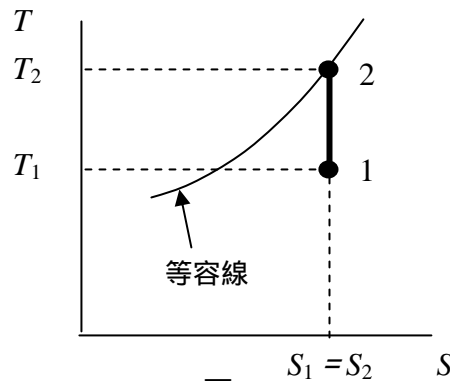


工 業 熱 力 学

【 1 】 ある閉じた系について，以下の問いに答えよ．ただし，質量 m の理想気体を考えるものとする．

- (1) 熱力学第一法則の式を S, c_p, R, P, T, m を用いて表せ．ただし， S, c_p, R, P, T はそれぞれ，エントロピー，定圧比熱，ガス定数，圧力，温度である．
- (2) 状態 1 から状態 2 まで変化するとき，エントロピーの変化を求めよ．
- (3) 状態 1 から状態 2 まで可逆断熱圧縮されるとき， P と T の関係を問(2)の結果から求めよ．
- (4) 問(3)の場合，絶対仕事は，図 1 に示すように，状態 2 を通る等容線を考えて， T - S 線図上でどのように表されるか，図示せよ．



【 2 】 十分大きな容器にノズルを取り付けたときのノズル出口速度 w_2 について考える．なお，ノズル入口速度は十分小さいので無視する．以下の問いに答えよ．

- (1) 容器内の気体の比エンタルピーが h_1 ，ノズル出口の気体の比エンタルピーが h_2 である．外部との熱の出入り，外部への仕事および位置エネルギーの変化はないとすると，ノズル出口速度 w_2 を求めよ．
- (2) ノズル内に摩擦が作用し，動作流体が不可逆断熱変化するとき，比エントロピーは s だけ増加する．この場合のエクセルギー効率 η_{ex} を示せ．ここで，周囲状態の温度を T_0 ，容器内の気体の比エンタルピーを h_1 ，ノズル出口の気体の比エンタルピーを h_2 とする．なお，周囲状態の比エンタルピー h_0 および比エントロピー s_0 は，ともに $h_0 = s_0 = 0$ とする．
- (3) ノズル内の動作流体が可逆断熱変化するとき，容器内の圧力を P_1 ，温度を T_1 ，ノズル出口での圧力を P_2 として，ノズル出口速度 w_2 を求めよ．ただし，動作流体は理想気体とし，ガス定数を R ，比熱比を κ とする．

【 3 】 湿り空気について以下の問いに答えよ .

- (1) 圧力 P , 温度 t における湿り空気の水蒸気の質量を m_w , 乾き空気の質量を m_a , 水蒸気分圧を P_w , 温度 t における水蒸気の飽和圧力を P_s とおくと , この湿り空気の絶対湿度 x , 相対湿度 ϕ はそれぞれどのように表されるか .
- (2) 湿り空気中の水蒸気および乾き空気が理想気体の状態式で表すことができると考えると , 絶対湿度 x と相対湿度 ϕ が以下の関係で表されることを導け . ただし , 水蒸気および乾き空気のそれぞれのガス定数は $R_w = 0.4616[\text{kJ/kgK}]$, $R_a = 0.2872[\text{kJ/kgK}]$ である .

$$x = 0.622 \frac{\phi P_s}{P - \phi P_s}$$

- (3) 温度 $t_1=30$, 圧力 1bar (=0.1MPa) , 相対湿度 0.5 の湿り空気の部屋の中に , 温度 t_2 の冷えた缶ジュースを置いた . 缶ジュースの表面に水滴がつくのは , 缶ジュースの温度 t_2 が何度以下のときか . 説明せよ . 表 1 の温度基準飽和蒸気表を用いて考えよ . なお , 解答する温度 t_2 の値は , 表 1 中の温度 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 の中から選択すればよい .

表 1 温度基準飽和蒸気表

温度 t []	飽和圧力 P_s [bar]	比容積 [m ³ /kg]		比エンタルピー [kJ/kg]		比エントロピー [kJ/kg K]	
		v'	v''	h'	h''	s'	s''
10	0.0123	0.0010003	106.4	41.99	2519.9	0.1510	8.9020
12	0.0140	0.0010004	93.84	50.38	2523.6	0.1805	8.8536
14	0.0160	0.0010007	82.60	58.75	2527.2	0.2098	8.8060
16	0.0182	0.0010010	73.38	67.13	2530.9	0.2388	8.7593
18	0.0206	0.0010013	65.09	75.50	2534.5	0.2677	8.7135
20	0.0234	0.0010017	57.84	83.86	2538.2	0.2963	8.6684
22	0.0264	0.0010022	51.49	92.23	2541.8	0.3247	8.6241
24	0.0298	0.0010026	45.93	100.59	2545.5	0.3530	8.5806
26	0.0336	0.0010032	41.03	108.95	2549.1	0.3810	8.5379
28	0.0378	0.0010037	36.73	117.31	2552.7	0.4088	8.4959
30	0.0424	0.0010043	32.93	125.66	2556.4	0.4365	8.4546

ただし , 表中の ' は飽和液 , " は乾き飽和蒸気のそれぞれの状態を表す . 1bar は 0.1MPa である .