Physik Übungsaufgabe TH27 20.06.04

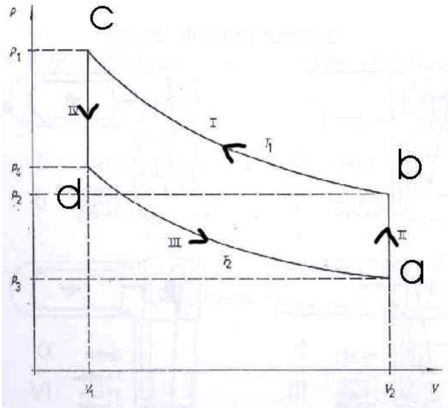
Thomas Eickhölter

Ein Sterlingprozess soll mit Wasserstoff als Gaskältemaschine betrieben werden.

Geg: $V_1 = 0,28l$ $V_3 = 0,14l$

$T_1 = 77K$ $T_2 = 300K$

$p_1 = 9bar$



a) Isochore Erwärmung bei $p_1 = 9bar$, $V_1 = 0,28l$ und $T_1 = 77K$ auf $T_2 = 300K$

Hier II a nach b: $p_2 = p_1 * \frac{T_2}{T_1} = 9bar * \frac{300K}{77K} = \underline{35,07bar}$

b) Isotherme Kompression von $V_1 = V_2$ auf $V_3 = V_4 = 0,14l$

Hier I b nach c: $p_3 = \frac{p_2 * V_1}{V_4} = \frac{35,07bar * 0,28l}{0,14l} = \underline{70,14bar}$

c) Isochore Abkühlung von T_2 auf T_1

Hier IV c nach d: $p_4 = p_3 * \frac{T_1}{T_2} = 70,14bar * \frac{77K}{300K} = \underline{18bar}$

d) Isotherme Expansion von V_4 auf V_1

Hier III d nach a: $p_1 = \frac{p_4 * V_4}{V_1} = \frac{18bar * 0,14l}{0,28l} = \underline{9bar}$

Der Kreisprozess ist abgeschlossen und wir haben den Ausgangszustand wieder erreicht.

Wie groß ist die Leistungszahl dieses Prozesses unter der Voraussetzung, dass durch interne Wärmeübertragung $-Q_{3;4} = Q_{1;2}$ ist?

Leistungszahl ε thermischer Maschinen: $\varepsilon = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = \frac{77K}{300K - 77K} = \underline{0,345}$

Welche Kälteleistung liefert die Maschine, wenn $n = 1400\,\text{min}^{-1}$ Zyklen durchlaufen werden?
Die Kälteleistung kann mit $P_{Kühl} = Q_{zu} * N$ berechnet werden. Zuvor muss jedoch Q_{zu} berechnet werden:

$$Q_{zu} = p_1 * V_1 * \ln\frac{V_1}{V_4} = 9*10^5\,\frac{N}{m^2} * 0,28*10^{-3}\,m^3 * \ln\frac{0,28*10^{-3}\,m^3}{0,14*10^{-3}\,m^3} = \underline{174,67\,Nm}$$

$$P_{Kühl} = Q_{zu} * N = 174,67\,Nm * 1400\,\frac{1}{60s} = \underline{4075,6\bar{3}\,\frac{Nm}{s}}$$

Welche Leistung muss der Antriebsmotor haben?

$$P_{Motor} = |W| * n$$

$$Q_{ab} = p_2 * V_1 * \ln\frac{V_4}{V_1} = 35,07*10^5\,\frac{N}{m^2} * 0,28*10^{-3}\,m^3 * \ln\frac{0,14*10^{-3}\,m^3}{0,28*10^{-3}\,m^3} = \underline{-680,54\,Nm}$$

$$|W| = |Q_{ab}| - |Q_{zu}| = 680,54\,Nm - 174,67\,Nm = \underline{505,87\,Nm}$$

$$P_{Motor} = |W| * n = 505,87\,Nm * 1400\,\frac{1}{60s} = \underline{11803,6\bar{3}\,\frac{Nm}{s}}$$