

問題解答

1 章

問 1. (p.12)

[解答] (1), (3)

[解説] 元素は、原子の種類を表し、化合物を構成する成分という意味で用いている。単体は、物質を表す。

- (1) カルシウムは金属であり、牛乳にはカルシウムを含む化合物が含まれる。
- (2) 水を電気分解すると、気体の水素 H_2 と酸素 O_2 という物質が生成する。
- (3) 化合物 $NaCl$ の成分は、 Na と Cl である。

問 2. (p.12)

[解答] ウ

[解説] 同素体は単体であり、同じ元素からなるので、同じ元素記号のみで表すことができる。

ア H_2O , H_2O_2 イ Na , K ウ O_3 , O_2 エ Pb , Zn

論述問題 1 章 1 節

1 (p.14)

[解答] 例 温度計は、液体が沸騰して出てきた蒸気が枝付きフラスコの枝の方へ流れていくときの温度を測りたいので、枝の付け根の高さに球部がくるようにする。

[解説] 蒸留装置において、実験中に何の温度を正確に測り、把握する必要があるか考える。

2 (p.14)

[解答] 例 冷却水を上から下に流すと、冷却管の中の空気が抜けず、管内が水で満たされない。また、下から上へ冷却水が流れることにより、冷却水は下部ほど温度が低くなり、蒸気が効率よく冷やされる。

[解説] 冷却水を流し込むときの水の溜まり方、流し込んだ後の流れ方の違いを想像すること。

3 (p.14)

[解答] 例 接続部分を密閉すると、加熱によって蒸留装置内の圧力が上がり、接続部分が外れたり、アダプターや三角フラスコが破損したりする可能性がある。(67 字)

[解説] 空気は加熱すると膨張することから、密閉した容器内で生じる危険性を考える。

節末問題 1 章 1 節

1 (p.14)

- [解答] (1) (a) 枝付きフラスコ (b) リービッヒ冷却器
(2) 沸騰石 (素焼きのかけらなど)
(3) ①
(4) ③

[解説] 冷却器の上部から水を流すと、そのまま下部から流れ出して内部に水が溜まりにくく、冷却効率が悪い。下部から水を入れると、内部に水が溜まり、満たされると上部から水が流れ出す。

- (4) 温度計の球部は枝の高さにあり、枝部から冷却部へ流出する気体の温度を測定することになる。

2 (p.15)

- [解答] (1) ①再結晶 ②抽出 ③ろ過 ④(ペーパー)クロマトグラフィー ⑤昇華法
(2) ①(e) ②(b) ③(d) ④(c) ⑤(a)

[解説] (2) (a) ナフタレンは、昇華しやすいため昇華法を用いる。
(b) ヨウ素は、昇華しやすいが水に溶けているため加熱する昇華法では水と分離することができない。ヘキサンへの溶解のしやすさが異なることを利用して分離することができる。よって、抽出を用いる。
(c) 色素ごとの吸着力の違いを利用して分離することができる。よって、クロマトグラフィーを用いる。③は、ろ紙を用いて分離しているのでペーパークロマトグラフィーである。
(d) 液体とその液体に溶けない固体の混合物を分離するのでろ過を用いる。
(e) 溶解度の違いを利用して分離することができるので、再結晶である。

3 (p.15)

- [解答] (3)

[解説] 電解質は水溶液中でイオンとなる。化合物の組み合わせの中で、異なるイオンを区別する方法を考える。Na, K, Ba, Ca は炎色反応により区別できる。塩化物イオンは硝酸銀水溶液によって白色沈殿 (AgCl) を生じることでわかる。

- (1) ナトリウムイオンは共通なので、硝酸イオンと塩化物イオンを区別する。塩化物イオンは、銀イオンと白色の沈殿を形成する。
(2) 塩化物イオンは共通なので、ナトリウムイオンとバリウムイオンを区別する。アルカリ金属も、Be と Mg を除くアルカリ土類金属も炎色反応を示す。ナトリウムは黄色、バリウムは黄緑色である。

- (3) 塩化物イオンは共通なので、マグネシウムイオンとアルミニウムイオンを区別する。
マグネシウムはバリウムと同じ2族であるが、炎色反応を示さないので、区別できない。
- (4) 塩化物イオンと硝酸イオンは硝酸銀水溶液で区別でき、カルシウムイオンとカリウムイオンは炎色反応で区別できるので、(a)、(b)どちらでも可能である。

4 (p.15)

[解答] (1) C (2) A (3) B (4) A

[解説] 1種類の物質からできているものを純物質といい、2種類以上の純物質がまじりあったものを混合物という。1種類の元素からできている純物質を単体といい、2種類以上の元素からできている純物質を化合物という。

- (1) 水 H_2O : 化合物, 二酸化炭素 CO_2 : 化合物
(2) 海水 : 混合物, 空気 : 混合物
(3) 水素 H_2 : 単体, 窒素 N_2 : 単体
(4) 石油 : 混合物, 砂 : 混合物

5 (p.15)

[解答] (1) ①単体 ②単体 (2) ①元素 ②元素 (3) ①単体 ②元素

[解説] 元素は、原子の種類を表し、化合物を構成する成分という意味で用いる。単体は物質を表す。

- (1) 空気は混合物で、窒素 N_2 や酸素 O_2 を含む。したがって単体の意味である。
(2) 二酸化炭素は、炭素と酸素の化合物である。化合物中の成分という意味だから元素である。
(3) 同素体は、同じ元素からなる単体で、性質の異なるもののことである。酸素という元素からなる単体には、酸素 O_2 とオゾン O_3 の同素体がある。したがって、①は単体、②は元素の意味で使っている。

6 (p.15)

[解答] ③

- [解説] ① 炭素には黒鉛やダイヤモンド、フラーレンなどの同素体がある。
② 硫黄には単斜硫黄、斜方硫黄、ゴム状硫黄の同素体がある。
③ ナトリウムは単体、塩化ナトリウムは化合物で、同素体ではない。
④ リンには赤リンと黄リンという同素体がある。

1章2節

問1. (p.17)

[解答]	${}^{15}_7\text{N}$	${}^{39}_{19}\text{K}$
元素名	窒素	カリウム
原子番号	7	19
陽子の数	7	19
中性子の数	8	20
電子の数	7	19

[解説] 元素記号の左下, 左上に付記された数がそれぞれ原子番号, 質量数である。

原子番号=陽子の数であり, 原子では, 陽子数=電子の数である。質量数は陽子の数と中性子の数の和であるため, 質量数から陽子の数を引くと中性子の数となる。

問2. (p.17)

[解答] 17

[解説] 酸素の陽子の数は必ず8である。質量数は陽子の数と中性子の数の和である。

よって, 質量数 = 8 + 9 = 17

問3. (p.18)

[解答] 107 個

[解説] ${}^{13}\text{C}$ の存在比は, 表1より 1.07 % である。

よって, 炭素原子 10000 個のうちの 1.07 % が ${}^{13}\text{C}$ と考えられる。

$$10000 \times \frac{1.07}{100} = 107$$

Thinking Point 1 (p.19)

[解答] (1) 例 α 線を金箔に当てても, 大部分の α 線が通り抜けてしまうため, 原子の構造は大部分が空っぽであると結論づけた。

(2) 例 α 線は正の電荷を帯びており, それがたまにはね返されたり方向を変えられたりすることから, 同じ正の電荷を帯びた小さい核があると結論づけた。

[解説] α 線が大部分は通り抜けるのは, 原子の大部分が空っぽであるからで, ごく一部が吸収されるのではなくはね返されるのは, 同符号の電荷を帯びた小さな粒があるからだと考えられる。

問 4. (p.21)

- [解答] (1) **K2, L6, 6 個**
(2) **K2, L8, M2, 2 個**
(3) **K2, L8, M7, 7 個**
(4) **K2, L8, M3, 3 個**
(5) **K2, L8, M8, 0 個**

[解説] それぞれの原子番号は、酸素 8, マグネシウム 12, 塩素 17, アルミニウム 13, アルゴン 18 である。原子には原子番号と同数の陽子があり、電子がある。電子は、K核から順に 2, 8, 8 と収納され、18 族の貴ガス以外は、最外殻電子が価電子になる。貴ガスは価電子の数は 0 である。

問 5. (p.29)

- [解答] (1) Li^+ リチウムイオン, ヘリウム
(2) Ca^{2+} カルシウムイオン, アルゴン
(3) S^{2-} 硫化物イオン, アルゴン

[解説] リチウムは 1 族で価電子が 1 個なので、それを放出して 1 価の陽イオンになり、原子番号の 1 小さいヘリウムと同じ電子配置になる。カルシウムは 2 族で価電子が 2 個なので、それを放出して 2 価の陽イオンになり、原子番号の 2 小さいアルゴンと同じ電子配置になる。硫黄は 16 族で価電子が 6 個なので、あと 2 個受け取って 2 価の陰イオンになり、原子番号の 2 大きいアルゴンと同じ電子配置になる。単原子の陰イオンは「～化物イオン」という名称になる。

論述問題 1章2節

1 (p.34)

- [解答] (1) **例** 水分子中の水素原子の組み合わせは、 ^1H と ^1H , ^1H と ^2H , ^2H と ^2H の 3 通りで、各水素原子の組み合わせに対して、酸素原子は、 ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O の 3 種類がある。そのため、 H_2O を構成する水素原子と酸素原子の組み合わせは $3 \times 3 = 9$ 通り
- (2) **例** 質量数が多いほど原子の質量は大きい。水素原子の質量は $^1\text{H} < ^2\text{H}$, 酸素原子の質量は $^{16}\text{O} < ^{17}\text{O} < ^{18}\text{O}$ より、最も質量の大きい水分子は $^2\text{H} - ^{18}\text{O} - ^2\text{H}$
- (3) **例** 各同位体の存在比は水素原子では $^1\text{H} > ^2\text{H}$, 酸素原子では $^{16}\text{O} > ^{18}\text{O} > ^{17}\text{O}$ である。最も存在比の大きい同位体の組み合わせを考えればよいので、 $^1\text{H} - ^{16}\text{O} - ^1\text{H}$ が最も多く存在する。

- [解説] (1) 酸素原子のそれぞれの同位体に対し、水素原子 (2 個) の組み合わせを考える。それが酸素原子の同位体の数だけある。
- (2) 質量数が多い原子ほどその質量も大きいので、質量数の最も大きい組み合わせを考える。
- (3) 存在比が最も大きい同位体どうしの組み合わせを考える。

2 (p.34)

[解答] **例** カリウムの方がイオン化エネルギーは小さく、リチウムよりも価電子が離れやすいから。(40 字)

[解説] 周期表の左の下にいくほどイオン化エネルギーが小さく、価電子が離れて陽イオンになりやすい。

3 (p.34)

[解答] **例** Cs^+ の方が I^- よりも原子核中の陽子数が多く、最外殻電子を引きつける力が大きいので、イオン半径は $\text{I}^- > \text{Cs}^+$ となる。

[解説] 原子核には正電荷をもつ陽子があり、その原子核のまわりには負の電荷をもつ電子軌道 (電子殻) がある。この間には引きあう力がある。電子数の同じイオンでも、原子番号が大きく陽子の数が多い (原子核の正電荷が大きい) 原子のイオンの方が、原子核と電子の引きあう力も大きくなる。引きあう力が大きくなると、粒子の大きさは小さくなる。

節末問題 1 章 2 節

1 (p.35)

[解答] (a)ウ (b)イ (c)エ (d)オ (e)カ (f)ア

[解説] ②より(c)は正の電荷をもつので陽子とわかる。元素(原子の種類)は陽子の数で決まるから、④より、陽子の数 = 原子番号から(f)は原子番号とわかる。また、原子核は陽子と中性子からなり、陽子の数と中性子の数の和を質量数とよぶことから、(a)は原子核、(d)は中性子、(e)は質量数とわかる。

2 (p.35)

[解答] ウ, エ

[解説] 元素記号の左上に付記された数は質量数であり、陽子の数と中性子の数の和である。各元素の陽子の数は原子番号に等しく、C: 6, O: 8, Na: 11, P: 15, Cl: 17, Ca: 20 である。この数を質量数から引くと、中性子の数を求めることができる。

	原子番号	質量数	陽子の数	中性子の数
ア ^{12}C	6	12	6	6
イ ^{18}O	8	18	8	10
ウ ^{23}Na	11	23	11	12
エ ^{31}P	15	31	15	16
オ ^{37}Cl	17	37	17	20
カ ^{40}Ca	20	40	20	20

3 (p.35)

[解答] (1)(d) (2)(b)と(f) (3)(e)

[解説] 周期表をかいて考えるとよい。

- (1) 価電子を 2 個もつのは 2 族元素である。 ^2He のもつ 2 個の電子は価電子ではない。He (18 族) の価電子の数は 0 である。
- (2) 価電子の数が等しいのは同族元素である。
- (3) M 殻に電子 6 個ということは、K 殻に 2 個、L 殻に 8 個の電子をもち、総数 16 個で原子番号 16 の原子である。

4 (p.35)

- [解答] (1) ア OH^- 多原子イオン
 イ PO_4^{3-} 多原子イオン
 ウ NH_4^+ 多原子イオン
 エ S^{2-} 単原子イオン
 オ SO_4^{2-} 多原子イオン
 カ Ca^{2+} 単原子イオン
- (2) アとウ, イとオ, エとカ
- (3) 2 : 3

[解説] (2) 電子の総数を求める手順:

- ① 原子では陽子数と電子数が等しいことより, 構成する原子の原子番号(すなわち陽子数)をすべて足しあわせる。
- ② 陽イオンでは電子を放出しているので価数の分だけ引き, 陰イオンでは電子を受け取っているため価数の分だけ加える。

例 PO_4^{3-} は, P 1 個, O 4 個からなり, それぞれの原子番号は $_{15}\text{P}$, $_{8}\text{O}$ で, 全体が 3 価の陰イオンなので, 電子の総数は 50 である。

$$15 + 4 \times 8 + 3 = 50$$

- (3) 3 価の陰イオン PO_4^{3-} と 2 価の陽イオン Ca^{2+} の化合物全体の電荷が 0 になるには $\text{PO}_4^{3-} : \text{Ca}^{2+} = 2 : 3$ の比のときである。

5 (p.35)

[解答] (1) (f) (2) (a), (b), (d) (3) H, Al, Si, P, S, Cl, Ar

[解説] (1) ハロゲン元素とは 17 族元素のことである。

- (2) 典型元素は 1, 2, 13~18 族である。元素の金属性(陽性)は, 周期表の左下ほど強い。
- (3) 族番号は 1~18 の範囲であるから, 原子番号 1~18 の元素について考えてみるとよい。

1 章 3 節

問 1. (p.36)

[解答] 14.004

[解説] ^{12}C 原子 1 個の質量が $1.9926 \times 10^{-23} \text{ g}$ で, これを 12 としたのが相対質量である。これをもとに他原子の相対質量を求める。 ^{14}N 原子 1 個の質量が $2.3253 \times 10^{-23} \text{ g}$ なので, 次のように求める。

$$1.9926 \times 10^{-23} \text{ g} : 2.3253 \times 10^{-23} \text{ g} = 12 : x$$

$$x = 14.0036$$

有効数字 5 桁で示された問いなので, 6 桁目を四捨五入する。

Thinking Point 1 (p.37)

[解答] 例 Arの方が相対質量の大きな同位体の存在比が大きいから。

[解説] 原子番号は陽子の数であり、同位体の存在比によって、相対質量の平均である原子量の大小が、原子番号の大小と逆転することもある。

(参考) 次の表にアルゴン、カリウムの同位体の種類と相対質量、存在比を記す。

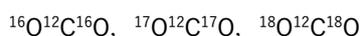
同位体	相対質量	存在比	同位体	相対質量	存在比
^{36}Ar	35.968	0.3336%	^{39}K	38.964	93.258%
^{38}Ar	37.963	0.0629%	^{40}K	39.964	0.0117%
^{40}Ar	39.962	99.6035%	^{41}K	40.962	6.730%

原子量は相対質量とその存在比より求められる。上記の表よりアルゴンでは相対質量の大きいものの存在比が多いため、原子番号の小さいアルゴンの原子量がカリウムよりも大きくなる。

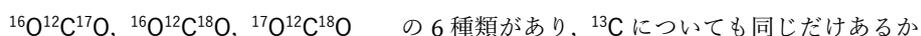
Thinking Point 2 (p.38)

[解答] 12種類

[解説] ^{12}C に対して 同種の O の同位体のもの



異種の O の同位体のもの



問 2. (p.39)

[解答] (1) 0.050 mol (2) 1.2×10^{24} 個

[解説] 物質量 [mol] = $\frac{\text{粒子の数}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}}$ より

$$(1) \frac{3.0 \times 10^{22} \text{個}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 0.050 \text{ mol}$$

(2) CO_2 分子 1 個の中に O 原子は 2 個含まれるから

$$\begin{aligned} 6.0 \times 10^{23} \times 1.0 \times 2 &= 12 \times 10^{23} \\ &= 1.2 \times 10^{24} \end{aligned}$$

問 3. (p.41)

[解答] **0.60 mol, 3.6×10^{23} 個**

[解説] NH_3 のモル質量は 17 g/mol であるから, 3.4 g の物質量は

$$\frac{3.4 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 0.20 \text{ mol}$$

アンモニアの分子 1 個に水素原子は 3 個含まれるので

$$0.20 \text{ mol} \times 3 = 0.60 \text{ mol}$$

また, 水素原子の個数は

$$0.60 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 3.6 \times 10^{23}$$

問 4. (p.42)

[解答] **2.5 mol**

[解説]

$$\text{物質量 } n \text{ [mol]} = \frac{\text{標準状態の気体の体積 } V \text{ [L]}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

より

$$\frac{56 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 2.5 \text{ mol}$$

類題 2 (p.42)

[解答] **40 g**

[解説] 問 4 と同様にして物質量を求めると

$$\frac{28 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 1.25 \text{ mol とする。}$$

酸素 O_2 のモル質量は 32 g/mol であるから,

$$\text{質量 } w \text{ [g]} = \text{物質量 [mol]} \times \text{モル質量 } M \text{ [g/mol]}$$

より

$$1.25 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 40 \text{ g}$$

問 5. (p.42)

[解答] **2.0 g/L**

[解説] 二酸化炭素 CO_2 の分子量は 44 で、モル質量は 44 g/mol であるから、標準状態で 22.4 L の二酸化炭素の質量が 44 g になる。したがって、密度は

$$\frac{44 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} = 1.96 \dots \approx 2.0 \text{ g/L}$$

問 6. (p.42)

[解答] **40**

[解説] 同温・同圧で、同体積中には同数の分子が含まれるため、密度の比 = 分子量の比である。

$$\text{O}_2 \text{ の分子量は } 32 \text{ より } 32 \text{ g/mol} \times 1.25 = 40 \text{ g/mol}$$

類題 3 (p.43)

[解答] **12**

[解説] 例題 3 と同様に、 H_2 の分子量は 2.0、 O_2 の分子量は 32 より

$$2.0 \times \frac{2}{2+1} + 32 \times \frac{1}{2+1} = \frac{2.0 \times 2 + 32 \times 1}{2+1} = 12$$

問 7. (p.44)

[解答] (1) **$2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$**

(2) **$2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$**

(3) **$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$**

[解説] (1) 3 つの元素を含むメタノール CH_3OH の係数を 1 とおき、C、H、O の原子の数を合わせる。

(2) 中学で習った反応式である。右辺の Ag に 2 を付けて Ag を合わせ、 O_2 の前に $\frac{1}{2}$ を付けて合わせてから 2 倍する方法でもよい。

(3) Al と Cl は必ず 1 : 3 になるので、H より Cl を先に合わせる。

問 8. (p.44)

[解答] $a = 3, b = 8, c = 3, d = 2, e = 4$

[解説] $a \text{ Cu} + b \text{ HNO}_3 \rightarrow c \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 + d \text{ NO} + e \text{ H}_2\text{O}$

銅原子 Cu ; $a = c$ ①

水素原子 H ; $b = 2e$ ②

窒素原子 N ; $b = 2c + d$ ③

酸素原子 O ; $3b = 6c + d + e$ ④

たとえば, ①より $a = c = 1$ とおく。

③より $b = 2 + d$ ⑤

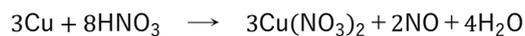
④より $3b = 6 + d + e$ ⑥

②, ⑤, ⑥より $b = \frac{8}{3}, d = \frac{2}{3}, e = \frac{4}{3}$

係数は最も簡単な整数比なので

$$\begin{aligned} a : b : c : d : e &= 1 : \frac{8}{3} : 1 : \frac{2}{3} : \frac{4}{3} \\ &= 3 : 8 : 3 : 2 : 4 \end{aligned}$$

したがって, この反応の化学反応式の係数が決まる。



Thinking Point 3 (p.46)

[解答] 例 計算に用いた値の中で, ステアリン酸 1 分子の断面積の値に最も誤差が生じやすいと考えられる。また, 単分子膜の面積の測定にも誤差が伴う。

問9. (p.48)

[解答] (1) **0.25 mol/L** (2) **5.00×10^{-2} mol/L, 5.00×10^{-4} mol**

[解説] (1) NaOH のモル質量は 40 g/mol より

$$\text{モル濃度 [mol/L]} = \frac{\frac{1.0 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}}}{\frac{100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL/L}}} = 0.25 \text{ mol/L}$$

(2) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ のモル質量は 342 g/mol より

$$\frac{3.42 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} = 0.0100 \text{ mol}$$

200 mL = 0.200 L であるから

$$\frac{0.0100 \text{ mol}}{0.200 \text{ L}} = 5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

0.0500 mol/L の溶液 10.0 mL 中のスクロースは

$$0.0500 \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 5.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

類題5 (p.48)

[解答] **9.1 %**

[解説] 2.5 mol/L の溶液 1.0 L の質量と溶質の NaOH の質量から求める。

NaOH のモル質量は 40 g/mol より 2.5 mol の溶質の質量は

$$40 \text{ g/mol} \times 2.5 \text{ mol}$$

溶液 1.0 L = 1000 cm³ は密度 1.1 g/cm³ より,

溶液の質量は

$$1000 \text{ cm}^3 \times 1.1 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{質量パーセント濃度} = \frac{40 \text{ g/mol} \times 2.5 \text{ mol}}{1000 \text{ cm}^3 \times 1.1 \text{ g/cm}^3} \times 100$$

$$= \frac{100}{1100} \times 100$$

$$= 9.09 \dots \approx 9.1 \%$$

論述問題 1章3節

1 (p.50)

[解答] 例 $^{35}\text{Cl}_2$; 相対質量 70.0, 存在比 57.5 %

$^{35}\text{Cl}-^{37}\text{Cl}$; 相対質量 72.0, 存在比 36.7 %

$^{37}\text{Cl}_2$; 相対質量 74.0, 存在比 5.86 %

相対質量の平均 71.0

したがって, 原子量 (同位体の平均) を用いて求めた分子量と一致する。

[解説] $^{35}\text{Cl}_2$; 相対質量 70.0 の存在比は

$$0.758 \times 0.758 = 0.5745 \cdots \approx 0.575 \quad 57.5 \%$$

$^{35}\text{Cl}-^{37}\text{Cl}$; 相対質量 72.0 の存在比は

$$0.758 \times 0.242 \times 2 = 0.3668 \cdots \approx 0.367 \quad 36.7 \%$$

$^{37}\text{Cl}_2$; 相対質量 74.0 の存在比は

$$0.242 \times 0.242 = 0.05856 \cdots \approx 0.0586 \quad 5.86 \%$$

相対質量の平均は,

$$\begin{aligned} 70.0 \times 0.575 + 72.0 \times 0.367 + 74.0 \times 0.0586 &= 40.25 + 26.42 + 4.336 \\ &= 71.006 \approx 71.0 \end{aligned}$$

節末問題 1章3節

1 (p.51)

[解答] 27

[解説] $\text{M} \Rightarrow \text{M}_2\text{O}_3$

2.7 g 5.1 g

増加した質量は O の分なので, 結合した O は,

$$5.1 \text{ g} - 2.7 \text{ g} = 2.4 \text{ g}$$

M_2O_3 の中に M が 2.7 g, O が 2.4 g 含まれ, 原子数比が 2 : 3 であるから,

M の原子量を x とすると

$$\frac{2.7}{x} : \frac{2.4}{16} = 2 : 3 \quad \text{より,} \quad \frac{2.4}{16} \times 2 = \frac{2.7}{x} \times 3$$

$$x = \frac{2.7 \times 3 \times 16}{2.4 \times 2} = 27$$

2 (p.51)

[解答] (1) (c) > (d) > (b) > (a) (2) (b)

[解説] (1) 1 mol あたりの質量が大きくなると、同じ質量中の物質量は小さくなるから、モル質量の小さい順に並べる。

モル質量は

- (a) 酸素 O_2 32 g/mol
- (b) アルミニウム Al 27 g/mol
- (c) 炭素 (黒鉛) C 12 g/mol
- (d) 水 H_2O 18 g/mol

(2) 気体の体積が大きいのは、含まれる分子数が多いからである。1 g 中の分子数、すなわち物質量が最も多いのは、分子量が最も小さい気体分子である。

分子量は① 32 ② 16 ③ 30 ④ 34 で、②が最も小さい。

3 (p.51)

[解答] (1) 46 (2) 20 (3) 16

[解説] (1) 分子量に g をつけた値が 1 mol の質量である。

1 mol は 6.0×10^{23} 個の集団である。

$$1.2 \times 10^{23} \text{ 個} : 9.2 \text{ g} = 6.0 \times 10^{23} \text{ 個} : x \text{ [g]}$$

$$x = 46 \text{ g}$$

[別解] まず粒子数から物質量を求めると

$$\frac{1.2 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = \frac{1.2 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} \text{ mol}$$

分子量を M [g/mol] とすると次式がなりたつ。

$$M \text{ [g/mol]} \times \frac{1.2 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} \text{ mol} = 9.2 \text{ g}$$

これより M を求める。

(2) 標準状態において、気体 1 モルの体積は、22.4 L。

すなわち、22.4 L を占める気体の質量が分子量となる。密度は、1 L あたりの質量であるから

$$22.4 \text{ L/mol} \times 0.90 \text{ g/L} = 20.16 \approx 20 \text{ g/mol}$$

(3) 1 mol の標準状態の気体は 22.4 L であり、密度 (単位体積あたりの質量、この場合は 1 L あたりの質量) が水素の 8.0 倍の気体では、22.4 L (1 mol 分の体積) の質量も水素の 8.0 倍であるから、 H_2 の分子量は 2.0 より $2.0 \times 8.0 = 16$

(参考) 気体の分子であるから、この気体は CH_4 (メタン) と考えられる。

4 (p.51)

[解答] **8.0 g**

[解説] 水酸化ナトリウム水溶液 200 mL に含まれる水酸化ナトリウムの物質量は

$$1.0 \text{ mol/L} \times \frac{200}{1000} \text{ L} = 0.20 \text{ mol}$$

NaOH のモル質量は、40 g/mol であるから

$$0.20 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 8.0 \text{ g}$$

5 (p.51)

[解答] **15 mol/L**

[解説] HNO₃ の分子量は 63 より

濃硝酸 1 L (1000 mL) 中の硝酸の物質量を求めれば、モル濃度 [mol/L] になる。

$$\frac{1000 \text{ mL} \times 1.40 \text{ g/mL} \times \frac{68.0}{100}}{63 \text{ g/mol}} = 15.1 \dots \approx 15 \text{ mol/L}$$

6 (p.51)



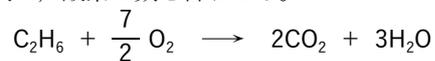
(2) **2.24 L**

(3) **二酸化炭素 4.00 L, 酸素 3.00 L**

[解説] (1) まず、エタンの係数を 1 にして二酸化炭素と水の係数を決める。



次に、酸素の数を合わせる。



両辺を 2 倍して係数を整数にする。



(2) (1)よりエタンと二酸化炭素の物質量の比は、 $2:4 = 1:2$ である。

エタン (分子量 30.0) 1.50 g から生じる二酸化炭素の物質量は

$$\frac{1.50 \text{ g}}{30.0 \text{ g/mol}} \times 2 = 0.100 \text{ mol}$$

より、その体積は

$$0.100 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 2.24 \text{ L}$$

(3) 気体が反応する場合、化学反応式の係数が同温・同圧での体積比を表すので、(1)の化学反応式より、エタンと酸素は体積比 2:7 で反応することがわかる。エタン 2.00 L がすべて燃焼するには、酸素が 7.00 L 必要である。

酸素は 10.00 L あるので、3.00 L 余る。二酸化炭素は、エタンの 2 倍生成されるので、4.00 L できる。

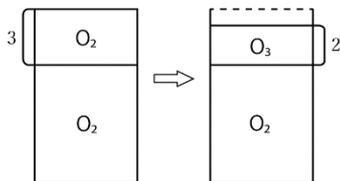
7 (p.51)

[解答] **0.40 mol**

[解説] 酸素からオゾンの生成する反応は



である。例えば、3 L の酸素から 2 L のオゾンが生じるから、生成したオゾンの体積の 2 分の 1 だけ気体の体積が減少する。



この反応で減少した体積は

$$50.0 - 45.5 = 4.5 \text{ L}$$

であるから、生成したオゾンは

$$4.5 \times 2 = 9.0 \text{ L}$$

その物質量は

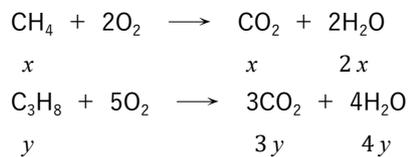
$$\frac{9.0 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.401 \dots \approx 0.40 \text{ mol}$$

8 (p.51)

[解答] **メタン $2.5 \times 10^{-1} \text{ mol}$**

プロパン $1.5 \times 10^{-1} \text{ mol}$

[解説] メタン x [mol] とプロパン y [mol] の燃焼における物質量の関係は次のようになる。



生じた二酸化炭素は

$$\frac{15.7 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.700 \dots \approx 0.70 \text{ mol}$$

生じた水は

$$\frac{19.8 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 1.1 \text{ mol}$$

したがって

$$x + 3y = 0.70 \text{ mol}$$

$$2x + 4y = 1.1 \text{ mol}$$

より $x = 0.25 \text{ mol}$, $y = 0.15 \text{ mol}$

Thinking Point 2 (p62)

[解答] (1) 正四面体でない四面体 (2) 直線形 (3) 正四面体

- [解説] (1) メタン分子の H 原子が 3 つ Cl 原子に置き換わっているのに、正四面体ではないが四面体になっていると考えられる。
- (2) 炭素原子から単結合と三重結合の 2 つの結合が伸びているので、二酸化炭素と同様の直線形と考えられる。
- (3) メタンの C 原子が同じ族の Si 原子に置き換わっているのに、メタンと同じ正四面体と考えられる。

Thinking Point 3 (p75)

[解答] 硫化水素

[解説] 図 24 から、似た分子量の F_2 と HCl では、極性分子の HCl の方が沸点が高いことがわかるから、やはり分子量の近い O_2 と H_2S では極性のある H_2S の方が沸点が高いと考えられる。

Thinking Point 4 (p76)

[解答] ②

[解説] 水素結合がなければ、水は 1 族の酸化物の中で最も分子量が小さいから、16 族のグラフをそのまま左に延長した -100°C から -50°C のあたり、あるいは 14 族のように下がるとすれば -100°C より低くなると考えられる。

類題 1 (p.83)

[解答] 8.5×10^{22} 個, 1.1×10^{-22} g

[解説] 面心立方格子なので、単位格子中に 4 個の原子が含まれる。よって、 1.0 cm^3 中の原子数 x 個は、次のように求める。

$$(3.6 \times 10^{-8})^3 \text{ cm}^3 : 4 \text{ 個} = 1.0 \text{ cm}^3 : x \text{ 個}$$

$$x = \frac{4}{47 \times 10^{-24}} = 8.51 \times 10^{22} \approx 8.5 \times 10^{22}$$

また、単位格子の質量は原子 4 個分の質量なので、原子 1 個の質量は

$$\frac{(3.6 \times 10^{-8})^3 \text{ cm}^3 \times 9.0 \text{ g/cm}^3}{4} = 1.05 \times 10^{-22} \approx 1.1 \times 10^{-22} \text{ g}$$

[解答] 1. 六方最密構造 2. 面心立方格子

論述問題 1章4節

1 (p.91)

[解答] **例** 単体格子の一辺の長さはほぼ同じであるため、イオン間の距離はほぼ同じである。酸化バリウムは2価の陽イオンと陰イオンのイオン結合であるのに対し、臭化リチウムは1価の陽イオンと陰イオンのイオン結合であるから、酸化バリウムの方がイオン結合の力が強く、融点は高い。

[解説] イオン結合は、陽イオンと陰イオン間の静電気力による結合であり、静電気力には二つの電荷の積に比例し、距離の2乗に反比例するという性質がある(クーロンの法則)。イオン間の距離がほぼ同じであれば、二つのイオンの持つ電荷(イオンの価数)の積が大きいほど、静電気力は大きくなり、イオン結合は強くなる。

2 (p.91)

[解答] **例** ダイヤモンドは、炭素原子の価電子4個がすべて共有結合して結晶をつくっているため極めてかたい。一方、黒鉛は価電子3個で平面状の構造をつくり、残りの価電子は自由電子となっており、面と面の間は弱いファンデルワールス力で結びついているだけなので、面どうしが離れやすくやわらかい。

[解説] ダイヤモンドはすべての価電子が共有結合をつくっており、結晶全体が一つの巨大分子となっている。一方、黒鉛は炭素原子が正六角形の平面状であるグラフェンがファンデルワールス力で弱く結びついて層をなしている。

節末問題 1章4節

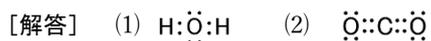
1 (p.91)

[解答] (1) X^- , Y^{2+} (2) YX_2
(3) フッ化マグネシウム, 塩化カルシウム
(4) Xのイオン半径の方が大きい。

[解説] 原子番号20までの元素で、価電子を7個もつのはF, Clであり、価電子を2個もつのはBe, Mg, Caである。イオンとなったときに同じ電子配置になる組み合わせで考えると、 F^- と Mg^{2+} , Cl^- と Ca^{2+} になる。

(4) XのイオンとYのイオンは同じ電子配置であるが、Yの方が原子番号が大きく、陽子数が多い。よって、電子を引きつける力が大きいためイオン半径が小さくなる。

2 (p.91)



(3) (a)と(b)

[解説] (1) 非共有電子対とは、結合にかかわらない電子対のことである。

(2) H は He, Cl は Ar と同じ電子配置になっている。

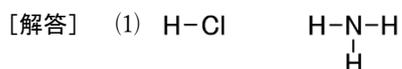
(3) 陽子の数と電子の数は等しく、陽子の数 = 原子番号であるため、構成する原子の原子番号をすべて加えれば総電子数となる。

3 (p.91)

[解答] (a) オ (b) イ (c) ウ (d) ア

[解説] 結合はすべて単結合である。電子式では電子を上下左右に配置するが、原子は立体であり、電子対が互いに最も遠くなるような配置をとる。

4 (p.91)



(2) (b)

(3) $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

[解説] 極性分子となるのは、原子間に電気陰性度の差がある(結合に極性をもつ)ことに加えて、その極性が分子全体で打ち消されない場合である。

(2) N_2 は、同一の元素からなり、電気陰性度に差がない。

(3) 直線構造で、中心の C の電子を両側の O が同じだけ引きつけるので、全体として極性をもたない(綱引きで、両側から同じ力で引くと動かない状態になることをイメージするとよい)。

5 (p.91)

[解答] バナジウム : 8 個 窒化バナジウム : 6 個

[解説] p.82 図 31 より、体心立方格子の配位数は 8 である。また、窒化バナジウムは塩化ナトリウム型の結晶構造なので、p.82 図 31 より、一方の原子に配位している他方の原子の数は 6 個である。

1 章 章末問題

1 (p.92)

[解答] c)

- [解説] a) 重水素 (ジュウテリウム) は、中性子をもち、水素 ^1H とは質量数の異なる同位体 ^2H である (質量数が H の 2 倍となり、D と表すこともある。また、 ^3H を三重水素 (トリチウム) とよび、同様に T と表すこともある)。
- b) 同位体は、電子配置が等しく、化学的な性質はほとんど同じであるが、質量などが異なる。
- c) Ar の原子番号は 18 であるから、 ^{40}Ar の中性子数は 22 となる。正しい。
- d) 同位体は、原子の質量が異なるため、単原子分子の 1 分子あたりの質量も異なる。

2 (p.92)

[解答] ③

[解説] マグネシウムと塩酸の反応は、次のようになり、物質量の比 1:2 で反応し、1 の比の水素が発生する。



反応に用いたマグネシウムは、Mg のモル質量が 24 g/mol より

$$\frac{0.12 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}} = 0.0050 \text{ mol}$$

であるから、これとちょうど反応する 1.0 mol/L 塩酸の体積 a mL は

$$0.0050 \text{ mol} \times 2 = 1.0 \text{ mol/L} \times \frac{a}{1000} \text{ L} \quad \text{より}$$

$$a \text{ mL} = 10 \text{ mL}$$

で、そのとき発生する水素の体積は

$$0.0050 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 0.112 \text{ L} = 112 \text{ mL} \quad \text{であるから、}$$

グラフが横軸 10 mL、縦軸 112 mL のところから水平になっている③が正解となる。

3 (p.92)

[解答] X_2Y , (b)

[解説] X は、M 殻に 1 個の価電子があることから Na で、イオンになると 1 価の陽イオン Na^+ になる。Y は、M 殻に 6 個の価電子があることから S で、イオンになると 2 価の陰イオン S^{2-} になる。これらのイオンからできる化合物 Z の組成式は Na_2S であるから、 X_2Y となる。

化合物 Z は、 $X:Y = 2:1$ であるから、単位格子中にこの割合で存在しているものを選べばよい。(a)は○も●も 4 個ずつで $1:1$ になる。(b)は○が 8 個で●が 4 個で、 $2:1$ になる。(c)は○も●も 1 個ずつで $1:1$ になる。

4 (p.92)

[解答] (1) (b), (g), (k)

(2) (c), (f), (i)

(3) (a), (e), (j)

(4) (d), (h), (l)