

## ÚLOHA: OHŘEV VODY

### Zadání:

Vodu o objemu  $V$  a teplotě  $t_1$  začneme v kovové nádobě tepelné kapacity  $K$  zahřívat na elektrickém vařiči. Za dobu  $\tau$  začne voda vřít při teplotě  $t_2$ . Vařič má účinnost  $\eta$ . Tepelné ztráty z nádoby do okolí a odpar během ohřevu zanedbáváme. Měrné skupenské teplo varu vody je  $l$ , měrná tepelná kapacita vody  $c$ , hustota  $\rho$ .

- Jaké teplo je potřebné k ohřátí vody na její teplotu varu?
- Jaké teplo je potřebné k ohřátí nádoby na teplotu varu vody?
- Jaké teplo je třeba k vypaření veškeré vody po jejím ohřátí na teplotu varu, je-li přívod energie stálý?
- Jaký má vařič tepelný výkon?
- Jaké procentuální nepřesnosti se dopustíme při výpočtu tepelného výkonu, jestliže neuvažujeme tepelnou kapacitu nádoby?
- Za jakou dobu od začátku varu se všechna voda vypaří?
- Jaký je elektrický příkon vařiče?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty:  $V = 3\text{ l}$ ,  $t_1 = 20\text{ °C}$ ,  $\tau = 8\text{ min}$ ,  $t_2 = 100\text{ °C}$ ,  $\eta = 0,8$ ,  $l = 2,26\text{ MJ.kg}^{-1}$ ,  $c = 4,19\text{ kJ.kg}^{-1}\text{.K}^{-1}$ ,  $\rho = 1000\text{ kg.m}^{-3}$ ,  $K = 115\text{ J.K}^{-1}$ .

## Řešení:

$$V = 3 \ell$$

$$t_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$K = 115 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\tau = 8 \text{ min} = 480 \text{ s}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$\eta = 0,8$$

$$l = 2,26 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$c = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| a) $Q_1 = ?$ | d) $P_Q = ?$    |
| b) $Q_2 = ?$ | e) $m = ?$      |
| c) $Q_3 = ?$ | f) $\tau_2 = ?$ |
|              | g) $P_P = ?$    |

$$\begin{aligned} \text{a) } \underline{Q_1} &= m c (t_2 - t_1) = V \rho c (t_2 - t_1) = \\ &= 3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 4,19 \cdot 80 \text{ kJ} = \underline{1 \text{ MJ}} \end{aligned}$$

$$\text{b) } \underline{Q_2} = K \cdot (t_2 - t_1) = 115 \cdot 80 \text{ J} = \underline{9200 \text{ J}}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \underline{Q_3} &= l \cdot m = l \rho V = 2,26 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ MJ} = \\ &= \underline{6,78 \text{ MJ}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } \text{za } \tau \text{ dodá vnitřní teplo } Q' = Q_1 + Q_2 \\ \underline{P_Q} = \frac{Q'}{\tau} = \frac{Q_1 + Q_2}{\tau} = \frac{1000 + 9,2}{480} \text{ kW} = \underline{2,11 \text{ kW}} \end{aligned}$$

$$\text{e) } P'_Q = \frac{Q_1}{\tau} = \frac{1000}{480} \text{ kW} = 2,09 \text{ kW}$$

$$\text{nepřesnost } \sim \Delta P = P_Q - P'_Q$$

$$\underline{m} = \frac{\Delta P}{P_Q} \cdot 100\% = \frac{(2,11 - 2,09) \cdot 100}{2,11} \% = 0,95\%$$

$$\text{f) } \underline{P_Q} = \frac{Q_3}{\tau_2} \Rightarrow \tau_2 = \frac{Q_3}{P_Q} = \frac{6,78 \cdot 10^6}{2,11 \cdot 10^3} \text{ s} = \underline{53,5 \text{ min}}$$

$$\text{g) } \underline{\eta} = \frac{P_Q}{P_P} \Rightarrow P_P = \frac{P_Q}{\eta} = \frac{2,11}{0,8} \text{ kW} = \underline{2,6 \text{ kW}}$$