

## 第4回 解答・解説

### 設問別正答率

解答番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
配点	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4
正答率(%)	80.2	85.1	64.4	60.4	34.0	26.7	54.1	69.3	48.3	27.8
解答番号	11	12	13	14	15	16	17			
配点	2	2	3	4	3	3	4			
正答率(%)	51.7	34.0	57.0	48.5	42.2	49.4	21.3			

### 設問別成績一覧

設問	設問内容	配点	全体	現役	高卒	標準偏差
合計		50	25.1	24.6	29.7	9.6
1	物質の構成, 化学結合と結晶	25	15.1	14.8	17.3	5.3
2	化学量, 酸・塩基, 酸化還元	25	10.1	9.8	12.5	5.9

(50点満点)

問題番号	設問	解答番号	正解	配点	自己採点
第1問	問1	1	①	3	
		2	②	3	
	問2	3	②	3	
	問3	4	⑤	3	
	問4	5	①	2	
		6	③	2	
	問5	7	④	3	
	問6	8	④	3	
	問7	9	⑤	3	
第1問		自己採点小計		(25)	
第2問	問1	10	③	4	
	問2	11	②	2	
		12	③	2	
	問3	13	④	3	
	問4	14	⑤	4	
	問5	15	②	3	
	問6	16	②	3	
問7	17	⑤	4		
第2問		自己採点小計		(25)	
自己採点合計				(50)	



## 第1問 物質の構成, 化学結合と結晶, 化学と人間生活

## 問1 イオン, 原子の構造

a ①～⑤の各元素を以下に示す。

族 \ 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							②He
2	Li	Be	B	C	N	O	①F	Ne
3	Na	④Mg	Al	Si	P	⑤S	Cl	Ar
4	③K	Ca						

① 17族元素のフッ素原子Fは, 電子1個を受け取り1価の陰イオンであるフッ化物イオン $F^-$ になりやすい。

② ヘリウム原子Heは18族元素の原子なのでイオンになりにくい。

③ 1族元素のカリウム原子Kは, 電子1個を放出して1価の陽イオンであるカリウムイオン $K^+$ になりやすい。

④ 2族元素のマグネシウム原子Mgは, 電子2個を放出して2価の陽イオンであるマグネシウムイオン $Mg^{2+}$ になりやすい。

⑤ 16族元素の硫黄原子Sは, 電子2個を受け取り2価の陰イオンである硫化物イオン $S^{2-}$ になりやすい。

1 … ①

b ①～⑤の原子の陽子の数(=原子番号), 中性子の数(=質量数-陽子の数), および 中性子の数-陽子の数 は次のとおりである。

	元素記号	陽子の数	中性子の数	中性子の数-陽子の数
①	${}^6_3\text{Li}$	3	$6-3=3$	$3-3=0$
②	${}^{18}_8\text{O}$	8	$18-8=10$	$10-8=2$
③	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	$23-11=12$	$12-11=1$
④	${}^{27}_{13}\text{Al}$	13	$27-13=14$	$14-13=1$
⑤	${}^{37}_{17}\text{Cl}$	17	$37-17=20$	$20-17=3$

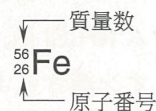
よって, 中性子の数が陽子の数より2大きい原子は, ② ${}^{18}_8\text{O}$ である。

2 … ②

## 問2 セッケン

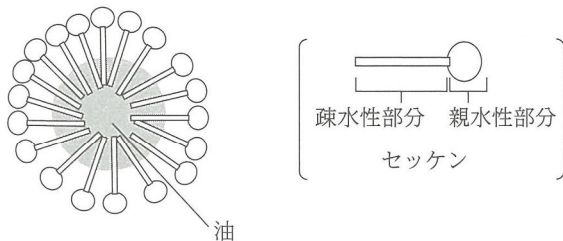
セッケンは親水性(水となじみやすい)部分と疎水性(水となじみにくく, 油となじみやすい)部分の両方をもつ。少量の油をセッケン水に入れて振り混ぜると, 次の図のようにセッケンの疎水性部分が油と結びつき, 多数のセッケンが油を包み込んだ集合体をつくる。この集合体は, 外側に親水性部分が並んでおり, 親水性部分と水が結びつくことにより, 水中に分散する。

## 原子番号と質量数



(原子番号)=(陽子の数)=(電子の数)

(質量数)=(陽子の数)+(中性子の数)



3 … ②

### 問3 元素の検出

**実験Ⅰ** 化合物AにカルシウムCaが含まれていることがわかったのは、炎色反応でア橙赤色を示したからである。

**実験Ⅱ** 化合物Aに塩素Clが含まれていることがわかったのは、硝酸銀AgNO<sub>3</sub>水溶液を加えると塩化銀AgClのイ白色の沈殿が生じたからである。



化合物Aは、カルシウムCaと塩素Clを成分元素とする化合物である。該当する化合物としては塩化カルシウムCaCl<sub>2</sub>があり、道路の融雪剤に用いられている。

4 … ⑤

### 問4 結晶の分類と化学結合

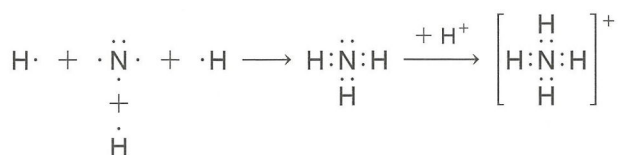
**a** イオン結晶は、陽イオンと陰イオンがイオン結合によって、規則正しく配列した結晶である。ア 酸化アルミニウムAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、アルミニウムイオンAl<sup>3+</sup>と酸化物イオンO<sup>2-</sup>が、イ 塩化アンモニウムNH<sub>4</sub>Clは、アンモニウムイオンNH<sub>4</sub><sup>+</sup>と塩化物イオンCl<sup>-</sup>がイオン結合によって結びついたイオン結晶である。よって、イオン結晶である組合せは、①(アとイ)である。

なお、ウ 黒鉛Cは共有結合の結晶(共有結合結晶)、エ カルシウムCaは金属結晶、オ 塩化水素HClの結晶は分子結晶である。

5 … ①

**b** ア 酸化アルミニウムAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、Al<sup>3+</sup>とO<sup>2-</sup>のイオン結合のみからなる物質であり、エ カルシウムCaは、金属結合のみからなる物質であり、いずれも共有結合を含まない。よって、共有結合を含まない物質の組合せは、③(アとエ)である。

なお、イ 塩化アンモニウムNH<sub>4</sub>Clに含まれるアンモニウムイオンNH<sub>4</sub><sup>+</sup>は、窒素原子Nと水素原子Hの共有結合によってできるアンモニア分子NH<sub>3</sub>に水素イオンH<sup>+</sup>が配位結合してできるイオンである。そのため、NH<sub>4</sub>Clは、共有結合を含む。



ウ 黒鉛Cは、多数の炭素原子Cが共有結合によって結びついて正六角形網目状の平面構造をつくり、それが何層にも重なった

#### 炎色反応

ある種の元素を含む物質を炎の中に入れると、炎が呈色する現象。成分元素の検出に用いられる。

Li：赤，Na：黄，K：赤紫，Ca：橙赤，Sr：紅(深赤)，Ba：黄緑，Cu：青緑

#### イオン結晶

陽イオンと陰イオンがイオン結合によって次々と結びついた結晶。塩化ナトリウム，塩化カルシウム，水酸化ナトリウムなどがある。硬いが、もろいものが多い。結晶には電気伝導性がない。

#### 共有結合

2個の原子の間で不対電子を出しあって電子対を形成し、これを両方の原子で共有しあう結合。

#### 配位結合

一方の原子の非共有電子対が他方の原子に提供されてできる共有結合。

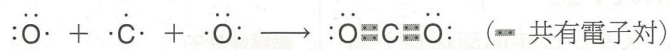


共有結合の結晶であり、共有結合を含む。オ 塩化水素 HCl は水素原子 H と塩素原子 Cl が共有結合で結びついた分子であり、共有結合を含む。

6 … ③

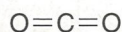
### 問5 二酸化炭素とメタン

① 正しい。二酸化炭素分子  $\text{CO}_2$  は、炭素原子 C と酸素原子 O がそれぞれの不対電子を出しあって、合計 4 組の共有電子対で結びついてできた分子である。



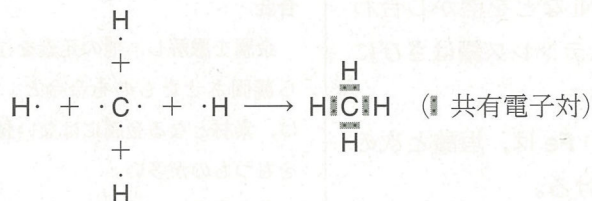
炭素原子 C と 2 個の酸素原子 O はそれぞれ共有電子対 2 組で共有結合している。このような結合を二重結合という。

よって、 $\text{CO}_2$  には二重結合が存在する。



二酸化炭素の構造式

② 正しい。メタン分子  $\text{CH}_4$  は、炭素原子 C と水素原子 H がそれぞれの不対電子を出しあって、合計 4 組の共有電子対で結びついてできた分子である。



$\text{CH}_4$  には、共有電子対のみが存在し、非共有電子対は存在しない。

③ 正しい。 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$  は、いずれも共有電子対を 4 組もち、共有結合に使われている電子の数はいずれも 8 個である。

④ 誤り。異なる 2 原子間の共有結合では、共有電子対は電気陰性度の大きい原子の方に引きよせられ、電気陰性度の大きい原子はいくらか負の電荷 ( $\delta^-$ ) を帯び、電気陰性度の小さい原子はいくらか正の電荷 ( $\delta^+$ ) を帯びる。電気陰性度は  $\text{O} > \text{C} > \text{H}$  であるので、 $\text{CO}_2$  中の  $\text{C}=\text{O}$  結合の炭素原子 C はいくらか正の電荷を帯び、 $\text{CH}_4$  中の  $\text{C}-\text{H}$  結合の炭素原子 C はいくらか負の電荷を帯びる。

#### 不対電子

共有結合を形成する前の対になっていない価電子。H には 1 個、C には 4 個、N には 3 個、O には 2 個、F と Cl には 1 個の不対電子がある。

#### 共有電子対

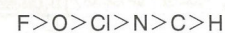
2 原子間で共有されている電子対。

#### 非共有電子対

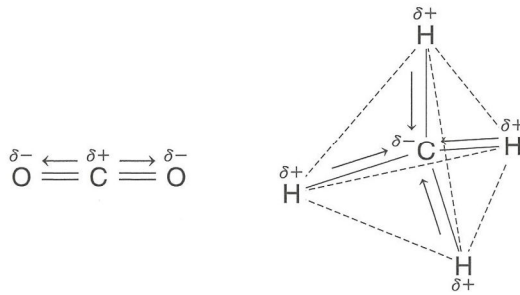
共有結合に使われていない電子対。

#### 電気陰性度と極性

異なる 2 原子間の共有結合では、原子が共有電子対を引きよせる強さに差がある。この強さの程度を表した数値を電気陰性度という。主な非金属元素の電気陰性度の大きさは、次の順である。



異なる 2 原子間の共有結合では、電気陰性度の大きい原子は共有電子対を引きよせるのでいくらか負の電荷 ( $\delta^-$ ) を帯び、電気陰性度の小さい原子はいくらか正の電荷 ( $\delta^+$ ) を帯びる。このような原子間の電荷の偏りを結合の極性という。



〔←は結合の極性を表し、矢印の方向に〕  
共有電子対が引きよせられている。〕

⑤ 正しい。二酸化炭素は直線形、メタンは正四面体形であり、どちらも結合の極性が打ち消されるので、いずれも無極性分子である。

7 ... ④

### 問6 鉄

① 正しい。鉄 Fe などの金属結晶は、結晶中を自由に移動できる自由電子をもつため、電気や熱をよく導く。

② 正しい。鉄は、赤鉄鉱(主成分  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) などの鉄鉱石を、コークス C やコークスから発生する一酸化炭素 CO で還元して製造されている。

③ 正しい。Fe にクロム Cr やニッケル Ni などを溶かし合わせてつくった合金をステンレス鋼という。ステンレス鋼はさびにくいいため、台所用品や工具などに使われている。

④ 誤り。イオン化傾向が水素より大きい Fe は、塩酸と次のように反応して、水素  $\text{H}_2$  を発生しながら溶ける。

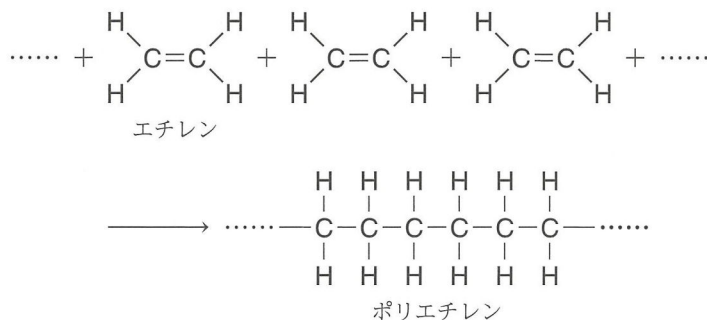


また、Fe を濃硝酸に浸すと表面に緻密な酸化物の被膜ちみつができ、内部を保護する状態(不動態)になり、酸化が内部まで進まない。そのため、Fe は、濃硝酸にほとんど溶けない。

8 ... ④

### 問7 身近にある物質

① 正しい。ポリエチレンは高分子化合物であり、多数のエチレン分子  $\text{C}_2\text{H}_4$  が二重結合  $\text{C}=\text{C}$  の 1 本を開いて、次々に共有結合で結びついてできる。このような反応を付加重合ちかじゆうごうといい、ポリエチレンは、エチレンの付加重合で得られる。



### 無極性分子

原子間の結合に極性がない、あるいは、原子間の結合には極性があるが、その極性が互いに打ち消しあって、分子全体では極性をもたない分子。

### 金属結晶

金属元素の原子が金属結合によって次々と結びついた結晶。鉄、アルミニウム、銅などがある。電気伝導性があり、また、展性や延性を示す。

### 合金

金属を融解し、他の元素を混合してから凝固させたものを合金という。合金は、素材となる金属にはない優れた性質をもつものが多い。

主な合金として次のものがある。

ステンレス鋼 (Fe-Cr-Ni)

さびにくい。台所用品、工具。

ジュラルミン (Al-Cu-Mg-Mn)

軽くて強い。航空機の機体。

黄銅(真ちゅう) (Cu-Zn)

加工しやすく美しい。楽器、硬貨。

青銅(ブロンズ) (Cu-Sn)

硬くて美しい。美術工芸品、硬貨。

### 高分子化合物

一般に分子量が約 1 万以上の化合物を高分子化合物という。1 種類または数種類の小さな分子が次々と共有結合でつながった構造をもつ。

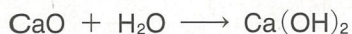
例 ポリエチレン (用途) パケツ、袋

ポリエチレンテレフタレート

(用途) ペツトボツル、繊維

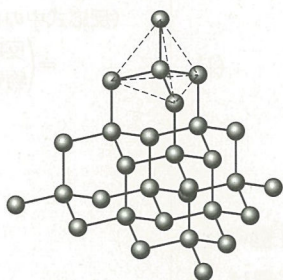


② 正しい。酸化カルシウム  $\text{CaO}$  は、次式のように水分を吸収して水酸化カルシウム  $\text{Ca(OH)}_2$  に変化する。



このように、 $\text{CaO}$  は水分を吸収するので、乾燥剤として海苔などの食品に同封されている。

③ 正しい。ダイヤモンドは、組成式  $\text{C}$  で表される共有結合の結晶である。ダイヤモンドでは、各炭素原子  $\text{C}$  が4個の炭素原子と共有結合で結びつき、正四面体を単位とする立体網目状の構造を形成している。ダイヤモンドは非常に硬いため、研磨剤などに用いられる。



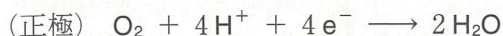
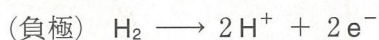
ダイヤモンド

④ 正しい。水素  $\text{H}_2$  と酸素  $\text{O}_2$  が反応するとき、多量のエネルギーを放出する。



電池は、酸化還元反応によって、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置である。燃料電池では(1)式の反応で得られる化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出している。

なお、負極に水素  $\text{H}_2$ 、正極に酸素  $\text{O}_2$ 、電解液にリン酸水溶液を用いた燃料電池では、負極と正極でそれぞれ次の反応が起こる。



⑤ 誤り。ヨウ素  $\text{I}$  は周期表で17族に属し、単体であるヨウ素  $\text{I}_2$  は酸化力をもつ。この酸化力により、 $\text{I}_2$  は殺菌作用を示し、うがい薬などに用いられている。

9 ... ⑤

## 第2問 化学量、酸と塩基、酸化還元

### 問1 気体の体積

気体の分子量を  $M$  とすると、1 g の物質量は、

$$\frac{1\text{ g}}{M[\text{g/mol}]} = \frac{1}{M} [\text{mol}] \quad (1)$$

と表され、 $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態)における1 gの気体の体積は、次の式で表される。

$$22.4 \text{ L/mol} \times \frac{1}{M} [\text{mol}] = \frac{22.4}{M} [\text{L}] \quad (2)$$

### 共有結合の結晶(共有結合結晶)

原子が共有結合によって次々と結びついた結晶。ダイヤモンド  $\text{C}$ 、黒鉛  $\text{C}$ 、ケイ素  $\text{Si}$ 、二酸化ケイ素  $\text{SiO}_2$  などがある。

融点が高く、非常に硬い。また、電気を導かない。(ただし、黒鉛は軟らかく、電気を導く。また、ケイ素は半導体である。)

### 電池(化学電池)

酸化還元反応によって、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置。

### モル質量

物質1 molの質量。原子量・分子量・式量に  $\text{g/mol}$  の単位をつけた値になる。

$$\text{物質量}[\text{mol}] = \frac{\text{質量}[\text{g}]}{\text{モル質量}[\text{g/mol}]}$$

### モル体積

物質1 molの体積。 $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態)の気体のモル体積は、気体の種類によらず、ほぼ  $22.4 \text{ L/mol}$  である。

$$\text{物質量}[\text{mol}] = \frac{\text{体積}[\text{L}]}{\text{モル体積}[\text{L/mol}]}$$

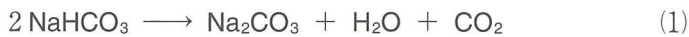
(1)式および(2)式より、分子量  $M$  が小さいほど 1 g の気体の物質  
量および標準状態における体積は大きい。よって、アルゴン Ar  
(分子量 40)、一酸化炭素 CO (分子量 28)、塩素 Cl<sub>2</sub> (分子量 71) に  
ついて、分子量および標準状態における 1 g の体積の大小関係は  
次のようになる。

分子量 一酸化炭素 < アルゴン < 塩素  
体積 一酸化炭素 > アルゴン > 塩素

10 … ③

## 問 2 化学反応と量的関係

炭酸水素ナトリウム NaHCO<sub>3</sub> を熱分解したときの反応は、次  
式で表される。



発生した二酸化炭素 CO<sub>2</sub> は、

$$\frac{560 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.0250 \text{ mol}$$

a (1)式より、生じた水 H<sub>2</sub>O (分子量 18) と CO<sub>2</sub> の物質量の比  
は 1 : 1 なので、生じた H<sub>2</sub>O は 0.0250 mol であり、その質量は、

$$18 \text{ g/mol} \times 0.0250 \text{ mol} = 0.450 \text{ g}$$

11 … ②

b 8.40 g の炭酸水素ナトリウム NaHCO<sub>3</sub> (式量 84) の物質  
量は、

$$\frac{8.40 \text{ g}}{84 \text{ g/mol}} = 0.100 \text{ mol}$$

(1)式より、反応した NaHCO<sub>3</sub>、生じた炭酸ナトリウム Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、  
および発生した CO<sub>2</sub> の物質量の比は 2 : 1 : 1 なので、反応した  
NaHCO<sub>3</sub> は (0.0250 mol × 2 =) 0.0500 mol、生じた Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> は  
0.0250 mol である。

よって、反応後に残っている未反応の NaHCO<sub>3</sub> は、

$$0.100 \text{ mol} - 0.0500 \text{ mol} = 0.0500 \text{ mol}$$

反応後に存在する固体は、未反応の NaHCO<sub>3</sub> 0.0500 mol と生じ  
た Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (式量 106) 0.0250 mol の混合物であり、その質量は、

$$84 \text{ g/mol} \times 0.0500 \text{ mol} + 106 \text{ g/mol} \times 0.0250 \text{ mol} \\ = 6.85 \text{ g}$$

なお、反応の前後での NaHCO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O および CO<sub>2</sub> の  
物質量の関係は次のようになる。



反応前	0.100	0	0	0
変化量	-0.0500	+0.0250	+0.0250	+0.0250
反応後	0.0500	0.0250	0.0250	0.0250

[単位 : mol]

## 化学反応式と量的関係

(反応式中の係数比)

$$= \left( \begin{array}{l} \text{反応により変化する} \\ \text{物質の物質量の比} \end{array} \right)$$



## 【別解】

反応の前後で、物質全体の質量の合計は変わらない(質量保存の法則)。

反応前の  $\text{NaHCO}_3$  の質量は 8.40 g である。

反応によって生じた  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、未反応の  $\text{NaHCO}_3$  の質量の合計は 8.40 g である。 $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CO}_2$  は気体、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  と  $\text{NaHCO}_3$  は固体なので、反応後に存在する固体の質量は、8.40 g から生じた  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CO}_2$  の質量の和を引けば求めることができる。

a より、生じた  $\text{H}_2\text{O}$  は 0.450 g であり、 $\text{CO}_2$  は、

$$44 \text{ g/mol} \times 0.0250 \text{ mol} = 1.10 \text{ g}$$

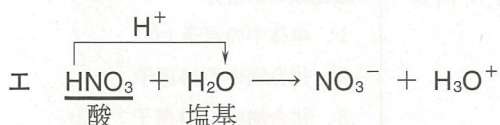
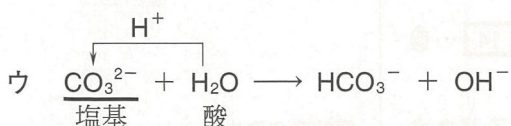
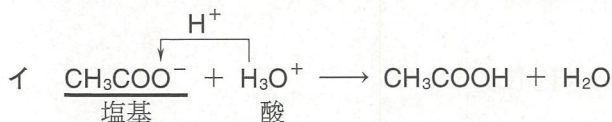
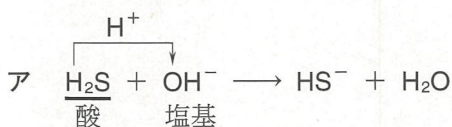
よって、反応後に存在する固体の質量は、

$$8.40 \text{ g} - (0.450 \text{ g} + 1.10 \text{ g}) = 6.85 \text{ g}$$

12 … ③

## 問3 酸と塩基

ブレンステッド・ローリーの定義では、酸とは水素イオン  $\text{H}^+$  を与える分子またはイオンであり、塩基とは水素イオン  $\text{H}^+$  を受け取る分子またはイオンである。反応ア～エにおける  $\text{H}^+$  の授受および酸・塩基は次のとおりである。

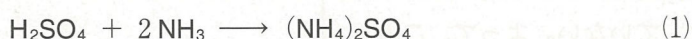


以上より、下線を付した分子またはイオンが塩基としてはたっている反応の組合せは④(イとウ)である。

13 … ④

## 問4 中和滴定

希硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$  の水溶液)にアンモニア  $\text{NH}_3$  を通じると、次の中和反応が起こり  $\text{NH}_3$  が吸収される。



$\text{NH}_3$  吸収後の水溶液に残った  $\text{H}_2\text{SO}_4$  が、水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$  水溶液で中和滴定される。



実験に用いた  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は、

## 質量保存の法則

反応の前後で、物質全体の質量の合計は変わらない。

## 酸と塩基

ブレンステッド・ローリーの定義

酸  $\text{H}^+$  を与える分子・イオン

塩基  $\text{H}^+$  を受け取る分子・イオン

アレニウスの定義

酸 水に溶けて  $\text{H}^+$  を生じる物質

塩基 水に溶けて  $\text{OH}^-$  を生じる物質

$$c_1 [\text{mol/L}] \times V_1 [\text{L}] = c_1 V_1 [\text{mol}]$$

吸収させた  $\text{NH}_3$  の物質量を  $n$  [mol] とすると、(1)式の反応で消費された  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は  $\frac{n}{2}$  [mol] であり、 $\text{NH}_3$  吸収後の水溶液に残った  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は、

$$c_1 V_1 [\text{mol}] - \frac{n}{2} [\text{mol}]$$

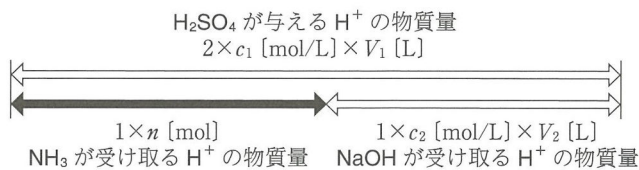
と表される。 $\text{H}_2\text{SO}_4$  は 2 価の酸、 $\text{NaOH}$  は 1 価の塩基であり、(2)式の中和反応の量的関係より、

$$2 \times \left( c_1 V_1 [\text{mol}] - \frac{n}{2} [\text{mol}] \right) = 1 \times c_2 [\text{mol/L}] \times V_2 [\text{L}]$$

$$n = (2c_1 V_1 - c_2 V_2) [\text{mol}]$$

### [別解]

実験全体を通してみると、(1)式および(2)式の反応により、用いた  $\text{H}_2\text{SO}_4$  が  $\text{NH}_3$  と  $\text{NaOH}$  によって完全に中和されて硫酸アンモニウム  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  と硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  を生じる。吸収させた  $\text{NH}_3$  の物質量を  $n$  [mol] とし、実験全体で授受される水素イオン  $\text{H}^+$  の物質量に着目すると、次の図で表される関係になる。



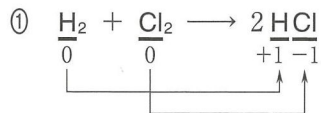
よって、授受される  $\text{H}^+$  の物質量について次式が成り立つ。

$$\begin{aligned} 2 \times c_1 [\text{mol/L}] \times V_1 [\text{L}] &= 1 \times n [\text{mol}] + 1 \times c_2 [\text{mol/L}] \times V_2 [\text{L}] \\ n &= (2c_1 V_1 - c_2 V_2) [\text{mol}] \end{aligned}$$

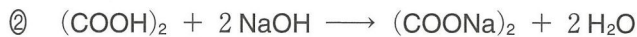
14 … ⑤

### 問5 酸化還元反応

酸化還元反応では、反応の前後で酸化数に変化する原子が含まれる。



水素原子  $\text{H}$  の酸化数は 0 から +1 に増加し、塩素原子  $\text{Cl}$  の酸化数は 0 から -1 に減少している。よって、 $\text{H}_2$  は酸化され、 $\text{Cl}_2$  は還元されており、この反応は酸化還元反応である。



反応の前後でそれぞれの原子の酸化数は、 $\text{C}$  が +3、 $\text{O}$  が -2、 $\text{H}$  が +1、 $\text{Na}$  が +1 といずれも変化していない。よって、この反応は酸化還元反応ではない。なお、この反応は酸と塩基の中和反応である。

### モル濃度

溶液 1 L あたりに溶けている溶質の物質量 [mol] で表した濃度。

$$\begin{aligned} \text{モル濃度} [\text{mol/L}] &= \frac{\text{溶質の物質量} [\text{mol}]}{\text{溶液の体積} [\text{L}]} \end{aligned}$$

### 中和反応の量的関係

$$\begin{aligned} &\text{酸から生じる } \text{H}^+ \text{ の物質量} \\ &= \text{塩基から生じる } \text{OH}^- \text{ の物質量} \\ &\quad (\text{塩基が受け取る } \text{H}^+ \text{ の物質量}) \end{aligned}$$

したがって、

$$\begin{aligned} &\text{酸の価数} \times \text{酸の物質量} \\ &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質量} \end{aligned}$$

### 酸化数の決め方

1. 単体中の原子：0
2. 化合物中の  $\text{H}$  原子：+1
3. 化合物中の  $\text{O}$  原子：-2  
(ただし、 $\text{H}_2\text{O}_2$  中では -1)
4. 化合物中の原子の酸化数の総和：0
5. 単原子イオンの酸化数：イオンの価数に符号をつけた値
6. 多原子イオン中の原子の酸化数の総和：イオンの価数に符号をつけた値

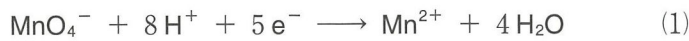




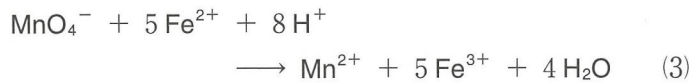
イオン化傾向の大きい金属の単体ほど、電子  $e^-$  を放出して酸化されやすいので、2種類の金属を食塩水のような電解質水溶液に浸した電池では、イオン化傾向の大きい金属が負極に、小さい金属が正極になる。金属 **B** が正極、金属 **C** が負極であり、イオン化傾向は  $Zn > Cu$  なので、金属 **B** は  $Cu$ 、金属 **C** は  $Zn$  である。

16 … ②

問7 酸化還元反応の量的関係



(1)式+(2)式 $\times 5$ より、硫酸鉄(II)  $FeSO_4$  水溶液に希硫酸を加えたのち、過マンガン酸カリウム  $KMnO_4$  水溶液を加えたときの酸化還元反応は、次のイオン反応式で表される。



(3)式より、 $MnO_4^-$  と  $Fe^{2+}$  は物質量の比  $1 : 5$  で反応するので、硫酸鉄(II)水溶液のモル濃度を  $x$  [mol/L] とすると、

$$0.020 \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} : x \text{ [mol/L]} \times \frac{5.0}{1000} \text{ L} = 1 : 5$$

$$x = 0.40 \text{ mol/L}$$

[別解]

酸化還元反応では、酸化剤が受け取る電子  $e^-$  の物質量と還元剤が失う電子  $e^-$  の物質量が等しく、この反応では、

$$(KMnO_4 \text{ の物質量}) \times 5 = (FeSO_4 \text{ の物質量}) \times 1$$

の関係が成り立つ。

$$0.020 \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} \times 5 = x \text{ [mol/L]} \times \frac{5.0}{1000} \text{ L} \times 1$$

$$x = 0.40 \text{ mol/L}$$

17 … ⑤