

## 平成 28 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[熱力学]

1. 以下の文中の (ア) から (コ) に当てはまる適切な語句や式を選択肢群から選んで解答せよ。ただし、同じ語句や式を 2 回用いてもよい。

【40 点】

- (1) 一般気体定数を (ア) で除したものが気体定数であり、アボガドロ数で除したものが (イ) である。
- (2) 状態量には絶対温度  $T$  などの (ウ) 性状態量と内部エネルギー  $U$  などの (エ) 性状態量の 2 つがあり、エントロピー  $S$  はこのうち (オ) 性状態量に該当する。
- (3) 気体の状態変化を考える。気体と周囲との間に熱交換がなく、また摩擦などによる内部熱発生のない状態変化を可逆断熱過程とよび、(カ) 過程ともよばれ、理想気体の場合には圧力  $p$ 、比体積  $v$ 、比熱比  $\kappa$  には (キ) = 一定、の関係があることが知られている。ところが実際の気体の状態変化は必ずしも (キ) = 一定の関係には従わず、一般には比熱比  $\kappa$  を定数  $n$  で置き換えた関係式に従うとして考えることがあり、このような過程を (ク) 過程とよぶ。ここで  $n = 0$  の時が (ケ) 過程、 $n \rightarrow \infty$  の時が (コ) 過程である。

(選択肢群) : 質量、原子番号、分子量、モル数、ボルツマン定数、体積、定圧比熱、定積比熱、比熱比、熱伝導率、示容、示強、示量、示存、等エントロピー、等エネルギー、等圧、等温、等積、ポリトロープ、 $pv^\kappa$ 、 $pv^{(\kappa-1)/\kappa}$ 、 $p/v^{(\kappa-1)/\kappa}$ 、 $p/v^\kappa$

2. 大気温度は地表面からの鉛直方向の高さとともに低下することが知られているが、この現象を地表面から上昇する空気塊の断熱膨張に起因するものと考えて以下の解析を行う。一般気体定数を  $R_0$  とし、簡単のため、空気を分子量  $M$ 、比熱比  $\kappa$  の理想気体とみなす。以下の  から  には適切な式又は数値を、 には選択肢群から選んだ適切な語句をそれぞれ解答せよ。

【30 点】

地表面から鉛直方向高さ  $x$ 、 $x + dx$  の水平面がそれぞれ下面、上面となる厚さ  $dx$ 、断面積  $A$  の薄い空気層を考え、この空気層の下面、上面における圧力をそれぞれ  $p$ 、 $p + dp$  とする。重力加速度を  $g$ 、空気の密度を  $\rho$  とする。上下面での圧力差  $dp$  が空気層に作用する

(次頁へ続く)

重力を断面積で除したものに等しいとすれば、

$$dp = \boxed{\text{ア}} dx \quad (\text{式 1})$$

となる。ここで理想気体の密度  $\rho$  は  $p$ 、 $R_0$ 、 $M$ 、絶対温度  $T$  を用いて状態方程式より

$$\rho = \boxed{\text{イ}} \quad (\text{式 2})$$

と書けることから、 $dp$  は以下のように書き換えられる。

$$dp = \boxed{\text{ウ}} dx \quad (\text{式 3})$$

理想気体の断熱変化で成立する  $T$ 、 $p$ 、 $\kappa$  の関係式

$$\boxed{\text{エ}} = \text{一定} \quad (\text{式 4})$$

の全微分で得られる関係式  $dT/dp = (\kappa - 1)T / (\kappa p)$  を用いると以下の関係が得られる。

$$dT/dx = \boxed{\text{オ}} \quad (\text{式 5})$$

ここで、 $R_0 = 8.3 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ 、 $\kappa = 1.4$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $M = 0.029 \text{ kg/mol}$  とし、有効数字 2 桁で

$dT/dx$  の値を求めると

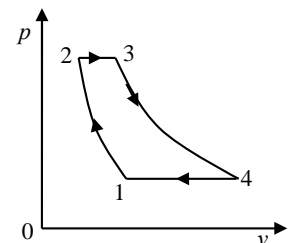
$$dT/dx = \boxed{\text{カ}} \text{ K/m}$$

となる。この  $dT/dx$  の絶対値は一般に知られる値より  $\boxed{\text{キ}}$  値となるが、その要因としては大気中の水蒸気の潜熱の影響などが挙げられる。

(選択肢群) : 大きな、小さな

3. 右図に示す熱機関の理論  $p$ - $v$  線図について下記の設問に答えよ。

ただし、図中の 1~4 はそれぞれの状態を表す番号であり、矢印は状態変化の方向を表す。以下の  $\boxed{\text{ア}}$  から  $\boxed{\text{キ}}$  に当てはまる適切な語句を選択肢群から選んで解答せよ。



【30点】

- (1) 図が表す  $p$ - $v$  線図として最も適切なのは  $\boxed{\text{ア}}$  サイクルである。
- (2) 図中 1~4 のそれぞれの状態間の過程は、1→2:  $\boxed{\text{イ}}$ 、2→3:  $\boxed{\text{ウ}}$ 、3→4:  $\boxed{\text{エ}}$ 、4→1:  $\boxed{\text{オ}}$  である。
- (3) 図中の状態番号を用いると、この熱機関に正の熱量が入る過程は  $\boxed{\text{カ}}$ 、正の熱量が出る過程は  $\boxed{\text{キ}}$  である。

(選択肢群) : カルノー、オットー、ディーゼル、ブレイトン、断熱圧縮、断熱膨張、等圧加熱、等圧冷却、等温膨張、等温圧縮、等積加熱、等積冷却、1→2、2→3、3→4、4→1