

## 令和2年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[熱力学]

- 1 温度  $T_1$  の高温熱源および温度  $T_2$  の低温熱源と熱交換のみを行う、単位質量の理想気体を用いた熱サイクル（状態  $A \Rightarrow$  状態  $B \Rightarrow$  状態  $C \Rightarrow$  状態  $D \Rightarrow$  状態  $A$ ）について、以下の問いに答えよ。なお、定積比熱、圧力、気体定数をそれぞれ  $c_v$ 、 $p$ 、 $R$  とする。

【55点】

- (1) まず、気体を高温熱源に接触させて、状態  $A$ （比体積  $v_A$ 、温度  $T_1$ ）から状態  $B$ （比体積  $v_B$ ）まで等温膨張させる。この際、気体が外にする仕事を、 $R$ 、 $T_1$ 、 $v_A$ 、 $v_B$  を用いて記述せよ。また、気体が熱源から受けた熱量  $Q_1$  を求めよ。
- (2) 次に、気体を高温熱源から離して、状態  $B$  から状態  $C$ （比体積  $v_C$ 、温度  $T_2$ ）に断熱膨張させる。その過程での温度と比体積の関係を導出せよ。
- (3) 次に、気体を温度  $T_2$  の低温熱源に接触させて、状態  $C$  から状態  $D$ （比体積  $v_D$ ）に等温圧縮させる。その際に気体が熱源に与えた熱量  $Q_2$  を求めよ。
- (4) 最後に、気体を熱源から切り離して断熱圧縮させ、状態  $D$  から最初の状態  $A$  に戻す。以上のサイクルにおける一連の状態変化により、気体が外にした仕事を、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $Q_1$  を用いて記述せよ。
- (5) この熱機関の効率を求めよ。

2 以下の文章の空欄に適切な語句や式を下の選択肢群より選んで入れよ。ただし、気体定数を  $R$  とする。

【45点】

- (1) 理想気体とは、気体を構成する分子の（ア）や分子同士の（イ）を無視したモデルである。理想気体では、（ウ）が密度に比例する一方で、（エ）は密度に依存しない。そのため、比熱は温度の関数として求まり、単原子分子からなる理想気体の定積比熱は（オ）、定圧比熱は（カ）となる。一般に、理想気体は、温度が（キ）く、圧力が（ク）い気体の近似として妥当である。
- (2) 熱力学では、（ケ）過程によって状態が平衡を保ちながら変化することを想定する。そこでは、系が周囲にいかなる変化も残さずに元の状態に戻ることができる（コ）過程が成立することになる。一方、熱伝導や摩擦などによりエネルギーが（サ）する場合は（シ）過程となる。等温の（コ）過程においては、エントロピーの変化量は系に加えられた（ス）を（セ）で割った値となる。一方、（シ）過程においてエントロピーの変化量を求めるのは難しいが、微視的な視点から考えると、エントロピーは（ソ）に相当する。

—（選択肢群）—

質量、電荷、体積、温度、圧力、比内部エネルギー、化学ポテンシャル、衝突、相互作用、引力、仕事、熱量、 $\frac{1}{2}R$ 、 $\frac{3}{2}R$ 、 $\frac{5}{2}R$ 、低、高、擬平衡、準静的、微小、可逆、不可逆、減少、増大、発散、散逸、拡散、分子の数、分布の広がり、状態の数