

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～15
生 物	16～23

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. **生物**は生命科学部(環境応用化学科・応用植物科学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(建築学科), 理工学部(電気電子工学科・経営システム工学科・創生科学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(化 学)

注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

2. 計算問題では、必要な式や計算も解答欄に記入せよ。

3. 必要であれば、平方根は下記の値を用いよ。

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \sqrt{7} = 2.65$$

4. 必要であれば、原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	N	O	Mg
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	24.3

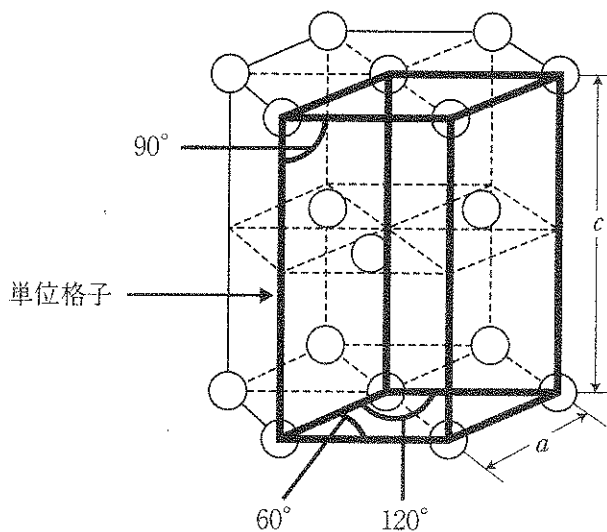
元素	S	Cl	K	Mn	Cu
原子量	32.1	35.5	39.1	54.9	63.6

5. 必要であれば、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ を用いよ。

〔 I 〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

- ① マグネシウムは原子番号 ア の金属元素であり、周期表の第 イ 族に分類される。マグネシウムイオンは生物の中で重要な役割を果たしているが、単体のマグネシウムは天然には存在しない。マグネシウムはイオン化傾向が大きいため、単体のマグネシウムを得るためには、マグネシウムの塩化物を加熱融解して液体にした状態で電気分解を行う必要がある。この方法を ウ という。
- ② マグネシウムを沸騰水中に入れると穏やかに反応が起こり、白色の沈殿物(A)^(a)が生成する。この沈殿物を約 600℃で加熱脱水することにより酸化物が得られる。この酸化物を塩酸と反応させることにより、海水中のにがりの主成分として知られる物質(B)^(c)が得られる。
- ③ 単体のマグネシウムの結晶は、次のページの図に示す六方最密構造をとることが知られている。ここで、単位格子の辺の長さは、それぞれ $a = 0.320 \text{ nm}$,

$c = 0.520 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$)である。



1. (ア), (イ)に適切な数字を記せ。
2. (ウ)に適切な語句を記せ。
3. 下線部(a)～(c)の反応について、適切な化学反応式を記せ。また、沈殿物(A)、物質(B)の名称を記せ。
4. 下線部(a)～(c)の反応において、マグネシウム 243 g から物質(B)は何 g 得られるか。有効数字 2 桁で求めよ。
5. 単位格子に含まれるマグネシウム原子の数を記せ。また、単位格子の体積[cm^3]を有効数字 2 桁で求めよ。
6. マグネシウム結晶の密度[g/cm^3]を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、簡単にするためアボガドロ数を $6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$ として計算せよ。

化学

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

銅の合金(黄銅)中に含まれる銅の含有率を求めるために、以下の操作を行った。

黄銅 0.300 g を正確に秤量し、濃硝酸を加えた後、ガスバーナーで加熱し銅を完全に溶解した。得られた溶液を純水で希釈し、正確に 100 mL とした。この溶液の Cu^{2+} 濃度を測定したところ、1.80 g/L であった。

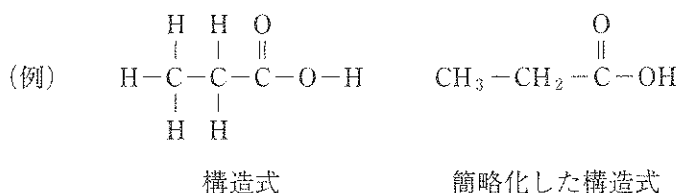
1. 下線部(a)の操作に使用する最も適切なガラス器具の名称を記せ。
2. 銅を濃硝酸に溶解させたときの化学反応式を記せ。
3. この反応で発生する気体を下方置換法で全量捕集したところ、有色の気体が得られた。十分時間が経過した後、捕集した気体の色は薄くなった。この理由を 25 文字以内で記せ。
4. 「純銅」0.300 g を完全に溶解するのに濃硝酸は何 mL 必要か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、濃硝酸のモル濃度を 6.50 mol/L とする。
5. 上で求めた量の濃硝酸を用い、黄銅を完全に溶解した。黄銅中の銅の含有率は何%か。有効数字 2 桁で求めよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

分子式が一般式 $C_nH_{2n+2}O$ で表される、分子量 80 以下の化合物(A)~(E)がある。

- ① 化合物(A)~(E)は、いずれもナトリウムと反応し水素を発生した。
- ② ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めたところ、化合物(B), (E)以外はいずれも黄色沈殿を生じた。
- ③ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加え温めたところ、化合物(A), (D)は中性の生成物を与えた。しかし、化合物(B)は反応しなかった。
- ④ 濃硫酸を加えて加熱し、分子内脱水反応を行うと、化合物(B), (E)から同じアルケンが生成した。
- ⑤ 化合物(A)の分子内脱水反応で生成した生成物 2.10 g を触媒存在下、水素と過不足なく反応させるために、標準状態で 1.12 L の水素を要した。

1. 化合物(A)~(E)の化学式を簡略化した構造式(例を参照)で記せ。



2. 化合物(A)~(E)のうち、不斉炭素原子の存在する化合物はどれか。記号で記せ。
3. 化合物(A)と(D)の混合物 3.88 g を完全燃焼させるには、標準状態で 6.72 L の酸素が必要であった。この混合物に化合物(D)は何 g 含まれるか。有効数字 2 桁で求めよ。
4. 化合物(D)の分子内脱水反応で生成すると考えられる 3 種類の化合物の化学式を簡略化した構造式で全て記せ。
5. 化合物(B)と同じ分子式で表され、ナトリウムと反応しない化合物の化学式を簡略化した構造式で全て記せ。
6. 化合物(A)の分子内脱水反応で生成した化合物を付加重合させて得られる高分子化合物の名称を答えよ。また、その化学式を簡略化した構造式で記せ。

化学

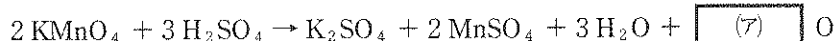
〔IV〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

河川水などの有機物による汚れの指標として、COD(化学的酸素要求量)が知られている。CODは KMnO_4 などの酸化剤を用いて、水中の有機物を酸化分解し、その酸化剤の消費量を酸素の量に換算し mg/L などの単位で表す。その数値が大きいほど、有機物による水の汚染度も大きく、通常のきれいな河川ではCODの値は一般的に 2 mg/L 以下とされている。

COD測定の原理は以下のとおりである。河川水などの試料水に硫酸酸性下で KMnO_4 を加え、水中の有機物を酸化分解する。つぎに、分解せずに残った KMnO_4 を過剰の $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (シュウ酸)を加えて分解する。さらに、その水溶液中で未反応の $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 量を KMnO_4 で滴定して求める。CODは有機物を分解するために消費した KMnO_4 の滴定量を酸素量に換算したものである。

有機物のみを含むある河川水の試料水 50.0 mL をビーカーに採取し、硫酸水溶液 50.0 mL を加えて 100 mL にした。この水溶液に 5.00 mmol/L の KMnO_4 水溶液 10.0 mL を加え、沸騰水浴中に浸し、30分間加熱した。水浴から取り出したビーカーに、 12.5 mmol/L のシュウ酸(実験ではナトリウム塩を使用)水溶液 10.0 mL を加え、よくかき混ぜ反応させた。この水溶液の温度を 60°C に保ちながら、ビュレットに採った 5.00 mmol/L の KMnO_4 水溶液をビーカー中に滴下し、ビーカー中の溶液の淡赤紫色が消えなくなる点を終点として滴定した。その結果、 1.50 mL の KMnO_4 水溶液を滴定に要した。したがって、この河川のCODは mg/L と求められた。なお、試料河川水中の塩化物イオンは無視できるものとする。また、 $1\text{ mmol} = 1 \times 10^{-3}\text{ mol}$ である。

1. KMnO_4 の酸化力は下記の反応式で示す酸素原子Oによるとみなすことができる。(ア)に適切な数字を記せ。

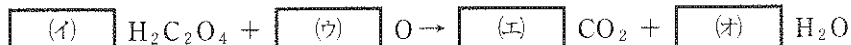


したがって、1モルの KMnO_4 は(ア)/2モルの酸素原子を生成することを意味する。

化学

2. 5.00 mmol/L の KMnO_4 水溶液 1.00 mL は、何 mg の酸素原子に相当するか。
有効数字 2 桁で求めよ。

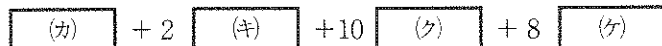
3. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ と酸素原子の反応は下記の反応式で示される。(イ)~(オ)に適切な数字を記せ。



したがって、1 モルの $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を酸化分解するために、(ウ)/(イ)モルの酸素原子が必要となる。

4. 12.5 mmol/L の $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 水溶液 1.00 mL の酸化分解に、何 mg の酸素原子が必要か。有効数字 2 桁で求めよ。

5. 硫酸酸性下、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ と KMnO_4 の反応は下記の反応式で示される。(カ)~(ケ)に適切な化学式を記せ。



6. (カ)を有効数字 2 桁で求めよ。

7. 下線部に関して、淡赤紫色が消えなくなる点を終点とした場合、ビーカー中の溶液の Mn の酸化数は $\boxed{\text{コ}}$ から $\boxed{\text{カ}}$ に変化する。(コ)、(カ)に適切な数字を記せ。