

Aufgaben 11 Wärme Entropieleitung und -erzeugung, Wärmemotoren, Wirkungsgrad

Lernziele

- wissen und verstehen, dass bei der Entropieleitung durch einen Wärmewiderstand Entropie erzeugt wird.
- die Entropieerzeugungsrate bei einem einfacheren Entropieleitungsvorgang bestimmen können.
- wissen und verstehen, wie ein Wärmemotor grundsätzlich funktioniert.
- Beispiele von Wärmemotoren und deren Entropiequellen kennen.
- den Energieumladevorgang in einem Wärmemotor verstehen.
- wissen und verstehen, dass Energieverluste typischerweise auf Entropieerzeugung beruhen.
- den Unterschied zwischen idealen und realen Energieumladern kennen und verstehen.
- wissen und verstehen, wie der Wirkungsgrad eines Energieumladers definiert ist.
- die Grösse Dissipationsrate kennen, verstehen und bestimmen können.

Aufgaben

- 11.1 Studieren Sie im Buch KPK 2 die folgenden Abschnitte:
- 1.11 Entropieerzeugung durch Entropieströme (Seiten 19 und 20)
 - 1.12 Wärmemotoren (Seiten 20 und 21)
 - 1.13 Entropiequellen für Wärmemotoren (Seiten 21 und 22)
 - 1.14 Energieverlust und Wirkungsgrad (Seiten 23 und 24)
 - 1.15 Der Wirkungsgrad von Feuerungen (Seiten 24 und 25)
- 11.2 Bei der Wärmeleitung durch eine Wand wird in der Wand Entropie erzeugt (vgl. Unterricht).
- Drücken Sie die Rate Π_S der in der Wand erzeugten Entropie durch die Stromstärke I_W der durch die Wand fließenden Energie und die Temperaturen T_1 und T_2 ($T_2 < T_1$) auf den Wandoberflächen aus.
- 11.3 Bei einem Gebäude ist im Winter die Innentemperatur T_1 höher als die Aussentemperatur T_2 . Dadurch fließt Wärme und Energie über die Gebäudehülle ab. Von einem Fenster in einer Gebäudewand kenne man die Fläche A und den Energiedurchgangskoeffizienten U („U-Wert“).
- Bestimmen Sie sowohl allgemein algebraisch, d.h. ausgedrückt durch die Platzhalter T_1 , T_2 , A und U , als auch numerisch mit den konkreten Zahlenwerten $\vartheta_1 = 27^\circ\text{C}$, $\vartheta_2 = -3^\circ\text{C}$, $A = 1.0\text{ m}^2$, $U = 3.0\text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$...
- a) ... die Stromstärke I_{S1} der Entropie, die vom Innenraum über das Fenster abfließt.
 - b) ... die Rate Π_S der im Fenster erzeugten Entropie.
- 11.4 In einer zähen Flüssigkeit von 47°C steckt ein Rührwerk, das eine elektrische Leistung von 80 W aufweist.
- Bestimmen Sie ...
- a) ... die Dissipationsrate P_{diss} .
 - b) ... die Entropieerzeugungsrate Π_S .
- 11.5 In einem Kernkraftwerk (KKW) wird die Energie, die bei den Kernspaltungen freigesetzt wird, dissipiert. Es wird also Entropie erzeugt. Die entsprechende Dissipationsrate beträgt beim KKW Gösgen 3.0 GW . Die Entropie verlässt den Reaktor konvektiv mit Wasser der Temperatur 325°C . Im Kühlturm wird Entropie an die Umgebungsluft abgegeben. Die „Netto-Nennleistung“, d.h. die den Verbrauchern netto zugeführte Energie pro Zeiteinheit beträgt beim KKW Gösgen 1.0 GW (vgl. Aufgabe 10.5).
- Bestimmen Sie ...
- a) ... den realen Wirkungsgrad des KKW Gösgen.
 - b) ... den idealen Wirkungsgrad, den das KKW Gösgen theoretisch höchstens haben könnte.

Lösungen

11.1 ...

$$11.2 \quad \Pi_S = \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) I_W$$

$$11.3 \quad a) \quad I_{S1} = U A \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = 3.0 \cdot 1.0 \cdot \left(1 - \frac{270}{300} \right) \text{ Ct/s} = 0.33 \text{ Ct/s}$$

$$b) \quad \Pi_S = \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) U A (T_1 - T_2) = 0.033 \text{ Ct/s}$$

$$11.4 \quad a) \quad P_{\text{diss}} = P_{\text{el}} = 80 \text{ W}$$

$$b) \quad \Pi_S = I_S = \frac{I_W}{T} = \frac{P_{\text{diss}}}{T} = 0.25 \text{ Ct/s}$$

$$11.5 \quad a) \quad \eta = \frac{P_{\text{el}}}{P_{\text{diss}}} = \frac{1.0 \text{ GW}}{3.0 \text{ GW}} = 0.33 = 33\%$$

$$b) \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \approx 1 - \frac{300 \text{ K}}{600 \text{ K}} = 50\%$$