\text{C}$   
Stahl  $\approx C_{\text{Stahl}} = 452 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Lsg.:  $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
 $\Delta T = \vartheta_2 - \vartheta_1 = -880 \text{ K} *$   
 $\Delta Q = 2,5 \text{ kg} \cdot 452 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (-880 \text{ K})$   
 $\Delta Q = -994,4 \text{ kJ}$

\* Die absolute Temp.  $T$  darf nie negativ werden, Temperaturänderungen  $\Delta T$  sehr wohl!  $\nabla$

## Aufgabe 6

geg.:  $V_1 = 80 \text{ l}$

$$\vartheta_1 = 55^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_{z1}$$

$$\vartheta_2 = 20^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_2$$

$$\vartheta_M = 40^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_M$$

ges.:  $V_2$

Wasser  $\rho$   $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$   
 $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$

Lsg.:

Energieerhaltungssatz:  $E_{\text{VOR}} = E_{\text{NACH}}$

$E_{\text{VOR}}$  ... thermische Energie vor dem Mischen

$E_{\text{NACH}}$  ... ———||——— nach ———||———

$$E_{\text{VOR}} = E_1 + E_2$$

$$E_1 = \Delta Q_1 = m_1 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_1$$

$$m_1 = \rho \cdot V_1 = 80 \text{ kg}$$

$$E_2 = \Delta Q_2 = m_2 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_2$$

$$E_{\text{VOR}} = m_1 c_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T_1 + m_2 c_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T_2$$

$$E_{\text{NACH}} = m_1 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_M + m_2 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_M$$

↷

$$m_1 \cancel{c_{\text{H}_2\text{O}}} \Delta T_1 + m_2 \cancel{c_{\text{H}_2\text{O}}} \Delta T_2 = m_1 \cancel{c_{\text{H}_2\text{O}}} \Delta T_M + m_2 \cancel{c_{\text{H}_2\text{O}}} \Delta T_M$$

Umstellen nach gesuchter Masse  $m_2$ :

$$m_1 \Delta T_1 + m_2 \Delta T_2 = m_1 \Delta T_M + m_2 \Delta T_M \quad | -m_2 \Delta T_M$$

$$m_1 \Delta T_1 + m_2 \Delta T_2 - m_2 \Delta T_M = m_1 \Delta T_M \quad | -m_1 \Delta T_1$$

$$m_2 \Delta T_2 - m_2 \Delta T_M = m_1 \Delta T_M - m_1 \Delta T_1$$

$$m_2 \cdot (\Delta T_2 - \Delta T_M) = m_1 \Delta T_M - m_1 \Delta T_1 \quad | : (\Delta T_2 - \Delta T_M)$$

$$m_2 = \frac{m_1 (\Delta T_M - \Delta T_1)}{\Delta T_2 - \Delta T_M}$$

$$m_2 = 80 \text{ kg} \cdot \frac{-15 \text{ K}}{-20 \text{ K}} = 60 \text{ kg}$$

↷

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho} \quad \Rightarrow \quad \underline{\underline{V_2 = 60 \text{ l}}}$$

# Aufgabe 7

geg.:  $V_1 = 10 \text{ l}$   
 $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_1$

ges.:  $\vartheta_M$

$V_2 = 5 \text{ l}$   
 $\vartheta_2 = 80^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_2$

Wasser  $\leadsto c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ,  $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$

Lsg.:  $E_{\text{VOR}} = E_{\text{NACH}}$

$$m_1 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_2 = (m_1 + m_2) \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_M$$

$$\leadsto \Delta T_M = \frac{m_1 \Delta T_1 + m_2 \Delta T_2}{m_1 + m_2}$$

$$m_1 = \rho \cdot V_1 = 10 \text{ kg}$$

$$m_2 = \rho \cdot V_2 = 5 \text{ kg}$$

$$\Delta T_M = 313,15 \text{ K} \leadsto \underline{\underline{\vartheta_M = 40^\circ\text{C}}}$$

# Aufgabe 8

geg.:  $m_1 = 400 \text{ g}$

$\vartheta_1 = 20^\circ \text{C}$

Porzellan

$\leadsto C_p = 730 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

(Was leider nicht angegeben. Wer andere Starttemp. genommen hat, muss nochmal nachrechnen...)

~~#~~  $V_2 = 250 \text{ ml}$

$\vartheta_2 = 90^\circ \text{C}$

Tee ( $\hat{=}$  "Wasser")

$\leadsto C_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$

ges.:  $\vartheta_M$

Lsg.:  $E_{\text{VOR}} = E_{\text{NACH}}$

$$m_1 \cdot C_p \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_2 = m_1 C_p \cdot \Delta T_M + m_2 C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T_M$$
$$= (m_1 C_p + m_2 C_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot \Delta T_M$$

$$\leadsto \Delta T_M = \frac{m_1 C_p \Delta T_1 + m_2 C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T_2}{m_1 C_p + m_2 C_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$m_2 = 0,25 \text{ l} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 0,25 \text{ kg}$$

$$\Delta T_M = 347,88 \text{ K} \quad \leadsto \underline{\underline{\vartheta_M = 74,7^\circ \text{C}}}$$

## Aufgabe 9

geg.:  $m_1 = 700 \text{ g}$   
 $\vartheta_1 = 800^\circ \text{C}$

Stahl  $\approx c_{\text{Stahl}} = 452 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$V_2 = 20 \text{ l}$

$\vartheta_2 = 20^\circ \text{C}$

Wasser  $\approx c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

ges.:  $\vartheta_M$

Lsg.:  $E_{\text{VOR}} = E_{\text{NACH}}$

$$m_1 \cdot c_{\text{Stahl}} \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_2 = m_1 c_{\text{Stahl}} \cdot \Delta T_M + m_2 \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_M$$
$$= (m_1 c_{\text{Stahl}} + m_2 c_{\text{H}_2\text{O}}) \Delta T_M$$

$$\Rightarrow \Delta T_M = \frac{m_1 c_{\text{Stahl}} \Delta T_1 + m_2 c_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T_2}{m_1 c_{\text{Stahl}} + m_2 c_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$m_2 = \rho \cdot V_2 = 20 \text{ kg}$$

$$\underline{\underline{\vartheta_M = 22,9^\circ \text{C}}}$$

In Realität wird beim Kontakt des Stahlkörpers Wasser verdampfen, da  $\vartheta_1 \gg$  Siedetemp.  $\text{H}_2\text{O}$ .

## Aufgabe 10

geg.:  $V_1 = 500 \text{ ml H}_2\text{O}$

$$\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$$

Wasser  $\leadsto C_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$  ,  $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$

$$m_2 = 450 \text{ g}$$

$$\vartheta_2 = 80^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_M = 25,3^\circ\text{C}$$

Eisen

ges.:  $C_{\text{Eisen}}$

Lsg.:  $E_{\text{VOR}} = E_{\text{NACH}}$

$$m_1 C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta\bar{T}_1 + m_2 C_{\text{Eisen}} \Delta\bar{T}_2 = m_1 C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta\bar{T}_M + m_2 C_{\text{Eisen}} \Delta\bar{T}_M$$

Umstellen nach  $C_{\text{Eisen}}$ :

$$m_2 C_{\text{Eisen}} \Delta\bar{T}_2 - m_2 C_{\text{Eisen}} \Delta\bar{T}_M = m_1 C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta\bar{T}_M - m_1 C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta\bar{T}_1$$

$$\leadsto C_{\text{Eisen}} = \frac{m_1 C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta\bar{T}_M - m_1 C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta\bar{T}_1}{m_2 \Delta\bar{T}_2 - m_2 \Delta\bar{T}_M}$$

$$\underline{\underline{C_{\text{Eisen}} = 450,7 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}}}$$

Abweichungen treten durch Wärmeabgabe an Umgeb. auf. -8-