

平成15年度東北大学工学部編入学試験問題

化学

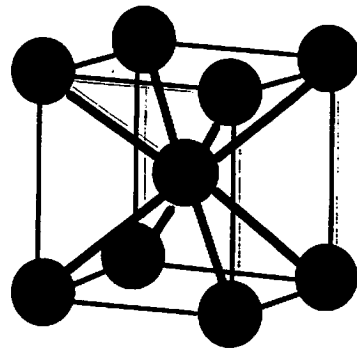
1. 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

ダイヤモンドの結晶は、炭素原子が互いに（ア）結合で強く結びつき、炭素原子の正四面体結合を三次元に繰り返した構造である。（ア）結合はたいへん強く、このためダイヤモンドは高い（イ）と（ウ）を示す。

金属の結晶中では、(a)金属原子が規則正しく配列し、各々の金属原子から放出された価電子は、全ての金属原子に共有されている。このような電子を（エ）と呼び、この存在により金属は（オ）や（カ）をよく導く。

- (1) 空欄（ア）～（カ）に適切な語句を入れよ。
(2) 下線部(a)における代表的な結晶構造を3つあげよ。

- (3) 右図は金属の代表的な結晶格子の一つである。この構造を有する金属の原子量を M 、密度を $d \text{ g/cm}^3$ 、単位格子の1辺の長さ（格子定数）を $l \text{ \AA}$ としたとき、アボガドロ数 N を M 、 d 、 l を用いて表せ。 1 \AA は 10^{-8} cm である。



- (4) 一般に圧力を加えると、原子がより密な配列をするように結晶構造が変化する。上図の構造をもつ金属結晶を高圧力下においたとき、その結晶構造は何に変わると予想されるか。結晶構造名を記せ。また、そのとき金属原子の配位数（1つの原子を取り囲む原子の数）はどのように変化するか。

2. $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ 硫酸を含む $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 硫酸鉄(II)水溶液 (溶液 Aとする) を, $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ 過マンガン酸カリウム水溶液 (溶液 Bとする) で滴定する実験を行いたい. このことに関して, 以下の問に答えよ.

- (1) 溶液 A および溶液 B, それぞれ 500 ml を, 以下に挙げる市販試薬と蒸留水から調製する方法を述べよ. 使用する容器および器具の選択は自由である.

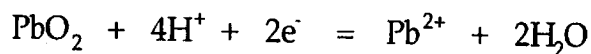
濃硫酸 (H_2SO_4 : 式量 98.08, 純度 98%)

硫酸鉄(II)七水和物 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 式量 278.01, 純度 100%)

過マンガン酸カリウム (KMnO_4 : 式量 158.03, 純度 100%)

- (2) 硫酸水溶液中における, 過マンガン酸イオンおよび鉄(II)イオンの酸化還元半反応式 (電子を含む) を下記の例にならって書き, それらに基づいて, 50 ml の溶液 A を滴定する際に, 滴定終点 (被滴定溶液がわずかに微紅色を示す) までに要する溶液 B の量 (ml) を求めよ. 答えの有効数字は 2 桁でよい.

電子を含む半反応式の例



3. 硫黄分を含む石油や石炭を燃やすと、その硫黄分のほとんどが二酸化硫黄となる。二酸化硫黄が^(a)水に良く溶ける性質を利用して燃焼排ガスの中から二酸化硫黄を除去する方法がある。

^(b)石灰石（主成分は炭酸カルシウム）粉末を水に加え、排ガスを洗浄すると水に不溶の亜硫酸カルシウムが生成して排ガス中の二酸化硫黄が除去される。つぎに、^(c)亜硫酸カルシウムを含む溶液を空気と接触させると、亜硫酸カルシウムは硫酸カルシウム・二水和物（石こう）に酸化される。これが石灰-石こう法排煙脱硫の基本的な化学反応である。

この技術について以下の問に答えよ。

- (1) 下線(a)(b)および(c)の部分の化学反応式をそれぞれ書け。
- (2) 1時間に標準状態で 224万m^3 の排ガスを出している石炭火力発電所の排ガスを処理している排煙脱硫プラントがある。その二酸化硫黄濃度が 300 ppm である時、二酸化硫黄の除去率を 90% とすると、1時間当たり副生する石こうの量は何tになるか計算せよ。原子量は下記の値を使用せよ。また、体積%で表すと 10000 ppm は 1% に相当する。

H:1.0 C:12.0 O:16.0 S:32.0 Ca:40.0

4. 次の文章を読み、以下の間に答えよ。

2,3-ジメチル-1-ブテン(分子式 C_6H_{12})を四塩化炭素に溶解し、臭素を加えたところ、(a)臭素の色がすみやかに消失し、化合物 A に変化した。また、(b)2,3-ジメチル-1-ブテンに酸性条件下、水を作用させると、分子式 $C_6H_{14}O$ で示される化合物 B が生成した。化合物 B を少量の濃硫酸と加熱すると、分子式 C_6H_{12} で示される化合物 C となった。化合物 C と 2,3-ジメチル-1-ブテンは、分子式は同じであるが異なる化合物である。

- (1) 2,3-ジメチル-1-ブテンの構造式を書け。
- (2) 下線部 (a) の現象を化学式を併用しながら説明せよ。
- (3) 下線部 (b) で起きた反応を化学式を併用しながら説明せよ。
- (4) 化合物 A, 化合物 B, 化合物 C の構造式を書け。