

### 一般入学試験

## 理 科 (100分)

### I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は81ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
 物理 4～31ページ  
 化学 32～45ページ  
 生物 46～81ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - ② 氏名欄  
 氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

### II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問1の3と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

<b>1</b>	<b>解 答 欄</b>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

<b>受 験 番 号</b>			

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16 Fe: 56

水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

$\log_{10}2 = 0.30$ ,  $\log_{10}3 = 0.48$ ,  $\log_{10}5 = 0.70$ ,  $\sqrt{5.21} = 2.28$

1 次の問1～10に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

問1 次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 17族の水素化合物は、分子量が小さいほど沸点が低い。
- ② 標準状態の単体が液体である元素は2種類である。
- ③ 電子親和力が最大の元素は塩素である。
- ④ 地殻中に存在する元素の質量では、ケイ素が2番目に多い。
- ⑤ 実在気体のうち、最も理想気体に近いふるまいをするものはヘリウムである。

問2 次の①～⑥のうち、電子数の総和が他と異なるものを一つ選びなさい。

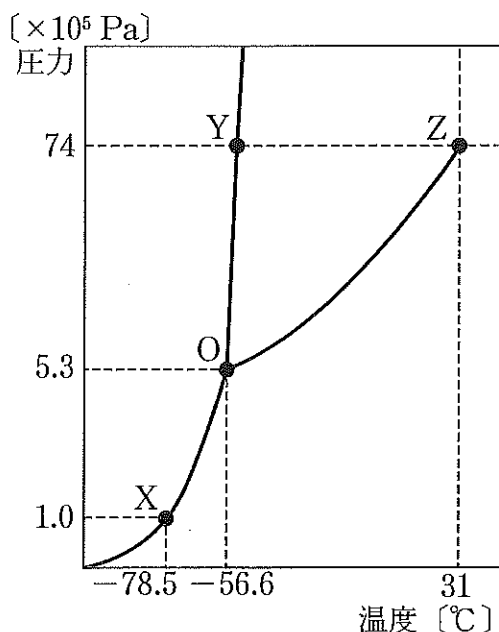
- ① Ne    ②  $\text{Mg}^{2+}$     ③  $\text{Na}^+$     ④  $\text{Al}^{3+}$     ⑤  $\text{Cl}^-$     ⑥  $\text{O}^{2-}$

問3 次の(a)～(d)の操作で生成する錯イオンを化学式で書いたとき、その錯イオンの価数と正負の符号の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、価数が1の場合も省略せずに記載するものとする。 3

- (a) 硫酸銅(Ⅱ)五水和物を水に溶かす。  
 (b) ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム三水和物を水に溶かす。  
 (c) 硫酸アルミニウム水溶液に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。  
 (d) 硝酸銀水溶液に臭化カリウム水溶液を加えた後、過剰のチオ硫酸ナトリウム水溶液を加える。

	(a)	(b)	(c)	(d)
①	2+	2+	3+	1+
②	2+	2-	3+	3-
③	2+	4-	0	1-
④	2+	4-	1-	3-
⑤	1+	2+	0	1+
⑥	1+	4-	1-	1-
⑦	1+	3-	0	1+
⑧	1+	3-	1-	3-

問4 次の図は二酸化炭素の状態図である。これに関する記述として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4



- ① 点Oを三重点といい、三重点においては液体と固体の二相間の平衡状態は成立するが、気体、液体、固体の三相は共存できない。
- ② 点Zを臨界点といい、臨界温度より高い温度かつ臨界圧より大きい圧力にある物質は、気体と液体の区別がない状態となる。
- ③ 曲線OYを融解曲線といい、すべての純物質の融解曲線は単調増加のグラフとなる。
- ④ 常圧においてドライアイスは、 $-56.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上でしか昇華しない。
- ⑤  $200\text{ K}$ 、 $5.30 \times 10^5\text{ Pa}$ において、二酸化炭素は気体として存在している。

問5 次の①～⑤の物質  $1.0\text{ g}$  を、それぞれ水  $100\text{ g}$  に溶かしたとき、凝固点が最も高いものを一つ選びなさい。ただし、いずれの物質も無水物とする。 5

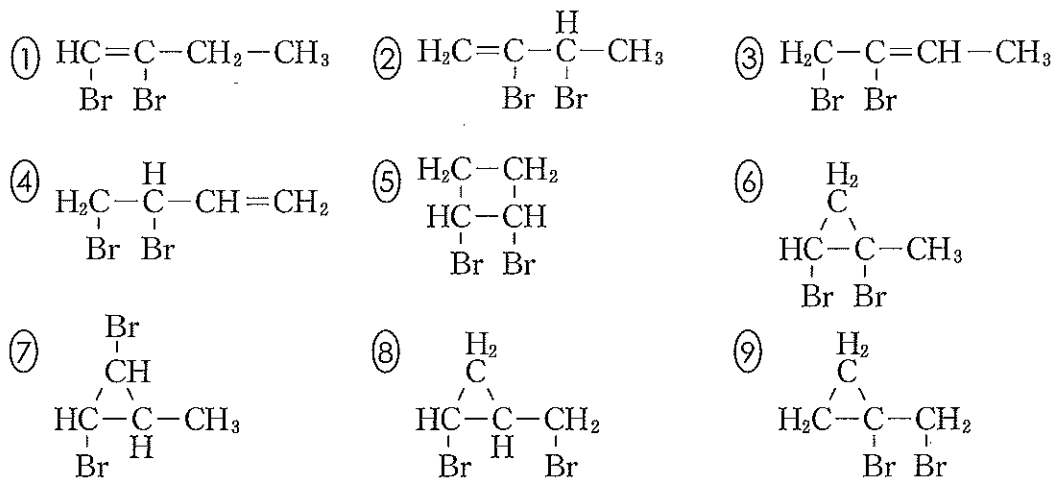
- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| ① 硝酸ナトリウム (式量 85)   | ② 塩化カルシウム (式量 111) |
| ③ 臭化カリウム (式量 119)   | ④ 硫酸ナトリウム (式量 142) |
| ⑤ 硫酸アルミニウム (式量 342) |                    |

問6  $C_5H_{10}O$  の分子式で表される環状構造をもつアルコールのうち、酸化したときにケトンを生じるものは何種類あるか。最も適切な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。ただし、立体異性体は考慮しない。 6 種類

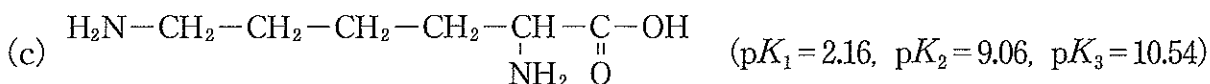
- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6      ⑦ 7

問7  $C_4H_6$  の分子式で表される炭化水素 1 分子に、臭素 1 分子を反応させたときに生じる物質として誤りであるものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

7



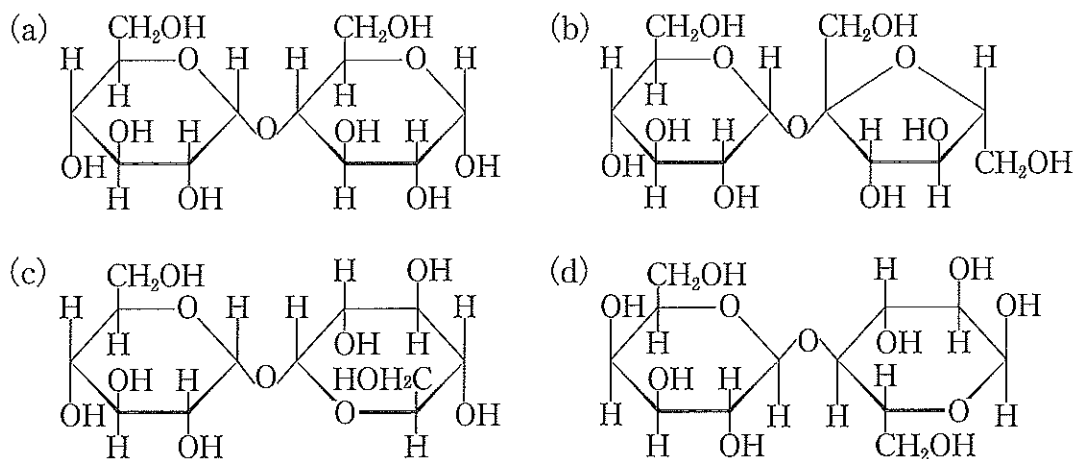
問8 次のアミノ酸(a)～(c)のうち、等電点の値が小さい順に並べたものとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、 $pK_1 = -\log_{10}K_1$  であり、 $pK_2$ 、 $pK_3$  も同様である。また、 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$  は、アミノ酸(a)～(c)のそれぞれの3段階の電離定数とする。 8



- ① (a) < (b) < (c)      ② (a) < (c) < (b)      ③ (b) < (a) < (c)  
 ④ (b) < (c) < (a)      ⑤ (c) < (a) < (b)      ⑥ (c) < (b) < (a)

問9 次の糖類(a)~(d)の水溶液について、還元性を示すものを○、示さないものを×と表記したときの組合せとして最も適切なものを、下の①~⑨のうちから一つ選びなさい。

9



	(a)	(b)	(c)	(d)
①	○	×	×	×
②	×	○	×	×
③	×	×	○	×
④	×	×	×	○
⑤	○	○	×	×
⑥	○	×	○	×
⑦	○	×	×	○
⑧	○	○	×	○
⑨	○	×	○	○

問10 フェノール樹脂に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 

10
----

- ① 立体網目構造を持つ熱可塑性樹脂で、加熱によって重合が進み、より加工しやすくなる。
- ② フェノール樹脂の生成はフェノールへのホルムアルデヒドの付加反応、続いてメチロール基 ( $-\text{CH}_2\text{OH}$ ) とベンゼン環の間での脱水縮合の2段階からなり、この重合形式を付加縮合という。
- ③ 酸触媒を用いたフェノール樹脂の合成では、まずは中間生成物であるノボラックが生成し、さらに加熱することにより立体網目構造となって樹脂になる。
- ④ フェノールはメタ配向性であるので、ベンゼン環に最大2個のメチレン基が置換して網目状構造になる。
- ⑤ フェノール樹脂は燃えにくく導電性に優れ、電気部品やプリント配線基板などに用いられる。

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

濃度未知の希塩酸に、ある量の水酢酸を溶かした水溶液 S がある。水溶液 S を正確に 20.0 mL ずつはかり取って、それぞれ別のコニカルビーカー（以下ビーカー A、ビーカー B とする）に入れた。ビーカー A に指示薬 X を入れて、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、(a) 10.0 mL 滴下した時点で終点となった。一方、ビーカー B に指示薬 Y を入れて、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、(b) 40.0 mL 滴下した時点で終点となった。なお、酢酸の電離定数  $K_a$  は、次の値とする。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

問1 指示薬 X、Y の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

	指示薬 X (括弧内は変色域の pH と色の変化)	指示薬 Y (括弧内は変色域の pH と色の変化)
①	チモールブルー (1.2～2.8, 赤→黄)	ブロモチモールブルー (6.0～7.6, 黄→青)
②	チモールブルー (1.2～2.8, 赤→黄)	フェノールフタレイン (8.0～9.8, 無→赤)
③	メチルオレンジ (3.1～4.4, 赤→黄)	メチルレッド (4.2～6.2, 赤→黄)
④	メチルオレンジ (3.1～4.4, 赤→黄)	ブロモチモールブルー (6.0～7.6, 黄→青)
⑤	メチルレッド (4.2～6.2, 赤→黄)	ブロモチモールブルー (6.0～7.6, 黄→青)
⑥	メチルレッド (4.2～6.2, 赤→黄)	フェノールフタレイン (8.0～9.8, 無→赤)



問2 水溶液 S の pH として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.70    ② 1.00    ③ 1.30    ④ 2.00    ⑤ 2.80    ⑥ 3.00

問3 下線部(a)におけるビーカーA内の水溶液の pH として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

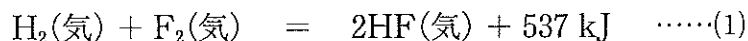
- ① 2.26    ② 2.35    ③ 2.76    ④ 2.85    ⑤ 4.26    ⑥ 4.35

問4 下線部(b)におけるビーカーB内の水溶液の pH として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 6.20    ② 7.00    ③ 8.46    ④ 8.70    ⑤ 8.94    ⑥ 9.80

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

次の熱化学方程式を考える。



結合エネルギーの値は、H-H結合では436 kJ/mol、F-F結合では153 kJ/molである。H-F結合が極性のない均等な共有結合と仮定すると、その結合エネルギー $Q_1$ [kJ/mol]は、H-H結合エネルギーとF-F結合エネルギーの単純平均になると考えられる。しかし、(1)式から求めた実際の結合エネルギー $Q_2$ [kJ/mol]の値は異なり、その差は  kJ/molとなる。この差異をポーリングは、HとFの純粋な共有結合エネルギーに $\text{H}^+$ と $\text{F}^-$ のイオン結合エネルギーがいくらか付与されるためだと考えた。イオン結合性の寄与の大きさは電荷の2乗に比例することから、次のように電気陰性度を定義した。

2種の元素A、Bからなる分子 $\text{A}_2$ 、 $\text{B}_2$ 、 $\text{AB}$ について、結合エネルギーをそれぞれ $D_{\text{AA}}$ [kJ/mol]、 $D_{\text{BB}}$ [kJ/mol]、 $D_{\text{AB}}$ [kJ/mol]、共有結合へのイオン結合性の寄与を $\Delta_{\text{AB}}$ [kJ/mol]、元素A、Bの電気陰性度を $\chi_{\text{A}}$ 、 $\chi_{\text{B}}$ とすると、次式のように表される。なお、(3)式の $k$ は比例定数で、HとFの電気陰性度が2.2と4.0になるように定めた。

$$\Delta_{\text{AB}} = D_{\text{AB}} - \frac{1}{2}(D_{\text{AA}} + D_{\text{BB}}) \quad \cdots(2)$$

$$\Delta_{\text{AB}} = k(\chi_{\text{A}} - \chi_{\text{B}})^2 \quad \cdots(3)$$

イオン結合性の付与は、共有結合する2原子間において電荷の偏りがあるために生じ、この偏りを極性という。分子内の結合に極性があっても、分子の形によっては、各結合の極性が打ち消されて、全体として無極性分子になることもある。

問1 文中の  に入る数値として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。  kJ/mol

- ① 141    ② 269    ③ 282    ④ 537    ⑤ 563    ⑥ 832

問2 気体の HBr の生成熱は 51.5 kJ/mol, Br-Br 結合の結合エネルギーは 193 kJ/mol である。本問のデータから求められる Br の電気陰性度として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 2.2    ② 2.4    ③ 2.6    ④ 2.8    ⑤ 3.0    ⑥ 3.2

問3 分子の形と極性の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

	分子	形	極性
①	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	直線形	無極性分子
②	N <sub>2</sub> O	直線形	無極性分子
③	O <sub>3</sub>	直線形	無極性分子
④	SO <sub>2</sub>	折れ線形	極性分子
⑤	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	四面体形	無極性分子
⑥	BCl <sub>3</sub>	三角錐形	極性分子

問4 ジクロロナフタレン C<sub>10</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub> において、構造異性体の数と、そのうちの無極性分子の数の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、ナフタレン環中の炭素原子間距離はすべて等しいものとする。

	構造異性体の数	無極性分子の数
①	8	2
②	8	4
③	10	2
④	10	4
⑤	12	2
⑥	12	4

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

いずれも周期表第4周期の遷移金属である元素A～Eと、それぞれの硝酸塩水溶液a～eがある。水溶液a～e中の金属イオンはいずれも2価である。元素A～Eの原子のM殻とN殻の電子数を次の表に示す。

元素	A	B	C	D	E
M殻	10	13	14	16	18
N殻	2	1	2	2	1

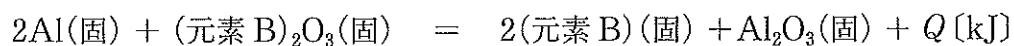
問1 水溶液cに関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 塩酸で酸性にしてから硫化水素を通じると、黒色沈殿を生成する。
- ② チオシアン酸カリウム水溶液を加えると、血赤色を呈する。
- ③ ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿を生成する。
- ④ ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると、青白色沈殿を生成する。
- ⑤ アンモニア水を加えると、緑白色沈殿を生成する。

問2 水溶液eに関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 希硫酸を加えると、青色沈殿を生成する。
- ② 塩酸で酸性にしてから硫化水素を通じると、黒色沈殿を生成する。
- ③ この水溶液は青色を示す。
- ④ この水溶液に浸した白金線をガスバーナーの外炎に入れると、炎が青緑色になる。
- ⑤ アンモニア水を加えると青白沈殿が生じるが、過剰に加えると溶解して深青色溶液になる。

問3 元素Bの単体はテルミット反応で酸化物を還元して製造されている。この反応の熱化学方程式は次式で表される。



このとき、 $Q$ として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  
ただし、 $(\text{元素 B})_2\text{O}_3(\text{固})$ の生成熱を  $1140 \text{ kJ/mol}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{固})$ の生成熱を  $1676 \text{ kJ/mol}$  とする。  kJ

- ① 134    ② 268    ③ 536    ④ 804    ⑤ 1072    ⑥ 1608

問4 次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 元素Aの酸化物に光（紫外線）があたると、吸着している水などと光触媒作用をおこし、有機物を酸化分解する。
- ② 元素Aと元素Dの合金は形状記憶合金として利用されている。
- ③ 元素Aと元素Cと元素Dの合金をステンレス鋼といい、きわめてさびにくい。
- ④ 元素Bと元素Dの合金は電熱線として利用されている。
- ⑤ 元素Dと元素Eの合金は硬貨に利用されている。

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

向精神薬の原料として用いられる芳香族化合物 A がある。A は炭素、水素、窒素、酸素からなり、芳香族化合物 B と脂肪族化合物 C のエステルである。

B は次のように合成できる。トルエンをニトロ化すると分子量 137 の芳香族化合物 D と E が得られる。ベンゼン環のひとつの水素原子を臭素で置換すると、D からは 4 種類、E からは 2 種類の異性体を得られる。D に鉄と塩酸を加えて加熱すると、芳香族化合物 F の塩酸塩が得られる。F に無水酢酸を作用させると、芳香族化合物 G が得られる。G に過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、芳香族化合物 H のカリウム塩が得られる。H を加水分解して pH を調節すると、B が得られる。

一方、C は、酸化亜鉛と酸化銅(Ⅱ)を触媒として、一酸化炭素と水素から合成される。

問1 A の分子式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ①  $C_7H_7NO_2$     ②  $C_7H_9NO_2$     ③  $C_8H_9NO_2$     ④  $C_8H_{11}NO_2$   
⑤  $C_9H_{11}NO_2$     ⑥  $C_9H_{13}NO_2$

問2 下線部について、137 g の D を完全に反応させるために必要な鉄の質量として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、この反応で生成する鉄の塩化物は、すべて塩化鉄(Ⅲ)とする。  g

- ① 14    ② 28    ③ 56    ④ 84    ⑤ 112    ⑥ 140

問3 Cの性質に関する次の①～⑥の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

3

- ① 室温で液体である。
- ② ナトリウムと反応して水素を発生する。
- ③ 無水酢酸を加えて加熱すると、エステルが生成する。
- ④ 濃硫酸を加えて加熱して得られる有機化合物は、臭素水を脱色する。
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱しても反応しない。
- ⑥ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱しても反応しない。

問4 Bに氷冷下で亜硝酸ナトリウムと塩酸を作用させてから加熱すると、芳香族化合物Iが得られた。Iに関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4

- ① 室温で液体である。
- ② 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても、変色が起こらない。
- ③ さらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気泡が発生する。
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、銀が生成する。
- ⑥ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、白色沈殿が生成する。