

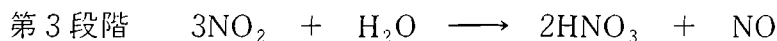
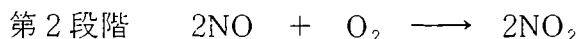
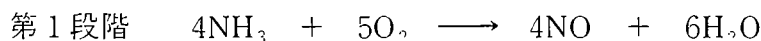
# 化 学

I 次の文章を読み、〔1〕～〔6〕の問いに答えよ。ただし、必要に応じて、以下の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, N = 14.0, O = 16.0

実験室でアンモニアは、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱すれば得られる。<sup>(a)</sup> アンモニアは水に  の気体であり、その水溶液は  を示す。工業的には、 を主成分とする触媒を使って直接窒素と水素からアンモニアが合成される。この反応は平衡反応であり、熱化学方程式では  $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{NH}_3(\text{気}) + 92 \text{ kJ}$  と表される。

<sup>(b)</sup> 硝酸は、工業的にはアンモニアを酸化して製造される。<sup>(c)</sup> この反応は、 と呼ばれ、次の3段階の化学反応式で表される。



第1段階の触媒は  であり、この反応で生じる一酸化窒素は水に  の気体である。第2段階で生じる二酸化窒素は水に  の気体である。第3段階では、生じた二酸化窒素が硝酸になる。その時、生じる一酸化窒素は再び第2段階で酸化されて、二酸化窒素になり、第3段階で硝酸へと変わることになる。

〔1〕 文章中の下線部(a)で起きる反応を化学反応式で、解答用紙の  内に記入せよ。

[2] 文章中の  ～  にあてはまる気体の性質について、最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① よく溶ける無色      ② よく溶ける赤褐色      ③ よく溶ける黄緑色  
④ 溶けにくい無色      ⑤ 溶けにくい赤褐色      ⑥ 溶けにくい黄緑色

[3] 文章中の  および  について、最も適当な語句を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① ハーバー・ボッシュ法      ② アンモニアソーダ法(ソルベー法)  
③ オストワルト法      ④ イオン交換膜法      ⑤ 接触法  
⑥ 強い酸性      ⑦ 弱い酸性      ⑧ 中性  
⑨ 弱い塩基性      ⑩ 強い塩基性

[4] 文章中の  および  について、最も適当な元素を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① ニッケル    ② 鉄      ③ マンガン    ④ 白金      ⑤ ガリウム

[5] 文章中の下線部(b)について、この反応が平衡状態にあるとき、次のA～Eの操作を行うと、平衡はどのように移動するか。最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。なお、同じ番号を何度用いてもよい。

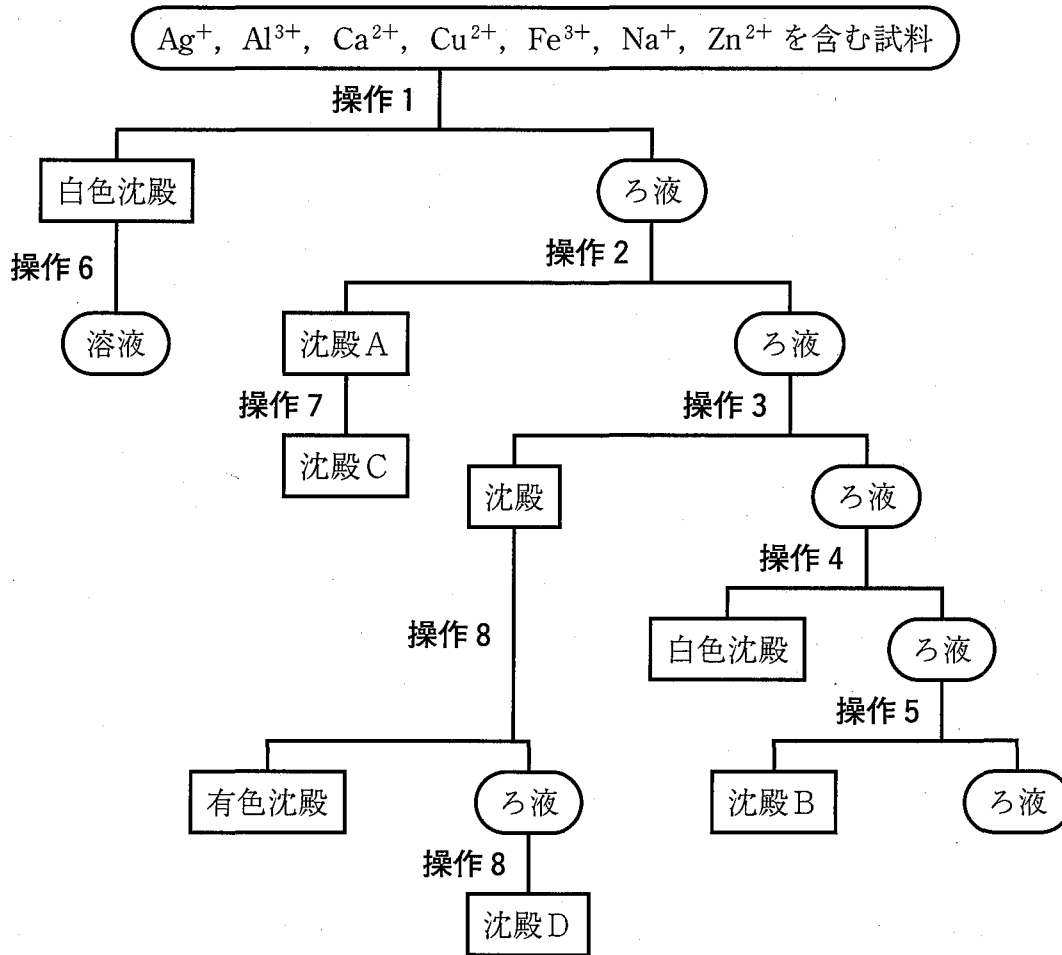
- A 加熱する  
B 加圧する  
C 触媒を加える  
D 水素を加える  
E 塩化水素を加える

- ① 右に移動する      ② 左に移動する      ③ どちらにも移動しない

[6] 文章中の下線部(c)の方法で、標準状態で2800 Lのアンモニアをすべて硝酸に変えると、質量パーセント濃度60%の硝酸は何kgできるか。有効数字2桁で解答用紙の  内に記入せよ。

II 次の文章を読み, [1] ~ [5] の問いに答えよ。

7種の金属イオン  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液の試料について, 各イオンを分離し確認するため, 下図のように操作1~8を順に行った。



図

- 操作1： 試料に希塩酸を加えると、白色沈殿が生じたため、ろ過して沈殿とろ液に分離した。
- 操作2： 操作1で得られたろ液に硫化水素を通じると、沈殿が生じたため、ろ過して沈殿Aとろ液に分離した。
- 操作3： 操作2で得られたろ液を加熱して硫化水素を除き、<sup>(a)</sup>硝酸を加え、過剰のアンモニア水を加えると、沈殿が生じたため、ろ過して沈殿とろ液に分離した。
- 操作4： 操作3で得られたろ液に硫化水素を通じると、白色の沈殿が生じたため、<sup>(b)</sup>ろ過して白色沈殿とろ液に分離した。
- 操作5： 操作4で得られたろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると、沈殿Bが生じたため、ろ過して沈殿Bとろ液に分離した。このろ液に含まれるイオンを確認するため、白金線にろ液をつけてガスバーナーの外炎に入れると、黄色が観察できた。
- 操作6： 操作1で生じた白色沈殿にチオ硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を加<sup>(c)</sup>えると、沈殿は溶解して  色の溶液になった。
- 操作7： 操作2で生じた沈殿Aに硝酸を加えて溶かし、アンモニア水を少量加えると、沈殿Cが生じた。
- 操作8： 操作3で生じた沈殿に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、沈殿の一部が溶解し、有色の沈殿が残った。ろ過して有色の沈殿とろ液を分離し、このろ液に塩酸を加えると、 色の沈殿Dが生じた。

[1] 文章中の沈殿A～Dについて、(i) および (ii) の問いに答えよ。

(i) 沈殿AおよびBの化学式を下の選択肢から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ①  $\text{Ag}_2\text{S}$       ②  $\text{CaS}$       ③  $\text{CuS}$       ④  $\text{FeS}$       ⑤  $\text{ZnS}$   
 ⑥  $\text{CaCO}_3$     ⑦  $\text{CuCO}_3$     ⑧  $\text{FeCO}_3$     ⑨  $\text{K}_2\text{CO}_3$     ⑩  $\text{ZnCO}_3$

(ii) 沈殿CおよびDの化学式を解答用紙の  内に記入せよ。

[2] 下記の文章中の  ア  および  イ  について、あてはまるイオン式を解答用紙の  内に記入せよ。

操作3の下線部(a)の硝酸を加えるのは、硫化水素で還元されて生じた

ア  を、硝酸で酸化して  イ  にもどすためである。

[3] 操作4の下線部(b)について、(i) および (ii) の問いに答えよ。

(i) このろ液の中には、錯イオンが存在している。この錯イオンの名称を解答用紙の  内に記入せよ。

(ii) この錯イオンの形として最も適当なものを、下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① 直線形      ② 三角形      ③ 正方形      ④ 立方体形  
 ⑤ 正四面体形    ⑥ 正六面体形    ⑦ 正八面体形

[4] 操作6の下線部(c)の白色沈殿が溶解したときに生じる錯イオンのイオン式を解答用紙の  内に記入せよ。

[5]  および  について、最も適当な色を下の選択肢から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- |     |     |      |     |      |
|-----|-----|------|-----|------|
| ① 無 | ② 白 | ③ 赤  | ④ 緑 | ⑤ 青白 |
| ⑥ 黄 | ⑦ 紫 | ⑧ 赤褐 | ⑨ 黒 | ⑩ 深青 |

Ⅲ 次の文章を読み，〔1〕～〔7〕の問いに答えよ。

分子が鎖状構造の飽和炭化水素（脂肪族飽和炭化水素）をアルカンと総称する。分子中の炭素原子の数を  $n$  とすると，アルカンの分子式は，一般式  で表される。アルカンは，常温付近では安定していて，たいていの薬品とは反応しにくいが，光をあてると塩素と反応する。環状構造を含む飽和炭化水素をシクロアルカン（脂環式飽和炭化水素）と総称する。一般式は  ( $n \geq 3$ ) で表される。炭素原子間の結合が全て単結合なので，化学的性質はアルカンと似ており反応しにくいが，置換反応が起こりうる。

分子中の炭素原子間に二重結合を1つ含み，他はすべて単結合である鎖式不飽和炭化水素をアルケンと総称する。アルケンの分子式は，一般式  ( $n \geq 2$ ) で表され， $n = 2$  および  $3$  のアルケンには，二重結合を有する異性体は存在しない。 $n = 4$  以上では  $n$  が大きくなるにつれて，炭素骨格の違いや 二重結合の位置の違いによる構造異性体のほかに，シストランス異性体などの立体異性体も加わり，異性体の数は増加する。たとえば， $n = 4$  のアルケンには4種， $n = 5$  のアルケンには  種の二重結合を有する異性体が存在する。二重結合に関与している炭素原子は，他の原子や原子団と結びつきやすく，このとき二重結合は単結合になる。このように，不飽和結合が切れて他の原子が付加する反応を付加反応という。環状構造中に炭素-炭素二重結合を1つ含む炭化水素がシクロアルケンと総称され，一般式  ( $n \geq 3$ ) で表される。化学的性質はアルケンとよく似ており，付加反応を起こしやすい。

アセチレン（エチン）やプロピンなどのように，分子中の炭素原子間に三重結合を1つ含む鎖式不飽和炭化水素をアルキンと総称する。アルキンの分子式は，一般式  ( $n \geq 2$ ) で表され，シクロアルケンと異性体の関係にある。三重結合には，付加反応が起こりやすい。たとえば，硫酸水銀(Ⅱ)を触媒としてアセチレンに水を反応させると，不安定な中間生成物を経て，直ぐに安定な  になる。

〔1〕  $n = 7$  の直鎖状アルカンの化合物名を，解答用紙の  内に記入せよ。

[2] 文章中の  ～  について、最も適当な一般式を下の選択肢から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。なお、同じ番号を何度用いてもよい。

- ①  $C_nH_{2n-2}$     ②  $C_nH_{2n-1}$     ③  $C_nH_{2n}$     ④  $C_nH_{2n+1}$     ⑤  $C_nH_{2n+2}$

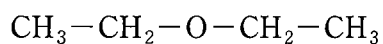
[3] 文章中の  について、最も適当な数値を下の選択肢から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9            ⑩ 10

[4] 下線部(a)について、メタンと塩素との混合気体に光をあてると、炭素原子1個を含む生成物が4種生じる。そのうちの一つの化合物名を、解答用紙の  内に記入せよ。

[5] 下線部(b)について、アルケンの異性体の二重結合の位置を知る一つの方法として、過マンガン酸カリウムによる二重結合の切断反応がある。2-メチル-2-ブテンを酸性の過マンガン酸カリウム溶液中で加熱した際に、最終的に得られるケトンとカルボン酸の構造式を、解答例にならって解答用紙の  内に記入せよ。

(解答例)



[6] 下線部(c)について、アルケンに HX が付加する反応では、水素原子の結合の多い方の炭素原子に H が結合し、水素原子の結合の少ない方の炭素原子に X が結合した生成物が主に得られることが知られている。プロペン (=プロピレン) と水との反応で得られる主な付加生成物の構造式を、問い [5] の解答例にならって解答用紙の  内に記入せよ。

[7] 文章中の  にあてはまる化合物の名称を、解答用紙の  内に記入せよ。



## IV 次の文章を読み、〔1〕～〔7〕の問いに答えよ。

医療に用いられる薬品を医薬品といい、病気の診断・治療・予防などに用いられる。19世紀以前は天然物から有効成分を抽出して使用していたが、有機化学が発達すると、有効成分を合成しようという研究が行われるようになり、19世紀後半にアセトアニリドが〔あ〕として市販された。アセトアニリドは毒性が強いため、その毒性を減らす工夫をした アセトアミノフェン ( $p$ -ヒドロキシアセトアニリド) <sup>(a)</sup>が現在医薬品として使用されている。

病原菌を死滅させたり繁殖を抑えたりする消毒薬も医薬品である。消毒薬の種類は多数あり、用途に応じて使い分けられている。エタノールや〔い〕 <sup>(b)</sup>は、細菌のタンパク質を〔う〕させるため殺菌作用があり、広く用いられている。古くはフェノールの水溶液を外科手術に用いて感染を防いだが、皮膚を痛めやすいので現在では〔い〕せっけん液が用いられている。また、毒性の低い有機水銀化合物が傷口の消毒に用いられてきたが、環境を汚染することが明らかになったため、わが国では製造が停止された。水銀化合物に匹敵する殺菌作用を持つのが塩素である。飲料水の殺菌には単体の塩素を用いるが、次亜塩素酸ナトリウムの水溶液なども用いられ、水溶液中の次亜塩素酸イオンの <sup>(c)</sup>〔え〕作用により殺菌力を示す。オキシドール(3%過酸化水素水)も同じ作用をする薬品であり、刺激が少ない消毒薬として傷口に用いられる。このように過酸化水素は通常〔え〕剤としてはたらくが、過マンガン酸カリウムのような強い〔え〕剤に対しては〔お〕剤としてはたらく。このことを利用して、過マンガン酸カリウム標準溶液を用いて滴定 <sup>(d)</sup>を行うことで、オキシドール中の過酸化水素濃度が測定できる。

[1] 文章中の  について、最も適当な語句を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① 麻酔剤                      ② 解毒剤                      ③ 解熱剤  
④ サルファ剤                ⑤ 抗生物質

[2] 文章中の  について、最も適当な物質を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① セリン                      ② フェニルアラニン        ③ クレゾール  
④ グルコース                ⑤ グリセリン

[3] 文章中の  ~  について、最も適当な語句を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① 中和                      ② 還元                      ③ 酸化                      ④ 抽出  
⑤ 乳化                      ⑥ けん化                      ⑦ 変性                      ⑧ 塩析  
⑨ ろ過                      ⑩ 加水分解

[4] 下記の文章中の  および  について、あてはまる語句を解答用紙の  内に記入せよ。

文章中の下線部(a)のアセトアミノフェンは、*p*-ニトロフェノールのニトロ基を  後、アセチル化することによって得られる。アセトアミノフェンを塩酸で加水分解した後、二クロム酸カリウム水溶液を加えると、加水分解生成物が  され、紫色の色素を生じる。

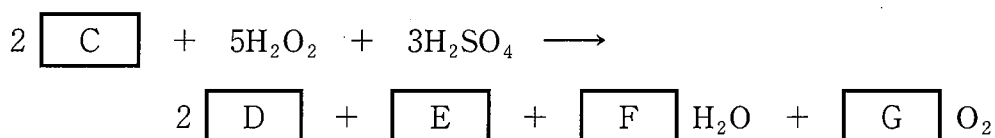
[5] 下記の文章中の  および  について、最も適当な語句を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

文章中の下線部(b)のエタノールに、ヨウ素と  水溶液を加えて温めると、特異臭を持つ  のヨードホルムが生成する。この反応はメタノールでは起こらないため、両者の判別に利用される。

- ① でんぷん                      ② ホルムアルデヒド              ③ 酢酸  
 ④ 水酸化ナトリウム              ⑤ ヨウ化カリウム              ⑥ 黒色  
 ⑦ 紫色                              ⑧ 赤色                              ⑨ 青色  
 ⑩ 黄色

[6] 文章中の下線部(c)の次亜塩素酸ナトリウムは、水酸化ナトリウム水溶液に塩素を通じると生成する。この時の化学反応式を解答用紙の  内に記入せよ。

[7] 文章中の下線部(d)に示したように、過マンガン酸カリウムと過酸化水素は硫酸酸性条件下で反応し、その化学反応式は次のように表される。



この反応式で  ~  には化学式を、 および  には係数を、解答用紙の  内に記入せよ。