

# 17族元素

1. 次の文を読み、以下の問1～問6に答えよ。

フッ素は周期表の17族に属する元素で、ハロゲンの1つである。車やフライパンの表面コーティングとしてフッ素コーティングなどの文字をちまたで目にするが、実際にコーティング剤として使用されているのはフッ素を含む有機化合物である。単体のフッ素は二原子分子からなり、特異臭のある①淡黄色の気体で猛毒である。また、強い酸化作用があり、水を酸化して[ア]を発生させる。塩素は、工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解で作られる。また、②塩素は水に少し溶け、その一部が水と反応する。

③フッ化水素は、白金容器の中で、ホタル石に濃硫酸を加えて熱すると発生する。フッ化水素の分子量は塩化水素より小さいが、沸点はヨウ化水素より高い。また、フッ化水素は水に良く溶け、水溶液は弱酸性を示す。④フッ化水素は二酸化ケイ素と反応するので、その保存にはガラス容器でなく、ポリエチレン容器を用いる。塩化水素は、実験室では塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて発生させ、穏やかに熱して[イ]置換で捕集する。塩化水素の水溶液を塩酸といい、代表的な強酸として化学工業で広く用いられている。

また、ヨウ素と水素の混合気体を密閉容器に入れて高温に保つとヨウ化水素が生成する。この反応は、一定の温度で十分に時間がたつと見かけ上の変化が認められなくなる。この状態を[ウ]状態という。

問1 文中の[ア]～[ウ]に入る適切な語を記せ。

問2 下線部①のようにフッ素は常温で淡黄色の気体である。臭素とヨウ素の常温常圧での色と状態を記せ。

問3 下線部②, ③, ④の反応を化学反応式で記せ。

問4 フッ化水素の沸点はヨウ化水素よりも高い。その理由を1行以内で記せ。

問5 塩化ナトリウム水溶液を白金電極を用いて電気分解すると、2種類の気体が発生する。今、2.0mol/L 塩化ナトリウム水溶液をビーカーに 500mL 用意して、白金電極を用いて 1.5A の電流で 32 分 10 秒間電気分解を行った。その溶液を 0.5mol/L 塩酸を用いて中和することにした。中和に必要な塩酸の量(L)を、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。なお、解答に至る導出過程も示すこと。ただし、電気分解で発生した気体は水溶液に溶けないものとする。

問6 実験室で、質量パーセント濃度 98%の濃硫酸 100mL を塩化ナトリウム Xg に加え、100°Cに加熱して塩化ナトリウムをすべて反応させ、固体 Yg と気体を得た。この反応で発生した気体をすべて集めて、その気体を水 100mL にすべて吸収させた。次に、この水溶液を 2.0mol/L の水酸化ナトリウムを用いて中和したところ 90mL 必要だった。

- (1) 塩化ナトリウムと濃硫酸の反応を化学反応式で示せ。
- (2) 塩化ナトリウムを濃硫酸の反応で用いた塩化ナトリウムの質量 X(g)と得られた固体の質量 Y(g)を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。なお、解答に至る導出過程も示すこと。ただし、反応で生じた固体は濃硫酸に溶けないものとする。
- (3) 反応に残った濃硫酸の量(mL)を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。なお、解答に至る導出過程も示すこと。ただし、反応で生じた固体は濃硫酸に溶けないものとする。また、この濃硫酸の密度は  $1.8\text{g/cm}^3$  で、反応の前後で変化しないものとする。

(2017 名古屋工大)

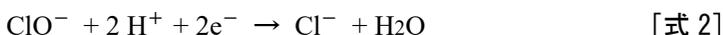
2. 以下の問いに答え、[ 1 ]～[ 6 ]にあてはまる答として最もふさわしいものを各解答群の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

(1) 日本では水道法 22 条に基づく水道法施行規則により、給水栓(蛇口)における水が遊離残留塩素 0.1mg/L 以上保持するように塩素消毒することが定められている。

塩素  $\text{Cl}_2$  は水に溶け、その一部が[式 1]のように水と反応して塩化水素  $\text{HCl}$  と次亜塩素酸  $\text{HClO}$  を生成する。



$\text{HClO}$  は弱酸であり、水溶液中に生成した次亜塩素酸イオン  $\text{ClO}^-$  が[式 2]の反応式のとおり酸化作用を有し、微生物などを殺菌することにより消毒効果を示す。このとき、水溶液中の  $\text{HClO}$  と  $\text{ClO}^-$  を有理残存塩素(有効塩素)という。



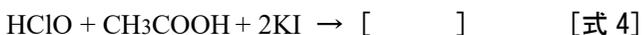
次亜塩素酸はカット野菜などの食品素材の洗浄段階などの用途に用いられる食品添加物として認められており、平成 14 年に定められた厚生労働省の食品添加物の次亜塩素酸水に関する成分規格の含量の項目には、『本品は、有効塩素 10～60mg/kg を含む。』と定められている。さらに、同規格の確認試験の項目には、『本品 5mL に水酸化ナトリウム溶液およびヨウ化カリウム試薬 0.2mL を加えるとき、液は、黄色を呈する。さらにデンプン溶液 0.5mL を加えるとき、液は、濃青色を呈する。』と記述されている。

食品の安全管理の職業に就くことを希望している M 君は、次亜塩素酸の効果について興味をもち、自分で水に塩素  $\text{Cl}_2$  を吹き込んで精製した次亜塩素酸水(試料水 A とする。密度 1.00g/mL)について、JIS 規格(日本工業規格)を参考に滴定を行って有効塩素濃度を測定してみることにした。

問 1 試料水 A を用いて 100.0mL 計り取り、200mL の三角フラスコに入れた。1.0mol/L のヨウ化カリウム  $\text{KI}$  水溶液 10mL と、1.0mol/L の酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液 10mL を加えてゆっくりかく拌すると、水溶液が薄い黄色になった(反応液 B とする)。これは、ヨウ化物イオン  $\text{I}^-$  が酸化されて[式 3]のようにヨウ素  $\text{I}_2$  を生じたためである。



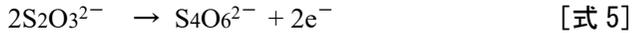
試料水 A により  $\text{KI}$  を酸化する反応は、(式 2)と(式 3)より、以下の(式 4)となる。



右辺の[ ]を完成させなさい。

問2 生成した I<sub>2</sub> の量を測定することにより、[式 4]から試料水 A の HClO の量を測定することができる。HClO が消費されると、[式 1]より試料水 A 中の Cl<sub>2</sub> から HClO が生成し、試料水 A の Cl<sub>2</sub> と HClO がすべて消費されるまで反応が続く。

I<sub>2</sub> の測定には、チオ硫酸ナトリウム (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 式量 158) 水溶液を用いる。還元剤として Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いたときの反応式は[式 5]の通りである。



また、Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> により I<sub>2</sub> を還元する反応の反応式は、[式 6]の通りである。



I<sub>2</sub> の滴定では、指示薬としてデンプン水溶液を用いる。デンプンは I<sub>2</sub> が存在すると鮮やかな青紫色を示す。この呈色反応は非常に鋭敏で、I<sub>2</sub> がすべて還元されて青紫色が消失する当量点を正確に見きわめることができる。

この時点では、I<sub>2</sub> が得た電子の物質量と Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が放出した電子の物質量が等しくなっている。この原理を利用して、酸化剤や還元剤の濃度や量を求める操作を酸化還元滴定という。

以上の反応により、試料水 A 中に含まれていた次亜塩素酸 HClO (Cl<sub>2</sub> から生成する HClO を含む) (ア) mol について、I<sub>2</sub> (イ) mol が生成し、Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ウ) mol と反応することになる。

(ア), (イ), (ウ) の正しい組合せは [ 1 ] である。

	A	B	C	D	E	F	G	H
(ア)	1	1	1	1	2	2	2	2
(イ)	1	1	2	2	1	1	2	1
(ウ)	1	2	2	4	1	2	1	4

問3 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の粉末を 7.90g 計り取り、メスフラスコを用いて 500.0mL の水溶液を調製した。(問 1) で作製した反応液 B に、指示薬として 0.5% のデンプン水溶液を数滴加えたところ青紫色に染まった。この反応液に調整した Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液をビュレットからゆっくり滴下したところ、24.0mL 滴下したところで青紫色が消失した。試料水 A 中に含まれていた HClO (Cl<sub>2</sub> から生成する HClO を含む) は [ 2 ] mol/L である。

A	B	C	D	E	F	G	H
480	240	120	60.0	48.0	30.0	24.0	12.0

問4 次亜塩素酸水の殺菌に有効な成分は次亜塩素酸 HClO であるが、有効塩素濃度は測定した HClO の濃度を塩素 Cl<sub>2</sub> に換算して表すことと定められている。M 君が調製した試料水 A の有効塩素濃度は [ 3 ] mg/kg である。

A	B	C	D	E	F	G	H
852	630	426	315	170	85.2	63.0	42.6

(2) ハロゲンの作用について興味を覚えた M 君は、さまざまなハロゲンの単体と化合物について調べてみた。

問1 塩素 Cl とヨウ素の I ほか、フッ素 F と臭素 Br もハロゲンである。ハロゲン元素の間で、ハロゲン単体と水素の反応性の強さ、ハロゲン化水素の水溶液の酸としての強さ、ハロゲン化水素の沸点は電気陰性度と密接に関連している。一方、弱酸で水素結合が強いものは沸点が例外的に高くなることが観察される。ハロゲン単体およびハロゲン化水素の性質を比較したものとして正しいものは [ 4 ] である。

	水素との反応性	酸としての強さ	沸点の高さ
A	F <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > I <sub>2</sub>	HF > HCl > HBr > HI	HF > HCl > HBr > HI
B	F <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > I <sub>2</sub>	HF > HCl > HBr > HI	HF > HI > HBr > HCl
C	F <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > I <sub>2</sub>	HI > HBr > HCl > HF	HF > HCl > HBr > HI
D	F <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > I <sub>2</sub>	HI > HBr > HCl > HF	HF > HI > HBr > HCl
E	I <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > F <sub>2</sub>	HF > HCl > HBr > HI	HF > HCl > HBr > HI
F	I <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > F <sub>2</sub>	HF > HCl > HBr > HI	HF > HI > HBr > HCl
G	I <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > F <sub>2</sub>	HI > HBr > HCl > HF	HF > HCl > HBr > HI
H	I <sub>2</sub> > Br <sub>2</sub> > Cl <sub>2</sub> > F <sub>2</sub>	HI > HBr > HCl > HF	HF > HI > HBr > HCl

問2 a,b の性質を示すハロゲンとして正しいものの組み合わせは [ 5 ] である。

- 常温常圧で液体である。
- 水酸化カルシウムと反応させるとさらし粉が得られる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
a	Cl <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
b	F <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>

問3 c,dの性質を示すハロゲン化物として正しいものの組み合わせは[ 6 ]である。

c. ハロゲン化銀が水によく溶ける。

d. ハロゲン化水素の水溶液がガラス器具のメモリの刻印などに用いられる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
c	AgF	AgF	AgF	AgF	AgBr	AgBr	AgBr	AgBr	AgI	AgI	AgI	AgI
d	HF	HCl	HBr	HI	HF	HCl	HBr	HI	HF	HCl	HBr	HI

(2016 明治大)

3. 元素の周期表の中で、[ ア ]族の元素をハロゲンとよぶ。(a) これらの元素の原子は一価の陰イオンになりやすく、ハロゲンの単体はすべて常温、常圧付近では二原子分子である。ハロゲンの単体は、原子番号が大きいほど融点や沸点が[ イ ]。

(b) フッ素は水と激しく反応し、フッ化水素を生じる。(c) フッ化水素の水溶液はフッ化水素酸(フッ酸)とよばれ、[ ウ ]酸性を示す。フッ化水素酸はフッ素化合物の原料に用いられる。

塩素は水に少し溶け、(d) その一部が水と反応する。塩素は、イオン交換膜法による水酸化ナトリウム水溶液の電気分解で得られる。そのときに発生する水素と塩素を直接反応させることで、塩化水素が得られる。塩化水素とアンモニアを反応させると、(e) 白煙が生じる。(f) 塩化水素の水溶液は塩酸とよばれる。(g) 塩酸にアルミニウムの金属片を入れると、気体を発生しながら、アルミニウムの金属片が溶ける。

ハロゲン化物イオンを含む水溶液に銀イオンを加えるとハロゲン化銀が得られるが、[ エ ]以外のハロゲン化銀は水に溶けにくいいため沈殿を生じる。また、(h) ヨウ化物イオンを含む水溶液に単体の塩素を通じると単体のヨウ素を生じるが、塩化物イオンを含む水溶液にヨウ素を加えても塩素は生じない。

問1 文章中の[ ア ]～[ エ ]に入る適切な数値または語句を記せ。なお、[ ウ ]には「強」または「弱」のいずれかを記せ。

問2 下線部(a)の理由を、ハロゲン原子の電子配置の特徴と関連づけて簡潔に記せ。

問3 下線部(b)の反応を化学反応式で記せ。

問4 下線部(c)のフッ化水素酸を保存するには、ガラスの容器とポリエチレンの容器のどちらが適切か答えよ。また、その理由を簡潔に記せ。

問5 下線部(d)の反応で生成する二つの化合物を化学式で記せ。

問6 下線部(e)の白煙は何か。化学式で記せ。

問7 下線部(f)に関連して、質量パーセント濃度が37.0%で、密度が $1.19\text{g/cm}^3$ の塩酸のモル濃度(mol/L)を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字2桁で答えよ。

問8 下線部(g)について、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) この反応を化学反応式で記せ。

(2) この反応で発生した気体を水上置換で捕集すると、300K で圧力が  $1.036 \times 10^5 \text{Pa}$ 、体積が 300mL であった。この反応で発生させて捕集した気体の物質量(mol)を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、300K の水蒸気圧を  $3.6 \times 10^3 \text{Pa}$  とする。

問9 下線部(h)の理由を簡潔に書け。

(2016 静岡大)

4. 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

記号 a~f は種類の元素記号を表すものとする。a~f の原子の電子配置は下表に示すとおりである。また、例えば 1 個の b 原子と 1 個の水素原子が結合した分子は Hb, 二原子分子である b の単体は  $b_2$ , というように、分子式や組成式もの記号を用いて表すものとする。

最外殻に 7 個の電子を持つ原子は電子を受け取ると安定となる。したがって b, c, f の単体は酸化力を持つが、①酸化力の強さは元素によって異なっている。一方、一般に最外殻に 1~3 個の電子を持つ原子は電子を失うと安定になるため、a, c, d の単体は②常温で水と反応する。

元素	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻	O 殻
a	2	8	1	0	0
b	2	8	7	0	0
c	2	8	8	1	0
d	2	8	8	2	0
e	2	8	17	7	0
f	2	8	18	18	7

問1 下線部①の説明文として最適なものを次の(ア)~(ウ)のなかから一つ選び、記号で答えよ。

(ア) 水溶液中で  $2cb + f_2 \rightarrow 2cf + b_2$  は進行するが、 $2cf + b_2 \rightarrow 2cb + f_2$  は進行しない。

(イ) 水溶液中で  $2cf + b_2 \rightarrow 2cb + f_2$  は進行するが、 $2cb + f_2 \rightarrow 2cf + b_2$  は進行しない。

(ウ) 水溶液中で  $2cb + e_2 \rightarrow 2ce + b_2$  は進行するが、 $2cf + e_2 \rightarrow 2ce + f_2$  は進行しない。

問2 bと水素からなる化合物 Hb の薄い水溶液に次の(1)~(6)の物質を加えたときに生成する気体の物質名を記せ。気体を生成しないときには「なし」と記せ。

(1) c の炭酸塩

(2) 銅

(3) 亜鉛

(4) 硝酸銀

(5) 硝酸銅

(6) 水酸化アルミニウム

問3 次の(ア)~(エ)のうち、いずれか一つのイオンを含む酸性の薄い水溶液に、bと水素からなる化合物 Hb を加えたところ沈殿が生じた。含まれていたイオンはどれか。最適なものを次の(ア)~(エ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

(ア)  $Al^{3+}$

(イ)  $Cu^{2+}$

(ウ)  $Zn^{2+}$

(エ)  $Ag^+$

問4 化合物 cb と濃硫酸を混合して加熱すると水素からなる気体 Hb が生成した。これは硫酸のどの性質によって起きたか。最適なものを次の(ア)~(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

(ア) 酸性

(イ) 脱水作用

(ウ) 酸化作用

(エ) 不揮発性

(オ) 吸湿性

問5 a,c,d のそれぞれ 1.2mol に多量の水を加えたとき、下線部②の反応によって発生する気体の物質量を、有効数字 2 桁で記せ。

問6 a,c,d の炭酸塩のうち最も水に溶けにくいものを一つ選び、a,c,d の記号で答えよ。

(2016 鳥取大)

5. 次の文章を読んで、問いに答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素、[ ア ]の5元素は周期表において[ イ ]族に属しハロゲンと呼ばれる。ハロゲンの原子は、いずれも価電子を[ ウ ]個もつ。そのため電子を1個取り入れ1価の陰イオンとなりやすい。ハロゲンの単体は2原子分子であるが、他の元素と化合物をつくりやすいので天然にはほとんど存在しない。ハロゲン単体は原子番号が大きくなるとともに、沸点・融点が[ エ ]なる。

フッ素はハロゲンの中で最も反応しやすく、ほとんどの元素と反応してフッ化物をつくる。水素と混ぜると、冷暗所でも爆発的に化合しフッ化水素となる。また、(a)水とも激しく反応し、酸素を発生しフッ化水素をとる。

フッ化水素は、(b)[ オ ] (ホタル石) に濃硫酸を加えて発生させることができる。(c) フッ化水素は他のハロゲン化水素に比べ、沸点・融点が非常に高い。また水によく溶け、フッ化水素酸となる。他のハロゲン化水素は強酸であるのに対し、フッ化水素酸は弱酸であるが、ガラスを溶かす性質を持つ。(d) これはフッ化水素がガラスの主成分であるSiO<sub>2</sub>と反応するためである。この性質を利用し工業的にはガラスの加工などに用いられる。

問1 文中の[ ア ]～[ オ ]にあてはまる、最も適当な数字や語句を答えよ。なお、[ オ ]は化学式である。

問2 下線(a)の反応を化学反応式で表せ。

問3 下線(b)の反応を化学反応式で表せ。

問4 下線(d)の反応を化学反応式で表せ。

問5 フッ化水素が下線(c)のような性質をもつ理由を、句読点を含め80字以内で説明せよ。

6. 周期表の(ア)族元素をハロゲンという。これらの原子は(イ)個の価電子をもっており、電子(ウ)個を取り込んで、(ウ)価の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体はいずれも(エ)原子分子である。実験室で塩素ガスをつくるには、①酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱するか、②高度さらし粉  $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  に希塩酸を加えて発生させ、(オ)置換で捕集する。塩素は(カ)色の気体で、③熱した銅線をこの気体の中に入れると、淡黄色の煙を生じる。また、塩素は臭素より強い(キ)力をもつので、④臭化カリウム水溶液に塩素水を加えると臭素が遊離する。

塩化水素は、⑤塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱することにより発生し、(ク)置換で捕集する。塩化水素の水溶液を塩酸といい、代表的な強酸である。⑥塩化水素とアンモニアが反応すると、塩化アンモニウムの(ケ)色の煙を生じるので、この反応は塩化水素またはアンモニアの検出に用いられる。

問1 文章中の空欄(ア)から(エ)に最も適した数字を答えよ。

問2 文章中の空欄(オ)から(ケ)に最も適した語句を答えよ。

問3 下線部①から⑥の化学変化の化学反応式を示せ。

問4 密度  $1.18\text{g/mL}$ 、質量パーセント濃度  $36.0\%$  の市販塩酸がある。この濃塩酸のモル濃度  $\text{mol/L}$  を求めよ。また、計算過程も示せ。ただし、答えの数値は小数点以下2桁目を四捨五入して求めよ。

(2016 県立広島大)

7. 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

ハロゲンは最外殻に[ア]の電子を持つ第[イ]族元素である。ハロゲンは金属元素とイオン結合性の化合物を、非金属元素と[ウ]結合性の化合物を形成する。

単体の塩素は、白金電極を用いて第化銅(Ⅱ)水溶液を電気分解することにより、陽極側から気体として得られる。その際、塩素を捕集するには[エ]置換法を用いて行う。塩素は水に少し溶け、(a)溶けた塩素の一部は水と反応する。また、(b)塩素は亜硫酸ナトリウム水溶液によく吸収される。塩素は工業的には[オ]水溶液を電気分解して[カ]を製造する際の副生成物として製造されている。

(c)ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると、液が褐色に変化する。これは、ヨウ素より塩素の方が[キ]が強いため[ク]が遊離して生ずる現象である。

また、フッ化水素は塩化水素に比べて沸点が高い。これはフッ素原子と水素原子との[ケ]の差が非常に大きいため、フッ化水素では分子間に[コ]が生じているためである。

問1 [ア]～[コ]に適切な語句または数値を記せ。

問2 下線部(a)～(c)の化学反応式をそれぞれ記せ。

(2010 法政大)

8. 次の文章を読み、問1～5に答えなさい。

フッ素、塩素 [ ア ], ヨウ素、アスタチンは周期表において [ イ ] 族に属し、ハロゲンとよばれる。ハロゲンの原子は、いずれも価電子を [ ウ ] 個もつ。そのため電子を1個取り入れ1価の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体は二原子分子である。ハロゲン単体は原子番号が大きくなるとともに融点・沸点が [ エ ] なる。

フッ素はハロゲンの中で最も反応しやすく、ほとんどの元素と反応してフッ化物をつくる。水素と混ぜると化合し、フッ化水素となる。また、(a)水とも激しく反応し、気体を発生してフッ化水素となる。

塩素は塩化ナトリウム水溶液の電気分解で得られる。塩素は水に少し溶け、(b)その一部が水と反応する。水素と塩素を直接反応させることで塩化水素が得られる。塩化水素は気体のアンモニアと反応して(c)白煙を生じる。(d)塩化水素の水溶液は塩酸とよばれる。

問1 [ ア ]～[ エ ]に入る適当な数または語を記しなさい。

問2 下線部(a)の反応でフッ化水素とともに発生する気体を化学式で記しなさい。

問3 下線部(b)の反応で生成する2つの化合物を化学式で記しなさい。

問4 下線部(c)の白煙は何か。化学式で記しなさい。

問5 下線部(d)に関連して、質量パーセント濃度が30.0%で、密度が $1.15\text{g/cm}^3$ の塩酸のモル濃度(mol/L)を求めなさい。計算過程とともに有効数字3桁で答えなさい。

(2019 秋田大)

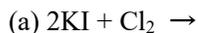
9. 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

単体の塩素は、工業的には①塩化ナトリウム水溶液の電気分解によって製造されるが、実験室では[ア]に濃塩酸を加えて加熱するか、②さらし粉に希塩酸を加えることにより発生させる。ハロゲンのうちフッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体と水素を反応させるといづれからも無色、激臭をもつ気体または液体が生成するが、その中で最も沸点が高く水溶液が弱酸性を示すのは[イ]である。③[イ]の水溶液はガラスの主成分と反応するため、通常はポリエチレンの容器に保存される。

[ウ]イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えても沈殿は生じないが、[ウ]イオン以外のハロゲン化物イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると沈殿が生じた。ハロゲン化銀の沈殿に光をあてると、分解して銀の粒子が遊離する。このような性質を[エ]という。

問1 空欄[ア]～空欄[エ]に入る適切な物質名または語句を書け。

問2 下記の(a)～(c)について、実際に水溶液中で反応が起こる場合には右辺の式を表せ。反応が起こらない場合には「×」と記述せよ。



問3 陽極に炭素、陰極に鉄を用い、両極を陽イオン交換膜で仕切って下線部①の電気分解を行った場合に陽極・陰極で起こる化学変化をそれぞれ電子 $e^-$ を用いたイオン反応式で示せ。また、陰極側の水溶液を濃縮して得られる物質を化学式で書け。

問4 下線部②の反応の化学反応式を書け。

問5 下線部③の反応の化学反応式を書け。

問6 硝酸銀水溶液の入った4本の試験管に塩化ナトリウム水溶液、硫化水素水、クロム酸カリウム水溶液、水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、それぞれ沈殿A、B、C、Dが生じた。以下の(a)と(b)に答えよ。

(a) 沈殿 A～沈殿 D の化学式を書け。

(b) 沈殿 D に十分な量のアンモニア水を加えると沈殿が溶けて水溶液となった。この変化を化学反応式で示せ。

(2019 岩手大)

10. 次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

周期表の[ア]族に属する元素を[イ]という。化学的性質が比較的良好に知られている[イ]の元素記号は、原子番号の小さい方から順に F, Cl, Br, I であり、各々の原子は価電子を[ウ]個もち、[エ]価の陰イオンになりやすい。(a)これらの元素の単体の常温(25°C)・大気圧における状態は、それぞれの元素によって異なる。このように、同じ構造をもつ[イ]分子でも存在状態が異なるのは、[オ]の違いに起因している。[オ]には[イ]分子の分子量が大きく関わっている。

[イ]の単体は多様な化学反応を示す。(b)特に酸化作用を示す反応がよく知られている。例えば(c)フッ素の単体は水と反応してフッ化水素を生じる。(d)塩素の単体は水と反応して塩化水素を生じる。ヨウ素の単体は、水にはほとんど溶けないが、(e)ヨウ化カリウム水溶液中ではイオンとなって溶け出し、[カ]色のヨウ素溶液となる。(f)アミロースの水溶液にヨウ素溶液を加えると濃青色に呈色する。

[イ]化物イオンの塩は、一般に水に溶けやすいものが多い。例えば、25°Cにおけるヨウ化ナトリウムの溶解度は 184g/100g 水であり、高い水溶性を示す。一方、(g)[イ]化銀のうち、[キ]以外は水に難溶である。

問 1 [ア]～[キ]にあてはまる切な語句、化合物名または数を答えなさい。

問 2 下線部(a)について、常温(25°C)・大気圧における 4 元素の単体の状態を①気体、②液体、③固体の中から選び番号で答えなさい。

問 3 下線部(b)について、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 上記の 4 元素の単体の化学式を酸化力の強い順に不等号(>)を用いて並べなさい。

(2) 酸化力の強さは、単体のどのような性質に基づくか。20 字以内で説明しなさい。

(3) 次の①～⑤それぞれの反応において、反応がの右側に進む場合は→を、左側に進む場合は←を、平衡反応の場合は＝をどちらにも反応が進行しない場合は×を解答欄に記しなさい。



問4 下線部(c)および(d)の二つの反応の化学反応式をそれぞれ示しなさい。

問5 下線部(e)のイオン反応式を示しなさい。

問6 下線部(f)について、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) この反応の名称を答えなさい。

(2) この呈色反応によって、ヨウ素の状態はどのようになるか。40字以内で説明しなさい。

(3) この反応において溶液が濃青色に見えるのはどのような現象によるか、次の①～⑤から正しい記述をすべて選びなさい。

① 白色光のうち、濃青色の光が溶液によって吸収される。

② 白色光のうち、濃青色の補色の光が溶液によって吸収される。

③ 白色光のうち、濃青色の補色の光が溶液によって反射される。

④ 溶液中の発色分子が濃青色の光を放射する。

⑤ 溶液中の発色分子が濃青色の補色の光を放射する。

問7 下線部(g)について、 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  のヨウ化ナトリウム水溶液 1.0L に  $3.4 \times 10^{-5} \text{ g}$  の硝酸銀を加えると、ヨウ化銀の沈殿が生じた。この沈殿の物質量を、計算過程を示し有効数字2桁で求めなさい。ただし水溶液の温度は  $25^\circ\text{C}$  で一定であり、水溶液中におけるヨウ化銀の溶解度積は、 $K_{\text{sp}} = 2.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  とする。また、硝酸銀を加えたことによる溶液量の変化は無視できるものとする。

(2019 金沢大)

11. 次の文章を読み、下の問1～7に答えよ。

1811年フランスのクールトアは、海草灰から抽出した液に硫酸を加えると、刺激臭のある[ア]色の蒸気が発生することを発見した。1813年、この物質がそれまで知られていない新しい元素であることが確認され iodine(ヨウ素)と命名された。現在、日本は世界第2位のヨウ素の生産量を誇り、その大部分は千葉県天然ガス床の地下水(かん水)から産出される。ヨウ素の用途は、X線造影剤、医薬品、偏光フィルム、触媒など、多岐にわたっている。[あ]らは、ポリアセチレンにヨウ素を加えると金属に近い電気伝導性が得られることを見だし、この導電性高分子の発見により、2000年にノーベル化学賞を受賞した。ヨウ素は、甲状腺ホルモンの構成元素の1つであり、ヒトにとって必須の元素である。(A)日本に比べて、大陸の内陸部の国や地方ではヨウ素欠乏症が発症する頻度が高い。

ヨウ素の固体は光沢のある黒紫色をしており、ヨウ素分子  $I_2$  が (B) [イ] 力で弱く結合した結晶 である。 $I_2$  を球状位子とみなすと、結晶は面心立方格子の配置をとっている。したがってその単位格子中には  $I_2$  が [ウ] 個存在する。ヨウ素の固体は、(C) 液体の状態を経ることなく気体に変化する性質 がある。 $I_2$  は水にほとんど溶けませんが、過剰のヨウ化カリウムを共存させると [エ] イオンになって水に溶け、液は [オ] 色を示す。この液(ヨウ素溶液)をデンプン水溶液に少量加えると、水溶液の色は青紫～赤紫色を示す。これは、デンプン分子が [カ] 構造をとり、その内部の空間に  $I_2$  が入り込むことに起因する。また、[キ] 防止剤として食品に添加されているアスコルビン酸  $C_6H_8O_6$  (ビタミンC) の定量分析にも、ヨウ素溶液は応用されている。この分析は、 $C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2HI$  で表される酸化還元反応に基づく。

(D) ヨウ化カリウム水溶液に激しく攪拌しながら硝酸銀水溶液を加えていくと、黄色のヨウ化銀  $AgI$  のコロイド子が生成する。 銀イオンに対してヨウ化物イオンが過剰な場合には、この位子の表面は [ク] の電荷を帯びており、粒子間の反発によってコロイド溶液は安定に保たれる。この溶液に側方からレーザー光を照射すると、コロイド粒子が光を [ケ] するため、光の進路が輝いて見える。これを [コ] 現象という。また、このコロイド溶液に少量の電解質を加えると、電解質から生じたイオンによってコロイド粒子表面の電荷が打ち消され、粒子は反発力を失い、集合して沈殿する。この現象を [サ] という。ヨウ化銀は、人工降雨にも応用されている。すなわち、(E) 大気中にヨウ化銀の微粒子を散布すると、この微粒子が核になって氷晶が析出し、これが地上に到達する間に雨粒となる。

問1 文中の[ア]～[サ]に当てはまる適切な語句あるいは数字を答えよ。

問2 文中の[あ]に当てはまる科学者名を、以下の①～⑥より1つを選択せよ。

① 中村修二 ② 利根川進 ③ 下村 修 ④ 白川英樹 ⑤ 田中耕一 ⑥ 福井謙一

問3 下線部(A)について、なぜ日本ではヨウ素欠乏症の発症があまり見られないのか。考えられる理由を述べよ。

問4 下線部(B)のような結晶を何と呼ぶか。以下の①～④より1つを選択せよ。

① 金属結晶 ② イオン結晶 ③ 分子結晶 ④ 共有結合結晶

問5 下線部(C)のような状態の変化は何と呼ばれるか。

問6 下線部(D)に関連して、AgIの溶解度積  $K_{sp}$  を  $2.10 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$  とすると、 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  中のKI水溶液中でAgIのコロイド粒子が生成するためには、理論上、 $\text{Ag}^+$ 濃度はいくら以上必要か。計算の根拠も示すこと。

問7 下線部(E)のように、分散媒が気体で分散質が固体(または液体)のコロイドは何と呼ばれるか。

(2019 徳島大)

12. 次の各問いに答えなさい。

問1 天然に存在する塩素の同位体は安定な質量数 35 と 37 のものがほとんどであり、質量数 36 の同位体は放射性である。次の問い(a), (b)に答えなさい。

(a) 質量数 36 の塩素原子は電子  $e^-$  を放出して  $\beta$  壊変する。次のどの原子に変化するか。正しいものを①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ①  ${}_{16}^{36}\text{S}$    ②  ${}_{16}^{35}\text{S}$    ③  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$    ④  ${}_{17}^{36}\text{Cl}$    ⑤  ${}_{18}^{36}\text{Ar}$    ⑥  ${}_{18}^{37}\text{Ar}$

(b) ある鉱石は 92 万 4000 年前に生成し、その時含まれていた塩素原子の同位体の存在比は  ${}^{35}\text{Cl}$  が 70.00%,  ${}^{36}\text{Cl}$  が 5.000%,  ${}^{37}\text{Cl}$  が 25.00%であったとすると、現在の鉱石中の塩素原子の同位体の存在比で  ${}^{36}\text{Cl}$  は何%になるか。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし鉱石生成後の塩素原子の出入りは無く、放射性同位元素  ${}^{36}\text{Cl}$  の半減期は 30 万 8000 年であり、 ${}^{36}\text{Cl}$  と  ${}^{37}\text{Cl}$  は安定で変化しないものとする。

- ① 0.625   ② 0.654   ③ 0.692   ④ 1.25   ⑤ 1.30   ⑥ 1.57

問2 水素と塩素を反応させて塩化水素を生成する。この時、水素は  ${}^1\text{H}$  と  ${}^2\text{H}$  からつくり、質量数の合計が 4 の水素の物質量の割合が 56.25%であり、塩素は  ${}^{35}\text{Cl}$  と  ${}^{37}\text{Cl}$  からつくり、質量数の合計が 70 の塩素の物質量の割合が 56.25%であった。得られた塩化水素のうち質量数の合計が 38 の塩化水素の存在割合は何%か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし水素と塩素は過不足無く反応し、同位体による反応の差はないものとする。

- ① 6.25   ② 18.75   ③ 25.00   ④ 37.50   ⑤ 56.25   ⑥ 75.00

問3 塩素と水素から塩化水素を作り、これをすべて水に溶かして質量パーセント濃度 10.0%塩酸を 10L 作りたい。10.0%塩酸の密度を  $1.08\text{g/cm}^3$  として次の問い(a), (b)に答えなさい。

(a) 必要な水素の体積は  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$  で何 L か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 168   ② 252   ③ 336   ④ 403   ⑤ 538   ⑥ 672

(b) 必要な塩素を塩化ナトリウム水溶液の電気分解で作るには、電流 20A で何時間通電すれば良いか。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、気体の溶解は無いものとする。①15

- ① 15   ② 20   ③ 25   ④ 30   ⑤ 35   ⑥ 40

問4 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え、加熱して発生した気体を乾燥させて集めた。集めた気体は  $39^{\circ}\text{C}$  ,  $2.026 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $32 \text{ mL}$  であった。この気体を  $10\%$  ヨウ化カリウム水溶液  $50 \text{ mL}$  に通じてすべて反応させた。反応後の水溶液を水で薄めて全体積を  $100 \text{ mL}$  とした。この水溶液中のヨウ素濃度が  $0.010 \text{ mol/L}$  であった。集めた気体に含まれる塩素は体積百分率で何%か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 10      ② 20      ③ 40      ④ 60      ⑤ 80      ⑥ 100

問5 さらし粉( $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ )は水酸化カルシウムに塩素を吸収させてつくられ、漂白・消毒などに用いられる。さらし粉  $100 \text{ g}$  に十分な酸を加えて  $a \text{ (g)}$  の塩素が発生したとき、有効塩素量が  $a \text{ (}\%)$  であるという。

さらし粉  $1.00 \text{ g}$  を水に溶かし、 $100 \text{ mL}$  のさらし粉水溶液をつくった。この水溶液  $25.0 \text{ mL}$  に充分量のヨウ化カリウムと希塩酸を加えて、 $0.125 \text{ mol/L}$  のチオ硫酸ナトリウム水溶液滴定したところ、終点は  $20.0 \text{ mL}$  であった。次の間い(a), (b)に答えなさい。

(a) 最も適切な指示薬を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① デンプン   ② スクロース   ③ グルコース   ④ 過マンガン酸カリウム  
⑤ フェノール   ⑥ 安息香酸

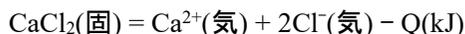
(b) さらし粉の有効塩素濃度は何%か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 17.5   ② 35.0   ③ 42.0   ④ 52.5   ⑤ 60.0   ⑥ 75.0

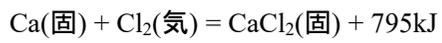
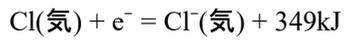
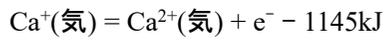
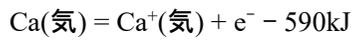
問6 硝酸銀  $0.850 \text{ g}$  を水に溶かして  $100 \text{ mL}$  とした水溶液と、塩化マグネシウム六水和物  $1.01 \text{ g}$  を水に溶かして  $100 \text{ mL}$  とした水溶液とを混合した水溶液の浸透圧は温度  $27^{\circ}\text{C}$  で何  $\text{kPa}$  か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし水溶液は希薄溶液と考えられ、硝酸銀と塩化マグネシウムは  $100\%$  電離しているものとする。

- ① 25      ② 50      ③ 62      ④ 125      ⑤ 187      ⑥ 311

問7 格子エネルギーは結晶の構成子を気体の原子またはイオンに分けてバラバラにするのに必要なエネルギーであり、塩化カルシウム結晶の格子エネルギーを  $Q \text{ (kJ/mol)}$  とすると熱化学方程式は次のようになる。



カルシウム(固体)の昇華熱を  $121 \text{ kJ/mol}$  , 塩素(気体)の結合エネルギーを  $244 \text{ kJ/mol}$  とし、次の熱化学方程式を用いて  $Q \text{ (kJ/mol)}$  を求めなさい。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。



- ① 1607    ② 2197    ③ 2546    ④ 3003    ⑤ 3134    ⑥ 3593

(2019 順天堂大)

13. 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

周期表の[ あ ]族の元素をハロゲン元素という。ハロゲン元素の原子はいずれも価電子を[ い ]個もつ。単体ではハロゲン元素の原子はすべて、[ う ]結合によって二原子分子をつくる。ハロゲン元素の単体は、他の物質から[ え ]を奪う力が大きく、酸化力が強い。

次の[i]～[iv]は、ハロゲン元素 A～D の単体やその化合物の性質をそれぞれ記したものである。

[i] 元素 A ハロゲン元素 A の単体は、常温で刺激臭のある気体である。この気体は元素 A とナトリウムの化合物の水溶液を電気分解すると、炭素製の( ① )極に発生する。また、この気体は<sup>(a)</sup>さらし粉に[ お ]水溶液を加えても発生する。元素 A の単体は水に少し溶けて、その一部が水と反応して[ か ]と元素 A のオキソ酸になる。このオキソ酸中の元素 A の酸化数は、[ き ]である。

[ii] 元素 B ハロゲン元素 B の単体は常温で液体であり、容易に蒸発して強い刺激臭をもつ蒸気を出す。元素 B の単体は、<sup>(b)</sup>元素 B とカリウムの化合物を、希硫酸中で酸化マンガン(IV)を用いて酸化すると得られる。元素 B の単体は水に少し溶け、[ く ]色の水溶液を生じる。この水溶液にエチレンを十分に通すと、溶液の色が[ け ]色になる。

[iii] 元素 C ハロゲン元素 C の単体は、ハロゲン元素の単体の中で最も凝固点が( ② )く、沸点が( ③ )い。<sup>(c)</sup>ホタル石の粉末に濃硫酸を加えて加熱すると、元素 C の水素化合物が生成する。元素 C の水素化合物は水によく溶け、その水溶液はガラスの主成分である二酸化ケイ素を溶かす。

[iv] 元素 D ハロゲン元素 D の単体は、常温で( ④ )性のある固体であり、電気伝導性が( ⑤ )。元素 D の単体は水にほとんど溶けないが、元素 D とカリウムの化合物は水によく溶ける。

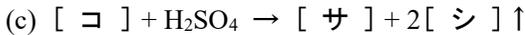
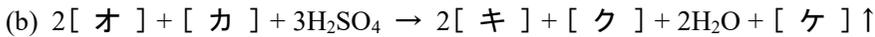
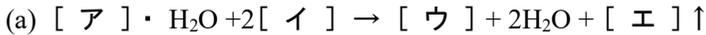
問1 本文中の[ あ ]～[ け ]にあてはまる最も適した化学式、数字、あるいは語句を記せ。なお、同じ化学式、数字、あるいは語句を何度使ってもよい。

問2 本文中の( ① )～( ⑤ )にあてはまる最も適した語句を次の語群から選べ。なお、同じ語句を何度使ってもよい。

( ① )～( ⑤ )の語群

ある . ない . 大 , 小 , 高 , 低 , 陽 , 陰 . 親水 . 潮解 . 融解 , 昇華 , 熱可塑

問3 下線(a)~(c)の反応は、それぞれ以下の反応式で表される。次のア~シに最も適した化学式を記せ。



問4 ハロゲン元素A~Dの単体と水素との反応性を記した文として、最も適したものを次の(あ)~(え)からそれぞれ1つ選び記号で記せ。

(あ) 低温、暗所でも爆発的に反応する。

(い) 常温で光をあてると爆発的に反応する。

(う) 高温にすると反応する。

(え) 高温で一部が反応する。

問5 ハロゲン元素Aは、酸化数の異なるオキシ酸をつくることが知られている。次の(1)、(2)にあてはまるハロゲン元素Aのオキシ酸の化学式をそれぞれ記せ。

(1) ハロゲン元素Aの酸化数が最も高いオキシ酸

(2) 最も強い酸性を示すオキシ酸

問6 ハロゲン元素Aとナトリウムの化合物は、ナトリウムイオンとハロゲン化物イオンが交互に並んだ結晶を形成する。この結晶において、ナトリウムイオンとハロゲン化物イオンの配位数はそれぞれ[こ],[さ]である。一方、ハロゲン元素Aとセシウムの化合物の結晶では、セシウムイオンとハロゲン化物イオンの配位数はそれぞれ[し],[す]となる。結晶構造にこのような違いが生じるのは、ナトリウムイオンとセシウムイオンの大きさが異なるためである。

(1) [こ]~[す]にあてはまる最も適した数字をそれぞれ記せ。なお、同じ数字を何度使ってもよい。

(2) ナトリウムイオンとセシウムイオンはどちらが大きい。大きいイオンのイオン式を記せ。

問7 ハロゲン元素Bと銀の原子数の比が1:1の化合物をAgXと表す。ある温度におけるAgXの飽和水溶液の濃度は $7.18 \times 10^{-7}$ mol/Lである。この温度で $1.00 \times 10^{-7}$ mol/LのAgX水溶液1.00Lに硝酸銀を少しずつ加える。AgXの沈殿が生じ始めるのは、硝酸銀を何gより多く加えたときか。計算過程とともに有効数字2桁で記せ。ただし、硝酸銀の

式量は 169.9 とし、硝酸銀を加えることによる水溶液の体積変化と温度変化はないものとする。

問8 ハロゲン元素 D とカリウムの化合物を用いて、次の実験を行った。

ビーカーに、(d)ある濃度の過酸化水素水 10.0mL と少量の希硝酸を入れた。続いて、元素 D とカリウムの化合物の  $1.00 \times 10^{-1} \text{mol/L}$  の水溶液 20mL を加えたところ、ビーカー内の溶液が褐色になった。この溶液に  $1.00 \times 10^{-2} \text{mol/L}$  のチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下すると、溶液の色が薄くなった。ここで、指示薬として少量のでんぶん水溶液を加え、チオ硫酸ナトリウム水溶液をさらに滴下すると、合計 50.0mL 滴下したところで溶液の色が青紫色から無色に変化した。

- (1) 下線部(d)の反応をイオン反応式で記せ。また、この反応で酸化剤、還元剤としてはたらいっているイオンまたは分子の化学式をそれぞれ記せ。
- (2) この実験で用いた過酸化水素水のモル濃度を、計算過程とともに、有効数字 2 桁で記せ。

(2018 富山大)

14. 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

17 族の元素はハロゲンと呼ばれ、その単体は二原子分子であり、強い酸化力を持つ。フッ素( $F_2$ )は室温で水と反応し[ あ ]と酸素( $O_2$ )のを生じる。塩素( $Cl_2$ )は水に溶解し、一部の塩素は水と反応して[ い ]と[ う ]を生じる。ヨウ素( $I_2$ )は、水には溶解しにくいだが、ヨウ化カリウム水溶液には溶け、褐色のヨウ素溶液となる。

ハロゲンの単体の沸点は、 $F_2(-188^\circ C)$ 、 $Cl_2(-34^\circ C)$ 、 $Br_2(59^\circ C)$ 、 $I_2(184^\circ C)$ である。このように一般に、類以の化合物の沸点は[ ア ]が大きいほど高いことが知られている。一方、ハロゲン化水素の沸点は  $HF(20^\circ C)$ 、 $HCl(-85^\circ C)$ 、 $HB(-67^\circ C)_r$ 、 $HI(-35^\circ C)$  である。 $HF$  の沸点が異常に高いのは、液体状態で分子間に強い[ イ ]が生じているためである。

酸素もハロゲンと同じく、二原子分子の単体  $O_2$  を形成し、強い酸化力を持つ。酸素は、多くの元素と反応しその元素の最高酸化数(価電子数と同じ酸化数)の酸化物を与えることができる。第三周期の元素では希ガスを除くすべての元第で最高酸化数の酸化物が知られている。例えば、リンについては十酸化四リン( $P_4O_{10}$ )、塩素については七酸化二塩素( $Cl_2O_7$ )がある。これらの酸化物のうち、リン、硫黄、塩素の酸化物は水と反応して、それぞれ対応する最高酸化数のオキソ酸を生成する。一方、ナトリウム、マグネシウムの酸化物は水と反応して塩基性の化合物を生成する。このように多くの典型金属元素では、最高酸化数の酸化物は水と反応して塩基を与えるが、遷移金属元素では酸になる場合もある。例えば、クロムの最高酸化数の酸化物は[ え ]であるが、[ え ]は水酸化カリウムとの中和でクロムカリウムになることからわかるように酸性酸化物である。

問1 文中の[ あ ]~[ え ]に最も適する化学式を記せ。

問2 文中の[ ア ]、[ イ ]に最も適する語句を以下の(A)~(F)から選び、その記号を記せ。

(A) 分子量 (B) 原子量 (C) 電荷 (D) 水素結合 (E) イオン結合 (F) 共有結合

問3 フッ素と水、塩素と水との反応において、反応前後の酸素原子の酸化数を記せ。

問4 問3をもとに、フッ素( $F_2$ )と塩素( $Cl_2$ )の酸化力を比較し、酸化力のより強い分子の名称を記せ。また、水との反応からそのように判断した理由を記せ(75字以内)。

問5 下線部(a)で示した以外に、酸素の単体には分解しやすい同素体がある。その同素体の名称と分子式を記せ。

問6 下線部(b)の最高酸化数の酸化物を、15族のリン(P<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)と17族の塩素(Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)を除き、族番号ごとに化学式を用いて記せ。

問7 下線部(c)について、硫黄と塩素の酸化物が水と反応してオキシ酸を生成するときの反応式と、生成するオキシ酸の名称を記せ。

問8 一般に、オキソ酸の酸の強さは、中心となる元素に結合している酸素原子の数に依存する。塩素のオキソ酸としては、下線部(c)で述べたオキシ酸以外に、塩素酸、亜塩素酸、次亜塩素酸が知られている。これらの化合物の化学式を記し、4種類のオキシ酸を強い酸から順に記せ。

問9 下線部(d)の反応の反応式を記せ。

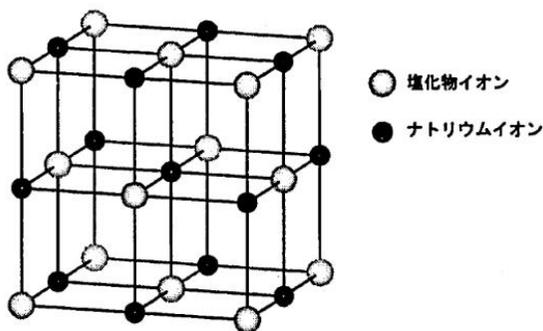
(2012 富山大)

15. 塩素に関する以下の文章を読み、問い(問1～7)に答えよ。

塩素は、フッ素, [ ア ], ヨウ素などとともに、ハロゲンと呼ばれる 17 族元素のひとつである。塩素原子は [ ア ] に 2 個, L 殻に ( ウ ) 個, M 殻に ( エ ) 個の電子を持ち、( オ ) 価の陰イオンになりやすい。塩素原子には①質量数が異なる原子がいくつか存在するが、②質量数が 35 の原子と 37 の原子のみが天然に安定して存在する。質量数の違いは原子核内の [ カ ] の数が異なるためであり、質量数 35 の塩素原子には ( キ ) 個の [ カ ] が存在する。

塩素の単体は(A)( ク ) 個の塩素原子が結合した ( ク ) 原子分子で、室温では気体であり、水に少し溶けてその水溶液はケ { 酸・塩基 } 性を示す。他のハロゲン単体も ( ク ) 原子分子であるが、大気圧下、室温での状態は、[ ア ] は液体、ヨウ素は [ コ ] である。ハロゲン単体はサ { 酸化・還元 } 力が強く、水素と反応して③ハロゲン化水素を生成するが、その反応性は原子番号がシ { 大きい・小さい } 方が高い。

塩化ナトリウムの結晶は、(B)塩化物イオンとナトリウムイオンが結合して交互に規則正しく配列した構造を取り、下図に示した単位格子中には ( ス ) 個の塩化物イオンと ( セ ) 個のナトリウムイオンが含まれる。塩化ナトリウムのように、塩化物イオンを含む塩は水に溶けるものが多いが、塩化銀は水に対して難溶性であり、④硝酸銀水溶液に塩化ナトリウム水溶液を加えると、塩化銀の沈殿が生成する。



塩化ナトリウムの結晶構造

問1 文中の空欄ア～セに入る適切な用語・数字を答えよ。ただし、[ ]には用語が、( )には数字が入る。{ }は、括弧内の適切な方を選んで記入せよ。なお、同じ記号の空欄には同じ用語・数字が入る。

問2 下線部①のような関係にある原子は何と呼ばれるか答えよ。

問3 塩素の原子量が下線部②の2種類の塩素原子の相対質量と存在比から求められるものとし、相対質量はそれぞれの原子の質量数に等しいとしたとき、これら2種類の塩素原子の存在比を求めよ。解答は計算の途中経過を示し、有効数字2桁で答えよ。

問4 下線部(A), (B)の化学結合はそれぞれ何と呼ばれるか答えよ。

問5 下線部③について、フッ化水素は他のハロゲン化水素に比べ、例外的に高い沸点を示す。この理由を100字程度(句読点を含む)で書きなさい。

問6 図に示した塩化ナトリウム結晶の単位格子の1辺の長さを  $5.6 \times 10^{-8}$  cm とすると、塩化ナトリウム結晶の密度は何  $\text{g/cm}^3$  となるか。解答は計算の途中経過を示し、最終的な解は有効数字2桁で答えよ。

問7 下線部④について、 $0.010\text{mol/L}$  の硝酸銀水溶液  $10\text{mL}$  に、 $0.0020\text{mol/L}$  の塩化ナトリウム水溶液  $50\text{mL}$  を加えたとき、混合後の溶液に溶けている塩化物イオンの物質量は何 mol か。また沈殿した塩化銀は何 g か。解答は計算の途中経過を示し、有効数字2桁で答えよ。ただし塩化銀の溶解度積は  $1.8 \times 10^{-10} \text{mol}^2/\text{L}^2$  とする。

(2012 北九州市立大)

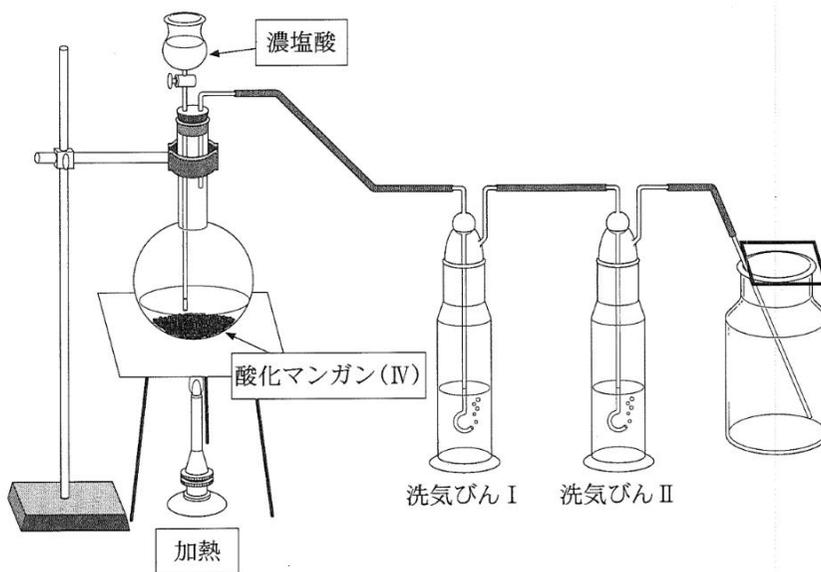
16. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

塩素などの17族の元素は[ア]と呼ばれる。[ア]の原子は、[イ]を7個持ち、電子を受け入れて、[ウ]価の[エ]イオンになりやすい。

単体の[ア]は、いずれも有色、有毒であり、分子全体として[オ]のかたよりのない無極性分子である。これらは、①常温常圧において気体、液体、固体として存在し、他の物質から電子を奪う力が強い。

[ア]の水素化合物は、すべて強い刺激臭を持ち、室温で無色の気体であり、水によく溶け、酸性を示す。これらの水溶液には、②ガラス容器に保存できないものがある。

単体の塩素は、図に示す装置を用いて、③酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱し、発生する気体を洗気びんに通して捕集すると得られる。工業的には、④塩化ナトリウム水溶液の電気分解によって製造される。



問1 文章中の[ア]～[オ]に適切な用語または数値を書け。

問2 下線①について、沸点、融点および酸化力それぞれと原子番号の関係を表す記述を、下記の(あ)～(う)の中から選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 原子番号の大きいものほど、高いまたは強い。
- (い) 原子番号の大きいものほど、強いまたは弱い。
- (う) 原子番号の大きさとは関係ない。

問3 下線②に当てはまる[ア]の水素化合物の水溶液の名称を答えよ。また、ガラス容器に保存できない理由を40字以内で述べよ。

問4 以下の設問(1)～設問(3)に答えよ。

- (1) 下線③の化学反応式を書け。
- (2) 図中の洗気びんⅠおよび洗気びんⅡの液体の名称を書き、それぞれの液体の役割とそれらを用いる理由を述べよ。
- (3) 図のような塩素の捕集方法を何と呼ぶか。その名称を答えよ。

問5 下線④の電気分解を、炭素電極を用いて行った。塩化ナトリウム水溶液をし1.93Aで電気分解したところ、陽極から発生した気体の体積は、標準状態において1122mLであった。次の設問(1)～設問(3)に答えよ。ただし、発生した気体は水に溶解せず、電流は電気分解以外に使われないものとする。

- (1) 陽極、陰極それぞれで起こる反応の反応式を書け。
- (2) 陽極で発生した気体の物質量(mol)を有効数字3桁で求めよ。
- (3) この電気分解に要した時間(秒)を求めよ。

(2010 岩手大)

17. 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素は周期表の〔①〕族に属し、ハロゲン元素とよはれている。すべて最外電子殻に〔②〕個の価電子をもつ。ハロゲンの金属や水素に対する反応は〔③〕がもっとも激しく、〔④〕がもっともおたやかである。ハロゲンの単体はいずれも有色で、常圧常圧で、フッ素は〔⑤〕色、塩素は〔⑥〕色、臭素は〔⑦〕色、ヨウ素は〔⑧〕色を呈する。また、これらの単体を得るにはハロゲン化物の酸化によることが多く、例えば、(ア)臭素を実験室内で得るには、臭化カリウムに過マンガン酸カリウムと濃硫酸を加えて加熱する。

問1 文中の〔①〕～〔⑧〕にあてはまるものとして、もっとも適当な語句・数値をそれぞれ記せ。

問2 ハロゲンの単体および化合物に関する記述として誤っているものはどれか。もっとも適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① ハロゲンの単体はすべて二原子分子からなる。
- ② 塩素を水に溶かすと塩化水素と次亜塩素酸が生成する。
- ③ フッ素は水と反応し酸素が発生する。
- ④ 単体の融点と沸点はいずれもヨウ素 > 臭素 > 塩素 > フッ素の順に高い。
- ⑤ 塩化銀、臭化銀、ヨウ化銀はいずれも光によって分解して銀を析出する。
- ⑥ 臭素を塩化カリウム水溶液に加えると塩素が生成する。

問3 下線部(ア)において臭素 16.0g を得たいとき、必要な過マンガン酸カリウムはおよそ何 g か。もっとも適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 2.8g    ② 3.2g    ③ 5.8g    ④ 6.3g    ⑤ 7.2g

(2014 東京農大改)

18. 次の文章を読み、下の(1)~(5)の問いに答えなさい。必要ならば、原子量ならびに気体定数は次の値を使うこと。なお、気体はすべて理想気体とする。

H = 1.0, O = 16, S = 32, Cl = 35, Ca = 40, Mn = 55, R =  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}(\text{K} \cdot \text{mol})$

図1の装置を用いて酸化マンガン(IV)と濃塩酸から塩素を発生させる。このときの化学反応式は次のように表される。

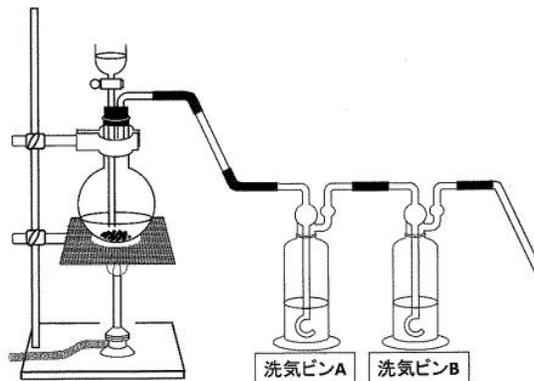


図 1

(1) このとき洗気ビン A と洗気ビン B に加える液体として最適なものを次の①~⑤の中から選び、記号を記しなさい。また、洗気ビン A と洗気ビン B の役割を簡潔に説明しなさい。

① 濃塩酸    ② 濃硫酸    ③ 濃硝酸    ④ 水酸化ナトリウム水溶液    ⑤ 水

(2)  $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$ ,  $27^\circ\text{C}$ において、1.0L の塩素(気体)を発生させるために必要な 12mol/L の塩酸の体積を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。ただし、酸化マンガン(IV)は十分な量があるものとする。また、加えた塩酸はすべて塩素の生成反応に使われるものとし、洗気ビンでの塩素の損失はないものとする。

(3) 水酸化カルシウムは塩素(気体)を吸収してさらし粉になる。このときにさらし粉の主成分  $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$  が生成する化学反応式を記しなさい。

(4)  $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$ ,  $27^\circ\text{C}$ において、1.0L の塩素(気体)を(3)の反応で過不足なく吸収させるために必要な水酸化カルシウムの質量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。

(5) 単体の塩素に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちからすべて選び記号を記しなさい。

- ① 塩素は水に少し溶け、その一部は水と反応し塩化水素と次亜塩素酸を生じる。
- ② 塩素の酸化力はフッ素より強い。
- ③ 塩素はアルカリ金属と反応し、共有結合を形成する。
- ④ 炭素(黒鉛)電極を用いて塩化銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると陰極から塩素が発生する。
- ⑤ 臭化カリウム水溶液に塩素を通じると化学反応がおこり、臭素が生じる。

(2018 山形大)

19. 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素は、[ア]と呼ばれる元素である。これらの中でも[イ]は常温で液体、[ウ]は常温で固体である。一方、フッ素は気体であり、かつ独特な性質を持つ元素である。例えば、他の[ア]に比べ[エ]電気陰性度を持つが、そのイオン半径は[オ]、かつ酸化力は[カ]、さらにフッ化水素酸はガラスを腐食する性質がある。

問1 [ア]～[カ]に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 フッ素と水との反応式を示せ。

問3 フッ化水素酸はガラスの容器で保存することができない。どのような反応が起こるのかを反応式で示せ。なお、ガラスの成分は $\text{SiO}_2$ とする。

問4 フッ化水素は他の17族元素の水素化合物よりも沸点が高くかつ弱酸であるのはなぜか。考えられる理由を述べよ。

(2017 福島県立医科大)

20. 次の文章を読んで、以下の間に答えなさい。ただし、温度は 25°C , 原子量は Cl = 35.5 , Ag = 107.9 とする。

周期表の 17 族に属する元素をハロゲンと呼び、単体はいずれも二原子分子からなり、有色・有毒である。(a)融点と沸点は、原子番号の大きいものほど高く、いずれも強い酸化力を示す。塩素、臭素、ヨウ素の酸化力を比較するためにドラフトの中で以下のような実験を行った。

- ① ふたまた試験を使って(b)高度さらし粉に 6mol/L 塩酸を加えて塩素を発生させ、集気びんに集めた。
- ② 乾いたこまごめピペットで塩素を吸い上げ、1mol/L 塩化カリウム水溶液に吹き込んだ。
- ③ 同様に、1mol/L 臭化カリウム水溶液に塩素を吹き込んだ。
- ④ 同様に、1mol/L ヨウ化カリウム水溶液に塩素を吹き込んだ。

ハロゲンの酸化力の違いは、水素や水との反応でも見られる。例えば、水との反応性は以下のとおりである。

- ⑤ フッ素は、水と激しく反応して(ア)を発生する。
- ⑥ 塩素は、一部が水と反応して(イ)と(ウ)を生じる。
- ⑦ 臭素は、塩素より反応性は弱いだが、似た反応を示す。
- ⑧ ヨウ素は、水にほとんど溶けず、反応しにくい。

また、(c)ハロゲンは化合物をつくりやすい。ハロゲン化水素は、いずれも刺激臭のある無色の気体で、水によく溶ける。その水溶液は酸性を示し、塩酸、臭化水素酸、ヨウ化水素酸が強酸であるのに対して、フッ化水素酸は弱酸である。フッ化水素酸が弱酸であるのは、フッ素原子と水素原子の結合距離が著しく小さいことと、(d)水素結合に起因するとされている。ハロゲンの塩は水に溶けやすいものが多いが、塩化物イオン、臭化物イオン、ヨウ化物イオンは水溶液中で銀イオンと反応して、水に溶けにくい難溶性塩を生じる。例えば(e)塩化銀の溶解度積は  $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$  である。一方、フッ化銀は水に溶けやすい。

問 1 下線部(a)の理由を 50 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 2 下線部(b)の変化を化学反応式で示しなさい。

問3 実験②～④だけでは塩素, 臭素, ヨウ素の酸化力の順番を決められない。あと1つ実験を行って塩素, 臭素, ヨウ素の酸化力の順番を決めるには、どのような追加実験を行ったらよいか。その追加実験の結果とともに40字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問4 空欄(ア)～(ウ)にあてはまる物質の化学式を記しなさい。

問5 下線部(c)の理由を、価電子の数を示すとともに50字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問6 下線部(d)に関してフッ化水素の水素結合の様子を模式的に図示しなさい。

問7 下線部(e)の値から、塩化銀の溶解度[g/水 100g]を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

(2018 大分大)

## 解答

### 1. 2017 名古屋工大

問1 ア 酸素 イ 下方 ウ 平衡 問2 臭素：赤褐色 液体 ヨウ素：黒紫色 固体 問3 (2)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$  (3)  $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$   
(4)  $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$  問4 フッ化水素はヨウ化水素と異なり、分子間で水素結合を形成するから。 問5 60mL 問6 (1)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$   
(3)  $X = 10\text{g}, Y = 22\text{g}$  (3) 90mL

### 2. 2016 明治大

(1) 問1  $\text{I}_2 + \text{KCl} + \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$  問2 B 問3 H 問4 A または C  
(2) 問1 D 問2 F 問3 A

### 3. 2016 静岡大

問1 ア 17 イ 高い ウ 弱 エ フッ化銀 問2 ハロゲン原子が電子1個を受け取って陰イオンになると、安定な閉殻構造となる。 問3  $2\text{F} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$   
問4 ポロエチレンの容器 理由：フッ化水素酸はガラスと反応し、ガラスを腐食してしまうから。 問5  $\text{HCl}, \text{HClO}$  問6  $\text{NH}_4\text{Cl}$  問7 12mol/L  
問8 (1)  $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$  (2)  $1.2 \times 10^{-2}\text{mol}$  問9 ヨウ素の酸化力が塩素よりも弱いため

### 4. 2016 鳥取大

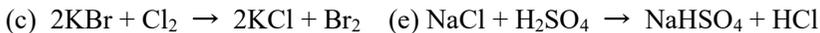
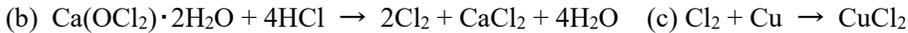
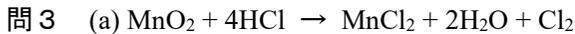
問1 イ 問2 (1) 二酸化炭素 (2) なし (3) 水素 (4) なし (5) なし (6) なし  
問3 エ 問4 エ 問5 a. 0.60mol c. 0.60mol d. 1.2mol 問6 d

### 5. 2016 早稲田大

問1 ア アスタチン イ 17 ウ 7 エ 高く オ  $\text{CaF}_2$  問2  $\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$   
問3  $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$  問4  $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$   
問5 フッ化水素は電気陰性度の大きいフッ素と水素原子を持ち、分子間に水素結合を形成するので、分子同士を引き離すのに大きなエネルギーが必要になるから。

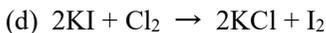
### 6. 2016 県立広島大

問1 ア 17 イ 7 ウ 1 エ 2 問2 オ 下方 カ 黄緑 キ 酸化 ク 下方 ケ 白



## 7. 2010 法政大

問1 ア 7 イ 17 ウ 共有 エ 下方 オ 塩化ナトリウム カ 水酸化ナトリウム  
キ 酸化力 ク ヨウ素 ケ 電気陰性度 コ 水素結合



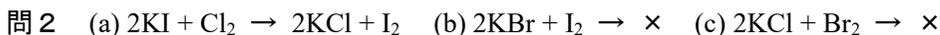
## 8. 2019 秋田大

問1 ア 臭素 イ 17 ウ 7 エ 高く 問2  $\text{O}_2$  問3  $\text{HCl}, \text{HClO}$

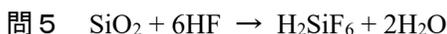
問4  $\text{NH}_4\text{Cl}$  問5 9.45mol/L

## 9. 2019 岩手大

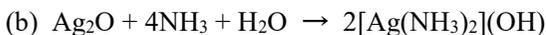
問1 ア 酸化マンガン(IV) イ フッ化水素 ウ フッ化物 エ 感光性



問3 陽極:  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$  陰極:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$  化学式:  $\text{NaOH}$



問6 (a) A:  $\text{AgCl}$  B:  $\text{Ag}_2\text{S}$  C:  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  D:  $\text{Ag}_2\text{O}$

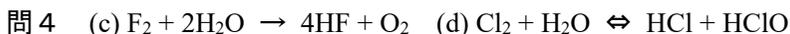


## 10. 2019 金沢大

問1 ア 17 イ ハロゲン ウ 7 エ 1 オ ファンデルワールスカ カ 褐

キ  $\text{AgF}$  問2 F: ① Cl: ① Br: ② I: ③ 問3 (1)  $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

(2) 反応する相手から電子を奪おうとする性質 (3) ① → ② → ③ ← ④ → ⑤ ←



問5  $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$  問6 (1) ヨウ素デンプン反応 (2) ヨウ素分子がアミロースの螺旋構造の内部に取り込まれた状態になる。 (3) ② 問7  $1.8 \times 10^{-7} \text{mol}$

11. 2019 徳島大

問1 ア 紫...イ ファンデルワールスカ ウ 4 エ 三ヨウ化物 オ 褐 カ 螺旋  
キ 酸化 ク 負 ケ 散乱 コ チンダル サ 凝析 問2 ④ 問3 海に囲まれ  
ていて、海草を多く摂取できる 問4 ③ 問5 昇華 問6  $2.10 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$  以上  
問7 エーロゾル

12. 2019 順天堂大

問1 (a) ⑤ (b) ② 問2 ① 問3 (a) ③ (b) ⑥ 問4 ③  
問5 (a) ① (b) ② 問6 ⑤ 問7 ②

13. 2018 富山大

問1 あ 17 い 7 う 共有 え 電子 お 塩酸 か 塩化水素 き +1 く 赤褐  
け 無 問2 ① 陽 ② 低 ③ 低 ④ 昇華 ⑤ ない 問3 (a) ア  $\text{CaCl}(\text{ClO})$   
イ  $\text{HCl}$  ウ  $\text{CaCl}_2$  エ  $\text{Cl}_2$  (b) オ  $\text{KBr}$  カ  $\text{MnO}_2$  キ  $\text{KHSO}_4$  ク  $\text{MnSO}_4$  ケ  $\text{Br}_2$   
(c) コ  $\text{CaF}_2$  サ  $\text{CaSO}_4$  シ  $\text{HF}$  問4 A い B う C あ D え  
問5 (1)  $\text{HClO}_4$  (2)  $\text{HClO}$  問6 (1) こ 6 さ 6 し 8 す 8 (2)  $\text{Cs}^+$   
問7  $8.6 \times 10^{-4} \text{ g}$  問8 (1)  $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
酸化剤 :  $\text{H}_2\text{O}_2$  還元剤 :  $\text{I}^-$  (2)  $2.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

14. 2012 富山大

問1 あ  $\text{HF}$  い  $\text{HCl}$  う  $\text{HClO}$  え  $\text{CrO}_3$  問2 ア A イ D  
問3 フッ素 :  $-2 \rightarrow 0$  塩素 :  $-2 \rightarrow -2$  問4 分子 : フッ素 理由 : フッ素と水と  
の反応では、酸素原子が酸化されているが、塩素と水との反応では酸素原子は酸化され  
ていないので、フッ素の方が酸化力が強いと考えられる 問5 オゾン  $\text{O}_3$   
問6 1 族 :  $\text{Na}_2\text{O}$  2 族 :  $\text{MgO}$  13 族 :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14 族 :  $\text{SiO}_2$  16 族 :  $\text{SO}_3$   
問7 硫黄 :  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  硫酸 塩素 :  $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_4$  過塩素酸  
問8 塩素酸  $\text{HClO}_3$  亜塩素酸  $\text{HClO}_2$  次亜塩素酸  $\text{HClO}$   
酸の強さ  $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HClO}$   
問9  $\text{CrO}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

15. 2012 北九州大

問1 ア 臭素 イ K 殻 ウ 8 エ 7 オ 1 カ 中性子 キ 18 ク 2 ケ 酸  
コ 固体 サ 酸化 シ 小さい ス 4 セ 4 問2 同位体 問3  $^{35}\text{Cl}$  75%  $^{37}\text{Cl}$  25%

問4 A: 共有結合 B: イオン結合 問5 フッ化水素を構成するフッ素原子は電気陰性度が極めて大きいため、フッ化水素分子には強い極性が生じる。したがってフッ化水素分子同士にふっかすいそぶん強い静電気力が働き、水素原子とフッ素原子とで分子間水素結合が生じるため。 問6  $2.2\text{g/cm}^3$  問7 塩化物イオン:  $8.1 \times 10^{-7}\text{mol}$   
塩化銀:  $1.4 \times 10^{-2}\text{g}$

16. 2010 岩手大

問1 ア ハロゲン イ 最外殻電子 ウ 1 エ 陰 オ 電荷

問2 水溶液の名称: フッ化水素酸 理由: ガラスの主成分である二酸化ケイ素と反応してしまい、容器を溶かすため。 問3 (1)  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

(3) I: 水・塩化水素を取り除くため・塩化水素は水に溶けるから

II: 濃硫酸・水分を取り除くため・濃硫酸は脱水作用をもつから

問4 (1) 陽極:  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$  陰極:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$  (2)  $5.00 \times 10^{-3}\text{mol}$

17. 2014 東京農大

問1 ① 17 ② 7 ③ フッ素 ④ ヨウ素 ⑤ 淡黄 ⑥ 黄緑 ⑦ 赤褐 ⑧ 黒紫

問2 ⑥ 問3 ④

18. 2018 山形大

(1) A: ⑤ 塩化水素を取り除くため B: ② 水分を取り除くため

(2) 13mL (3)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$  (4) 3.0g (5) ①, ⑤

19. 2017 福島県立医科大

問1 ア ハロゲン イ 臭素 ウ ヨウ素 エ 大きい オ 小さく カ 大きい

問2  $2\text{F} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$  問3  $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$

問4 分子間で水素結合を形成するため沸点が高く、水素原子が陽イオンとなって放出するのが妨げられるため。

20. 2018 大分大

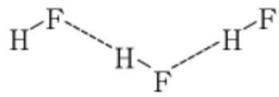
問1 原子番号の大きいハロゲンの単体ほど分子量が大きく、分子間にはたらくファンデルワールス力が強いから 問2  $\text{CaCl}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

問3 少量のヨウ化カリウム水溶液に加えて振りまぜるとヨウ素が生成して褐色になる。

問4 ア  $\text{O}_2$  イ  $\text{HCl}$  ウ  $\text{HClO}$  問5 ハロゲン原子は価電子を7個もち、他の原子

から電子 1 個を受け取り、安定な希ガス型電子配置になりやすいから。

問 6



…；水素結合

問 7  $1.9 \times 10^{-4} \text{ g/100g 水}$