

## 平成 25 年度 入学 試験 問題 (前期)

### 理 科

#### 注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。  
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理, 化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

# 化学 (前期)

(その1)

原子量は次の値を用いよ。C: 12.0, H: 1.00, O: 16.0, N: 14.0, S: 32.0, Fe: 56.0

I 次の実験について、以下の問に答えよ。なお、気体は理想気体として扱うこと。

【実験1】 鉄粉と硫黄粉末を3:2の重量比でよく混合し、試験管に移して静かに加熱した。試験管内容物が赤熱状態になったら加熱をやめ、冷却後、生成した黒色の塊Aを取り出した。Aの一部をフラスコに取り、これに希硫酸を加えると気体Bが発生した。

【実験2】 Aの残りを細かく砕いた後に空気中で加熱すると、刺激臭のある気体Cが発生した。Cを純水に吸収させて得た溶液DのpHは3.0であった。この溶液Dに30%過酸化水素水を加え、よくかき混ぜた後、溶液のpHを測定したところ1.0となった。

【実験3】 銅片を濃硫酸と加熱して反応させたところ、気体Cを発生しながら銅片は融解し、反応後に水を加えると着色した溶液Eを生じた。また、気体Cを炭酸ナトリウム水溶液に通じて十分に吸収させ、溶液を得た。この溶液にさらに炭酸ナトリウム水溶液を加え、溶液を濃縮し、放置したところ、無色粉末状の結晶Fが得られた。この結晶を水に溶解し、硫黄の粉末を加えて加熱して反応させ、放置したところ、無色透明な粒状の結晶Gが析出した。Gを水に溶解し、濃塩酸を加えると、気体Cが発生し、溶液は白濁した。

問1 物質A, B, C, Fの化学式を記せ。

問2 【実験1】において、4.40gのAを用いると標準状態で何LのBが発生するか、有効数字3桁で答えよ。

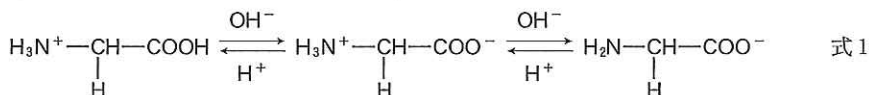
問3 【実験2】においてpHが変化した理由を、過酸化水素とCという言葉を用いて30字以内で答えよ。

問4 溶液Dに気体Bを通じたときに観察される反応の化学反応式を記せ。

問5 【実験3】において、溶液Eはどのような色を呈するか、後の選択肢より選び答えよ。また、その色の原因となっているイオンに配位している分子あるいはイオンの化学式を記せ。色: 赤褐色, 淡桃色, 橙色, 黄色, 淡緑色, 青色

問6 下線部の化学反応式を記せ。

II  $\alpha$ -アミノ酸は一般式  $\begin{matrix} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{R} \end{matrix}$  で示される。そのアミノ酸の1つであるグリシンは、水溶液中で下式で示される3種類のイオンの電離平衡状態にあり、その組成は溶液のpHによって変化する。



グリシンの水溶液はpH 6.0のときに平衡混合物の電荷の合計、すなわち分子全体としての電荷が0となる。式1の電離に加え、置換基Rが酸性や塩基性を示す官能基をもつアミノ酸ではRが溶液のpHに応じたイオンの状態をとり、それがアミノ酸の分子全体としての電荷を決める。

表に示すアミノ酸分子のうちの異なる2つがアミド結合した化合物Xがある。Xに関する以下の文章を読み問に答えよ。

- ① Xを構成する2つのアミノ酸には、共に光学異性体が存在した。
- ② Xの水溶液に濃硝酸を加えて加熱し、さらにアンモニア水を加えて塩基性にしても色の変化がなかった。
- ③ Xの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えても沈殿を生じなかった。
- ④ Xの水溶液を強塩基性にしたとき、Xの分子全体としての電荷は-1であった。

アミノ酸の名称	Rの示性式	下線部(1)のpH
グリシン	-H	6.0
アラニン	-CH <sub>3</sub>	6.0
システイン	-CH <sub>2</sub> SH	5.1
リシン	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> NH <sub>2</sub>	9.7
グルタミン酸	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	3.2
チロシン	-CH <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	5.7

問1 下線部(1)のpHを何というか。

問2 ②の結果からXにどのアミノ酸が含まれていない事がわかったか、そのアミノ酸と呈色反応の名称を答えよ。

問3 ③の結果からXにどのアミノ酸が含まれていない事がわかったか、そのアミノ酸の名称を答えよ。また、含まれていたとき生じる沈殿の化学式を記せ。

問4 Xを完全に加水分解した溶液を強酸性にしたとき、得られた2つのアミノ酸の分子全体としての電荷はそれぞれいくつか、整数で答えよ。解答の順番は問わない。

問5 Xに無水酢酸を完全に反応させた。その後、水溶液を強酸性にしたときの分子全体としての電荷はいくつか、整数で答えよ。また、その理由を説明せよ。

問6 Xの考えられる構造式を全て記せ。ただし、問題文に示した一般式にならない、光学異性体を区別せずイオンでない形で示せ。

Ⅲ リンゴ酸を少量の濃硫酸とともに加熱すると、分子内脱水反応がおき、分子式  $C_4H_4O_4$  で表される化合物 A, B, C が得られた。化合物 A, B は互いに幾何異性体の関係にあるが、その性質にはいくつかの違いがみられる。たとえば化合物 A の燃焼熱は化合物 B よりも ①。これは化合物 B のほうが化合物 A よりも生成熱が大きいためである。また水に対する溶解度は化合物 A のほうが大きい。これは化合物 A の極性が化合物 B よりも ② ためである。化合物 A, B, C をおだやかに加熱したところ、化合物 A は脱水し化合物 D となったが、化合物 B, C は変化しなかった。化合物 A, B は水素を付加させると同一の化合物 E になった。化合物 D は反応性が高く、おだやかな条件下でアニリンと反応し、化合物 F が得られた。

問 1 リンゴ酸の構造式を書け。また不斉炭素原子があれば\*印を付けよ。

問 2 化合物 C と F の構造式を書け。また不斉炭素原子があれば\*印を付けよ。

問 3 化合物 A, B, C のなかで臭素水を脱色させる作用のあるものはどれか。

問 4 ①, ② に当てはまる言葉としてふさわしい組み合わせを下から選び記号で答えよ。

(a) ①大きい, ②大きい      (b) ①大きい, ②小さい      (c) ①小さい, ②大きい      (d) ①小さい, ②小さい

問 5 化合物 D とアニリンをそれぞれ 1.00 g ずつ取り反応させたところ、化合物 F が 1.00 g 得られた。この反応の収率は何か。答えは小数第 1 位を四捨五入して表せ。

Ⅳ 問題 A と B のうち、一方を選択して解答せよ。両方の問題に解答した場合は採点の対象外とする。

**問題 A** 次の文章を読み、以下の問に有効数字 3 桁で答えよ。

【実験】 スルホ基を官能基とするイオン交換樹脂 10.0 g を、液体を通じることができる筒状の容器(カラム)に充填し、  
 2.00 mol/L の塩酸を十分通じた後、カラムからの流出液が中性になるまで純水で洗浄した。次に 2.00 mol/L の NaCl  
 (1) 水溶液を通じたところ、流出液は最初は中性であったが、やがて酸性となり、再び中性にもどった。(2) NaCl 水溶液を  
 通じた以後の流出液をすべて集めて中和滴定の試料とした。この試料を中和するのに 0.400 mol/L の NaOH 水溶液が  
 25.0 mL 必要であった。(3)

問 1 このイオン交換樹脂 10.0 g には、何個のスルホ基が存在するか。ただし、アボガドロ定数を  $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$  とする。

問 2 下線部(1)の 2.00 mol/L の塩酸の濃度を 4.00 mol/L にして【実験】と同じ操作を行うと、下線部(3)の中和に必要な NaOH 水溶液は何 mL になると予想されるか。

問 3 イオン交換樹脂を 20.0 g に増やして【実験】と同じ操作を行うと、下線部(3)の中和に必要な NaOH 水溶液は何 mL になると予想されるか。

問 4 下線部(2)の 2.00 mol/L の NaCl 水溶液の代わりに、濃度が未知の NaCl 水溶液 0.500 mL を通じた後、流出液が中性になるまで水洗した。NaCl 水溶液を通じた以後の流出液をすべて集めて試料とした。この試料には  $\text{Na}^+$  が含まれておらず、また、この試料を中和するのに 0.200 mol/L の NaOH 水溶液 7.50 mL を要した。この NaCl 水溶液の濃度は何 mol/L であったか。

問 5 下線部(2)の 2.00 mol/L の NaCl 水溶液の代わりに、2.00 mol/L の NaOH 水溶液を通じた。これを十分に水洗し、流出液を集めて試料とした。これを 0.500 mol/L の塩酸で中和したところ、40.0 mL 必要であった。通じた NaOH 水溶液の量は何 mL であったか。

**問題 B** 次の文章を読んで、以下の問に答えよ。

病気の原因に直接作用するのではなく、病気の症状を緩和する医薬品を ① という。(1) その代表例としてアセチルサリチル酸がある。これは、サリチル酸と無水酢酸から合成され、解熱鎮痛・抗炎症剤として使用される。またサリチル酸をメタ  
 ノールとエステル化させた ② は、揮発性の液体で、消炎鎮痛剤(外用塗布剤)として使われている。(2) これらとは対照的に、病原菌に直接作用してその働きを阻害し、病気をその原因から治療する医薬品もある。その代表例がペニシリンであり、これは特定の微生物によって作られる化学物質で、他の微生物の発育や代謝を阻害する。このペニシリンのような物質を総称して ③ という。(3) また、人工的に合成された化合物にも、抗菌作用を示すものがあり、スルファニルアミドがその例である。現在では、その誘導体が医薬品として用いられており、サルファ剤と呼ばれている。

問 1 文中の ① ~ ③ に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(1)のアセチルサリチル酸の合成反応を構造式を用いて示せ。

問 3 下線部(1)の反応が 100% の反応効率で進むとすると、23.0 g のサリチル酸からアセチルサリチル酸を何 g 得ることができるか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 4 下線部(2)の反応を構造式を用いて示せ。

問 5 下線部(3)の化合物の構造式を書け。