

問題・解答  
用紙番号

15

の解答用紙に解答しなさい。

## 化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科), 薬学部,  
農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

1. 数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に  $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$  とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$   
計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して 0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例2. 問題に  $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$  とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$   
答えが  $C_2H_7NO_2$  ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように、0 や 1 もマークし、空欄を残さないこと。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5,

Ca = 40.0, Fe = 56.0, Cu = 63.5, Zn = 65.0, Br = 80.0, Ag = 108

気体定数  $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

**I** 次の問1～5に答えよ。(21点)

問1 分子やイオンの形が異なる組合せを a～e から選んでマークせよ。

- a.  $\text{N}_2$  と  $\text{CO}_2$                       b.  $\text{H}_2$  と  $\text{Cl}_2$                       c.  $\text{NH}_4^+$  と  $\text{CH}_4$   
d.  $\text{H}_3\text{O}^+$  と  $\text{NH}_3$                       e.  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{HCl}$

問2 25℃において、水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0.185 g を水に溶かして全量を正確に 1000 mL とした。この水溶液 4.00 mL を正確に量りとり、水を加えて全量を正確に 200 mL とした。この水溶液の pH は   .  である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、25℃における水のイオン積  $K_w$  は  $1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$  とし、水酸化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

問3 一般式  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  で表されるアルケン A 1.4 g に臭素を完全に反応させたところ、5.4 g の化合物が得られた。A の炭素数は  個である。 に該当する数字をマークせよ。

問4 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたとき、青紫～赤紫色を呈するものを a～e から 2つ 選んでマークせよ。

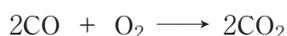
- a. アニリン水溶液    b. アセチルサリチル酸水溶液  
c. サリチル酸水溶液    d. サリチル酸メチル水溶液  
e. ベンジルアルコール水溶液

問5 グリシン ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ , 分子量 75) のみからなるポリペプチド 5.85 g に含まれる窒素原子をすべてアンモニアに変化させたところ、0.100 mol のアンモニアが得られた。このポリペプチドを構成するグリシンの平均の個数を   個と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

Ⅱ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(28点)

一定温度、一定圧力において、体積  $V_A$  の理想気体 **A** と体積  $V_B$  の理想気体 **B** を混合するとき、混合気体の体積は  $\square{\text{ア}}$  と表される。一方、一定温度、一定体積において、圧力  $p_A$  の理想気体 **A** と圧力  $p_B$  の理想気体 **B** を混合するとき、混合気体の全圧は  $\square{\text{イ}}$  と表される。また、理想気体 **A** の物質量を  $n_A$ 、理想気体 **B** の物質量を  $n_B$  とすると、理想気体 **A** の分圧は混合気体の全圧を  $p$  として  $\square{\text{ウ}}$  と表すことができる。

いま、 $\textcircled{1}$   $0^\circ\text{C}$ 、 $1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$  で一酸化炭素  $8.0 \text{ L}$  と酸素  $2.0 \text{ L}$  を混合し、ピストンつき密閉容器に封入した。同じ温度で圧力を  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  としたところ、混合気体の体積は  $\square{\text{X}}$   $\text{L}$  となった。また、混合気体を  $100^\circ\text{C}$  まで加熱し、体積を  $5.0 \text{ L}$  としたところ、混合気体の全圧は  $\square{\text{Y}}$   $\text{Pa}$  となった。 $\textcircled{2}$  この混合気体に点火すると、以下の化学反応が完全に進行した。なお、気体はいずれも理想気体としてふるまうものとする。



問1  $\square{\text{ア}}$  に該当するものを a～e から選んでマークせよ。

a.  $V_A$                       b.  $V_B$                       c.  $V_A + V_B$                       d.  $\frac{V_A}{V_A + V_B}$                       e.  $\frac{V_B}{V_A + V_B}$

問2  $\square{\text{イ}}$  に該当するものを a～e から選んでマークせよ。

a.  $p_A$                       b.  $p_B$                       c.  $p_A + p_B$                       d.  $\frac{p_A}{p_A + p_B}$                       e.  $\frac{p_B}{p_A + p_B}$

問3  $\square{\text{ウ}}$  に該当するものを a～e から選んでマークせよ。

a.  $n_A \times p$                       b.  $n_B \times p$                       c.  $(n_A + n_B) \times p$   
d.  $\frac{n_A}{n_A + n_B} \times p$                       e.  $\frac{n_B}{n_A + n_B} \times p$

問4 下線部 $\textcircled{1}$ において、一酸化炭素と酸素の混合気体の平均分子量を  $\square{\text{a}}$   $\square{\text{b}}$  と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5  $\square{\text{X}}$   $\text{L}$  を  $\square{\text{a}}$  .  $\square{\text{b}}$   $\times 10^{\square{\text{c}}}$   $\text{L}$  と表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6  $\boxed{Y}$  Pa を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$  Pa と表すとき、 $a \sim c$  に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問7 下線部②において、化学反応後の混合気体の  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5$  Pa における体積を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$  L と表すとき、 $a \sim c$  に該当する数字をそれぞれマークせよ。

Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

酸と塩基の中和反応において、酸の陰イオンと塩基の陽イオンから生じる化合物を塩という。塩は酸性塩、塩基性塩、正塩に分類される。ただし、これらの名称は塩の組成からつけられたものであり、その水溶液の酸性・塩基性とは必ずしも一致しない。また、正塩の水溶液であっても、中性とは限らず、酸性や塩基性を示すことがある。例えば、塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  の水溶液は、電離して生じた [ア] の一部が水分子と反応して [イ] が生じるため、[ウ] を示す。このように、水溶液中で弱酸の塩や弱塩基の塩から生じたイオンが水分子と反応し、他の分子やイオンを生じる反応を塩の加水分解という。

弱酸の塩に、より強い酸を反応させると弱酸が遊離する。例えば、炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  は、強酸と反応して二酸化炭素を遊離する。発泡入浴剤は、フマル酸などの固体酸と炭酸水素ナトリウムとを混ぜて固めたものであり、温水に溶かすと互いに反応して二酸化炭素が発生し、発泡する。

問1 [ア] ～ [ウ] に該当する語句として最も適するものを a～j からそれぞれ選んでマークせよ。

- |              |           |              |
|--------------|-----------|--------------|
| a. アンモニウムイオン | b. 塩化物イオン | c. オキシニウムイオン |
| d. 過酸化水素     | e. 強塩基性   | f. 強酸性       |
| g. 弱塩基性      | h. 弱酸性    | i. 水酸化物イオン   |
| j. 中性        |           |              |

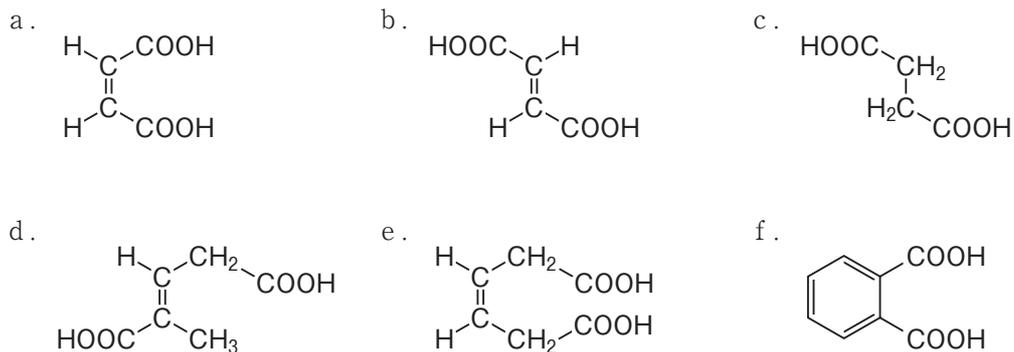
問2 次の酸性塩のうち、水溶液が塩基性を示すものを a～c から選んでマークせよ。

- |                    |                     |                     |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| a. $\text{KHSO}_4$ | b. $\text{NaHCO}_3$ | c. $\text{NaHSO}_4$ |
|--------------------|---------------------|---------------------|

問3 次の正塩のうち、水溶液が酸性を示すものを a～e から選んでマークせよ。

- |                    |                             |                            |
|--------------------|-----------------------------|----------------------------|
| a. $\text{CuSO}_4$ | b. $\text{KNO}_3$           | c. $\text{K}_2\text{SO}_4$ |
| d. $\text{NaCl}$   | e. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ |                            |

問4 フマル酸の構造式として正しいものを a～f から選んでマークせよ。



問5 炭酸水素ナトリウムを 21.0 g 含有する発泡入浴剤がある。この入浴剤を温水に溶かしたとき、二酸化炭素は標準状態（0℃， $1.013 \times 10^5$  Pa）で最大  .   L 発生する。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、入浴剤に含まれる炭酸水素ナトリウムは、すべて二酸化炭素になるものとする。

問6 問5の発泡入浴剤に含有される炭酸水素ナトリウムが完全に分解するには、発泡入浴剤中にフマル酸が最低   .  g 含まれている必要がある。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

IV 次の文を読み、問1～8に答えよ。(26点)

$\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  を同じ物質量で含む水溶液 A がある。この水溶液 A から金属イオンをそれぞれ分離するため、以下の操作 I～V を行った。なお、金属イオンの分離は完全に行われたものとする。

操作 I：水溶液 A に希塩酸を加えた後、ろ過して沈殿 1 とろ液 1 を得た。

操作 II：酸性条件下、ろ液 1 に硫化水素を通じた後、ろ過して沈殿 2 とろ液 2 を得た。

操作 III：硫化水素を除去するためにろ液 2 を煮沸した後、硝酸を加えて加熱した。さらに、塩化アンモニウム水溶液とアンモニア水を過剰に加えて塩基性にした後、ろ過して赤褐色の沈殿 3 とろ液 3 を得た。

操作 IV：ろ液 3 に硫化水素を通じた後、ろ過して沈殿 4 とろ液 4 を得た。

操作 V：ろ液 4 に炭酸アンモニウム水溶液を加えた後、ろ過して沈殿 5 とろ液 5 を得た。

問 1 沈殿 1 に過剰のアンモニア水を加えたとき、生じる錯イオンの中心金属イオンに結合する配位子の数に該当する数字をマークせよ。

問 2 操作 II で得られた沈殿 2 の質量が 38.2 mg であったとき、水溶液 A に含まれる各金属イオンの物質量は  $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$  mol である。a～d に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問 3 下線部の操作で、硫化水素によって  $\boxed{X}$  された金属イオンが  $\boxed{Y}$  される。 $\boxed{X}$  および  $\boxed{Y}$  に該当する語句を a および b からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. 還元                      b. 酸化

問 4 沈殿 3 に希塩酸を加えて完全に溶かした後、 $\boxed{Z}$  水溶液を加えると血赤色の水溶液となった。 $\boxed{Z}$  に該当する試薬の化学式を a～d から選んでマークせよ。

- a.  $\text{KSCN}$                       b.  $\text{K}_2\text{CrO}_4$                       c.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$                       d.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

問 5 沈殿 4 の色として最も適するものを a～f から選んでマークせよ。

- a. 黄色                      b. 黒色                      c. 赤褐色                      d. 濃青色  
e. 白色                      f. 緑白色

問6 沈殿5に希塩酸を加えたときに発生する気体をa～dから選んでマークせよ。

- a. 塩素                      b. 酸素                      c. 水素                      d. 二酸化炭素

問7 ろ液5の炎色反応の色として最も適するものをa～fから選んでマークせよ。

- a. 黄色                      b. 青紫色                      c. 青緑色                      d. 赤色  
e. 赤紫色                      f. 橙赤色

問8 沈殿1～5に含まれる金属イオンをa～fからそれぞれ選んでマークせよ。

- a.  $\text{Ag}^+$                       b.  $\text{Ca}^{2+}$                       c.  $\text{Cu}^{2+}$                       d.  $\text{Fe}^{3+}$   
e.  $\text{Na}^+$                       f.  $\text{Zn}^{2+}$