

Aufgaben zu Wärme-Arbeits-Maschinen und Wärmepumpen

Theorie

1. Wärme-Arbeits-Maschine

Eine Wärme-Arbeits-Maschine wandelt einen Teil der zugeführten Wärme in Arbeit um.

$$Q_{\text{zu}} = W + Q_{\text{ab}}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{zu}}}$$

Q_{zu}	= zugeführte Wärme
W	= nutzbare Arbeit
Q_{ab}	= abgegebene Abwärme
η	= Wirkungsgrad

2. Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe transportiert Wärme von einem kälteren Bereich zu einem wärmeren Bereich.

Dazu muss Arbeit zugeführt werden.

$$Q_{\text{warm}} = Q_{\text{kalt}} + W$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{warm}}}{W}$$

ε = Leistungszahl der Wärmepumpe
 Q_{warm} = abgegebene Wärme an den warmen Bereich
 Q_{kalt} = aufgenommene Wärme aus dem kalten Bereich

Aufgaben

1. Wirkungsgrad

Eine Maschine nimmt

$$Q_{\text{zu}} = 3000 \text{ J}$$

Wärme auf und gibt

$$W = 900 \text{ J}$$

Arbeit ab.

Berechne den Wirkungsgrad.

2. Abwärme

Eine Wärme-Arbeits-Maschine nimmt

$$Q_{\text{zu}} = 5000 \text{ J}$$

auf.

Sie verrichtet

$$W = 1200 \text{ J}$$

Arbeit.

Berechne die abgegebene Abwärme.

3. Arbeit aus Wirkungsgrad

Eine Maschine hat einen Wirkungsgrad von

$$\eta = 0.35.$$

Sie nimmt

$$Q_{\text{zu}} = 8000 \text{ J}$$

Wärme auf.

Berechne die nutzbare Arbeit.

4. Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe nimmt aus der Umgebung

$$Q_{\text{kalt}} = 6000 \text{ J}$$

Wärme auf.

Der Kompressor verrichtet

$$W = 2000 \text{ J}$$

Arbeit.

Berechne die Wärme, die an das Haus abgegeben wird.

5. Leistungszahl

Eine Wärmepumpe gibt

$$Q_{\text{warm}} = 12000 \text{ J}$$

an ein Haus ab.

Dafür werden

$$W = 3000 \text{ J}$$

elektrische Arbeit benötigt.

Berechne die Leistungszahl.

6. Schwierige Aufgabe: Vergleich

Eine Elektroheizung wandelt

$$3000 \text{ J}$$

elektrische Energie direkt in Wärme um.

Eine Wärmepumpe mit

$$\varepsilon = 4$$

verwendet dieselbe elektrische Energie.

- (a) Wie viel Wärme liefert die Elektroheizung?
- (b) Wie viel Wärme liefert die Wärmepumpe?
- (c) Warum kann die Wärmepumpe mehr Wärme liefern als elektrische Energie zugeführt wird?

Lösungen

1. Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{zu}}}$$

$$\eta = \frac{900}{3000} = 0.30$$

$$\boxed{\eta = 30 \%}$$

2. Abwärme

$$Q_{\text{zu}} = W + Q_{\text{ab}}$$

$$Q_{\text{ab}} = Q_{\text{zu}} - W$$

$$Q_{\text{ab}} = 5000 - 1200$$

$$\boxed{Q_{\text{ab}} = 3800 \text{ J}}$$

3. Arbeit aus Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{zu}}}$$

$$W = \eta \cdot Q_{\text{zu}}$$

$$W = 0.35 \cdot 8000$$

$$\boxed{W = 2800 \text{ J}}$$

4. Wärmepumpe

$$Q_{\text{warm}} = Q_{\text{kalt}} + W$$

$$Q_{\text{warm}} = 6000 + 2000$$

$$\boxed{Q_{\text{warm}} = 8000 \text{ J}}$$

5. Leistungszahl

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{warm}}}{W}$$

$$\varepsilon = \frac{12000}{3000}$$

$$\boxed{\varepsilon = 4}$$

6. Vergleich

Die Elektroheizung liefert

$$\boxed{3000 \text{ J}}$$

Wärme.

Die Wärmepumpe liefert:

$$Q_{\text{warm}} = \varepsilon \cdot W$$

$$Q_{\text{warm}} = 4 \cdot 3000$$

$$\boxed{Q_{\text{warm}} = 12000 \text{ J}}$$

Die Wärmepumpe erzeugt die Wärme nicht vollständig aus elektrischer Energie. Sie transportiert zusätzlich Wärme aus der Umgebung ins Haus.