

序章 化学と人間生活

Thinking Point ① (教 p.9)

- [解答] 1. 液体A 混合物 液体B 混合物
 液体C 純物質
2. 塩化ナトリウム 電解質
 スクロース 非電解質
3. 液体A 塩化ナトリウム水溶液
 液体B スクロース水溶液
 液体C 純粋な水

探究◆1(教 p.9)

- [解答] 例 A, B, Cにそれぞれ硝酸銀水溶液を加える。Aだけが白色沈殿を生じ、塩化ナトリウム水溶液だとわかる。BとCにそれぞれ希硫酸を加えて加熱し、反応後の溶液を炭酸ナトリウムで中和した後、フェーリング液を加えて加熱すると、Bの反応液は赤色沈殿を生じるが、Cは反応しない。そのことから、Bはスクロース水溶液、Cは純水だとわかる。

1章 物質の構成

1節 物質の探究

Thinking Point ① (教 p.13)

- [解答] 例 塩化ナトリウムは、ナトリウムイオンと塩化物イオンのイオン結合でできた物質である。炎色反応による検出と沈殿反応による検出を行い、検出結果から塩化ナトリウムであることが確認できる。
(▶教 p.20 を参考)

問 1. (教 p.16)

[解答] (イ) → (ア) → (ウ)

[解説] 水を加えると、食塩は溶解するが砂は溶けないため、ろ過により食塩水と砂に分離できる。得られた食塩水から水を蒸発させることで食塩だけを取り出すことができる。

問 2. (教 p.18)

[解答] 単体…アルミニウム、窒素
 化合物…二酸化炭素、アンモニア、
 水酸化ナトリウム

[解説] 単体は一種類の元素からなり、化合物は二種類以上の元素からなる。

問 3. (教 p.18)

[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 4. (教 p.19)

[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

Thinking Point ② (教 p.22)

- [解答] 1. 重曹 C, H, Na を含む。
 砂糖 C, H を含む。
 食塩 Na, Cl を含む。
2. 見わけることができる。

[解説] 1. 重曹 石灰水に白色沈殿が生じたことから、二酸化炭素が発生したことがわかり、 C を含むと考えられる。
塩化コバルト紙が赤変したことから、水が生成したことがわかり、 H を含むと考えられる。
硝酸銀水溶液を加えても変化がないことから、 Cl は含まないと考えられる。
黄色の炎色反応が見られたことから、 Na を含むと考えられる。
よって、 C, H, Na が含まれていると考えられる。

砂糖 石灰水に白色沈殿が生じたことから、二酸化炭素が発生したことがわかり、Cを含むと考えられる。

塩化コバルト紙が赤変したことから、水が生成したことがわかり、Hを含むと考えられる。

硝酸銀水溶液を加えても変化がないことから、Clは含まないと考えられる。

炎色反応が見られないことから、Na、K、Caなどは含まないと考えられる。

よって、C、Hが含まれていると考えられる。

食塩 加熱しても気体が発生しないことから、CやHは含まないと考えられる。

硝酸銀水溶液を加えると白色沈殿が生じることから、Clを含むと考えられる。

黄色の炎色反応が見られたことから、Naを含むと考えられる。

よって、Cl、Naが含まれていると考えられる。

探究◆1(教 p.22)

[解答] 例 炭酸カルシウム CaCO_3 のうち、Caは炎色反応、Cは、加熱して発生する気体を石灰水に通じて確認する。

問5.(教 p.23)

[解答] (1) 物理変化 (2) 化学変化

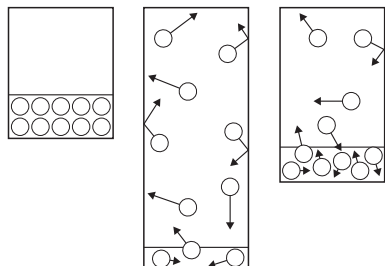
[解説] (1) 固体が気体になる状態変化である。

(2) 鉄が酸素と化合し、酸化鉄となる。

Thinking Point 3 (教 p.25)

[解答] 1. 例 温度を上げると、固体は融解して液体になり、さらに蒸発して気体になる。温度を下げると、気体は凝縮して液体になる。

2. 例 はじめ 熱水中 熱水から取り出す



[解説] 1. 2-メチル-2-プロパノールは融点 25.7°C 、沸点 82°C である。室温が 25°C 以下の場合、固体であるが、 90°C の熱水に浸けて温

度を上げると、分子運動が活発になり、固体は融解して液体になり、さらに蒸発して気体になる。熱水から取り出すと、気体が凝縮して液体になる。

論述問題 1-1 (教 p.26)

1

[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

[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

[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。

4

[解答] 例 固体や液体の粒子は、熱運動が気体ほど激しくなく、分子間の距離が近いいため分子間に働く引力によって容器内にとどまるが、気体の粒子は、熱運動が激しく、分子間の距離が遠いため分子間の引力がほとんど働かないので、拡散する。

[解説] 固体、液体、気体における粒子の熱運動の違いを考える。

節末問題 1-1 (教 p.26)

1

[解答] (1) (a) 枝付きフラスコ

(b) リービッヒ冷却器

(2) 沸騰石(素焼きのかげらなど)

(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

[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

[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

[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

[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

[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。

7

- 〔解答〕 (1) 昇華 例 防虫剤が小さくなる
ドライアイスが小さくなる
冷凍室で氷が小さくなる
など
- (2) 蒸発 例 コップの水が減っていく
洗濯物が乾く など
- (3) 融解 例 トーストにバターをぬると融ける
雪や氷が融ける など

2 節 物質の構成粒子

問 1. (教 p.29)

〔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，質量数に付記された数がそれぞれ原子番号である。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. (教 p.30)

〔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. (教 p.30)

〔解答〕 107 個

〔解説〕 ^{13}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}C と考えられる。

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

Thinking Point ① (教 p.33)

- 〔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. (教 p.35)

- 〔解答〕 (1) K 2, L 6, 6 個
(2) K 2, L 8, M 2, 2 個
(3) K 2, L 8, M 7, 7 個
(4) K 2, L 8, M 3, 3 個
(5) K 2, L 8, M 8, 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. (教 p.39)

- 〔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。

Thinking Point ② (教 p.46)

- [解答] 1. 塩基性(アルカリ性)と考えられる。
2. 例 石油中に保存されている。固体はナイフで切れるくらいのやわらかさで、切り口は銀白色の金属光沢がある。水と反応して気体を発生し、生成した水溶液は塩基性(アルカリ性)である。
3. ナトリウム

探究◆1(教 p.46)

- [解答] 例 試験管内で水と反応させ、発生した気体を捕集する。気体に点火してぼんと音がすれば水素であることがわかる。

探究◆2(教 p.46)

- [解答] 例 リチウムやナトリウムと同じように反応し、反応の激しさはナトリウムより大きいと考えられる。

論述問題 1-2 (教 p.47)

1

- [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

- [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

- [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 1-2 (教 p.48)

1

- [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

- [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。