

令和6年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[熱力学]

- 1 理想気体に関する以下の文章について、①から⑭の空欄にあてはまる文字式、語句、数値を答えよ。ただし、④、⑦、⑧、⑭については、数値で答えること。

【42点】

気体分子運動論では、分子1個の平均運動エネルギーは、 k 、 T 、 n をそれぞれボルツマン定数、絶対温度、分子の運動の自由度として（①）で与えられる。一方、一般気体定数 R_0 は、アボガドロ数 N_A と k を用いて（②）と表される。よって、1モルの気体の内部エネルギー U は R_0 、 T 、 n を用いて（③）と記述できる。

さて、単原子分子気体では、分子の運動の自由度は（④）であるのに対し、窒素や酸素のような2原子分子気体では、（⑤）運動に加えて（⑥）運動も考慮する必要がある。ただし2原子分子気体の場合、（⑥）運動の自由度は（⑦）となり、分子全体の運動の自由度は（⑧）となる。

また、分子1モルの気体の定積比熱と定圧比熱をそれぞれ C_v 、 C_p とすると、 C_v は U と T を用いて（⑨）で与えられ、 $U =$ （⑩）を代入することで（⑪）と記述できる。一方、 C_p はエンタルピー H と T を用いて（⑫）で与えられ、エンタルピーが内部エネルギーと仕事の和であることに留意すれば、 R_0 と n を用いて（⑬）と記述できる。なお、定積比熱と定圧比熱の比を比熱比といい、理想気体の比熱比は n を用いて（⑭）で与えられることから、その値は2原子分子気体の場合（⑮）となる。

- 2 以下の設問に答えよ。ただし、答えにはSI単位を記すこと。

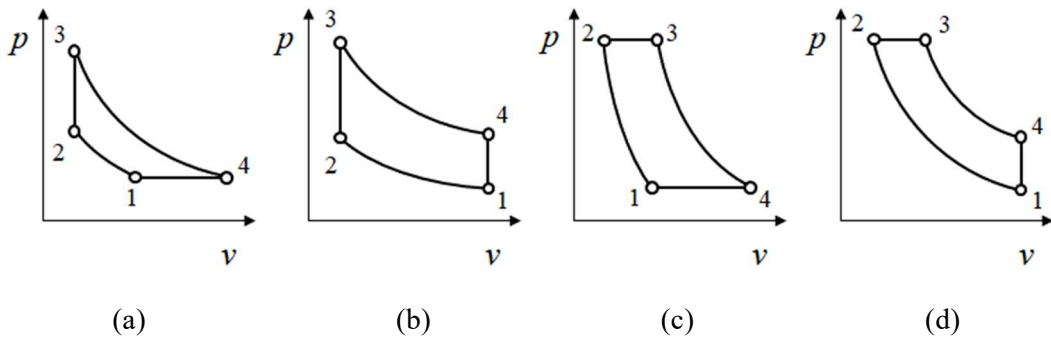
【30点】

- (1) 成績係数 5.0 のエアコンを用いて室内の温度を一定に保つことを考える。外気温が 37°C で、室内への熱の流入量が 4.0 kW であるとき、室内の温度を 25°C に保つために必要なエアコンの動力を求めよ。
- (2) 摩擦のないピストンとシリンダで構成された系が、初期状態において 100°C の飽和液で満たされている。系を等温、等圧に保ったまま外部より 40 kJ の熱を投入したところ、飽和液の一部が蒸発して湿り蒸気の状態と相平衡となった。この過程における系内のエントロピー変化を求めよ。
- (3) ある温度において、対象とする物質の飽和液と乾き飽和蒸気の比エンタルピーはそれぞれ 400 kJ/kg 、 $2,700\text{ kJ/kg}$ であった。この物質の湿り蒸気について、乾き度が0.70の場合における比エンタルピーを求めよ。

3 ディーゼルサイクルに関して、以下の設問に答えよ。ただし、 p 、 v 、 T 、 s は、それぞれ圧力、比体積、温度、比エントロピーを意味し、図中の番号は状態を示す。

【28点】

(1) ディーゼルサイクルの p - v 線図として、もっとも適切なものを以下の図の(a)から(d)の記号で選べ。



(2) (1) で選んだ p - v 線図について、状態 $1 \rightarrow 2$ 、状態 $2 \rightarrow 3$ 、状態 $3 \rightarrow 4$ 、状態 $4 \rightarrow 1$ の変化として、それぞれもっとも適切な過程を以下の選択肢群から選べ。

(選択肢群)：

等温膨張、等温圧縮、等圧加熱、等圧冷却、等積加熱、等積冷却、断熱膨張、断熱圧縮

(3) オットーサイクルの p - v 線図は、ディーゼルサイクルのそれと一部が異なる。両サイクルの間で異なっている過程を、(1) で選んだ p - v 線図に示される、状態 $1 \rightarrow 2$ 、状態 $2 \rightarrow 3$ 、状態 $3 \rightarrow 4$ 、状態 $4 \rightarrow 1$ の中から一つ選べ。

(4) ディーゼルサイクルの T - s 線図を図示せよ。ただし、図中には(1)で選んだ p - v 線図に対応する状態の番号を記すこと。