

(解答番号  ~ )

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	He	4.0	C	12	N	14
O	16	Na	23	Cl	35.5		

第1問 次の問い(問1~9)に答えよ。(配点 30)

問1 ナトリウム原子  $^{23}_{11}\text{Na}$  に含まれる中性子の数を、次の①~④のうちから一つ

選べ。

$$23 - 11 = 12$$

① 11

② 12

③ 23

④ 34

問2 無極性分子として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

① アンモニア  $\text{NH}_3$

② 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$

③ 酸素  $\text{O}_2$

④ エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

問3 ハロゲンに関する記述として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ

選べ。

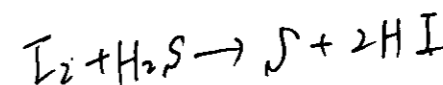
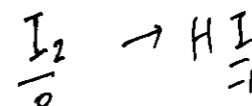
① 原子番号が大きいほど、原子の価電子の数は多い。7

② 原子番号が大きいほど、原子のイオン化エネルギーは大きい。

③ 塩化水素分子  $\text{HCl}$  では、共有電子対は水素原子の方に偏っている。

④ ヨウ素  $\text{I}_2$  と硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  が反応するとき、 $\text{I}_2$  は酸化剤としてはたらく。

電気陰性度の  
大きい方に  
かたよる



問 4 分子からなる純物質 X の固体を大気圧のもとで加熱して、液体状態を経てすべて気体に変化させた。そのときの温度変化を模式的に図 1 に示す。A~E における X の状態や現象に関する記述ア~オにおいて、正しいものはどれか。正しい組合せとして最も適当なものを、後の①~⑩のうちから一つ選べ。

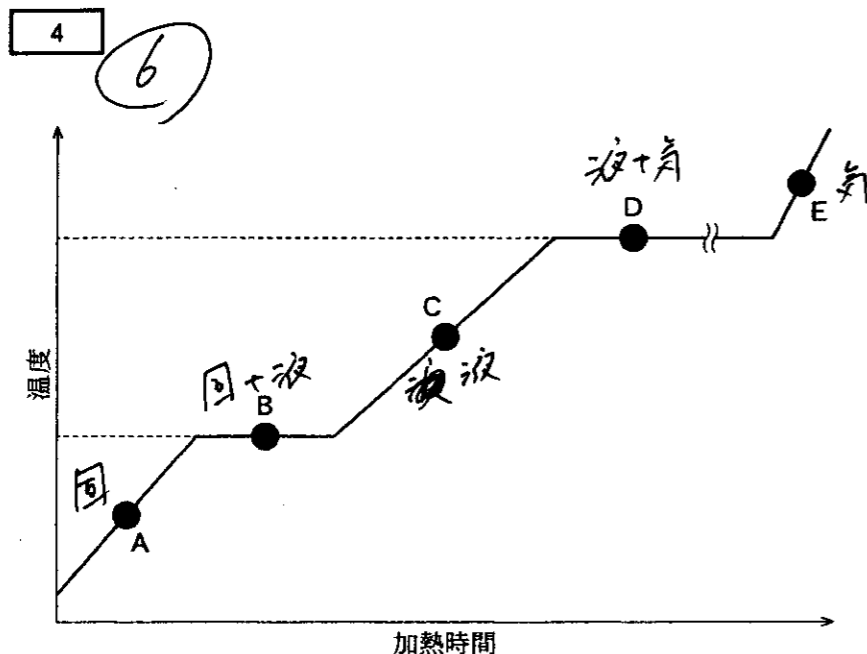


図 1 加熱による純物質 X の温度変化 (模式図)

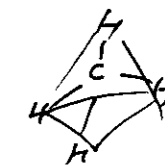
- ア A では、分子は熱運動していない。
- イ B では、液体と固体が共存している。
- ウ C では、分子は規則正しい配列を維持している。
- エ D では、液体の表面だけでなく内部からも気体が発生している。
- オ E では、分子間の平均距離は C のときと変わらない。

- ① ア、イ    ② ア、ウ    ③ ア、エ    ④ ア、オ    ⑤ イ、ウ
- ⑥ イ、エ    ⑦ イ、オ    ⑧ ウ、エ    ⑨ ウ、オ    ⑩ エ、オ

問 5 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  とメタン  $\text{CH}_4$  に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 二酸化炭素分子では 3 個の原子が直線状に結合している。
- ② メタン分子は正四面体形の構造をとる。
- ③ 二酸化炭素分子もメタン分子も共有結合からなる。
- ④ 常温・常圧での密度は、二酸化炭素の方がメタンより小さい。

$\text{O}=\text{C}=\text{O}$



$4 \quad 28 \quad \text{CO}_2 = 44 \quad \text{CH}_4 = 16$

問 6 ヘリウム He と窒素  $\text{N}_2$  からなる混合気体 1.00 mol の質量が 10.0 g であった。この混合気体に含まれる He の物質量の割合は何%か。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

Handwritten calculations for Question 6:  

$$4x + 28(1-x) = 10$$

$$4x + 28 - 28x = 10$$

$$-24x = -18$$

$$x = 0.75$$
 He x%     $\text{N}_2(100-x)\%$   

$$4x + 28(1-x) = 10$$
  

$$x + 7(1-x) = 2.5$$
  

$$-6x = -4.5$$
  

$$x = 0.75$$

- ① 30    ② 40    ③ 67    ④ 75    ⑤ 90

問 7 アルミニウム Al に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① Al の合金であるジュラルミンは、飛行機の機体に使われている。
- ② アルミニウム缶を製造する場合、原料の Al は鉱石から製錬するよりも、回収したアルミニウム缶から再生利用 (リサイクル) する方が、必要とするエネルギーが小さい。
- ③ アルミナ (酸化アルミニウム)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  では、アルミニウム原子の酸化数は +2 である。
- ④ 金属 Al は、濃硝酸に触れると表面に緻密な酸化物の被膜が形成される。

不動態

問 3 操作 I ~ V および表 1 の実験結果に関する記述として誤りを含むものを、次

の ① ~ ⑤ のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

15

2

16

5

① 操作 I で用いるメスフラスコは、純水での洗浄後にぬれているものを乾燥させずに用いてもよい。

② 操作 III の  $K_2CrO_4$  および操作 IV の  $AgNO_3$  の代わりに、それぞれ  $Ag_2CrO_4$  と硝酸カリウム  $KNO_3$  を用いても、操作 I ~ V によって  $Cl^-$  のモル濃度を正しく求めることができる。

③ しょうゆの成分として塩化カリウム  $KCl$  が含まれているとき、しょうゆに含まれる  $NaCl$  のモル濃度を、操作 I ~ V により求めた  $Cl^-$  のモル濃度と等しいとして計算すると、正しいモル濃度よりも高くなる。

④ しょうゆ C に含まれる  $Cl^-$  のモル濃度は、しょうゆ B に含まれる  $Cl^-$  のモル濃度の半分以下である。

⑤ しょうゆ A ~ C のうち、 $Cl^-$  のモル濃度が最も高いものは、しょうゆ A である。

B

$KCl$  の  $Cl^-$   
 $NaCl$  の  $Cl^-$   
 $AgNO_3$   
 $NaCl$  の  $Cl^-$   
 $K_2CrO_4$

水に溶解  
 赤褐色沈殿

問 4 操作 IV を続けたときの、 $AgNO_3$  水溶液の滴下量と、試料に溶けている  $Ag^+$  の物質量の関係は図 1 で表される。ここで、操作 V で記録した  $AgNO_3$  水溶液の滴下量は  $a$  (mL) である。このとき、 $AgNO_3$  水溶液の滴下量と、沈殿した  $AgCl$  の質量の関係を示したグラフとして最も適当なものを、後の ① ~ ⑥ のうちから一つ選べ。ただし、 $CrO_4^{2-}$  と反応する  $Ag^+$  の量は無視できるものとする。

17

1

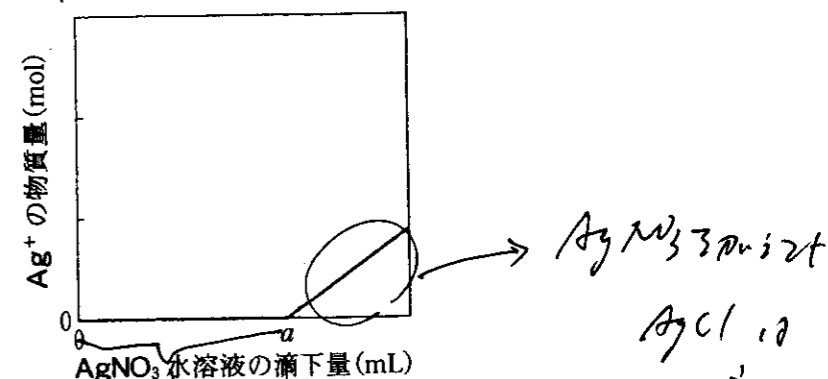
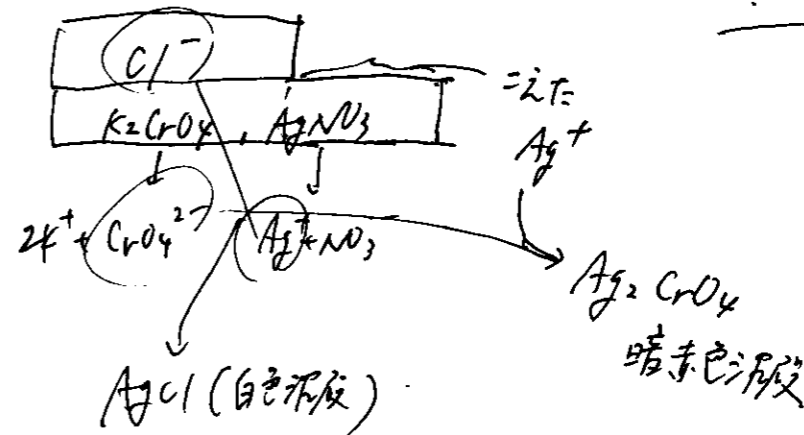
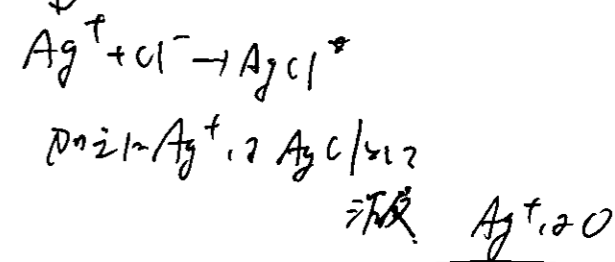
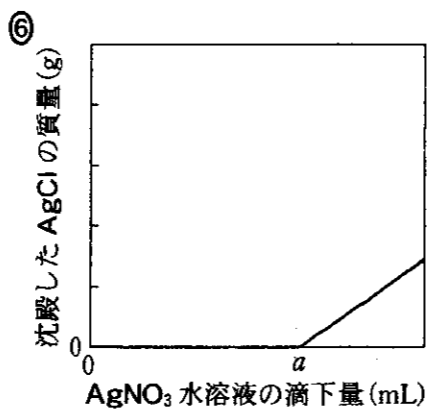
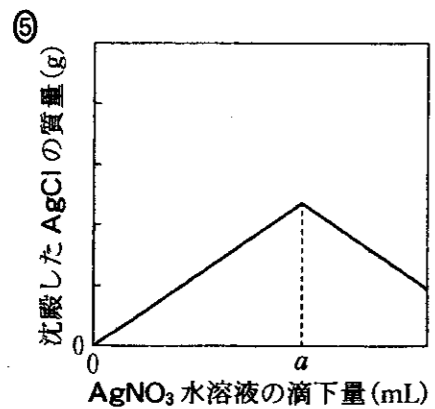
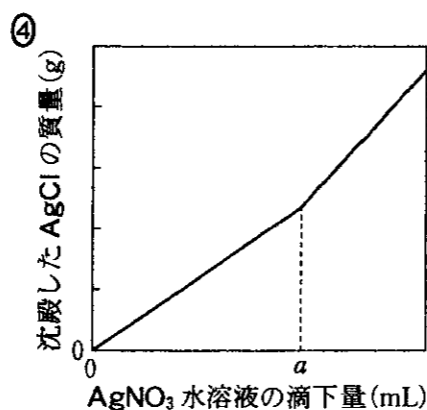
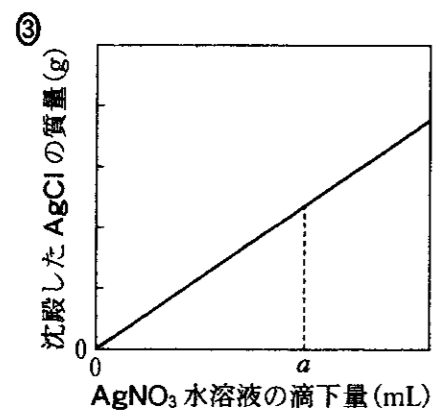
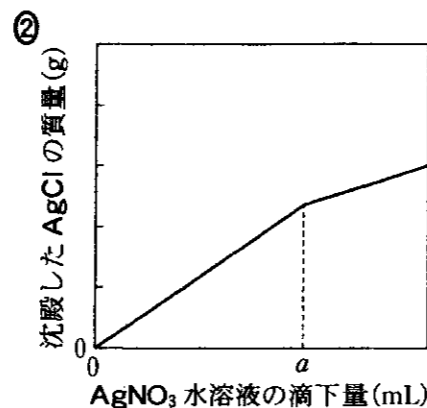
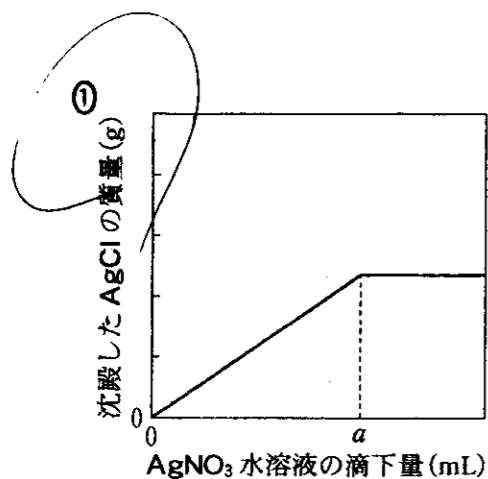


図 1  $AgNO_3$  水溶液の滴下量と試料に溶けている  $Ag^+$  の物質量の関係





問5 次の問い(a・b)に答えよ。

a しょうゆAに含まれるCl<sup>-</sup>のモル濃度は何mol/Lか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 18 mol/L

- ① 0.0143      ② 0.0285      ③ 0.0570  
 ④ 1.43      ⑤ 2.85      ⑥ 5.70

b 15 mL(大さじ一杯相当)のしょうゆAに含まれるNaClの質量は何gか。その数値を小数第1位まで次の形式で表すとき、 19 と 20 に当てはまる数字を、後の①~⑩のうちから一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、しょうゆAに含まれるすべてのCl<sup>-</sup>はNaClから生じたものとし、NaClの式量を58.5とする。

2.5

NaClの質量 19 . 20 g

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
 ⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 0

I AにCl<sup>-</sup>はx(mol/L)とす  
 a. 5.00mL(しょうゆ) → 250mL = 希釈

$$c \times \frac{5}{250} = \frac{c}{50}$$

$$\frac{c}{50} \times \frac{5}{1000} = 0.0285 \times \frac{14.25}{1000}$$

$$c = 2.85 \text{ mol/L}$$

b. NaCl = 58.5

$$2.85 \times \frac{15}{1000} \times 58.5$$

$$\begin{array}{r} 351 \\ \times 57 \\ \hline 2457 \\ 1755 \\ \hline 20007 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57 \quad 3 \quad 117 \\ 285 \quad 77 \quad 585 \\ \hline 700 \quad 1002 \quad 70 \\ 20 \quad 200 \quad 2 \\ \hline 20007 \\ \hline 8000 \end{array} \approx 2.5$$

問 8 金属イオンを含む塩の水溶液に金属片を浸して、その表面に金属が析出するかどうかを調べた。金属イオンを含む塩と金属片の組合せのうち金属が析出しないものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	金属イオンを含む塩	金属片
①	塩化スズ(II)	亜鉛
②	硫酸銅(II)	亜鉛
③	酢酸鉛(II)	銅
④	硝酸銀	銅

8 3

Zn Pb, Cu, Ag

①  $\text{Sn}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Sn} + \text{Zn}^{2+}$

②  $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

③  $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$

問 9 2価の強酸の水溶液 A がある。このうち 5 mL をホールピペットではかり取り、コニカルビーカーに入れた。これに水 30 mL をフェノールフタレイン溶液一滴を加えて、モル濃度  $x$  (mol/L) の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点に達するのに  $y$  (mL) を要した。水溶液 A 中の強酸のモル濃度は何 mol/L か。モル濃度を求める式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 9 mol/L

- ①  $\frac{xy}{5}$       ②  $\frac{xy}{10}$       ③  $\frac{xy}{35}$       ④  $\frac{xy}{70}$
- ⑤  $\frac{xy}{5+y}$       ⑥  $\frac{xy}{35+y}$       ⑦  $\frac{xy}{2(5+y)}$       ⑧  $\frac{xy}{2(35+y)}$

$$2 \times c \times \frac{5}{1000} = 1 \times x \times \frac{y}{1000}$$

$$10c = xy$$

$$c = \frac{xy}{10}$$

第 2 問 次の文章を読み、後の問い(問 1～5)に答えよ。(配点 20)

ある生徒は、「血圧が高めの人には、塩分の取りすぎに注意しなくてはならない」という話を聞き、しょうゆに含まれる塩化ナトリウム(NaCl)の量を分析したいと考え、文献を調べた。

文献の記述

水溶液中の塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  の濃度を求めるには、指示薬として少量のクロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  を加え、硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  水溶液を滴下する。水溶液中の  $\text{Cl}^-$  は、加えた銀イオン ( $\text{Ag}^+$ ) と反応し塩化銀 ( $\text{AgCl}$ ) の白色沈殿を生じる。 $\text{Ag}^+$  の物質量が  $\text{Cl}^-$  と過不足なく反応するのに必要な量を超えると、(a) 過剰な  $\text{Ag}^+$  とクロム酸イオン  $\text{CrO}_4^{2-}$  が反応してクロム酸銀  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の暗赤色沈殿が生じる。したがって、滴下した  $\text{AgNO}_3$  水溶液の量から、 $\text{Cl}^-$  の物質量を求めることができる。

そこでこの生徒は、3種類の市販のしょうゆ A～C に含まれる  $\text{Cl}^-$  の濃度を分析するため、それぞれに次の操作 I～V を行い、表 1 に示す実験結果を得た。ただし、しょうゆには  $\text{Cl}^-$  以外に  $\text{Ag}^+$  と反応する成分は含まれていないものとする。

- 操作 I ホールピペットを用いて、250 mL のメスフラスコに 5.00 mL のしょうゆをはかり取り、標線まで水を加えて、しょうゆの希釈溶液を得た。
- 操作 II ホールピペットを用いて、操作 I で得られた希釈溶液から一定量をコニカルビーカーにはかり取り、水を加えて全量を 50 mL にした。
- 操作 III 操作 II のコニカルビーカーに少量の  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  を加え、得られた水溶液を試料とした。
- 操作 IV 操作 III の試料に 0.0200 mol/L の  $\text{AgNO}_3$  水溶液を滴下し、よく混ぜた。
- 操作 V 試料が暗赤色に着色して、よく混ぜてもその色が消えなくなるまでに要した滴下量を記録した。

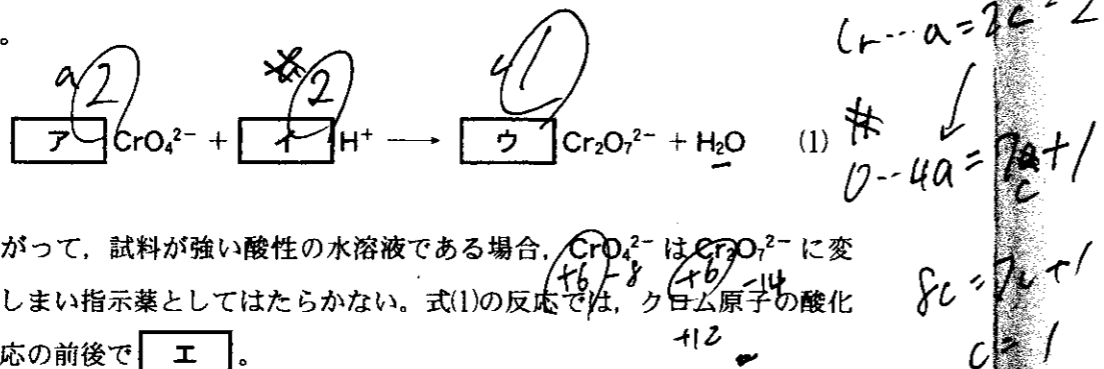
表1 しょうゆ A~C の実験結果のまとめ

しょうゆ	操作IIではかり取った希釈溶液の体積(mL)	操作Vで記録したAgNO <sub>3</sub> 水溶液の滴下量(mL)
A	5.00	14.25
B	5.00	15.95
C	10.00	13.70

5.00mL x 4.5  
6.85

問1 下線部(a)に示したCrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>に関する次の記述を読み、後の問い(a・b)に答えよ。

この実験は水溶液が弱い酸性から中性の範囲で行う必要がある。強い酸性の水溶液中では、次の式(1)に従って、CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>から二クロム酸イオンCr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>が生じる。



したがって、試料が強い酸性の水溶液である場合、CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はCr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>に変化してしまい指示薬としてはたらない。式(1)の反応では、クロム原子の酸化数は反応の前後で **エ**。

a 式(1)の係数 **ア** ~ **ウ** に当てはまる数字を、後の①~⑨のうちから一つずつ選べ。ただし、係数が1の場合は①を選ぶこと。同じものを繰り返し選んでもよい。

ア **10**    イ **11**    ウ **12**

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

b 空欄 **エ** に当てはまる記述として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

エ **13** **4**

- ① +3から+6に増加する  
② +6から+3に減少する  
③ 変化せず、どちらも+3である  
④ 変化せず、どちらも+6である

V<sub>2</sub>L<sub>7</sub>T

問2 操作IVで、AgNO<sub>3</sub>水溶液を滴下する際に用いる実験器具の図として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **14**

