

熱力学

1 二つの剛体容器AとBが弁のついた管で接続されている。容器Aには温度 290 K, 圧力 350 kPa, 質量 5.00×10^{-3} kg の空気が, 容器Bには温度 800 K, 圧力 1200 kPa の空気が入っている(この状態を"1"とする)。周囲の大気の温度は 300 K, 空気は比熱一定の理想気体で気体定数は $0.287 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 比熱比は 1.399 として以下の問いに答えよ。ただし, 剛体容器の熱容量および剛体容器を接続する管と弁の体積は無視できるものとする。

- (1) 容器を断熱して"1"の状態から弁を開けたところ, 二つのタンクの空気は断熱的に混合して熱平衡に達し, 温度は 550 K となった。(a) 容器Aの容積 $[\text{m}^3]$, (b) 容器Bの容積 $[\text{m}^3]$, (c) 二つの容器内にある空気の全質量 $[\text{kg}]$, (d) 熱平衡後の圧力 $[\text{kPa}]$ を求めよ。
- (2) 容器を断熱せずに"1"の状態から弁を開けたところ, 周囲の大気と熱交換を行いながら二つのタンクの空気が混合して, 熱平衡に達した。(a) この過程における周囲との熱交換量 $[\text{kJ}]$ と (b) 熱平衡後の圧力 $[\text{kPa}]$ を求めよ。

2 ピストンとシリンダーで構成される装置に圧力 110 kPa, 温度 30°C のヘリウムが $3.50 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 封入されている。ヘリウムは, ポリトロップ過程で圧力 840 kPa, 温度 250°C の状態まで圧縮される。ヘリウムは比熱一定の理想気体で比熱比を 1.666 として, 以下の値を計算せよ。なお, ヘリウムの分子量は 4.003, 一般気体定数は $8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ である。

- (1) ヘリウムの気体定数 $[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$, (2) 封入されているヘリウムの質量 $[\text{kg}]$,
- (3) 圧縮後の体積 $[\text{m}^3]$, (4) ポリトロップ指数 $[-]$,
- (5) 外部からなされた仕事 $[\text{kJ}]$, (6) この過程で外部より流入した熱量 $[\text{kJ}]$

3 給水ポンプ、ボイラ、タービン、ならびに復水器で構成される単純ランキンサイクルが定常運転されている。作動流体の、循環量は 50 kg/s 、タービン入口における過熱度は 336.1 K 、ボイラ入口における圧力は 5.00 MPa である。また、復水器内における圧力は 5.00 kPa 、復水器出口における状態は飽和液状態である。

圧力 [MPa]	飽和温度 [°C]	比体積 比エンタルピー 比エントロピー		飽和液	飽和蒸気	過熱蒸気[°C]		
						500	600	700
0.005	32.9	v	m^3/kg	0.001005	28.194	71.360	80.591	89.882
		h	kJ/kg	137.8	2561.6	3489.2	3705.6	3928.8
		s	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	0.476	8.396	10.218	10.482	10.724
5.00	263.9	v	m^3/kg	0.00129	0.03943	0.06849	0.07862	0.08845
		h	kJ/kg	1154.5	2794.2	3433.7	3664.5	3897.9
		s	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	2.921	5.973	6.977	7.258	7.511

上に示す蒸気表を用い、以下の値を計算せよ。ただし、給水ポンプ内における比体積の変化は無視できるものとする。また、諸々の不可逆損失は無視できるものとする。

- (1) タービン出口乾き度[-], (2) タービン出力 [MW],
- (3) 給水ポンプ仕事 [kW], (4) ボイラ加熱量 [MW],
- (5) 復水器放熱量 [MW], (6) 理論熱効率 [-]