

平成 26 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 (シ) にあてはまる適切な語句や式を選択肢群から選択せよ。ただし、気体定数を R とする。

【40点】

- (1) 基底状態の原子の温度である (ア) を原点として、水の (イ) を 273.16 K とした温度を熱力学的温度という。
- (2) 熱力学では、平衡状態にある系を対象にしているにもかかわらず、系の状態の変化を取り扱う。この矛盾を解消するために、熱力学では (ウ) 過程によって状態が変化することを想定する。(ウ) 過程では、系の微小変化に対して、系全体が状態量の (エ) に保ちながら新たな熱力学平衡状態に達する。
- (3) 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過程を (オ) という。これに対して、熱伝導や摩擦などに代表される過程を (カ) という。例えば、ある孤立系の左半分 A と右半分 B の初期温度がそれぞれ T_A と T_B ($>T_A$) であり、その後、熱伝導によって微小熱量 Q の交換が行われたとする。その際の系全体のエントロピー変化は Q 、 T_A 、 T_B を用いて (キ) と表すことができ、これよりエントロピーは (ク) することがわかる。
- (4) 温度 T の理想気体の比熱を考える。単原子分子の比内部エネルギーは (ケ) である。したがって、定積比熱は (コ) となる。また、エンタルピーは (サ) であるため、定圧比熱は (シ) である。

(選択肢群)

電子温度、絶対零度、零点振動、融点、三重点、臨界点、擬平衡、準静的、微小、空間分布を均一、時間変化を一定、状態密度を一定、可逆過程、不可逆過程、 $\frac{Q}{T_A} - \frac{Q}{T_B}$ 、

$\frac{Q}{T_B} - \frac{Q}{T_A}$ 、 $\frac{Q}{T_A} + \frac{Q}{T_B}$ 、減少、増大、発散、 $\frac{3}{2}R$ 、 $\frac{5}{2}R$ 、 $\frac{3}{2}RT$ 、 $\frac{5}{2}RT$

2. 単原子分子からなる理想気体の可逆過程について以下の問いに答えよ。なお、定積比熱、温度、圧力、比体積、気体定数をそれぞれ c_v 、 T 、 p 、 v 、 R とする。

【40点】

(1) 断熱過程の熱力学第一法則を c_v 、 T 、 p 、 v を用いた式で記述せよ。

(2) 設問(1)の関係式に基づいて、 c_v 、 p 、 v 、 R を用いた断熱過程を表す関係式を導出せよ。

(3) 図1の p - v 線図 A、B は等温過程、断熱過程のいずれかを表している。曲線 A、B がそれぞれどの過程に対応するか説明せよ。

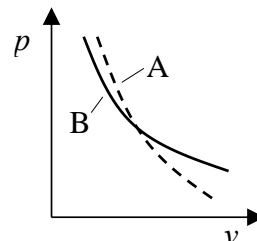


図 1

3. 図2のように、ピストン付きのシリンダー内に液体が封入されている系を考える。液体とピストンの間の空間は圧力 p の飽和蒸気で満たされている。蒸発熱を r 、温度を T 、液相と気相の比体積をそれぞれ v_1 と v_2 とすると、圧力の温度への依存性は以下のように表される。

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r}{T(v_2 - v_1)}$$

【20点】

(1) v_2 が v_1 より十分大きく、蒸気を理想気体とみなせる場合、圧力は以下のように近似できる。

$$p = C \exp(-\alpha)$$

ここで、 C は定数である。この場合の α を r 、 R 、 T を用いて表せ。なお、 R は気体定数である。

(2) 設問(1)の場合において、大気圧下の液体の沸点が T_b であるとする。また、沸点を 1°C 下げするには p を大気圧の β 倍にする必要があることがわかっている。蒸発熱 r を β 、 R 、 T_b の関数で表せ。

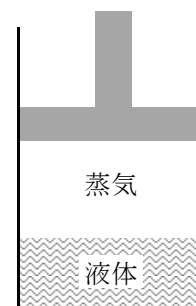


図 2