

# 化 学

解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。

必要であれば、次の値を用いよ： $\sqrt{2} = 1.414$ ,  $\sqrt{3} = 1.732$ ,  $\sqrt{5} = 2.236$ ,  $\sqrt{7} = 2.646$ ,  
 $\log_{10}2 = 0.301$ ,  $\log_{10}3 = 0.477$ ,  $\log_{10}7 = 0.845$ , また、原子量の値としては次の値を用いよ。  
H, 1.008 ; C, 12.01 ; N, 14.01 ; O, 16.00 ; S, 32.07 ; Al, 26.98 ; Cu, 63.55.

## I 次の設問に答えよ。

1. 質量数 40, 陽子の数 18 の原子の原子番号, 電子の数, 中性子の数, 価電子の数, 元素記号を記せ。
2. 鉄の結晶構造は体心立方格子である。単位格子に含まれる原子の数, 配位数はいくらか。また, 単位格子の一辺の長さに対する原子の半径の比を求めよ。
3. アルミニウムが燃焼するときの熱化学方程式を記せ。ただし, アルミニウムの燃焼熱は 811.5 kJ/mol である。
4. 設問 3 に基づいてアルミニウム 5.40 g を完全に燃焼したときに発生する熱量を計算せよ。
5. 80 °C で硫酸銅 (II) 水溶液の飽和溶液をつくった。80 °C における硫酸銅 (II) 水溶液の飽和溶液の質量パーセント濃度は 35.9 % である。この飽和溶液 90 g を 25 °C に冷却すると硫酸銅 (II) 五水和物の結晶が析出した。析出した結晶は硫酸銅 (II) 五水和物のみであるとして, この結晶の質量を求めよ。ただし, 25 °C における硫酸銅 (II) の溶解度は 22.2 g/100 g 水である。

II 次の文を読み、設問に答えよ。

硫黄は古くから知られている元素の一つであり、単体としても化合物としても天然に存在している。単体の硫黄としては、斜方硫黄，単斜硫黄，ゴム状硫黄などがある。

硫黄は多くの元素と化合して硫化物をつくる。硫化水素は腐卵臭を放つ有毒な気体であるが、実験室では、硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えて発生させることができる。火山の噴火口付近では吹き出た硫化水素が酸素と反応して硫黄を析出する。また、硫化水素が含まれる温泉を硫黄泉という。

二酸化硫黄は硫黄の燃焼によって生じるが、銅に熱濃硫酸を作用させることによっても得られる。酸化バナジウム(V)を触媒として二酸化硫黄を酸化すると三酸化硫黄が得られる。三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸で薄めれば濃硫酸が得られる。

1. 下線部(a)の関係にあるような物質を互いに何というか。
2. 下線部(b)の操作に対応する化学反応式を記せ。
3. 下線部(c)の現象に対応する化学反応式を記せ。
4. 下線部(d)の操作に対応する化学反応式を記せ。
5. 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に二酸化硫黄を通じるとどのような反応が起きるか、化学反応式で示せ。
6. 設問2から5の反応で還元される元素があれば、その元素記号とその酸化数がいくらかからいくらへ変化するかを記せ。もし、還元される元素がない場合には、元素記号の代わりに×印を記せ。
7. 硫化水素を水に溶かしたものを用意する。ここへ(i)～(iv)の各操作を行い、しばらく放置した。硫化物イオンの濃度は最初の状態と比べて変化するか。(ア)～(ウ)の選択肢のうち適切なものの記号を書け。  
(i) 塩酸を加える。  
(ii) 水酸化ナトリウムを加える。  
(iii) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。  
(iv) 加熱する。  
選択肢 (ア) 増加する (イ) 減少する (ウ) 変化しない
8. 濃硫酸から希硫酸をつくる方法を記せ。また、そのような方法をとる理由も簡潔に記せ。

9. 硫酸は水溶液中において2段階で電離する。第1段の電離は完全電離とみなせる。18℃における第2段の電離定数  $K_2$  を  $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  とする。このとき、①  $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$  および②  $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  の硫酸の第2段の電離度をそれぞれ求めよ。また、硫酸の濃度が薄まると電離度はどのように変化するといえるか。さらに、②の硫酸のpHを求めよ。導出過程も簡潔に示せ。
10. Aさんは友人と温泉旅行にでかけた。温泉にはいろいろな泉質があるが、今回宿泊した旅館の温泉は硫黄泉であった。Aさんは、購入したばかりの銀の指輪をうっかりはめたまま温泉に入ってしまった、指輪は輝きを失って黒ずんでしまった。Aさんはお気に入りの指輪が台無しになってしまい、すっかり落ち込んで帰宅した。それを見たAさんのお母さんはアルミホイルと耐熱性のガラス鍋を取り出し、指輪をアルミホイルで包んで水を張った鍋に入れて火にかけた。しばらくして、指輪を取り出すと、指輪が元に戻っていた。
- (i) 指輪の黒ずみは何か、化合物名と化学式を示せ。
- (ii) 輝いていた指輪が黒ずみ、その後、また輝きを取り戻した現象について化学反応式をまじえて化学的に説明せよ。

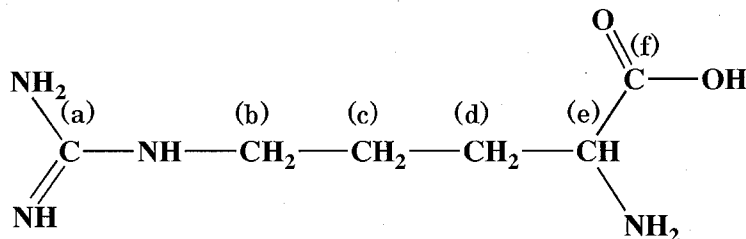
Ⅲ 次の文を読み、設問に答えよ。なお、構造式を描くときには水素原子との結合を表す価標は省略し、他の位置の原子と価標は省略せずに描け。ただし、ベンゼン環は六角形の内側に円を描くことにより表現してベンゼン環の炭素原子と水素原子はすべて省略した形とせよ。もし、光学異性体が存在する場合にはそれらを区別して描く必要はない。

ウシの脳から単離、精製されたキョートルフィンは、 $\alpha$ -アミノ酸 A の  $\alpha$ -炭素原子に結合したカルボキシル基とアルギニンの  $\alpha$ -炭素原子に結合したアミノ基が結合しているジペプチドであり、鎮痛作用を示すことが知られている。

1.  $\alpha$ -アミノ酸 A に関する下記の設問に答えよ。

- (i)  $\alpha$ -アミノ酸 A は、炭素、水素、窒素および酸素からなり、分子量は 190 以下で、その成分元素の質量百分率は、炭素が 59.6 %、水素が 6.13 %、窒素が 7.73 % である。 $\alpha$ -アミノ酸 A の分子式を記せ。
- (ii)  $\alpha$ -アミノ酸 A は芳香族アミノ酸で、ベンゼン環に直接結合している水素原子は 4 個ある。これらの水素原子のうち 1 個を塩素原子に置き換えると、2 個の構造異性体が生成する。 $\alpha$ -アミノ酸 A の構造式を描け。

2. アルギニンの構造式を以下に示す。(a)～(f) のうち、不斉炭素原子をすべて選び、記号を書け。



3. アルギニンの pH = 13 の溶液中におけるイオン状態の構造式を描け。もし、複数の状態が考えられる場合には、そのうち最も可能性が高いものを記せ。
4. キョートルフィンの構造式を中性分子の形で描け。
5. キョートルフィンに以下の呈色反応を行った。それぞれどのような色を呈するか記せ。変化がない場合には×印を記せ。
- (i) フェーリング液を加えて加熱する。
  - (ii) 水酸化ナトリウム水溶液を加え、次に硫酸銅 (Ⅱ) 水溶液を少量加える。
  - (iii) 濃硝酸を加えて加熱する。
  - (iv) ニンヒドリン水溶液を加えて加熱する。
  - (v) 水酸化ナトリウムを加えて熱し、酸で中和した後、酢酸鉛 (Ⅱ) 水溶液を加える。

6.  $\alpha$ -アミノ酸 B の分子式は  $C_4H_9NO_3$  である。考えられる構造式をすべて描け。また、1 分子の  $\alpha$ -アミノ酸 B と 1 分子のキョートルフィンとを結合させ、鎖状トリペプチドを合成した。この鎖状トリペプチドの異性体はそれぞれ何種類考えられるか。光学異性体を考慮して、それぞれの構造式の下に数字を記せ。

平成21(2009)年度 医学部 問題訂正

科目	誤	→	正
理科	<p>P14 Ⅲ. 1. (ii)</p> <p>2行目と3行目の間に以下の下線部の文を追加する。</p>	→	<p>....., 2個の構造異性体が生成する。  <u>また, <math>\alpha</math>-アミノ酸A 1mol を中和するのに水酸化ナトリウム 2mol を要した。</u>  <math>\alpha</math>-アミノ酸Aの構造式を描け。</p>