

## 平成 27 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[化学一般]

1. プロパン (分子量  $44 \text{ g mol}^{-1}$ ) について以下の各問に答えよ。温度、圧力は特に断らない限り  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $0.10 \text{ MPa}$  とする。気体は理想気体とみなし、気体定数を  $8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とせよ。

【30点】

- (1) 液化プロパンの密度は、 $0.59 \text{ g cm}^{-3}$  ( $-42 \text{ }^\circ\text{C}$ ) である。気化すると体積は何倍になるか。
- (2) プロパンガス  $10 \text{ L}$  が完全燃焼するとき、酸素は何  $\text{L}$  消費されるか。
- (3) プロパンガスの燃焼により  $1.0 \text{ kg}$  の水を  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  から  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  に加熱するためには、プロパンガスは最低何  $\text{L}$  必要か。水の定圧比熱容量を  $4.2 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ 、プロパンガスの完全燃焼によるエンタルピー変化を  $-2200 \text{ kJ mol}^{-1}$  とする。
- (4) 実在のプロパンガスは低温・高圧下で液化するのに対し、理想気体の理論では液化を説明できない。実在気体が液化する主な理由を挙げよ。

2. 化合物 **A** の  $0.10 \text{ mol L}^{-1}$  水溶液  $100 \text{ mL}$  と、ベンゼン  $100 \text{ mL}$  とを十分に振り混ぜて静置したところ、ベンゼン相の **A** の濃度が  $0.080 \text{ mol L}^{-1}$  となった。両溶媒は完全に相分離しているとして、以下の各問に答えよ。 $\log_{10} 2 = 0.30$  とする。

【30点】

- (1) ベンゼン相－水相間における、化合物 **A** の分配比を求めよ。
- (2) この操作の後、水相とベンゼン相を分離して、新たに純ベンゼン  $100 \text{ mL}$  を水相に加えて十分に振り混ぜて静置した。水相の **A** のモル濃度を求めよ。
- (3) 水相の **A** のモル濃度を、最初の値の  $0.010\%$  以下にするには、(2) の操作をあと何回繰り返せばよいか。
- (4) 水溶液中での **A** の標準化学ポテンシャルを  $\mu_{\text{A}}^{\circ}(\text{w})$  とし、ベンゼン溶液中でのそれを  $\mu_{\text{A}}^{\circ}(\text{b})$  とする。その差  $\mu_{\text{A}}^{\circ}(\text{w}) - \mu_{\text{A}}^{\circ}(\text{b})$  を式で表せ。水及びベンゼンの、モル体積をそれぞれ  $V(\text{w})$ 、 $V(\text{b})$  とする。

3. 硫酸銅(II)の  $0.10 \text{ mol L}^{-1}$  水溶液に亜鉛板を浸したところ、亜鉛板の表面に銅が析出した。この現象に関連する以下の各問に答えよ。

【19点】

(1) 銅(II)イオンの電子配置を、例にならって書け。

(例)  $\text{Fe}^{3+} : \text{Ar}(3d)^5$

(2) 亜鉛板の表面付近で生じている反応を、化学反応式で表せ。

(3) 同様の現象は、他の金属塩水溶液と金属板との組合せでも生じる。金属の選択にどのような条件が必要か。「標準電極電位」という語を用いて簡潔に説明せよ。

4. 下記の文章中の空欄ア～キに適切な語を入れよ。

気体の定積熱容量は、単位温度変化による分子の(ア)エネルギーの変化量に相当する。定圧熱容量  $C_p$  は、定積熱容量  $C_v$  よりも大きい。この差は、気体の(イ)による外界への仕事分に由来し、 $1 \text{ mol}$  の理想気体では(ウ)に等しい。二原子分子気体の熱容量は単原子気体に比べて大きい。これは、前者では分子の2種類の(エ)運動にエネルギーが使われるためである。このように、エネルギーが運動の(オ)ごとに等しく振り分けられることをエネルギーの等分配則という。多原子分子気体では、分子の(カ)運動の(オ)も無視できない場合があり、そうした分子の熱容量は剛体近似による理論値よりも大きい。 $N$  個の原子からなる非直線型分子では、 $3N-6$  個の(カ)運動の(オ)がある。例えば水分子では、**O-H** 結合の対称伸縮、**O-H** 結合の反対称伸縮及び **H-O-H** の変角の3種類の(カ)の型がある。一般に(カ)の状態は(キ)の吸収によって励起される。

【21点】