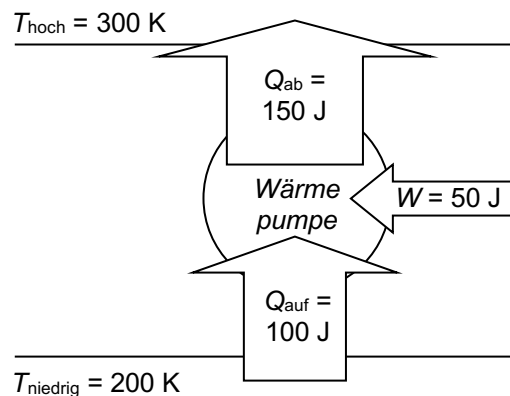


$$1. \quad a) \quad \varepsilon_{WP} = \frac{Q_{\text{nutz}(WP)}}{W} = \frac{Q_{ab}}{W} = \frac{100 \text{ J}}{25 \text{ J}} = \underline{4.0}$$

$$b) \quad \varepsilon_{WP} = \frac{Q_{ab}}{Q_{ab} - Q_{auf}} = \frac{100 \text{ J}}{100 \text{ J} - 75 \text{ J}} = \underline{4.0}$$

$$c) \quad \varepsilon_{WP} = \frac{T_{\text{hoch}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} = \frac{300 \text{ K}}{300 \text{ K} - 225 \text{ K}} = \underline{4.0}$$

2. a), b) und d)



$$b) \quad Q_{auf} = Q_{\text{nutz}} - W = 150 \text{ J} - 50 \text{ J} = \underline{100 \text{ J}}$$

$$c) \quad \varepsilon_{WP} = \frac{Q_{\text{nutz}(WP)}}{W} = \frac{Q_{ab}}{W} = \frac{150 \text{ J}}{50 \text{ J}} = \underline{3.0}$$

$$d) \quad \varepsilon_{WP} = \frac{T_{\text{hoch}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} \quad \varepsilon_{WP} (T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}) = T_{\text{hoch}} \quad \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{hoch}} - \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}} = T_{\text{hoch}}$$

$$\varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{hoch}} - T_{\text{hoch}} = \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}} \quad T_{\text{hoch}} (\varepsilon_{WP} - 1) = \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}}$$

$$T_{\text{niedrig}} = \frac{T_{\text{hoch}} \cdot (\varepsilon_{WP} - 1)}{\varepsilon_{WP}} = \frac{300 \text{ K} \cdot (3.0 - 1)}{3.0} = \underline{200 \text{ K}}$$

3. Wenn man durch eine kleine Zahl teilt, wird das Resultat gross. Was unter dem Bruchstrich steht, sollte also möglichst klein sein, das heisst wegen $\varepsilon_{WP} = \frac{T_{\text{hoch}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}}$ sollte die Temperaturdifferenz ($T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}$) möglichst klein sein.

$$4. \quad a) \quad \varepsilon_{WP} = \frac{T_{\text{hoch}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} = \frac{293 \text{ K}}{293 \text{ K} - 263 \text{ K}} = \underline{9.77}$$

$$b) \quad W = \frac{Q_{\text{ab}}}{\varepsilon_{WP}} = \frac{6.00 \cdot 10^6 \text{ J}}{9.77} = 614'125 \text{ J} = \underline{614 \text{ kJ}}$$

$$c) \quad Q_{\text{auf}} = Q_{\text{ab}} - W = 6.00 \text{ MJ} - 0.614 \text{ MJ} = \underline{5.39 \text{ MJ}}$$

$$d) \quad P = \frac{W}{t} = \frac{614 \text{ kJ}}{3'600 \text{ s}} = \underline{170 \text{ W}}$$

$$5. \quad \varepsilon_{WP} = \frac{T_{\text{hoch}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} \quad \varepsilon_{WP} (T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}) = T_{\text{hoch}} \quad \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{hoch}} - \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}} = T_{\text{hoch}}$$

$$\varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{hoch}} - T_{\text{hoch}} = \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}} \quad T_{\text{hoch}} (\varepsilon_{WP} - 1) = \varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}}$$

$$T_{\text{hoch}} = \frac{\varepsilon_{WP} \cdot T_{\text{niedrig}}}{\varepsilon_{WP} - 1} = \frac{4.0 \cdot 288 \text{ K}}{4.0 - 1} = 384 \text{ K} = \underline{111 \text{ °C}}$$

6. a) «Um einen Raum zu kühlen, muss Wärme von **innen** nach **aus** transportiert werden. Die Wärme wird mit Hilfe eines Kältemittels transportiert, welches im Raum drin Wärme **aufnimmt** und draussen **abgibt**. Das Kältemittel wird im Raum drin zum **verdampfen** gebracht und an der Aussenseite zum **kondensieren** gebracht. Dazu wird im Raum drin der Druck auf das Kältemittel **erniedrigt** und an der Aussenseite **erhöht**. Die Erhöhung der Drucks erreicht man mit Hilfe eines **Kompressors**.»

- b) Weil die Wärme ausserhalb des Raums, der gekühlt wird, abgegeben werden muss.

$$7. \quad a) \quad \varepsilon_K = \frac{T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} = \frac{275 \text{ K}}{298 \text{ K} - 275 \text{ K}} = \underline{12}$$

$$b) \quad Q = \Delta U = c \cdot m \cdot \Delta T = 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 5.00 \text{ kg} \cdot 58 \text{ K} = 1'213 \text{ kJ} = \underline{1.2 \text{ MJ}}$$

- c) Die Wärme, die der Kühlschrank vom Wasser aufnimmt, ist $Q_{\text{nutz(K)}} = Q_{\text{auf}} = 1.2 \text{ MJ}$

$$\varepsilon_K = \frac{Q_{\text{nutz(K)}}}{W} = \frac{Q_{\text{auf}}}{W} \quad W = \frac{Q_{\text{auf}}}{\varepsilon_K} = \frac{1213 \text{ kJ}}{12} = \underline{101 \text{ kJ}}$$

$$d) \quad Q_{\text{ab}} = Q_{\text{auf}} + W = 1'213 \text{ kJ} + 101 \text{ kJ} = 1'314 \text{ kJ} = \underline{1.3 \text{ MJ}}$$

- e) Das Wasser zuerst auf Zimmertemperatur abkühlen lassen und anschliessend in den Kühlschrank stellen.

Dann gibt das Wasser die Wärme

$$Q = \Delta U = c \cdot m \cdot \Delta T = 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 5.00 \text{ kg} \cdot 23 \text{ K} = 481 \text{ kJ}$$

ab. Der Kühlschrank nimmt diese Wärme auf und somit ist

$$W = \frac{Q_{\text{auf}}}{\varepsilon_K} = \frac{481 \text{ kJ}}{12} = \underline{40 \text{ kJ}}$$

$$8. \quad \varepsilon_K = \frac{T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} = \frac{277 \text{ K}}{298 \text{ K} - 277 \text{ K}} = 13.2$$

$$Q = \Delta U = c \cdot m \cdot \Delta T = 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 4.00 \text{ kg} \cdot 54 \text{ K} = 903.3 \text{ kJ}$$

Der Kühlschrank nimmt $Q_{\text{auf}} = 903.3 \text{ kJ}$ vom Wasser auf. Er verrichtet die Arbeit

$$W = \frac{Q_{\text{auf}}}{\varepsilon_K} = \frac{903.3 \text{ kJ}}{13.2} = 68.5 \text{ kJ}$$

Die abgegebene Wärme ist $Q_{\text{ab}} = Q_{\text{auf}} + W = 903.3 \text{ kJ} + 68.5 \text{ kJ} = \underline{\underline{972 \text{ kJ}}}$