

## 章末問題の解答

### 1 章

1. 物体として同じ形をしているものは (a), 物質として同じものは (b) と (c)

$$2. 5 \mu\text{m} = 5 \times 10^{-6} \text{ m} = 5 \times 10^{-3} \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$3. (20 \text{ mm}) / (5.0 \mu\text{m}) = (20 \text{ mm}) / (5.0 \times 10^{-3} \text{ mm}) = 4.0 \times 10^3 \\ 4.0 \times 10^3 \text{ 個.}$$

$$4. 4.5 \text{ g} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ kg} = 4.5 \times 10^3 \text{ mg}$$

5. 体積を  $V$  として次の比例関係から  $V$  を求める.

$$1 \text{ cm}^3 : 19.3 \text{ g} = V : 500 \text{ g}$$

$$(1 \text{ cm}^3)(500 \text{ g}) = (19.3 \text{ g})(V)$$

$$V = (1 \text{ cm}^3)(500 \text{ g}) / (19.3 \text{ g}) = 25.906 \text{ cm}^3 = 25.9 \text{ cm}^3$$

$$6. \text{密度} = (\text{質量}) / (\text{体積}) = (136 \text{ g}) / (10 \text{ cm}^3) = 13.6 \text{ g cm}^{-3}$$

7. 求める水分子の数を  $x$  とする.

$$1 : 3.0 \times 10^{-23} \text{ g} = x : 18 \text{ g}$$

$$x = (1)(18 \text{ g}) / (3.0 \times 10^{-23} \text{ g}) = 6 \times 10^{23}$$

$6 \times 10^{23}$  個である.

$$8. (22 + 273) \text{ K} = 295 \text{ K}$$

9.  $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$  である.

$$\text{質量} = (\text{密度})(\text{体積}) = (0.789 \text{ g cm}^{-3})(250 \text{ cm}^3) = 197 \text{ g}$$

$$10. \text{底面の半径は}(7.48 \text{ cm}) / 2 = 3.74 \text{ cm}$$

$$\text{体積は}(3.14)(3.74 \text{ cm})^2(16.5 \text{ cm}) = 725 \text{ cm}^3$$

### 2 章

1. 原子番号, 陽子の数, 電子の数

2. 質量数 = 陽子の数 + 中性子の数

3. 同じ原子番号をもつ元素において, 中性子の数が異なる原子どうしの関係が同位体である. 同じ元素からなる単体で, 化学的・物理的性質の異なるものどうしの関係が同素体である.

4. 陽イオンは  $\text{H}^+$ ,  $\text{Li}^+$

陰イオンは  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$

5.  ${}_3\text{Li}$  は 1 個,  ${}_9\text{F}$  は 7 個,  ${}_{11}\text{Na}$  は 1 個,  ${}_{12}\text{Mg}$  は 2 個,  ${}_{13}\text{Al}$  は 3 個,  ${}_{17}\text{Cl}$  は 7 個

6.  $\text{Li}^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$

7.

|                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ${}_2\text{He}$ , ${}_3\text{Li}^+$ , ${}_4\text{Be}^{2+}$                                                         |
| ${}_8\text{O}^{2-}$ , ${}_9\text{F}^-$ , ${}_{10}\text{Ne}$ , ${}_{11}\text{Na}^+$ , ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$       |
| ${}_{16}\text{S}^{2-}$ , ${}_{17}\text{Cl}^-$ , ${}_{18}\text{Ar}$ , ${}_{19}\text{K}^+$ , ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ |

8. (a)  ${}^{12}_6\text{C}$  と  ${}^{13}_6\text{C}$

(b) 中性子数 = 質量数 - 原子番号.

${}^{10}_5\text{B}$ ,  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$  の中性子数はそれぞれ, 5, 6, 7, 7, 8 なので, 中性子数が同じものは  ${}^{13}_6\text{C}$  と  ${}^{14}_7\text{N}$

(c) 陽子数は原子番号に等しい. したがって  ${}^{16}_8\text{O}$

9.

| 原子番号 | 質量数 | 陽子の数 | 中性子の数 | 電子の数 |
|------|-----|------|-------|------|
| 3    | 7   | 3    | 4     | 3    |
| 6    | 12  | 6    | 6     | 6    |
| 8    | 16  | 8    | 8     | 8    |
| 9    | 19  | 9    | 10    | 9    |
| 10   | 20  | 10   | 10    | 10   |
| 12   | 24  | 12   | 12    | 12   |
| 15   | 30  | 15   | 15    | 15   |

10.

| 元素名                | K 殻 | L 殻 | M 殻 | N 殻 | 元素名                | K 殻 | L 殻 | M 殻 | N 殻 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| ${}_3\text{Li}$    | 2   | 1   |     |     | ${}_{12}\text{Mg}$ | 2   | 8   | 2   |     |
| ${}_4\text{Be}$    | 2   | 2   |     |     | ${}_{13}\text{Al}$ | 2   | 8   | 3   |     |
| ${}_5\text{B}$     | 2   | 3   |     |     | ${}_{14}\text{Si}$ | 2   | 8   | 4   |     |
| ${}_6\text{C}$     | 2   | 4   |     |     | ${}_{15}\text{P}$  | 2   | 8   | 5   |     |
| ${}_7\text{N}$     | 2   | 5   |     |     | ${}_{16}\text{S}$  | 2   | 8   | 6   |     |
| ${}_8\text{O}$     | 2   | 6   |     |     | ${}_{17}\text{Cl}$ | 2   | 8   | 7   |     |
| ${}_9\text{F}$     | 2   | 7   |     |     | ${}_{18}\text{Ar}$ | 2   | 8   | 8   |     |
| ${}_{10}\text{Ne}$ | 2   | 8   |     |     | ${}_{19}\text{K}$  | 2   | 8   | 8   | 1   |
| ${}_{11}\text{Na}$ | 2   | 8   | 1   |     | ${}_{20}\text{Ca}$ | 2   | 8   | 8   | 2   |

### 3 章

1.

|    |    |    |    |   |   |    |    |
|----|----|----|----|---|---|----|----|
| H  |    |    |    |   |   |    | He |
| Li | Be | B  | C  | N | O | F  | Ne |
| Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | Ar |

2. リチウム Li, ナトリウム Na, カリウム K, ルビジウム Rb, セシウム Cs, フランシウム Fr

3. ベリリウム Be, マグネシウム Mg, カルシウム Ca, ストロンチウム Sr, バリウム Ba, ラジウム Ra

4. フッ素 F, 塩素 Cl, 臭素 Br, ヨウ素 I, アスタチン At

5. ヘリウム He, ネオン Ne, アルゴン Ar, クリプトン Kr, キセノン Xe, ラドン Rn

6. 以下のうちから 3 点：価電子の数, 原子の直径(半径でも可), イオン化エネルギー, 電子親和力, 電気陰性度, 単体や化合物の融点・沸点

7. ヘリウム

8. 酸素 O, 硫黄 S

9. 以下のうちから 3 点：電気を通す, 熱を通しやすい, 陽イオンになりやすい, 展性, 延性

10. He と似た性質を示すもの : Ar, Ne

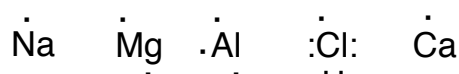
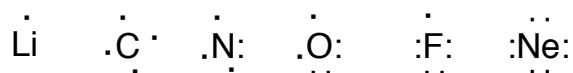
Na と似た性質を示すもの : K, Li

Cl と似た性質を示すもの : Br, F

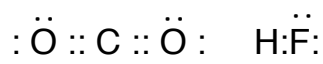
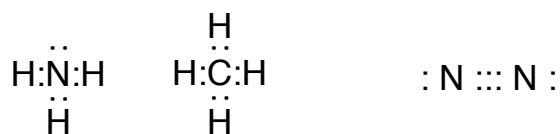
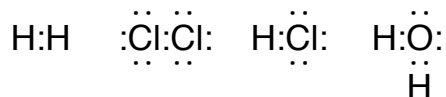
## 4 章

1. (a)  $\text{NaHCO}_3$ , (b)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , (c)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , (d)  $\text{LiCl}$ , (e)  $\text{Ca(OH)}_2$

2.



3.



4. (a)  $\text{Cl}_2$ , 極性を示さない, (b)  $\text{F}_2$ , 極性を示さない, (c)  $\text{HCl}$ , 極性を示す,  
(d)  $\text{CH}_4$ , 極性を示さない, (e)  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , 極性を示す, (f)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , 極性を示す, (g)  $\text{CHCl}_3$ ,  
極性を示す, (h)  $\text{CCl}_4$ , 極性を示さない, (i)  $\text{H}_2\text{O}$ , 極性を示す, (j)  $\text{NH}_3$ , 極性を示す

5. (a) H と H, 非極性共有結合, (b) H と F, 極性共有結合, F, (c) C と H, 極性共有結合,  
C, (d) F と F, 非極性共有結合, (e) O と H, 極性共有結合, O, (f) N と H, 極性共有  
結合, N, (g) C と N, 極性共有結合, N, (h) P と O, 極性共有結合, O, (i) Cl と S, 極  
性共有結合, Cl, (j) H と Br, 極性共有結合, Br

6. (a)  $\text{H}_2\text{O}$ , (d)  $\text{HF}$ , (f)  $\text{NH}_3$

7. 解答例

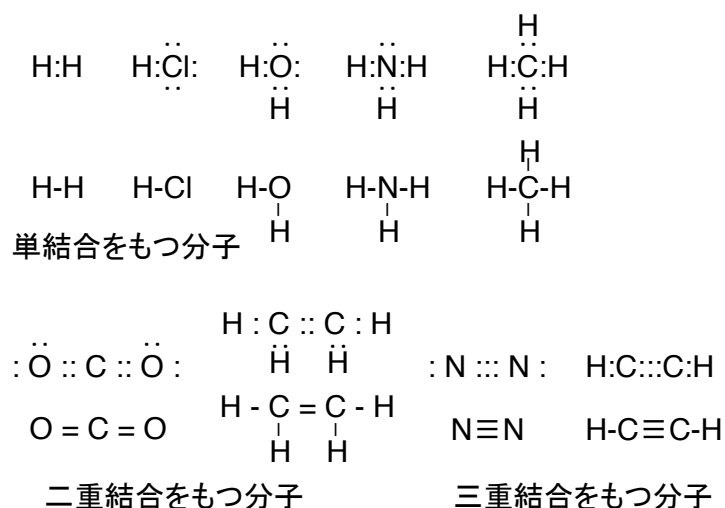
単原子分子: ヘリウム He, ネオン Ne, アルゴン Ar, クリプトン Kr, キセノン Xe, ラ  
ドン Rn

2 原子分子：水素  $\text{H}_2$ ，フッ素  $\text{F}_2$ ，酸素  $\text{O}_2$ ，塩素  $\text{Cl}_2$ ，塩化水素  $\text{HCl}$ ，フッ化水素  $\text{HF}$

3 原子分子：水  $\text{H}_2\text{O}$ ，二酸化炭素  $\text{CO}_2$ ，オゾン  $\text{O}_3$ ，二酸化硫黄  $\text{SO}_2$

8. イオン結合では陽イオンと陰イオンとが電荷を中和する物質質量比で結合している．共有結合では2個の原子が互いに価電子を共有することによって結合している．

9. 解答例



10. 例えば二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の場合，3 個の原子は一直線上に並んでいる．C 原子と O 原子の間の分極は互いに打ち消し合っているため，分子全体では極性を示さない．

## 5 章

1. 90 g の  $\text{H}_2\text{O}$  の物質量を求める．

$$\text{物質量} = (\text{質量})/(\text{モル質量}) = (90 \text{ g})/(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 5.0 \text{ mol}$$

ここに含まれる水分子の数を求める．

$$\text{粒子数} = (\text{アボガドロ定数})(\text{物質量}) = (6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1})(5.0 \text{ mol})$$

$$= 30.1 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{24}$$

$$\underline{3.0 \times 10^{24} \text{ 個}}$$

2.  $(0.20)(10) + (0.80)(11) = \underline{10.8}$

3. 物質量 = (質量)/(モル質量)

(a)  $(20.0 \text{ g})/(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 1.11 \text{ mol}$

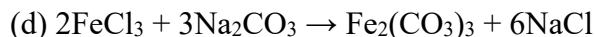
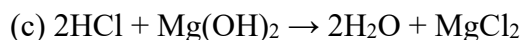
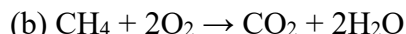
(b)  $(20.0 \text{ g})/(27.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.741 \text{ mol} = 7.41 \times 10^{-1} \text{ mol}$

(c)  $(20.0 \text{ g})/(180.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.111 \text{ mol} = 1.11 \times 10^{-1} \text{ mol}$

(d)  $(20.0 \text{ g})/(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = 0.342 \text{ mol} = 3.4 \times 10^{-1} \text{ mol}$

(e)  $(20.0 \text{ g})/(192.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.104 \text{ mol} = 1.04 \times 10^{-1} \text{ mol}$

$$(f) (20.0 \text{ g}) / (84.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.238 \text{ mol} = 2.38 \times 10^{-1} \text{ mol}$$



5 kg の糖の物質量を求める.

$$\text{物質質量} = (\text{質量}) / (\text{モル質量}) = (5.0 \times 10^3 \text{ g}) / (180.0 \text{ g mol}^{-1}) = 27.78 \text{ mol}$$

ここから生じるエタノールの物質量は, 化学反応式の係数の比から(2)(27.78 mol)

この質量を求める.

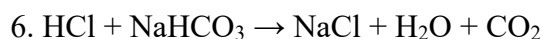
$$\text{質量} = (\text{モル質量})(\text{物質質量}) = (46.0 \text{ g mol}^{-1})(2)(27.78 \text{ mol}) = 2\,556 \text{ g} = \underline{2.56 \text{ kg}}$$

生じる  $\text{CO}_2$  の物質量も(2)(27.78 mol)である.

これが  $0^\circ\text{C}$ , 1013 hPa で占める体積を求める.

$$\text{気体の体積} = (\text{気体のモル体積})(\text{物質質量}) = (22.4 \text{ L mol}^{-1})(2)(27.78 \text{ mol})$$

$$= 1\,245 \text{ L} = \underline{1.25 \times 10^3 \text{ L}}$$



1 g の  $\text{NaHCO}_3$  の物質量を求める.

$$\text{物質質量} = \text{質量} / \text{モル質量} = (1.0 \text{ g}) / (84.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.0119 \text{ mol}$$

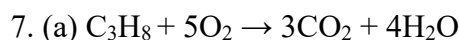
化学反応式よりこれと同じ物質量の HCl が反応する. その質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質質量} = (36.5 \text{ g mol}^{-1})(0.0119 \text{ mol}) = 0.4344 \text{ g} = \underline{4.3 \times 10^{-1} \text{ g}}$$

二酸化炭素の体積を求める.

$$\text{気体の体積} = (\text{気体のモル体積})(\text{物質質量}) = (22.4 \text{ L mol}^{-1})(0.0119 \text{ mol})$$

$$= 0.266 \text{ L} = \underline{2.7 \times 10^{-1} \text{ L}}$$



(b) 440 g のプロパンの物質量を求める.

$$\text{物質質量} = (\text{質量}) / (\text{モル質量}) = (440 \text{ g}) / (44.0 \text{ g mol}^{-1}) = 10.0 \text{ mol}$$

化学反応式の係数から, この 5 倍量の物質量の酸素が完全燃焼に使われた. その物質量を求める.

$$(5)(10.0 \text{ mol}) = \underline{50.0 \text{ mol}}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質質量} = (32.0 \text{ g mol}^{-1})(50.0 \text{ mol}) = 1600 \text{ g} = \underline{1.60 \text{ kg}}$$

標準状態における体積を求める.

$$\text{体積} = \text{モル体積} \times \text{物質質量} = (22.4 \text{ L mol}^{-1})(50.0 \text{ mol}) = 1120 \text{ L} = \underline{1.12 \times 10^3 \text{ L}}$$

(c) 二酸化炭素の物質量はプロパンの 3 倍.

$$(3)(10.0 \text{ mol}) = \underline{30.0 \text{ mol}}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質質量} = (30.0 \text{ mol})(44.0 \text{ g mol}^{-1}) = 1320 \text{ g} = \underline{1.32 \text{ kg}}$$

水の物質質量を求める.

これは化学反応式からプロパンの4倍.

$$(4)(10.0 \text{ mol}) = \underline{40.0 \text{ mol}}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質質量} = (40.0 \text{ mol})(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = \underline{720 \text{ g}}$$

8. 22.4 L あたりの質量を求める.

$$\text{質量} = \text{密度} \times \text{体積} = (1.43 \text{ g L}^{-1})(22.4 \text{ L}) = 32.0 \text{ g}$$

これにもっともよくあてはまるのは (iii) O<sub>2</sub> である.

## 6 章

1. まず物質質量から考える.

必要な KCl の物質質量を求める.

$$\text{物質質量} = (\text{濃度})(\text{体積}) = (0.500 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L}) = 0.250 \text{ mol}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = (\text{物質質量})(\text{モル質量}) = (0.250 \text{ mol})(74.6 \text{ g mol}^{-1}) = 18.65 \text{ g} = \underline{1.87 \times 10^2 \text{ g}}$$

2. NaCl の物質質量を求める.

$$\text{物質質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (2.50 \text{ mol L}^{-1})(0.750 \text{ L}) = 1.875 \text{ mol}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{物質質量} \times \text{モル質量} = (1.875 \text{ mol})(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = 109.6875 \text{ g} = \underline{1.10 \times 10^2 \text{ g}}$$

3. モル濃度を考えるので, 1 L の水溶液を考える.

質量/体積パーセント濃度で 1.00 % の濃度なので, ここに含まれる MgCl<sub>2</sub> の質量は 10.0 g である.

この物質質量を求める.

$$\text{物質質量} = \text{質量} / \text{モル質量} = (10.0 \text{ g}) / (95.2 \text{ g mol}^{-1}) = 0.105 \text{ mol}$$

これが 1 L に溶けているので, モル濃度は次のようになる.

$$(0.1050 \text{ mol}) / (1 \text{ L}) = 0.105 \text{ mol L}^{-1} = \underline{1.05 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}}$$

4. 100 mL の水溶液を考える. ここに含まれる NaCl の物質質量を求める.

$$\text{物質質量} = \text{モル濃度} \times \text{体積} = (0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.100 \text{ L}) = 0.0150 \text{ mol}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質質量} = (58.5 \text{ g mol}^{-1})(0.0150 \text{ mol}) = 0.878 \text{ g}$$

これが 100 mL に溶けているので, 質量/体積パーセント濃度は 0.878 %

5. 希釈後の水溶液に含まれる塩化ナトリウムの物質量を求める.

$$\text{物質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (0.120 \text{ mol L}^{-1})(0.400 \text{ L})$$

一方,  $3.00 \text{ mol L}^{-1}$  水溶液の体積を  $x$  とすると,  $x$  に含まれる塩化ナトリウムの物質量は次のとおりである.

$$\text{物質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (3.00 \text{ mol L}^{-1})(x)$$

$$\text{したがって, } (0.120 \text{ mol L}^{-1})(0.400 \text{ L}) = (3.00 \text{ mol L}^{-1})(x)$$

$$x = (0.120 \text{ mol L}^{-1})(0.400 \text{ L}) / (3.00 \text{ mol L}^{-1}) = 0.0160 \text{ L} = \underline{16.0 \text{ mL}}$$

調製手順:  $3.00 \text{ mol L}^{-1}$  の塩化ナトリウム水溶液を  $16.0 \text{ mL}$  とり, 水で希釈して  $400 \text{ mL}$  にする\*<sup>1</sup>.

6. 希釈後の水溶液に含まれている塩化ナトリウムの質量を求める.

$100 \text{ mL}$  の塩化ナトリウム水溶液に  $1 \text{ g}$  の塩化ナトリウムが溶けているときの質量/体積パーセント濃度が  $1 \%$  だから, 質量パーセント濃度  $1.00 \%$  の塩化ナトリウム水溶液  $400 \text{ mL}$  に溶けている塩化ナトリウムの質量は  $4.00 \text{ g}$  である.

この物質量を求める.

$$\text{物質量} = \text{質量} / \text{モル質量} = (4.00 \text{ g}) / (58.5 \text{ g mol}^{-1})$$

一方,  $3.00 \text{ mol L}^{-1}$  の水溶液から取ってくる体積を  $x$  とすると, ここに含まれる物質量は次のとおりである.

$$\text{物質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (3.00 \text{ mol L}^{-1})(x)$$

$$\text{したがって, } (4.00 \text{ g}) / (58.5 \text{ g mol}^{-1}) = (3.00 \text{ mol L}^{-1})(x)$$

$$x = (4.00 \text{ g}) / \{(58.5 \text{ g mol}^{-1})(3.00 \text{ mol L}^{-1})\} = 0.02279 \text{ L} = \underline{22.8 \text{ mL}}$$

調製方法:  $3.00 \text{ mol L}^{-1}$  の  $\text{NaCl}$  水溶液  $22.8 \text{ mL}$  を水で希釈して  $400 \text{ mL}$  にする.

7. クエン酸ナトリウムについて考える.

希釈後の物質量は次のようになる.

$$\text{物質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L})$$

一方,  $300 \text{ mmol L}^{-1}$  の水溶液を体積  $x$  だけ取ったとき, ここに含まれるクエン酸ナトリウムの物質量は次のようになる.

$$\text{物質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (0.300 \text{ mol L}^{-1})(x)$$

従って次の関係が成り立つ.

$$(0.300 \text{ mol L}^{-1})(x) = (0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L})$$

$$x = (0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L}) / (0.300 \text{ mol L}^{-1}) = 0.0250 \text{ L} = \underline{25.0 \text{ mL}}$$

同様に塩化ナトリウムに関しても必要な体積  $y$  に関して次の関係が成り立つ.

$$(5.00 \text{ mol L}^{-1})(y) = (0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L})$$

$$y = (0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L}) / (5.00 \text{ mol L}^{-1}) = 0.0150 \text{ L} = \underline{15.0 \text{ mL}}$$

<sup>1</sup>  $400 \text{ mL}$  の水に溶かしてはいけない. 体積が  $400 \text{ mL}$  を超えてしまう.



調製方法：300 mmol L<sup>-1</sup> のクエン酸ナトリウム水溶液 25.0 mL と， 5.00 mol L<sup>-1</sup> の塩化ナトリウム水溶液 15.0 mL を取り， 両者を水で希釈して 500 mL にする．

8. 希釈後の水溶液に関して考える．

モル濃度 0.100 mol L<sup>-1</sup> の希塩酸 500 mL 中に含まれる HCl の物質量を求める．

$$\text{物質量} = \text{濃度} \times \text{体積} = (0.100 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L}) = 0.0500 \text{ mol}$$

これらの質量を求める．

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質量} = (36.5 \text{ g mol}^{-1})(0.0500 \text{ mol}) = 1.825 \text{ g}$$

必要な濃塩酸の体積を  $x$  とすると， この質量は次のようになる．

$$\text{質量} = \text{密度} \times \text{体積} = (1.19 \text{ g mL}^{-1})(x)$$

ここに含まれている HCl の質量は次のようになる．

$$(0.370)(1.19 \text{ g mL}^{-1})(x)$$

したがって， 以下の関係が成り立つ．

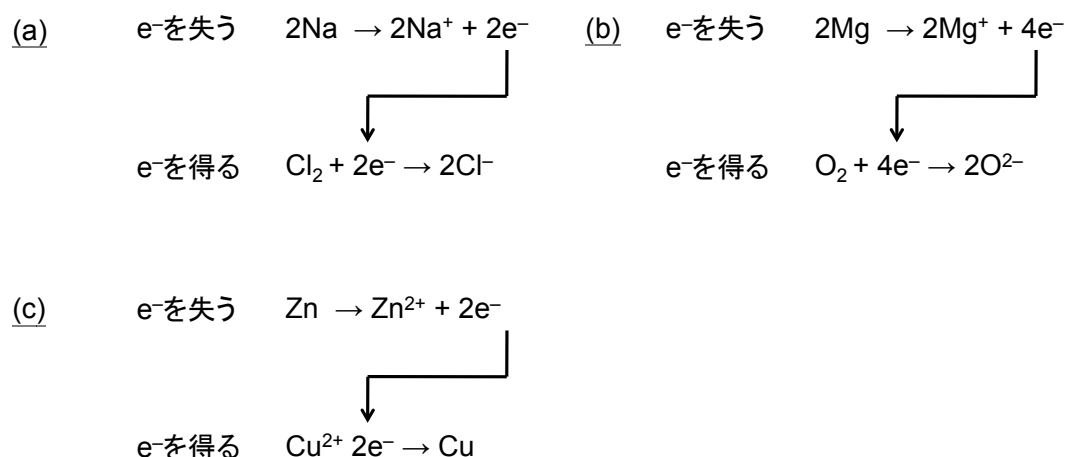
$$(0.370)(1.19 \text{ g mL}^{-1})(x) = 1.825 \text{ g}$$

$$x = (1.825 \text{ g}) / \{(0.370)(1.19 \text{ g mL}^{-1})\} = \underline{4.14 \text{ mL}}$$

## 7 章

1. 酸化剤はそれぞれ (a) O<sub>2</sub>, (b) N<sub>2</sub>, (c) Cl<sub>2</sub>, (d) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

2.



3. (a) +3, (b) +5, (c) -3, (d) +6, (e) +6

4. (a) -1 から -2 に減少しているので還元されている．

(b) -1 から 0 に増加しているので酸化されている．

(c) +5 から -1 に減少しているので還元されている．

(d) 0 から +1 に増加しているので酸化されている．

(e) +3 から 0 に減少しているので還元されている．

(f) +2 から +4 に増加しているので酸化されている．

(g) +2 から+3 に増加しているので酸化されている.

(h) +5 から+4 に減少しているので還元されている.

5. (a) Mn の酸化数が+4 から+2 に減少しているので,  $\text{H}_2\text{O}_2$  は還元剤として働いている.

(b) Mn の酸化数が+7 から+2 に減少しているので,  $\text{H}_2\text{O}_2$  は還元剤として働いている.

(c) I の酸化数が-1 から 0 に増加しているので,  $\text{H}_2\text{O}_2$  は酸化剤として働いている.

6.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$

7. (a) H, (b) Fe, (c) なし, (d) K

## 8 章

1. (a), (c), (d)

2. 温度変化は  $60\text{ }^\circ\text{C} - 25\text{ }^\circ\text{C} = 35\text{ }^\circ\text{C} = 35\text{ K}$

エタノールの質量は  $200\text{ g} = 0.200\text{ kg}$

$$\begin{aligned}\text{熱エネルギー} &= \text{比熱容量} \times \text{質量} \times \text{温度変化} = (2.4\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(0.200\text{ kg})(35\text{ K}) \\ &= 16.8\text{ kJ} = \underline{1.7 \times 10\text{ kJ}}\end{aligned}$$

3. 熱エネルギー = 比熱容量×質量×温度変化, であるから,

$$\begin{aligned}\text{比熱容量} &= (\text{熱エネルギー})/(\text{質量} \times \text{温度変化}) = (2.18\text{ kJ})/\{(0.100\text{ kg})(50\text{ K})\} \\ &= 0.436\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1} = 436\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1} = \underline{4.4 \times 10^2\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}}\end{aligned}$$

4. 氷の温度上昇に必要なエネルギーを求める.

$$(\text{比熱})(\text{質量})(\text{温度変化}) = (2.1\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(0.500\text{ kg})(15\text{ K}) = 15.75\text{ kJ}$$

氷の融解に必要なエネルギーを求める.

$$(\text{融解熱})(\text{質量}) = (335\text{ kJ kg}^{-1})(0.500\text{ kg}) = 167.5\text{ kJ}$$

水の温度上昇に必要なエネルギーを求める.

$$(\text{比熱})(\text{質量})(\text{温度変化}) = (4.2\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(0.500\text{ kg})(100\text{ K}) = 210\text{ kJ}$$

水の蒸発に必要なエネルギーを求める.

$$(\text{蒸発熱})(\text{質量}) = (2.26 \times 10^3\text{ kJ kg}^{-1})(0.500\text{ kg}) = 1.13 \times 10^3\text{ kJ}$$

水蒸気の温度上昇に必要なエネルギーを求める.

$$(\text{比熱})(\text{質量})(\text{温度変化}) = (2.1\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(0.500\text{ kg})(10\text{ K}) = 10.5\text{ kJ}$$

以上を合計すると,  $1533.75\text{ kJ} = \underline{1.5 \times 10^3\text{ kJ}}$

5. ボンベ内のブタンを全量使用して得られる熱エネルギーは

$$(0.250)(4.9 \times 10^7\text{ J}) = 1.225 \times 10^7\text{ J} = 1.225 \times 10^4\text{ J}$$

熱エネルギー = 比熱×質量×温度変化, であるから

$$\text{質量} = (\text{熱エネルギー})/(\text{比熱})(\text{温度変化}) = (1.225 \times 10^4\text{ J})/\{(4.2\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(65\text{ K})\}$$

$$= 44.872 \text{ kg} = \underline{45 \text{ kg}}$$

## 9 章

1.  $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ ,  $10^\circ\text{C} = 283 \text{ K}$  である.

ボイル-シャルルの法則を用いる.  $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$  から

$$V_2 = P_1V_1T_2/(P_2T_1) = (1013 \text{ hPa})(50 \text{ L})(283 \text{ K})/\{(780 \text{ hPa})(298 \text{ K})\} = 61.667 \text{ L} = \underline{62 \text{ L}}$$

2.  $50^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$  である.

シャルルの法則を用いる.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$  から,

$$T_2 = T_1V_2/V_1 = (323 \text{ K})(1.0 \text{ L})/(1.2 \text{ L}) = 269 \text{ K} = -4^\circ\text{C}$$

3. この物質の物質量を求める. 理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$n = PV/(RT) = (2.0 \times 10^5 \text{ Pa})(250 \times 10^{-6} \text{ m}^3)/\{(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(300 \text{ K})\}$$

$$= 20.06 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

モル質量を求める.

$$\text{モル質量} = (\text{質量})/(\text{物質量}) = (0.880 \text{ g})/(20.06 \text{ mol}) = 43.9 \text{ g mol}^{-1}$$

分子量は 44.

4. 酸素の物質量を求める.

$$\text{物質量} = \text{質量}/\text{モル質量} = (11.4 \text{ g})/(32.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.35625 \text{ mol}$$

理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$P = nRT/V = (0.35625 \text{ mol})(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(258 \text{ K})/(6.50 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

$$= 117 \times 10^3 \text{ Pa} = \underline{117 \text{ kPa}}$$

5. 気体の種類は無関係なので二酸化炭素の物質量と窒素の物質量は同じである.

この物質量を求める.

理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$n = PV/(RT) = (1013 \times 10^2 \text{ Pa})(2.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3)/\{(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K})\}$$

$$= 0.08181 \text{ mol}$$

これの質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質量} = (28.0 \text{ g mol}^{-1})(0.08181 \text{ mol}) = \underline{2.29 \text{ g}}$$

6. 塩素ガス  $1.50 \text{ g}$  の物質量を求める.

$$\text{物質量} = \text{質量}/\text{モル質量} = (1.50 \text{ g})/(70.9 \text{ g mol}^{-1}) = 0.02116 \text{ mol}$$

(a) 理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$V = nRT/P = (0.02116 \text{ mol})(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(273 \text{ K})/(3242 \times 10^2 \text{ Pa})$$

$$= \underline{1.48 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$(b) P = nRT/V = (0.02116 \text{ mol})(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(318 \text{ K})/(415 \times 10^{-6} \text{ m}^3) \\ = 134\,739 \text{ Pa} = \underline{1.35 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$(c) T = PV/(nR) = (404 \times 10^3 \text{ Pa})(415 \times 10^{-6} \text{ m}^3)/\{(0.02116 \text{ mol})(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})\} \\ = 953 \text{ K} = \underline{680 \text{ }^\circ\text{C}}$$

7. 760 mmHg = 1013 hPa なので、びん内の圧力は 760 mmHg である.

このうち 76 mmHg を酸素が占めているので、窒素の分圧は、

$$760 \text{ mmHg} - 76 \text{ mmHg} = 684 \text{ mmHg}$$

$$684 \text{ mmHg} = (1013)(684/760) \text{ hPa} = 911.7 \text{ hPa} = \underline{912 \text{ hPa}}$$

8. 酸素の分圧を求める.

ボイルの法則  $P_1V_1 = P_2V_2$  より

$$P_2 = P_1V_1/V_2 = (1.0 \times 10^5 \text{ Pa})(2 \text{ L})/(10 \text{ L}) = 0.2 \times 10^5 \text{ Pa} = \underline{2.0 \times 10^4 \text{ Pa}}$$

同様に窒素の分圧を求める.

$$(2.0 \times 10^5 \text{ Pa})(5 \text{ L})/(10 \text{ L}) = \underline{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$\text{全圧は } 0.2 \times 10^5 \text{ Pa} + 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = \underline{1.2 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

9. 空気中の酸素の分圧を求める.

$$(0.2)(1013 \text{ hPa}) = 202.6 \text{ hPa}$$

この圧力で純粋な水 1 L に溶解する酸素の質量は

$$(202.6 \text{ hPa}/1013 \text{ hPa})(7.0 \text{ mg}) = 1.4 \text{ mg}$$

100 mL に対しては 0.14 mg

10. 純粋な酸素が水に接しているとき、0 °C、 $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$  において 1.0 L の水に溶解する酸素の物質量を求める.

理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$n = PV/(RT) = (1.0 \times 10^6 \text{ Pa})(49 \times 10^{-6} \text{ m}^3)/\{(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(273 \text{ K})\} = 0.0216 \text{ mol}$$

空気が接している場合の物質量を求める.

$$(0.2)(0.0208 \text{ mol}) = 0.00416 \text{ mol}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質量} = (32 \text{ g mol}^{-1})(0.00416 \text{ mol}) = 0.133 \text{ g}$$

10 L の水に対してはこの 10 倍になるので 1.33 g

同様に窒素についても考える.

純粋な窒素が水に接しているとき、0 °C、 $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$  において 1.0 L の水に溶解する窒素の物質量を求める.

$$n = PV/RT = (1.0 \times 10^6 \text{ Pa})(24 \times 10^{-6} \text{ m}^3)/\{(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(273 \text{ K})\} = 0.0106 \text{ mol}$$

空気が接している場合の物質量を求める.

$$(0.8)(0.0106 \text{ mol}) = 0.00848 \text{ mol}$$

この質量を求める.

$$\text{質量} = \text{モル質量} \times \text{物質質量} = (28 \text{ g mol}^{-1})(0.00816 \text{ mol}) = 0.236 \text{ g}$$

10 L の水に対してはこの 10 倍になるので 2.36 g

質量比を求める.

$$\text{酸素 : 窒素} = 1.38 \text{ g} : 2.36 \text{ g} = \underline{1 : 1.7}$$

## 10 章

1. (a)発熱反応, (b)吸熱反応, (c)吸熱反応

2. メタンのモル質量は  $16.0 \text{ g mol}^{-1}$  である.

$\text{CH}_4$  の反応熱は  $891 \text{ kJ mol}^{-1}$  であるから,  $1 \text{ mol} = 16.0 \text{ g}$  のメタンが燃焼すると  $891 \text{ kJ}$  の熱が生じる.  $1.0 \text{ g}$  のメタンでは次のようになる.

$$(891 \text{ kJ})/(16) = 56 \text{ kJ}$$

3.  $19.6 \text{ g}$  の  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量を求める.

$$\text{物質質量} = (\text{質量})/(\text{モル質量}) = (19.6 \text{ g})/(98.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.200 \text{ mol}$$

$16.0 \text{ g}$  の  $\text{NaOH}$  の物質量を求める.

$$\text{物質質量} = (\text{質量})/(\text{モル質量}) = (16.0 \text{ g})/(40.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.400 \text{ mol}$$

化学反応式は  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  なので, 今回の混合では  $\text{H}_2\text{SO}_4$  と  $\text{NaOH}$  の両者が過不足なく反応する.

$$\text{中和熱} = (56.5 \text{ kJ mol}^{-1})(0.400 \text{ mol}) = \underline{22.6 \text{ kJ}}$$

4. (a)  $\text{C}_2\text{H}_6 + (7/2)\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 1560 \text{ kJ}$

(b)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{aq} = \text{NH}_4\text{NO}_3\text{aq} - 26 \text{ kJ}$

(c)  $\text{HCl} + \text{aq} = \text{HClaq} + 74.9 \text{ kJ}$

(d)  $2\text{Al} + (3/2)\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 1680 \text{ kJ}$

(e)  $(3/2)\text{O}_2 = \text{O}_3 - 142 \text{ kJ}$

5.  $1 \text{ kJ}$

$$\begin{array}{r} \text{C(ダイヤモンド)} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 395 \text{ kJ} \\ -) \quad \text{C(黒鉛)} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 394 \text{ kJ} \\ \hline \text{C(ダイヤモンド)} - \text{C(黒鉛)} = 1 \text{ kJ} \end{array}$$

6. 硫酸  $196 \text{ g}$  の物質量を求める.

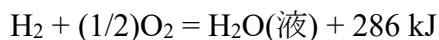
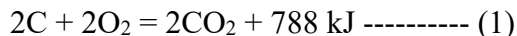
$$\text{物質質量} = (\text{質量})/(\text{モル質量}) = (196 \text{ g})/(98.0 \text{ g mol}^{-1}) = 2.00 \text{ mol}$$

$$\text{発熱量} = (95.3 \text{ kJ mol}^{-1})(2.00 \text{ mol}) = \underline{191 \text{ kJ}}$$

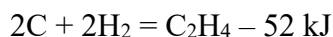
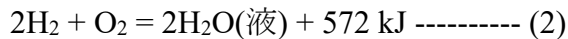
7.



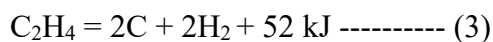
これを両辺 2 倍すると



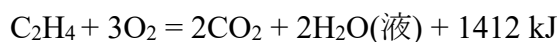
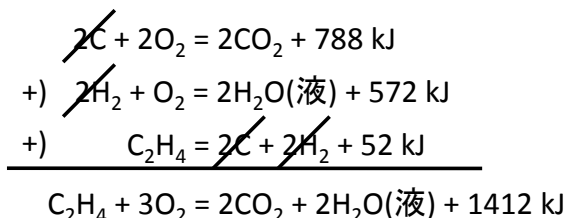
これを両辺 2 倍すると



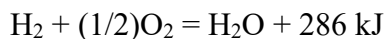
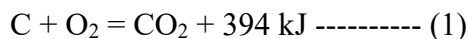
この両辺を入れ替えると



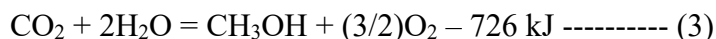
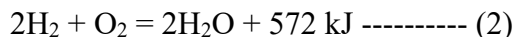
(1) + (2) + (1) より

反応熱は 1412 kJ mol<sup>-1</sup>

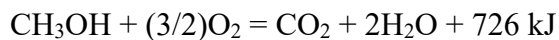
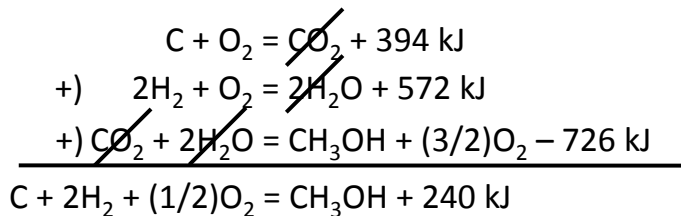
8.



この両辺を 2 倍すると,



(1) + (2) + (3) より

生成熱は 240 kJ mol<sup>-1</sup>

## 11 章

1.  $3 \times 2 = 6$ , 6 倍
2.  $2^5$  倍 = 32 倍
3. 反応が進むためには活性化エネルギーが必要である。活性化エネルギーが与えられていないので容器内では反応が始まらない。
4.  $\text{MnO}_2$  は触媒なので反応の前後で質量は変わらない。
5. 鉄粉の方が表面積が大きく、反応しやすいので激しく反応する。
6. (a) 発熱反応  
(b) 92 kJ  
(c) 125 kJ  
(d) 反応熱は変わらない
7. (a)  $\leftarrow$ , (b)  $\rightarrow$ , (c)  $\rightarrow$ , (d)  $\leftarrow$ , (e) 変わらない
8. (a)  $\leftarrow$ , (b) 変わらない, (c)  $\rightarrow$ , (d)  $\rightarrow$ , (e)  $\leftarrow$ , (f)  $\leftarrow$ , (g) 変わらない
9. 温水
10. 冷水

## 12 章

1. 砂糖は砂糖分子が水和されるが、塩化ナトリウムは電離によって生じた  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  が水和される。
2. 塩化ナトリウム, メタノール, 塩化カルシウム, 硫酸ナトリウム
3. 質量パーセント濃度  $(31.6 \text{ g}) / (100 \text{ g} + 31.6 \text{ g}) = 0.240 = \underline{24.0 \%}$   
 モル濃度  $31.6 \text{ g} / (100 \text{ g} + 31.6 \text{ g}) = 31.6 \text{ g} / 131.6 \text{ g}$   
 $= (31.6 \text{ g} / 101.1 \text{ g mol}^{-1}) / (131.6 \text{ g} / 1.16 \text{ g mL}^{-1})$   
 $= (31.6 \text{ g} / 101.1 \text{ g mol}^{-1}) / (10^3 \times 131.6 \text{ g} / 1.16 \text{ g L}^{-1}) = (31.6 / 101.1) (1.16 \times 10^3 / 131.6) \text{ mol L}^{-1}$   
 $= 2.7551 \cdots \text{ mol L}^{-1} = \underline{2.76 \text{ mol L}^{-1}}$
4.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  のモル質量を求めておく。  
 $(160 \text{ g mol}^{-1}) + (5 \times 18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 250 \text{ g mol}^{-1}$   
 60 °C における  $\text{CuSO}_4$  の飽和濃度を求めておく。  
 $(40 \text{ g}) / (100 \text{ g} + 40 \text{ g}) = 0.286$

溶ける  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の質量を  $x$  とする.

この中に含まれる  $\text{CuSO}_4$  の質量は  $(160/250)x$  となる.

溶液の質量は  $100 \text{ g} + x$  なので, 溶液の濃度は次のようになる.

$$(160/250)x/(100 \text{ g} + x) = 0.286$$

これから  $x$  を求めると  $x = 80.79 \text{ g} = \underline{81 \text{ g}}$

5.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  のモル質量を求める.

$$(160 \text{ g mol}^{-1}) + (5)(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 250.0 \text{ g mol}^{-1}$$

溶かした  $25.0 \text{ g}$  の物質質量を求める.

物質質量 = 質量/モル質量

$$= (25.0 \text{ g})/(250.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.100 \text{ mol}$$

モル濃度を求める.

モル濃度 = 物質質量/体積

$$= (0.100 \text{ mol})/(0.500 \text{ L}) = 0.200 \text{ mol L}^{-1} = \underline{2.00 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}}$$

6.  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  のモル質量を求める.

$$(111 \text{ g mol}^{-1}) + (2)(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 147.0 \text{ g mol}^{-1}$$

$147 \text{ g}$  の  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の物質質量を求める.

$$\text{物質質量} = \text{質量/モル体積} = (147 \text{ g})/(147.0 \text{ g mol}^{-1}) = 1.00 \text{ mol}$$

水溶液の体積を  $x$  とする.

$$(1.00 \text{ mol})/x = 2.00 \text{ mol L}^{-1}$$

$$x = 0.500 \text{ L} = 500 \text{ mL} = \underline{5.00 \times 10^2 \text{ mL}}$$

7. 溶かした尿素の質量モル濃度を  $m$  とする.

$$(1.85 \text{ K kg mol}^{-1})(m) = 0.28 \text{ K}$$

$$m = (0.28 \text{ K})/(1.85 \text{ K kg mol}^{-1}) = 0.1514 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$500 \text{ g に溶かした物質質量は}(0.500 \text{ kg})(0.1514 \text{ mol kg}^{-1}) = 0.07568 \text{ mol}$$

$$\text{この質量は}(60.0 \text{ g mol}^{-1})(0.07568 \text{ mol}) = 4.541 \text{ g} = \underline{4.5 \text{ g}}$$

8.  $\text{NaCl}$  の物質質量を求める.

$$(5.85 \text{ g})/(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = 0.100 \text{ mol}$$

$\text{NaCl}$  の質量モル濃度を求める.

$$(0.100 \text{ mol})/(1.000 \text{ kg}) = 0.100 \text{ mol kg}^{-1}$$

$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  の電離によって生じるイオンの濃度は

$$(2)(0.100 \text{ mol kg}^{-1}) = 0.200 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$\text{沸点上昇度は}(0.515 \text{ K kg mol}^{-1})(0.200 \text{ mol kg}^{-1}) = 0.103 \text{ K}$$

沸点は  $100.103 \text{ }^\circ\text{C}$



## 13 章

1. それぞれの電解質の濃度を求める.

(i)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  なので, 電離によって物質量は 3 倍になる. この水溶液中の電解質イオンの濃度は  $(3)(0.10 \text{ mol L}^{-1}) = 0.30 \text{ mol L}^{-1}$

(ii)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  なので, 電離によって物質量は 2 倍になる. この水溶液中の電解質イオンの濃度は  $(2)(0.15 \text{ mol L}^{-1}) = 0.30 \text{ mol L}^{-1}$

(iii) グルコースは電離しないので  $0.15 \text{ mol L}^{-1}$  のままである.

浸透圧は溶液中の粒子の濃度に比例するので, もっとも低い浸透圧を示すのは (iii) である.

2. 塩化カルシウム水溶液の濃度を  $C$  とする.

$\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$  であるから, 電離によって物質量は 3 倍になる. したがって水溶液中における電解質の濃度は  $3C$  となる. そしてこの濃度はスクロースの濃度と同じ濃度なので,  $3C = 0.10 \text{ mol L}^{-1}$  となる.

よって  $C = (0.10/3) \text{ mol L}^{-1} = 0.033333 \text{ mol L}^{-1}$

この濃度の水溶液を  $0.50 \text{ L}$  調製するので, 必要な物質量は以下のとおり.

物質量 = 濃度  $\times$  体積 =  $(0.033333 \text{ mol L}^{-1})(0.50 \text{ L}) = 0.01667 \text{ mol}$

この質量を求める.

質量 = モル質量  $\times$  物質量 =  $(111 \text{ g mol}^{-1})(0.01667 \text{ mol}) = 1.85 \text{ g} = \underline{1.9 \text{ g}}$

3. (i) 膨張し破裂する, (ii) ほとんど変わらない, (iii) 収縮する

4. これら三点をしばらく放置しておいて, 沈殿を生じるものが懸濁液である. 残り二点のうち, 横から光を当てて光路の見えるものがコロイド溶液である.

5. 硫酸イオンが汚れの粒子に結合して沈殿を生成するため.

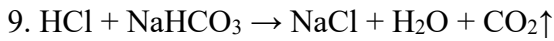
6. 陽極側に移動したので, 粘土の粒子は負に帯電している. これを沈殿させるためには陽イオンが有効であり, そのなかでも価数の大きいものが有利である. したがって, (e)  $\text{Al}^{3+}$  である.

7. (ア)  $10^{-9}$ , (イ)  $10^{-7}$ , (ウ) 浸透膜, または透析膜, (エ) 透析, (オ) 血液透析

8. (ア) 凝析または凝結, (イ) 塩析, (ウ) 保護

## 14 章

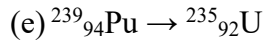
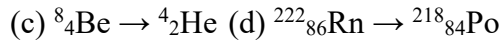
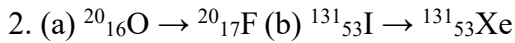
1. (1) 酸 :  $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{H}_3\text{O}^+$ , 塩基 :  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CH}_3\text{COO}^-$   
 (2) 酸 :  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{NH}_4^+$ , 塩基 :  $\text{NH}_3$  と  $\text{OH}^-$   
 (3) 酸 :  $\text{HSO}_4^-$  と  $\text{H}_3\text{O}^+$ , 塩基 :  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{SO}_4^{2-}$
2.  $\text{H}^+$ 濃度 : (1)  $1 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$ , (2)  $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ , (3)  $1 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ ,  
 (4)  $1 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ , (5)  $1 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$   
 $\text{OH}^-$ 濃度 : (1)  $1 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1}$ , (2)  $1 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ , (3)  $1 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ ,  
 (4)  $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ , (5)  $1 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
3. (1)  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0.01 = -\log 10^{-2} = 2$   
 (2)  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-9} = 9$   
 (3)  $[\text{H}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = (1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}) / (1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$
4.  $\text{HCl}$  の物質量は  $(3.65 \text{ g}) / (36.5 \text{ g mol}^{-1}) = 0.100 \text{ mol}$   
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$  であるから,  $\text{HCl}$  と同じ物質量の  $\text{NaOH}$  が必要である.  
 この物質量は  $0.100 \text{ mol}$  である.  
 この質量は  $(40.0 \text{ g mol}^{-1})(0.100 \text{ mol}) = \underline{4.00 \text{ g}}$
5.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は  $(9.8 \text{ g}) / (98.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.100 \text{ mol}$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$  であるから,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の 2 倍の物質量の  $\text{KOH}$  が必要である.  
 この物質量は  $(2)(0.100 \text{ mol}) = 0.200 \text{ mol}$   
 この質量は  $(56.1 \text{ g mol}^{-1})(0.200 \text{ mol}) = 11.22 \text{ g} = \underline{11.2 \text{ g}}$
6.  $4.00 \text{ g}$  の  $\text{NaOH}$  の物質量は  $(4.00 \text{ g}) / (40.0 \text{ g mol}^{-1}) = 0.100 \text{ mol}$   
 $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$  であるから,  $\text{NaOH}$  と同じ物質量の  $\text{HNO}_3$  が必要である.  
 この物質量は  $0.100 \text{ mol}$  である.  
 必要な硝酸の体積を  $V$  とすると,  $(5.00 \text{ mol L}^{-1})(V) = 0.100 \text{ mol}$   
 $V = (0.100 \text{ mol}) / (5.00 \text{ mol L}^{-1}) = 0.0200 \text{ L} = \underline{20.0 \text{ mL}}$
7. 消費された  $\text{NaOH}$  の物質量は  $(0.10 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L}) = 0.0250 \text{ mol}$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  であるから, 中和された  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は,  
 $(1/2)(0.0250 \text{ mol}) = 0.0125 \text{ mol}$   
 これが  $100 \text{ mL}$  の溶液中に溶けていたので, そのモル濃度は  
 $(0.0125 \text{ mol}) / (0.100 \text{ L}) = 0.125 \text{ mol L}^{-1} = \underline{1.25 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}}$
8. 強酸を加えた場合は  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$  の平衡移動によって  $\text{H}^+$ 増加を抑える.  
 強塩基を加えた場合は  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$  の平衡移動によって  $\text{OH}^-$ 増加を抑える. このしくみによって  $[\text{H}^+]$ 変化を抑えるので  $\text{pH}$  はほとんど変化しない.



上記の反応により胃酸を中和するためである。

## 15 章

1. 8 個



3. 3 日間は 12 半減期に相当する。したがって 3 日前のこの時間には  $2^{12}$  倍量のテクネチウム-99m が存在した。この量を計算する。

$$(2^{12})(25.0 \text{ mg}) = (4096)(25.0 \text{ mg}) = 102400 \text{ mg} = \underline{102 \text{ g}}$$

4. 70 日間は 5 半減期に相当する。したがって 10 日後には  $1/2^5$  に減っている。この量を計算する。

$$(1/2^5)(500 \text{ mg}) = (1/32)(500 \text{ mg}) = 15.625 \text{ mg} = \underline{15.6 \text{ mg}}$$

5. 1 半減期で  $1/2$  に、もう 1 半減期でその  $1/2$  すなわち初期量の  $1/2$  が崩壊する。両者をあわせて崩壊量は初期存在量の  $3/4$  である。したがって 2 半減期で  $3/4$  が崩壊するので、その期間は 16 日。

6.  $\alpha$  線は  ${}^4_2\text{He}$  の原子核の流れで正の電荷をもっており、紙一枚で遮蔽できる。 $\beta$  線は原子核でつくられる電子の流れで負の電荷をもっており、アクリル板やアルミ板 1 枚で遮蔽できる。 $\gamma$  線は電磁波で、電荷コンクリートや鉛で遮蔽する。

7. Bq は吸収線量をあらわす。1 秒間に 1 回の崩壊が起きる速度が 1 Bq である。Gy は線量強度をあらわす。1 kg の質量をもつ物体が 1 J のエネルギーを吸収するときの吸収線量が 1 Gy である。Sv は線量当量をあらわす。吸収線量に荷重係数をかけたものである。生体への影響度を考慮した値になる。

8. 放射線が身体を構成する分子を電離し、それによって生じたラジカルが DNA をはじめとする生体分子に損傷を与える可能性があるため。

9. 宇宙からの宇宙線、大気中のラドン、地殻中のカリウム-40 など、もともと地球環境中に存在する放射能からの放射線を自然放射線と呼ぶ。世界平均で年間 2.4 mSv、日本国内では 1.6 mSv の放射線を人間は被曝する。