

# 10章 無機化学（2）非金属

## 問題

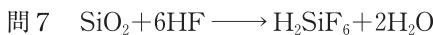
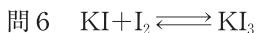
### ■演習

#### 【1】 - I

### 解答

- 問1 (A) 17 (B) フッ素 (C) 塩素 ((B), (C) は順不同) (D) 臭素  
(E) ヨウ素 (F) 7 (G) 陰イオン (H) フッ素>塩素>臭素>ヨウ素  
(I) さらし粉 (J) ヨウ化カリウム

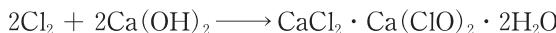
問2 異なる元素の原子が共有結合を形成したとき、それぞれの原子が共有電子対を引きつける強さを数値で表したもの。



### 解説

問1 (A)～(H) 周期表 17 族に属する元素をハロゲンという。ハロゲン原子はいずれも 7 個の価電子を持ち、電子 1 個を取り入れて 1 値の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体は、いずれも二原子分子で、その性質は原子番号に従って変化する。たとえば、その融点や沸点は、原子番号が大きいほど大きくなる(これは局所的な分極による引力、すなわちファンデルワールス力が、電子が多いほど大きくなることによる)。たとえば、フッ素や塩素は常温で気体であるが、臭素は液体、ヨウ素は固体である。また周期表で上にいくほど原子半径が小さくなり、最外殻電子におよぼす原子核の正電荷は強い。このため、周期表で上に行くほどハロゲン原子が電子を受け入れて 1 値の陰イオンになる性質が強くなる。すなわち酸化力が強くなる。酸化力は大きい方から順にフッ素>塩素>臭素>ヨウ素となる。

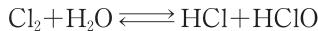
(I) さらし粉の化学式  $\text{CaCl(ClO)} \cdot \text{H}_2\text{O}$  は、 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  と書けるので、さらし粉は  $\text{CaCl}_2$  と  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  の複塩である。これが  $\text{Cl}_2$  と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  から生成するときの反応式は次の通りである。



問2 電気陰性度の説明は「解答」の通りであるが、重要な概念であるので、その大小について不安であれば確認しておいてほしい。まず同周期上の元素を考える。原子番号が大きくなるほど、陽子の数は増える。陽子の数が多いほど正電荷が大きくなり強く電子をひきつける。つまり電気陰性度は大きくなる。これは同周期上では右にいくほど、電気陰性度が大きくなるということである。また同じ族では周期表の上に行くほど、最外殻電子と原子核の距離が近くなり、したがって電気陰性度は大きくなる。これより、一般に電気陰性度は周期表の右

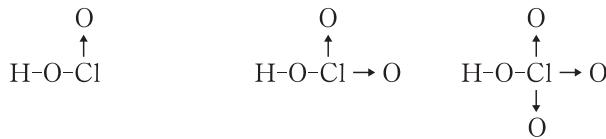
上にいくほど、大きくなる傾向があることがわかる。

問3  $\text{Cl}_2$ は水と反応して塩化水素と次亜塩素酸を生成する。



問4 塩素のオキソ酸の化学式と構造式をあわせて示す。これらでは、塩素の非共有電子対が酸素の空軌道に配位しているかのような構造をとっている。

亜塩素酸:  $\text{HClO}_2$       塩素酸:  $\text{HClO}_3$       過塩素酸:  $\text{HClO}_4$

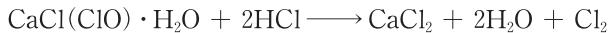


問5 さらし粉と塩酸から塩素が発生する反応は次のように2つに分けると考えやすい。

① さらし粉を弱酸( $\text{HClO}$ )の塩とみなした弱酸遊離反応

②  $\text{HClO}$ を酸化剤、 $\text{HCl}$ を還元剤とする酸化還元反応

これより、次のような反応式を考えればよい。



問6  $\text{I}_2$ は水に溶けにくいが、KI水溶液には、 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ となってよく溶ける。ヨウ素溶液とは普通、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液のことである。

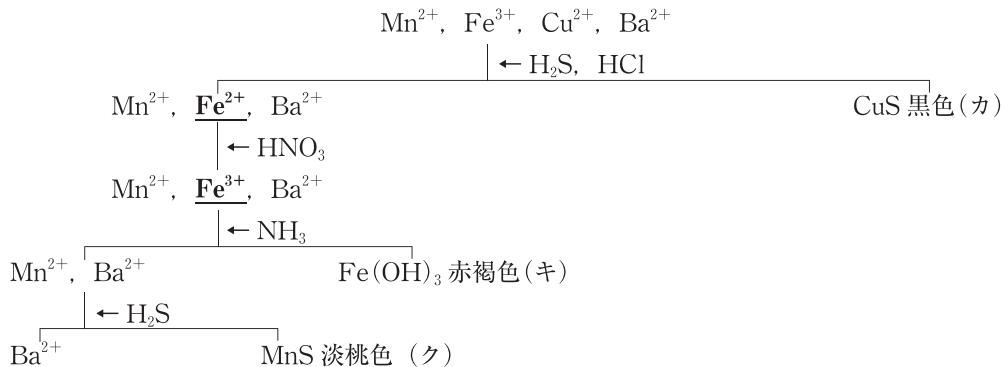
【1】 - II

解答

- (ア) 同素体 (イ) 共有 (ウ) Ar (エ) P  
 (オ)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 (カ) CuS (キ)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (ク) MnS  
 (ケ) 接触法 (コ)  $2.50 \times 10^2$  (サ)  $4.20 \times 10^2$

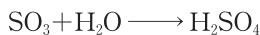
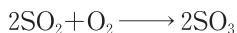
解説

(2) 金属イオンの分離の図は次のようにになる。



(オ) 硫化水素が還元剤、二酸化硫黄が酸化剤として働く酸化還元反応である。

(ケ)～(サ) 接触法の化学反応式は下記の通り。



反応が理論的に進行すると、1mol の硫黄から 1mol の硫酸が生じる。したがって、(コ) で生じる硫酸を  $x$  [g] とすると

$$\frac{80.0}{32.0} [\text{mol}] = \frac{x \times 98.0 \times 10^{-2}}{98.0} [\text{mol}]$$

$$\therefore x = 2.50 \times 10^2 [\text{g}]$$

$\text{S} \rightarrow \text{SO}_3$  の反応で S の酸化に要した酸素分子  $\text{O}_2$  は、S 1mol に対し、 $\frac{3}{2}$  mol である。空気

中の窒素と酸素の比は 4 : 1 なので、空気は酸素の 5 倍の物質量ということになる。以上より

$$\frac{80.0}{32.0} \times \frac{3}{2} \times 5 \times 22.4 = 4.20 \times 10^2 [\text{L}]$$

[2] - I

解答

ア アンモニア；— 3 硝酸；+ 5

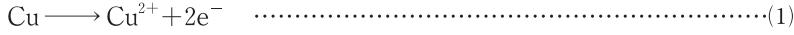
- イ ①  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$   
     ③  $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$   
     ④  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$   
     ⑤  $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$

ウ 酸化剤 ;  $\text{NO}_2$       還元剤 ;  $\text{NO}_2$

エ CO

## 解説

イ ① 銅および希硝酸の電子  $e^-$  を用いたイオン反応式(半反応式)はそれぞれ次式で表される。



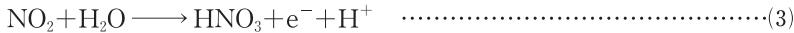
両式から  $e^-$  を消去すると、銅と希硝酸のイオン反応式が得られる。(1)  $\times 3 +$  (2)  $\times 2$  より



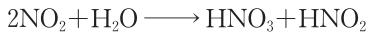
$\text{H}^+$ を  $\text{HNO}_3$ に戻すため、両辺に  $6\text{NO}_3^-$ を加えて整理すると化学反応式が得られる。



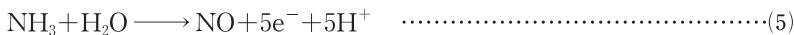
③ 二酸化窒素の硝酸および亜硝酸への変化はそれぞれ次の半反応式で表される。



両式から  $e^-$  を消去する。(3) + (4)より



④ 以下に半反応式を示す。



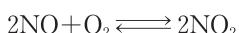
$$(5) \times 4 + (6) \times 5 \text{ より}$$



アンモニアと空気中の酸素が反応して一酸化窒素と水が生成すると容易に推定できるので、直接、または次のように未定係数法で係数  $a \sim d$  を定めてもよい。



⑤ 一酸化窒素から二酸化窒素への酸化反応式は自明であろう。次式のように平衡反応であることを明示しておいてもよい。



ウ 下線部⑥の反応は次式のように表される。

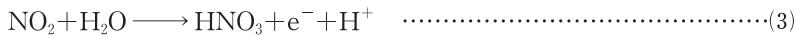


NO<sub>2</sub>(+4) → HNO<sub>3</sub>(+5) および NO<sub>2</sub>(+4) → NO(+2) における窒素原子の酸化数変化から、HNO<sub>3</sub>に変化する NO<sub>2</sub>は還元剤として、NO に変化する NO<sub>2</sub>は酸化剤として働く。

すなわち、この反応では、二酸化窒素は酸化剤でもあり還元剤でもある。このような反応を不均化といい、塩素と水の反応もよく知られている。



なお、半反応式は以下のようになる。



(3) × 2 + (7) より



エ 燃料の不完全燃焼などにより生成する一酸化炭素はヘモグロビン中の鉄イオンに強く結合し、酸素との結合を阻害することにより毒性を示す。いわゆる一酸化炭素中毒で、重い後遺症がみられたり、場合によっては死に至ることがある。

## 【2】 - II

### 解答

問1 a 5 b 共有 c 同素体 d 十酸化四リン e カリウム

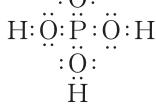
問2 (1)  $+5 \rightarrow 0$

(2) コークス

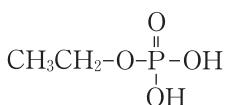
問3 四面体型構造をとっている。

問4  $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

問5



問6



問7 (b) (c) (e)

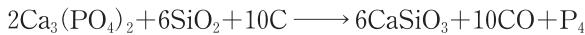
問8 反応式:  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NH}_3 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

化合物名; リン酸水素二アンモニウム

### 解説

リンについての問題である。リンは15族元素で5個の価電子をもつ。自然界に単体として存在しないが、地殻中にはリン酸塩の形で存在する。その他性質は問題をみながら説明する。

問2 下線部の反応は以下の通りである。



(1) リン酸イオン  $\text{PO}_4^{3-}$  中のリンの酸化数を  $x$  とすると

$$x + (-2) \times 4 = -3$$

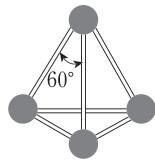
$$\therefore x = +5$$

(2) リン酸カルシウムは還元されて(酸化数が減少)リンの単体を生じているので、酸化剤である。還元剤は、自身は酸化されるので、酸化数が増加する原子を含む物質を答えればよい。この反応では、炭素の単体であるコークスが酸化されており、還元剤となっている。

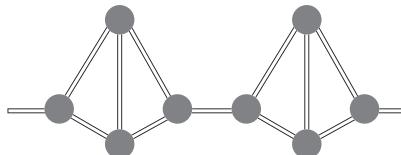
問3 リンの同素体として代表的なものに黄リンと赤リンがある。両者の大きな違いは、黄リンは自然発火し、赤リンは自然発火しないことである。これはこの2つの構造の違いに由来する。

黄リンは次に示すように四面体型構造をもっており、またこの結合角はリンがとる結合角としてはかなり歪んでいる。この歪みを解消するためにP-P結合がきれ、酸素と反応しやすい状態になる。酸素と反応するとその酸化熱により、発火点に達し、自然発火する。

一方、赤リンはP-P結合が1つ切れ、分子内の歪みが少なくなるように再結合してできた高分子であり、黄リンほどには反応性は高くない。

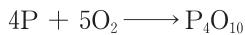


黄リン (P<sub>4</sub> 分子)

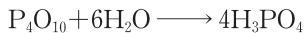


赤リン (長鎖状分子) P<sub>x</sub>

問4 赤リンを燃焼させると次の反応が起きる。



これを水に溶かすと、リン酸が生成する。



2つの反応式から、赤リン 1mol からリン酸 1mol が得られるのがわかる。燃焼した赤リンの物質量は

$$\frac{0.31}{31.0} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$$

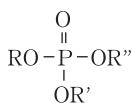
であるから、リン酸は  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  が得られる。これを 2.5L に水で希釈したのだから、そのモル濃度は

$$\frac{1.0 \times 10^{-2}}{2.5} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ [mol/L]}$$

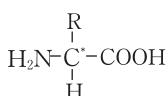
問5 電子式の電子がどの原子に由来するかを示すと次のようになる。



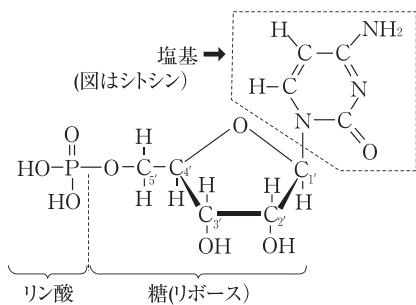
問6 リン酸エステルの一般式を示す。R, R', R'' のうち一つでも炭化水素基であればリン酸エステルである。問6の場合では R, R', R'' のうちの一つがエチル基で他の水素となっている。



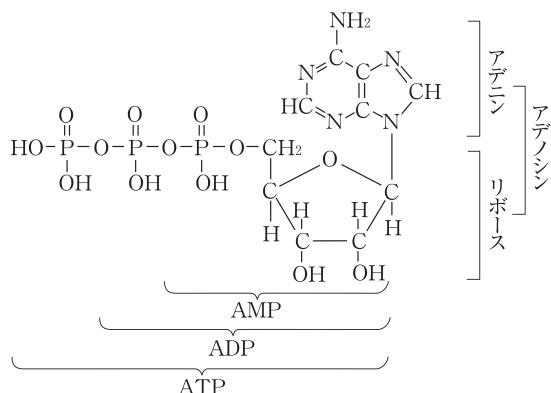
問7 (a) 分子中にアミノ基 -NH<sub>2</sub> とカルボキシ基 -COOH を両方もつ化合物をアミノ酸といい、アミノ基とカルボキシ基が同じ炭素原子に結合しているものを、とくに  $\alpha$ -アミノ酸という。 $\alpha$ -アミノ酸の基本構造を次に示す (C\* は不斉炭素原子。また、R はアミノ酸の種類により異なる)。



(b) 塩基・糖・リン酸からなる化合物(スクレオチド)が鎖状に多数つながったものを、核酸という。リン酸と糖が、リン酸エステル結合をしている。塩基がシトシンの場合の核酸の基本構造を示す。

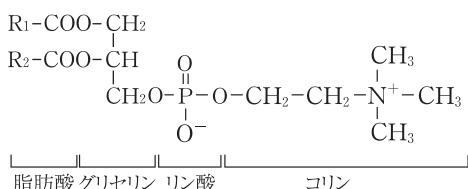


(c) アデニンという物質に、リボース(糖類の一種。(b)の核酸参照)が結合したものをアデノシンという。アデノシンにリン酸が1つ結合したものをAMP(アデノシン一リン酸)、2つ結合したものをADP(アデノシン二リン酸)、3つ結合したものをATP(アデノシン三リン酸)という。リボース部分にリン酸エステル結合が含まれている。

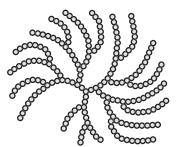


(d) リノール酸は高級脂肪酸の一種であり、油脂の構成成分となる。油脂とは高級脂肪酸、すなわちカルボン酸とグリセリンがエステル結合をしたものである。リノール酸は構成元素としてリンを含まない。

(e) レシチンは、生物の細胞の細胞膜を形成するリン脂質の一種である。リン脂質とは、油脂の3つのエステル結合のうちの一つがリン酸エステル結合となったホスファチジン酸を基本構造とする。以下にレシチンの構造を示す。



(f) グリコーゲンは、 $\alpha$ -グルコースが多数つながった多糖類で、枝分かれの多い構造をしている。構成元素としてリンを含まない。 $\alpha$ -グルコースどうしは、ヒドロキシ基の間で脱水した結合をしている。



グリコーゲンの構造（模式図）

### 【3】 - I

#### 解答

問1 4

問2 ア O イ Al

問3 ウ A ケ E

問4 D

問5  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

問6 カ 水ガラス キ シリカゲル ク ダイヤモンド

問7  $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \longrightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$

問8 56g

問9(解答例) 共有結合性の巨大分子なので、一部の薬品を除き、侵されることがない。

(解答例) 天然に多く含まれる組成であるため、融解・凝固によって、安価に入手できる。

(解答例) 透明な固体なので、内部の変化を観察することができる。

#### 解説

問1～問7 ケイ素(Si)は原子番号14の元素である。地殻中に酸素に次いで多く含まれる<sup>注1</sup>。

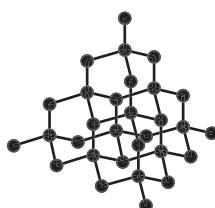
注1 クラーク数といい、地殻の表層部(海面下約16km)に含まれる各元素の質量パーセントを示す。第十位までの元素とその値は以下の通り。

① O=49.5 ② Si=25.8 ③ Al=7.56 ④ Fe=4.7 ⑤ Ca=3.39

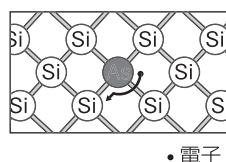
⑥ Na=2.63 ⑦ K=2.4 ⑧ Mg=1.93 ⑨ H=0.87 ⑩ Ti=0.46

ケイ素の単体は常温、常圧で安定な共有結合結晶で、ダイヤモンド型構造をとる。密度は2.33g/cm<sup>3</sup>、融点1410℃、沸点は2360℃。工業的には、ガラス、瀬戸物などの古い窯業製品から、窒化ホウ素、炭化ホウ素などの焼成が可能になり、耐熱性に優れた構造材としてファインセラミックスの一角を占めている。また、ケイ素の最大の利用例は、高純度ケイ素そのものの半導体性を利用し高集積回路化した、ICチップに代表される電子工学素子である。さらに、隣接族の13族のホウ素(B)や15族のリン(P)などをドーピング(結晶に少量の不純物を添加すること)させると、p型(電荷のキャリアが正孔、すなわち電子が入るべき場所が空いた状態)、n型(電荷のキャリアが過剰の自由電子)それぞれの半導体にもなる。また、結晶構造がランダムになった安定なアモルファスシリコンなども太陽電池や液晶パネルに応用されている。

#### ◆ケイ素の結晶構造

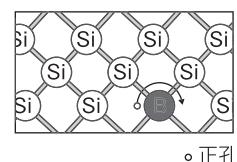


#### ◆n型半導体



•電子

#### ◆p型半導体



◦正孔

二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )はケイ素の酸化物で、地殻を形成する物質では最も重要である。結晶は共有結合結晶で、ケイ素原子を中心とする正四面体構造が酸素原子を介して無数に連なっている。二酸化ケイ素の結晶の中で代表的なものとして、常温大気圧下では石英(水晶)が安

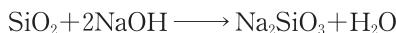
定である。

光ファイバーには、光に対して透過率が非常に高いガラスである  $\text{SiO}_2$  純度の高い石英ガラスが用いられている。これは、 $\text{SiO}_4^{(4-)}$  正四面体単位の秩序配列がなくなり、ランダムな結合に変化したものである。

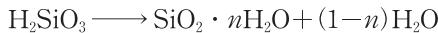
二酸化ケイ素は、そもそも共有結合性の巨大分子なので、化学反応性は低いといえるが、主な反応ではフッ化水素ガス(HF)やフッ化水素酸(HF 水溶液)と反応し、それぞれ四フッ化ケイ素( $\text{SiF}_4$ )、ヘキサフルオロケイ酸( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ )を生じる。



また、固体の水酸化ナトリウム(NaOH)と熱することによりケイ酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )が生成する。ケイ酸ナトリウムに水を加えて熱すると水ガラスとなる。水ガラスに塩酸を加えると、ケイ酸( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ )が生成し、白色ゲル状になって固化する。



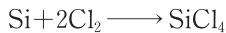
ゲル状のケイ酸を脱水・乾燥したものを、シリカゲル( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )といい、多孔質で表面積が大きいため、乾燥剤や触媒として利用される。



単体のケイ素の製法は必要とされる純度によって異なる。低純度のものは電気炉を用いて、二酸化ケイ素をコークス(C)で還元する。



純度を上げるために、塩素と反応させて、四塩化ケイ素とし(ガス化)，これを再還元する。



二酸化ケイ素をマグネシウム(Mg)またはアルミニウム(Al)で還元して得る方法もある(マグネシウムで還元するときの反応： $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \longrightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$ )。

問8 Si の原子量が 28,  $\text{SiO}_2$  の式量は 60 なので、 $\text{SiO}_2$  120g 中に含まれる Si を  $x$  [g] とすると

$$28 : 60 = x : 120$$

$$\therefore x = 56 \text{ [g]}$$

[3] - II

解答

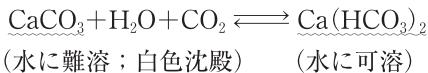
$$\text{問1 } \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

問2 0.249%

問3 炭酸カルシウムの表面を難溶性の硫酸カルシウムが覆い、反応が進まなくなるから。

解説

問1 石灰岩の主成分は炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  である。したがって、(a)は、 $\text{CO}_2$ を通じて白く濁らせた石灰水( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の水溶液)にさらに  $\text{CO}_2$  を通じて再び透明にするときの反応と同じである。



このように、アルカリ土類金属の炭酸塩は水に難溶だが、炭酸水素塩は水に可溶である。

問2 生じた白色沈殿は  $\text{BaCO}_3$  である(石灰水に  $\text{CO}_2$  を通じると白く濁るときと同様の反応)。



また、上澄み液 10.0mL を塩酸で滴定したときの反応は次のとおり。



↑

①の反応に使われなかった  $\text{Ba}(\text{OH})_2$

したがって、空気中の酸の成分を  $\text{CO}_2$  のみであるとすると、中和の量的関係より

$$(\text{Ba(OH)}_2 \text{の物質量}) = (\text{CO}_2 \text{の物質量}) + (\text{②の反応をした HCl の物質量}) \times \frac{1}{2} \times \frac{50.0}{10.0}$$

$$\therefore (\text{CO}_2 \text{の物質量}) = 0.100 \times \frac{50.0}{1000} - 0.100 \times \frac{12.0}{1000} \times \frac{1}{2} \times \frac{50.0}{10.0}$$

$$= 2.00 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

この  $\text{CO}_2$  の  $27.0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  下における体積は、気体の状態方程式より

$$\frac{2.00 \times 10^{-3} \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27.0)}{1.0 \times 10^5} = 4.98 \times 10^{-2} \text{ [L]}$$

であるから、求める体積%は

$$\frac{4.98 \times 10^{-2}}{20.0} \times 100 = 0.249 \text{ [%]}$$

## 【4】

### 解答



B シリカゲルは多孔質で表面積が大きく、親水性のヒドロキシ基が表面に多数存在するから。

イ (3), (6)

ウ ケイ酸ナトリウムは、 $(SiO_3^{2-})_n$  の構造をもつ鎖状高分子化合物である。一方、炭酸ナトリウムは  $Na^+$  と  $CO_3^{2-}$  からなるイオン結晶であるから、水に溶けるとそれぞれ水和イオンとして水溶液中に拡散する。

エ  $CaCl_2 \rightarrow CaCl_2 \cdot nH_2O$  になったとする。

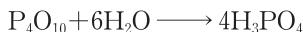
$$n_{CaCl_2} : n_{H_2O} = \frac{10.0}{111.1} : \frac{19.7 - 10.0}{18.0} = 0.0900 : 0.539 \approx 1 : 6$$

これより、この結晶の化学式は  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  である。

(答)  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

### 解説

ア A 十酸化四リン( $P_4O_{10}$ )は組成式が  $P_2O_5$ となるので五酸化二リンともよばれる。十酸化四リンを水に溶かすとメタリン酸( $HPO_3$ )となり、さらに水を加えて熱すればリン酸(オルトリリン酸) ( $H_3PO_4$ )となる。設問には加熱が含まれていないが、受験レベルではリン酸を生成物として理解しておけばよいだろう。



B シリカゲルは  $SiO_2 \cdot nH_2O$  のように表され、ケイ酸  $H_2SiO_3$  を加熱乾燥させて得たものである。シリカゲルは高度に脱水されたものほど水分を吸着しやすい。多孔性で、その表面積は 1gあたり  $450m^2$  におよぶものもあり、表面に親水性のヒドロキシ基(-OH)があるため、多くの水分を取り除くことができる。

イ (1) 塩化水素は酸性の気体なので塩基性酸化物である酸化カルシウムとは中和反応を起こして吸収される(誤)。

(2) 水酸化ナトリウムは潮解性を示し、空気中の水分を吸収して徐々に溶けていく。一方、酸化カルシウムは水分を吸収して水酸化カルシウムになり、潮解性を示さない(誤)。

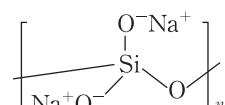
(3) 濃硫酸は、有機化合物中で共有結合している酸素原子と水素原子を水分子として吸収する性質があり、あとに炭素が残って黒褐色となる(正)。

(4) 固体を十酸化四リンと混合すると両者が反応する可能性がある(誤)。

(5) シリカゲルは水分を吸収しても着色しない(誤)。

(6) 乾燥剤の種類により吸収メカニズムは異なるが、いずれも脱水には加熱を要することから、水に触れると発熱すると考えられる(正)。

ウ 炭酸ナトリウムは  $Na^+$  と  $CO_3^{2-}$  からなるイオン結晶なので、水に溶かせばこれらは水和イオンとして水中に拡散していく。一方ケイ酸ナトリウムは、右図に示すような繰り返し単位をもつ鎖状の高分子化合物であり、水を加えて加熱すると粘性の強い水ガラスとなる。



エ  $\text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  になったとする。10.0g の  $\text{CaCl}_2$ (111.1)が 19.7g の  $\text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $111.1 + 18.0n$ )に変化したことにより、次式が成り立つ。

$$n_{\text{CaCl}_2} : n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10.0}{111.1} : \frac{19.7 - 10.0}{18.0} = 0.0900 : 0.538 \doteq 1 : 6$$

これより、この結晶の化学式は  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  である。

## 添削課題

### 解答

問1 ヨウ化カリウム水溶液に臭素水を加え、ヘキサンを加えると、遊離したヨウ素がヘキサン層へ分離される。



問2 NaCl 水溶液を電気分解すると、陽極に Cl<sub>2</sub> が生成する。電気分解全体の反応式は次のようになる。



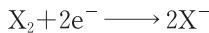
問3 フッ化水素においては分子間に強い水素結合が形成されているため。

問4 フッ化カリウム水溶液に塩酸を加えると、フッ化水素が遊離する。



### 解説

問1 ハロゲン分子が酸化剤として働くときの変化は次の半反応式で表される。



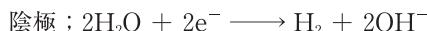
このとき、右辺の X<sup>-</sup> の安定性がこの酸化反応の起りやすさ、すなわち酸化力の強さに関わってくる。X<sup>-</sup> が安定であるほど、つまり X が電子を引きつける力が大きいほど、そのハロゲン分子の酸化力は強くなる。これは、同じ族であれば、周期表の下に行くほど最外殻電子と原子核の距離が遠くなり、原子核の正電荷が電子に影響を及ぼしにくくなるためと考えられる。したがって、臭素はヨウ化物イオンを酸化できるが、ヨウ素は臭化物イオンを酸化することができない。次の反応は右へは進むが、左には進まない。



問2 電気分解とは溶液中に電極を差し込み、電子を流し込むことで、酸化還元反応を引き起こすことである。次の半反応式で表されるように、Cl<sup>-</sup> から電子を奪えば、塩素を発生させることができる。



したがって、塩化物イオンを含む塩を電気分解すればよい。いくつか解答が考えられるが、塩化ナトリウム水溶液の電気分解を示した。陰極、陽極それぞれで起こる反応式を下に示す。これらと Na<sup>+</sup> を足し合わせて反応式をつくれば答となる。



問3 一般に同じような構造をもつ分子であれば、分子量が大きいほどファンデルワールス力は強く、沸点は高い。したがって、通常ならば HF → HCl → HBr → HI の順に沸点は高くなっていくと考えられる。しかしながら、本文にあるように実際には HF → HCl → HBr → HI となり、フッ化水素の沸点が高い。これは極性の大きいフッ化水素においては、分子間の水素結合の寄与が大きいためである。

問4 弱酸の塩に強酸を加えると弱酸が遊離することを用いればよい。ただし、HCl、HF ともに水に溶けやすく、また揮発性の酸であるため、実際の実験で反応を確認することは困難である。





会員番号	
------	--

氏名	
----	--