

平成 25 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[化学一般]

1. 水の加熱に関する以下の各問いに答えよ。気体定数を $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、水の分子量を 18.0 とする。

【30点】

- (1) 1.00 kg の水を、100 kPa のもとで $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ から $100 \text{ }^\circ\text{C}$ に加熱するためには、何 kJ のエネルギーが必要か。水の定圧モル熱容量は、100 kPa のもとで $75.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (2) 上記(1)の過程において、水のエントロピー変化はいくらか。単位とともに答えよ。 $\ln 373 = 5.92$ 、 $\ln 298 = 5.70$ とする。
- (3) $100 \text{ }^\circ\text{C}$ に加熱された水 1.00 kg が完全に水蒸気になるまでに、さらに 2259 kJ を要した。 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ における、水のモル蒸発エントロピーを求めよ。
- (4) 上記(3)の過程の後、100 kPa のもとで 1.00 kg の水蒸気の体積を 10% 増加させるには、さらに何 kJ の熱が必要か。水蒸気の定圧モル熱容量を $36.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

2. 炭素の酸化物に関する以下の各問いに答えよ。

【40点】

- (1) 一酸化炭素の分子構造を、3種の異なる共鳴構造式で表せ。
- (2) 一酸化炭素の C-O 結合は 1.13 \AA であり、二酸化炭素の C-O 結合 (1.16 \AA) よりもわずかに短い。この理由を簡潔に説明せよ。
- (3) C-O 結合の結合解離エネルギーは、一酸化炭素分子では 1072 kJ mol^{-1} 、二酸化炭素分子では平均 799 kJ mol^{-1} である。また、酸素分子の O-O 結合の結合解離エネルギーは 494 kJ mol^{-1} である。一酸化炭素のモル燃焼熱を求めよ。
- (4) 二酸化三炭素 (C_3O_2) の分子において、C-O 結合は 1.16 \AA 、C-C 結合は 1.28 \AA である。C-C-C の結合角は何度であると考えられるか。理由も述べよ。
- (5) 二酸化三炭素 1 mol は、空气中で燃焼して 3 mol の二酸化炭素を生じる。二酸化三炭素のモル燃焼熱を求めよ。C-C 二重結合の結合解離エネルギーを 720 kJ mol^{-1} とする。

3. 分子間力に関する下記の文について、各問いに答えよ。

実在気体の振る舞いは、(ア)のもとでは次第に理想気体の状態方程式からずれてくる。このずれを補正するため、van der Waals は、分子ごとに固有の定数 a と b を含む次式を提案した。

$$\left(P - \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

定数 a は分子間に働く引力の効果を表し、定数 b は分子の(イ)を表している。分子間に働く引力は、後に物理的起源が異なる3種類の力の和として解釈され、無極性分子間ではこれらのうち(ウ)が支配的である。(ウ)は、古典的な電磁気学では説明することができず、London らによる量子力学的な説明を必要とした。(イ)は、分子同士が互いに侵入を許さない領域の体積をいい、分子の実質的な体積の4倍程度と見積もられる。分子が有限の体積をもつのは、(エ)という力が働くためである。(エ)は電子の性質に起因する力で、その説明にもやはり量子力学を必要とする。

分子間に働く力を、分子や官能基の特性に帰する分類法もある。酸素や窒素などの(オ)が高い原子に結合した水素は正に帯電しており、負に帯電した他の原子との間には引力的な相互作用が働く。これを(カ)という。(カ)は、分子間だけでなく、同一分子内の官能基間にも働く。タンパク質中の(キ)構造や β シート構造の形成には、分子内の(カ)が寄与している。また、(ク)されやすい分子と(ケ)されやすい分子の間にも引力的な相互作用が働く。これは、前者から後者へ電子が部分的に移動することによってそれぞれ正、負に帯電し、両者の間に静電力が働くためである。このような力を(コ)という。(コ)によって生成した分子複合体では、特徴的な光吸収スペクトルが観測される。

【30点】

- (1) 空欄(ア)に入る適切な語を次のうちから選べ。
 (高温・高圧)、 (高温・低圧)、 (低温・高圧)、 (低温・低圧)
- (2) 空欄(イ)～(コ)に入る適切な語を書け。