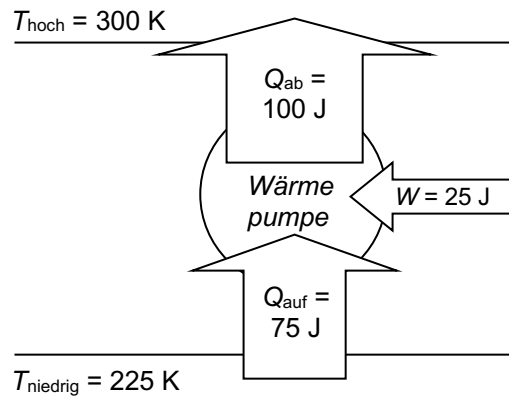
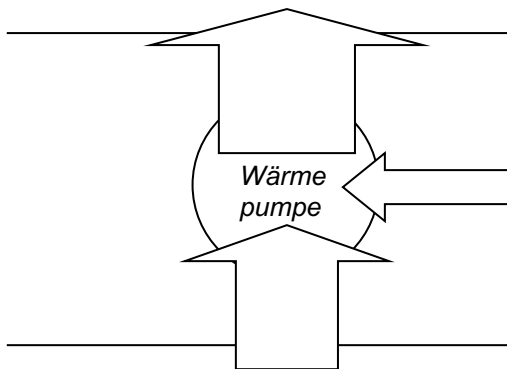


1. Studiere das nebenstehende Energieflussdiagramm für eine Wärmepumpe. Berechne die Leistungszahl ε_{WP} aus
 - a) $Q_{\text{nutz}} (= Q_{\text{ab}})$ und W
 - b) $Q_{\text{nutz}} (= Q_{\text{ab}})$ und Q_{auf}
 - c) T_{hoch} und T_{niedrig}

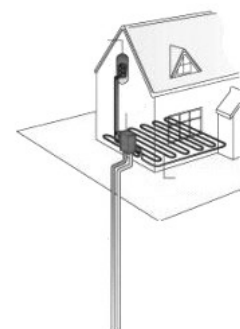


2. Hier siehst du ein leeres Energieflussdiagramm für eine Wärmepumpe:



- a) Schreibe die folgenden Werte an den richtigen Stellen hinein:
 $Q_{\text{nutz}} (= Q_{\text{ab}}) = 150 \text{ J}$, $W = 50 \text{ J}$,
 $T_{\text{hoch}} = 300 \text{ K}$.
- b) Berechne Q_{auf} und schreibe diesen Wert ebenfalls ins Diagramm hinein.
- c) Berechne ε_{WP} .
- d) Berechne T_{niedrig} und schreibe diesen Wert ins Diagramm hinein.

3. Wann ist die Leistungszahl ε_{WP} einer Wärmepumpe besonders gross? Bei einem grossen oder einem kleinen Temperaturunterschied zwischen T_{hoch} und T_{niedrig} ? Begründe deine Antwort mathematisch mit Hilfe einer Formel.
4. Eine Wärmepumpe arbeitet bei einer Aussentemperatur von -10.0°C . Im Haus möchte man gerne $+20.0^\circ\text{C}$ haben. Dazu muss die Wärmepumpe pro Stunde die Wärme $Q_{\text{nutz}} = 6.00 \text{ MJ}$ abgeben.
 - a) Wie gross ist die (theoretische) Leistungszahl ε_{WP} ?
 - b) Wie viel Arbeit W verrichtet die Wärmepumpe pro Stunde?
 - c) Wie gross ist die Wärme Q_{auf} , die pro Stunde von aussen aufgenommen wird?
 - d) Wie gross ist die aufgewendete mechanische Leistung der Wärmepumpe?
5. Mit einer Erdwärmesonde von etwa 200 m Länge ist es prinzipiell möglich, ohne zusätzliche Heizanlagen, ein Einfamilienhaus zu beheizen und den Warmwasserbedarf abzudecken. In dieser Tiefe beträgt die Temperatur das ganze Jahr über (auch im Winter) ca. 15.0°C . Mit dieser Erdwärme wird eine elektrische Wärmepumpe ($\varepsilon_{WP} = 4.0$) betrieben.
 Wie gross ist die Heizungstemperatur in $^\circ\text{C}$?



6. Eine Klimaanlage funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ein Kühlschrank.
- a) Vervollständige: «Um einen Raum zu kühlen, muss Wärme von
(innen/aussen) nach *(innen/aussen)* transportiert werden. Die Wärme wird
 mit Hilfe eines Kältemittels transportiert, welches im Raum drin Wärme
(aufnimmt/abgibt) und draussen *(aufnimmt/abgibt)*. Das Kältemittel wird im
 Raum drin zum *(verdampfen/kondensieren)* gebracht und an der
 Aussenseite zum *(verdampfen/kondensieren)* gebracht. Dazu wird
 im Raum drin der Druck auf das Kältemittel *(erhöht/erniedrigt)* und
 an der Aussenseite *(erhöht/erniedrigt)*. Die Erhöhung der Drucks er-
 reicht man mit Hilfe eines *(Kompromisses/Kompressors/Komitees).*»
- b) Warum blasen Klimaanlage warme Luft nach draussen?
7. Ein (idealer) Kühlschrank ist auf die Innentemperatur 2.0 °C eingestellt und steht in einer
 Küche mit 25.0 °C Raumtemperatur. Man stellt 5.00 kg Wasser von 60.0 °C hinein.
- a) Wie gross ist die Leistungszahl α_K des Kühlschranks?
 b) Wie viel Wärme muss das Wasser abgeben, damit es sich auf 2.0 °C abkühlt?
 c) Wie viel Arbeit muss der Kühlschrank verrichten, um dem Wasser die benötigte Wärme zu
 entziehen?
 d) Wie viel Wärme wird dabei vom Kühlschrank an die Küche abgegeben?
 e) Was hätte man besser machen sollen? Wie viel Arbeit hätte der Kompressor des Kühl-
 schrankes in diesem (besseren) Fall verrichtet?
8. Ein (idealer) Kühlschrank ist auf die Innentemperatur 4.0 °C eingestellt und steht in einer
 Küche mit 25.0 °C Raumtemperatur. Man stellt 4.00 kg Wasser von 58.0 °C hinein.
 Wie viel Wärme wird vom Kühlschrank insgesamt an die Küche abgegeben, damit sich das
 hineingestellte Wasser auf die Temperatur im Innern des Kühlschranks abkühlt?

Lösungen:

- | | | | | |
|----------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| 1. a), b) und c) 4.0 | | | | |
| 2. b) 100 J | c) 3.0 | d) 200 K | | |
| 4. a) 9.77 | b) 614 kJ | c) 5.39 MJ | d) 170 W | |
| 5. 111 °C | | | | |
| 7. a) 12 | b) 1.2 MJ | c) 101 kJ | d) 1.3 MJ | e) 40 kJ |
| 8. 972 kJ | | | | |