

WÄRMEKRAFTMASCHINEN

Grundaufgaben: Aufgabe für alle auf Dienstag, 3. Februar 04

Zusatzaufgaben: Übungsserie, Abgabetermin Donnerstag, 5. Februar 04

Grundaufgaben

1. Wie gross ist der Wirkungsgrad einer idealen Wärmekraftmaschine, die zwischen 300°C und 20°C arbeitet?
2. Ein idealer Stirlingmotor wird mit Wasser der Temperatur 5°C gekühlt. Auf welche Temperatur muss das Arbeitsgas vor der Expansion erhitzt werden, damit der Wirkungsgrad 80 % beträgt?
3. Ein thermisches Kraftwerk produziert bei einem Wirkungsgrad von 35 % eine elektrische Leistung von 900 MW. Wie viel Abwärme entsteht pro Sekunde?
4. Eine Wärmekraftmaschine mit Wirkungsgrad 30 % wird so verbessert, dass die Abwärme bei gleicher Wärmezufuhr um 10 % kleiner ist. Wie verändert sich dadurch der Wirkungsgrad?
5. Unter welcher Bedingung an die Temperaturen wird die Leistungsziffer einer idealen Kühlmaschine grösser als eins?
6. Eine 50 W-Wärmepumpe weist eine Leistungsziffer von 1.5 auf. Wie viel Wärme entnimmt sie pro Sekunde aus der Aussenluft?
7. In einem idealen Kühlschrank beträgt die Temperatur 4°C . Er nimmt 20 W elektrische Leistung auf. Wie viel Wärme wird dem Innenraum pro Sekunde entzogen? Was geschieht, wenn man die Kühlschrantüre offen lässt?
8. Die Luft aus einer Pressluftflasche hebt einen Lift hoch. Sie behält dabei ihre Temperatur und entnimmt Energie aus der Umgebungsluft. Wie lässt sich dieser scheinbare Widerspruch zum zweiten Hauptsatz der Wärmelehre auflösen?

Zusatzaufgaben

9. Wie gross muss die Leistungsziffer einer Wärmepumpe sein, damit sich das Heizen mit ihr auch lohnt, wenn die elektrische Energie für ihren Betrieb aus einem thermischen Kraftwerk mit einem Wirkungsgrad von 35 % stammt?
10. Sie haben einen Ofen mit einer Temperatur von 300°C . Draussen herrschen 0°C . Sie möchten die Temperatur im Zimmer bei 20°C konstant halten. Zwischen Ofen und Aussenluft betreiben Sie einen idealen Stirlingmotor, mit dem Sie eine ideale Wärmepumpe antreiben, die Wärme von draussen ins Zimmer schafft. Wie viel Wärme kommt im Zimmer an, wenn der Ofen 1 kJ Wärme abgibt?
11. Zeigen Sie anhand von Gedankenexperimenten mit idealen Stirlingmotoren und Wärmepumpen, dass die Formulierungen des zweiten Hauptsatzes nach Planck und Clausius äquivalent sind, d.h. dass sich jede aus der anderen herleiten lässt.
12. Zeigen Sie anhand eines Gedankenexperiments, dass jede reversibel und periodisch zwischen zwei gegebenen Temperaturen arbeitende Maschine den gleichen Wirkungsgrad wie ein idealer Stirlingmotor aufweist.

LÖSUNGEN GRUNDAUFGABEN: 1. 49 %; 2. 1390 K ; 3. 1.67 GW ; 4. 37 %; 5. $2 \cdot T_{\text{kalt}} > T_{\text{heiss}}$; 6. 25 J; 7. 350 J