

1. 気体分子の速度分布に関するマックスウェル分布則について、次の説明のうち正しいものに○を、誤っているものに×をつけよ (20)。

(○) この分布則によると、分子の速度の x 方向成分 u は平均値が 0 の正規分布となる。

(○) 気体の温度が同じであれば、体積が変わっても、速度分布は変化しない。

(○×) x 方向速度の運動エネルギー $\frac{1}{2}mu^2$ がある一定幅の範囲内の値となる分子の数は、運動エネルギーが増えると指数関数的に減少する。(←いずれも正解とす)

(×) 気体の温度が高くなると、 x 方向速度 u の分布の平均値が大きくなる。

(○) 気体の温度が高くなると、 x 方向速度 u のばらつき (分散) が大きくなる。

(×) 気体分子の速度の大きさには、温度によって決まるある上限値がある。

(×) 同じ温度の気体であれば、分子量の大きい気体分子の方が平均速度 (速度の 2 乗平均値の平方根 root mean square) は大きくなる。

(○) 同じ温度の気体であれば、分子量の小さい気体分子の方が平均速度は大きくなる。

(×) 気体の絶対温度が 2 倍となると、分子の平均速度は 2 倍となる。

(×) この分布則では、気体分子の並進運動エネルギーの平均値は $3kT$ となる。

2. ある加熱管の入口から圧力 0.4 MPa の飽和水を 1.2 kg/s の流量で流して、出口から同じ圧力でかわき度 90 % の湿り蒸気として取り出したい。必要な加熱量はいくらか(20)。

(解答)

入口 : 0.4MPa 飽和水(飽和蒸気表)ゆえ、 $h_1=604.670$ kJ/kg

出口 : 0.4MPa かわき度 90% の湿り蒸気ゆえ、

飽和水 $h'=604.670$ kJ/kg、蒸発潜熱 $r=2133.0$ kJ/kg より

$$h_2=604.670+0.9 \times 2133.0=2524.37 \text{ kJ/kg}$$

したがって、

$$Q=m(h_2-h_1)=1.2 \text{ kg/s} \times (2524.37-604.670) \text{ kJ/kg}=2303.6 \text{ kJ/s}$$

Ans. 2300 kW

(裏面につづく)

3. 下記の理論サイクルを行う熱機関の熱効率を求めよ(20)。

(1) 圧縮比 20.0、縮切比 1.6 のディーゼル・サイクル

(解答)

$$\eta = 1 - \frac{\sigma^{\kappa} - 1}{\epsilon^{\kappa-1} \kappa (\sigma - 1)} = 1 - \frac{1.6^{1.4} - 1}{20^{0.4} \times 1.4 \times (1.6 - 1)} = 0.6656$$

Ans. 66.6%

(2) 圧力比 15.0 のブレイトンサイクル

(解答)

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{(\kappa-1)/\kappa}} = 1 - \frac{1}{15^{0.4/1.4}} = 0.5387$$

Ans. 53.9%

(次用紙につづく)

4. フロン R-134a を用いて蒸発温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、凝縮温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ で冷凍能力 3.52 kJ/s の冷凍機を設計したい。以下の値を求めよ (20)。

(1) 成績係数

(2) 所要動力 (kW または PS)

(解答)

R-134a の P-h 線図より、

$$h_1 = 375.0\text{ kJ/kg} \text{、} (s_1 = 1.77\text{ kJ/(kg K)}) \text{、} h_2 = 438.1\text{ kJ/kg} \text{、}$$

$$h_3 = h_4 = 257.1\text{ kJ/kg}$$

(1)

$$\epsilon_R = \frac{h_1 - h_3}{h_2 - h_1} = \frac{375.0 - 257.1}{438.1 - 375.0} = \frac{117.9}{63.1} = 1.868$$

Ans. 1.87

(2)

冷媒循環量は

$$m = \frac{Q}{h_1 - h_4} = \frac{3.52}{375.0 - 257.1} = 0.02986\text{ kg/s}$$

Ans. 0.0693 kg/s

所要動力は

$$W = m(h_2 - h_1) = 0.02986 \times (438.1 - 375.0) = 1.884\text{ kJ/s}$$

Ans. 1.88 kW

(裏面につづく)

5. 2015 年の COP21 で採択されたパリ協定の内容とその後の国際的な動きについて、500 字程度で説明せよ。

(解答略)

(以下なし)