

熱力学

1

体積混合比が $N_2/O_2/Ar/CO_2$: 78.0%/20.0%/1.0%/1.0% の乾き空気が, 26.85 °C, 0.100 MPa に保たれている. この温度と圧力を保ちながら, この乾き空気 1.00 kmol に対して水蒸気を 0.360 kg 加えた. 以上を理想気体の混合として取り扱い, 以下の問へ答えよ. ただし, 一般ガス定数 R_0 は $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とし, 各気体の分子量はそれぞれ $M_{N_2}=28.0, M_{O_2}=32.0, M_{Ar}=40.0, M_{CO_2}=44.0, M_{H_2O}=18.0$ とする.

- (1) 乾き空気の N_2 の分圧 [MPa] を求めよ.
- (2) この乾き空気 1.00 kmol の質量 [kg] を求めよ.
- (3) 26.85 °C, 0.100 MPa における, この乾き空気の実体積 [$\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$] を求めよ.
- (4) 26.85 °C, 0.100 MPa における, この乾き空気の密度 [kg m^{-3}] を求めよ.
- (5) 水蒸気を加えた後の, 水蒸気の実分圧 [MPa] を求めよ.
- (6) 26.85 °C における飽和水蒸気圧は 0.003535 MPa である. 水蒸気を加えた後の, 相対湿度 [%R.H.] を求めよ.

2

シリンダ内に $P_1=0.100 \text{ MPa}$ $T_1=20.0 \text{ °C}$ の空気 1.00 kg が入っている. この空気に $q_{12}=200 \text{ kJ}$ の熱を加えたところ, 圧力と比体積は $Pv^n=$ 一定の変化を示し, 変化後の温度は $T_2=400 \text{ °C}$ となった. ただし空気は理想気体として取り扱い, ガス定数 R_{air} は $287.0 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, 定圧比熱 c_p は $1004.5 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とし, 以下の問へ答えよ.

- (1) $q_{12}=c_n(T_2-T_1)$ で定義されるこの過程の比熱 c_n [$\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$] の式を, 定積比熱 c_v , 上述の指数 n , およびガス定数 R_{air} のみで表せ.
- (2) 指数 n を求めよ.
- (3) 変化後の圧力 P_2 [MPa] を求めよ.
- (4) 変化後の比体積 v_2 [$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$] を求めよ.
- (5) 外界から加えられた仕事を求めよ. ただし外界へ仕事をした場合は負の値とし, 符号に注意して回答せよ.

(裏面へ続く)

3

右下図のような状態のヒートポンプサイクルを暖房に用いた。この作動流体の循環速度は 50 g s^{-1} であり、圧力 $P = 0.050 \text{ MPa}$ における飽和液および飽和蒸気状態のエンタルピはそれぞれ、 $h' = 180 \text{ kJ kg}^{-1}$ および $h'' = 400 \text{ kJ kg}^{-1}$ である。以下の問いに答えよ。

- (1) この作動流体の 0.050 MPa における蒸発潜熱 $[\text{kJ kg}^{-1}]$ を求めよ。
- (2) 膨張弁出口の乾き度を求めよ。
- (3) 暖房能力 $[\text{kW}]$ を求めよ。
- (4) 成績係数 COP を求めよ。
- (5) 利用端効率 0.6 の電気でこのサイクルを作動させた場合の、一次エネルギー効率を求めよ。

