1 物質の成分と構成元素 (p.4〜11)

1. 混合物と化合物

解答 (1)（ウ），（ケ） (2)（イ），（キ），（ク）

解説 (1) 2種類以上の物質が混じり合ったものを**混合物**という。(ウ)の石油は，いくつかの有機化合物が混じり合っており，(ケ)のアンモニア水は，水にアンモニアが溶けて生じた混合物である。

(2) 2種類以上の元素からなる純物質を**化合物**という。(イ)のメタンは炭素と水素，(キ)の塩化水素は塩素と水素，(ク)の硝酸カリウムはカリウム，窒素，酸素の元素からなる❶ので，化合物である。

❶(イ)，(キ)，(ク)の化学式は，次のように表される。
(イ) CH_4　(キ) HCl
(ク) KNO_3
化合物の化学式には，複数の元素記号が含まれる。

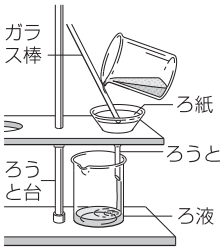
Check 純物質・混合物と単体・化合物

物質
- 純物質 … 1種類の物質からなる純粋な物質
  - 単体 … 1種類の元素からなる純物質
  - 化合物 … 2種類以上の元素からなる純物質
- 混合物 … 2種類以上の純物質が混合した物質

2. ろ過

解答 (ウ)

解説 ろ過を行う際には，液体がこぼれないように，ガラス棒に伝わらせて注ぐ。また，ろうとの足は，ろ液がはねるのを防ぐため，ろ液を受けるビーカーの内壁につける。



ろ過

3. 蒸留

解答 (1)（ア）温度計　（イ）枝付きフラスコ　（ウ）ガスバーナー　（エ）リービッヒ冷却器　（オ）三角フラスコ　(2) B
(3) 突沸を防ぐため。　(4) 冷却器に向かう蒸気の温度を測るため。

解説 溶媒に溶けている不揮発性❶の固体(溶質)と，溶媒の分離操作を**蒸留**という。

(2) 冷却水をリービッヒ冷却器の側管(外側)にためて，効率よく冷却を行うために，冷却水は下方から流す❷。

(3) 沸騰石は多孔質で，孔(あな)の中に空気を含んでいる。この空気が沸騰のきっかけとなり，突沸(急激な沸騰)を防ぐことができる。

(4) 純物質は一定の沸点を示す。温度計はリービッヒ冷却器に向かう蒸気が純物質であることを，蒸気の温度を測定して確認するために用いる❸。したがって，枝付きフラスコの枝の付け根の位置に温度計の球部を位置させる。

❶物質が蒸発しにくい性質を不揮発性という。

❷上方から流すと，冷却水が冷却器内にたまらず，冷却効率が悪くなる。

❸この実験の場合，温度計は水の沸点である100℃を示す。

Check 蒸留における留意点

①沸騰石は突沸(急激な沸騰)を防ぐために加える。
②枝付きフラスコの液量は，容器の容量の半分以下にする。
③温度計の球部は枝付きフラスコの枝の付け根付近に位置させる。
④冷却水は，冷却器の下方から上方へ流す。
⑤三角フラスコは密栓しない❹。

❹三角フラスコの口には，ゴミなどが入らないように綿やアルミニウム箔をかぶせる。

4. 昇華法

解答 ②

解説 ヨウ素は黒紫色の固体であり，昇華性を示す。一方，ガラスは昇華性を示さない。そのため，これらが混合したものをおだやかに加熱すると，ヨウ素だけが気体となる。この気体を冷却すれば，固体のヨウ素が分離できる。このように昇華[1]を利用した分離法を**昇華法**という。

[1]固体から直接気体になる状態変化を昇華とよぶ。

5. ヨウ素の分離

解答 (1) 操作：抽出　器具A：分液ろうと　(2) (ア)
(3) ヘキサン

解説 ヨウ素は水に溶けにくく，ヘキサンには溶けやすい。そのため，ヨウ素を含むヨウ化カリウム水溶液[1](ヨウ素液)にヘキサンを加えて振り混ぜると，ヨウ素がヘキサン層に移動し，ヘキサン層が赤紫色になる。このように，物質の溶解性の違いを利用して，目的の物質を分離する方法を**抽出**という。

(2)　ヘキサンの密度は $0.65\,g/cm^3$ であり，水の密度 $1.0\,g/cm^3$ よりも小さいことから，上層がヘキサン層である。

(3)　ヘキサン層が赤紫色になり，ヨウ化カリウム水溶液の褐色がうすくなったことから，ヨウ素はヘキサンにより溶けやすく，ヘキサン層に抽出されたことがわかる。

[1]ヨウ素は水に溶けにくいが，ヨウ化カリウム水溶液には溶けやすく，ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素液)となる。

6. 混合物の分離

解答 (1) ②　(2) ④　(3) ③　(4) ①　(5) ⑥

解説 (1) 少量の硫酸銅(Ⅱ)五水和物を含む硝酸カリウムを少量の熱水に溶かしたのち，これを冷却すると，硝酸カリウムだけが析出し，硫酸銅(Ⅱ)五水和物は少量であるため，溶液中に残る。このように，温度による溶解度の差を利用して分離する操作は**再結晶**とよばれる。

(2)　液体にした空気(液体空気)には，窒素や酸素が含まれる。窒素の沸点は−196℃，酸素の沸点は−183℃であるため，液体空気の温度をゆっくりと上げていくと，窒素が先に気体となり，酸素と分離することができる。このような操作は**分留**(分別蒸留)[1]とよばれる。

(3)　水性サインペンのインクには，いろいろな色素が含まれている。このインクをろ紙などにしみこませて，ろ紙の先端を水に浸すと，水がろ紙を移動する間に，色素とろ紙との吸着力の差によって，色素が分離される。このような操作を**クロマトグラフィー**といい，特に，ろ紙などを用いる場合は，**ペーパークロマトグラフィー**とよばれる[2]。

(4)　塩化銀の沈殿(固体)を含む溶液は，ろ紙を用いて沈殿と溶液に分離することができる。このような操作は**ろ過**とよばれる。

(5)　茶葉にはいろいろな成分が含まれている。これらの成分のうち，水に溶けやすいものを熱湯に溶かし出して分離している。このような操作は**抽出**とよばれる。

[1]分留は蒸留の一種である。

[2]シリカゲルの粉末などをガラス管(カラム)に充填し，それに対する吸着力の差を利用して分離する操作はカラムクロマトグラフィーとよばれる。

7. 同素体

解答 (ウ)，(オ)

解説 (ア)　ネオン Ne とアルゴン Ar はいずれも貴ガスに属する異

なる元素[1]である。そのため，これらは同素体ではない。
(イ)　一酸化炭素 CO と二酸化炭素 CO_2 は同じ元素(炭素 C と酸素 O)からなるが，単体ではなく化合物であるため，同素体ではない。
(エ)　氷(固体)と水蒸気(気体)は，いずれも水 H_2O からなる同じ物質(化合物)であり，同素体ではない。
(カ)　鉛 Pb と亜鉛 Zn は名称が類似しているだけで，異なる元素からなる単体である。そのため，同素体ではない。

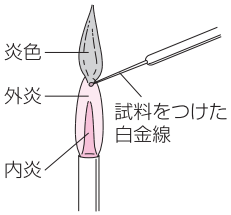
Check　同素体

同素体…同じ元素からできているが，性質の異なる単体
炭素 C，酸素 O，リン P，硫黄 S などに存在[2]

8. 炎色反応

解答　(ア) ⑤　(イ) ③　(ウ) ④　(エ) ②

解説　白金線[1]に各種の金属の化合物を含む水溶液をつけ，ガスバーナーの外炎に入れると，炎が着色するものがある。このように，物質を炎の中に入れたとき，その成分元素に特有の発色が見られる現象を，**炎色反応**という。



Check　炎色反応

元素	Li	Na	K	Ca	Sr	Ba	Cu
炎色	赤	黄	赤紫	橙赤	赤(紅)	黄緑	青緑

9. 構成元素の確認

解答　化合物 X：Ba，Cl　化合物 Y：C，H，Na

解説　(a)　炎色反応が黄緑色を呈したことから，バリウム Ba が含まれることがわかる。また，化合物 X の水溶液に硝酸銀水溶液を加えると，白色沈殿を生じたことから，塩素 Cl が確認できる。
(b)　生じた気体が石灰水[1]を白濁させたことから，この気体は二酸化炭素 CO_2 であり，炭素 C の存在が確認できる。生じた液体が青色の塩化コバルト紙を赤変させた[2]ことから，この液体が水 H_2O であり，水素 H の存在が確認できる。また，炎色反応が黄色を呈したことから，ナトリウム Na の存在が確認できる。

10. 物質の三態と状態変化

解答　(1) ① 融解　② 蒸発　③ 凝縮　④ 凝固　⑤ 昇華　⑥ 凝華[1]
(2) ヨウ素，ドライアイス，ナフタレン，パラジクロロベンゼンなど
(3) 気体

解説　(2)　昇華しやすい物質には，ヨウ素やドライアイスのほか，防虫剤に用いられるナフタレンやパラジクロロベンゼンなどがある。
(3)　同じ質量，同じ圧力下の物質では，一般に，体積は固体＜液体≪気体となる[2]。したがって，物質の密度[3]は，固体＞液体≫気体となる。

[1] 元素の周期表で同じ族に属する元素を**同族元素**という。18族に属する元素は**貴ガス**と総称される。

[2] 同素体が存在する元素は，スコップ(SCOP)と覚えるとよい。

[1] 白金線は，塩酸につけて外炎に入れる操作を繰り返し，炎に色がつかなくなったのちに実験に用いる。

[1] 水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ の飽和水溶液を**石灰水**という。

[2] 塩化コバルト(Ⅱ) $CoCl_2$ は無水物が青色，水和物が赤色を呈する。

[1] 気体から直接固体になる変化も昇華とよぶ場合がある。
[2] 水は，特異的に固体の体積の方が液体の体積よりも大きいため，氷は水に浮く。
[3] 単位体積あたりの質量が密度である。

11. 三態間の変化

解答 （イ），（エ），（オ）

解説 （ア）（誤） 池の氷は融解して水となっている。
（イ）（正） 洗濯物に含まれていた水が蒸発して洗濯物が乾いている。
（ウ）（誤） ドライアイスは昇華しやすい性質をもつ。
（エ）（正） 湯気に含まれる水蒸気が凝縮して液体の水となり，眼鏡が曇った。
（オ）（正） 冷凍庫の製氷皿は0℃以下になっており，ぬれた指で触れると，水が凝固して氷となる。そのため，指がくっつく。

12. 熱運動

解答 （ア）熱運動 （イ）気体 （ウ）拡散

解説 物質の構成粒子の振動や直進などの運動を**熱運動**という。構成粒子は，固体・液体・気体のどの状態でも熱運動をしており，気体の状態のときの粒子の熱運動が最も激しい。構成粒子の熱運動によって，粒子が空間に拡がっていく現象が**拡散**❶である。

❶拡散は液体中でもみられる。たとえば，青色の硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶を水に静かに入れて静置すると，青色が水中に拡がっていく。

13. 熱運動と状態変化

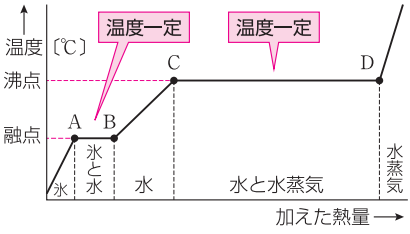
解答 ②，③

解説 ① （正） 温度が高くなると，物質を構成する粒子は激しく動くようになる。
② （誤） 同じ温度でも，物質を構成する粒子がもつ熱運動のエネルギーにはばらつきがある。物質の構成粒子には，大きいエネルギーをもつものも小さいエネルギーをもつものもある。
③ （誤） 固体の構成粒子は，位置が固定されているが，その場所で振動(熱運動)をしている。
④ （正） 液体は構成粒子が引き合いながら運動して位置を変えられるため，形が一定しない。
⑤ （正） 気体は粒子どうしの距離が離れて自由に運動するため，粒子間の引力はあまり働かない。また，気体は固体や液体に比べて，体積が非常に大きくなる。

14. 状態変化と熱量

解答 (1) AB間：氷と水 BC間：水 CD間：水と水蒸気
(2) T_1：融点(凝固点) T_2：沸点
(3) 加えられた熱が氷の粒子配列をくずすためだけに用いられたから。
(4) F点

解説 氷に熱を加えていくと，やがて融点(0℃)に達して融解がはじまる(A点)。融解がはじまると，加えられた熱は氷を構成する粒子の配列をくずすためだけに使われ，温度は融点で一定となる(AB間)。すべての氷が融解して水になると，温度は上昇しはじめる(B点)。さらに，加熱を続け，沸点(100℃)に達すると，沸騰がおこる(C点)。沸騰がはじまると，加えられた熱は構成粒子の結びつきを切断するためだけ



に使われ，温度は沸点で一定となる(CD 間)。
(4)　E 点は水の状態，F 点は水蒸気の状態である。同じ質量，同じ圧力下では，気体の体積の方が液体の体積よりも大きい。

15. 混合物の分離

解答　①

解説　①　(正)　抽出は，溶媒への溶解性を利用して，目的の物質を分離する操作である。
②　(誤)　沸点の差を利用して，液体の混合物を分離する操作は分留であり，昇華法ではない。
③　(誤)　固体と液体の混合物を，ろ紙を用いて分離する操作はろ過であり，再結晶ではない。
④　(誤)　物質の溶解度の差を利用して分離する操作は再結晶であり，ろ過ではない。
⑤　(誤)　固体から直接気体になる変化は昇華である。昇華を利用して，昇華しやすい物質❶を分離する操作は昇華法であり，蒸留ではない。

❶昇華しやすい物質には，ヨウ素やドライアイス，ナフタレンなどがある。

16. 元素と単体

解答　(ア)，(ウ)，(エ)，(カ)

解説　元素と単体は同じ名称でよばれることが多い。「元素」は物質の構成成分❶を表し，具体的な性質を示さない。一方，「単体」は 1 種類の元素からなる物質を表し，具体的な性質を示す❷。
(ア)　(単体)　魚は水中に溶けている単体の酸素 O_2 を取り入れて呼吸している。
(イ)　(元素)　水 H_2O には構成元素として水素 H と酸素 O が含まれる。
(ウ)　(単体)　水を電気分解すると単体の水素 H_2 と酸素 O_2 が生じる。
(エ)　(単体)　融点が −218℃ と具体的な性質を示すので，単体である。
(オ)　(元素)　酸素 O_2 とオゾン O_3 はともに元素である酸素 O の同素体である。
(カ)　(単体)　負傷者などは単体の酸素 O_2 を吸入している。

❶「～という成分」という言葉を補って意味が通じる場合は，元素を意味することが多い。

❷物質名の前に「単体の」や「気体の」，「金属の」など具体的な物質を連想させる言葉を補って意味が通じる場合は，単体を意味することが多い。