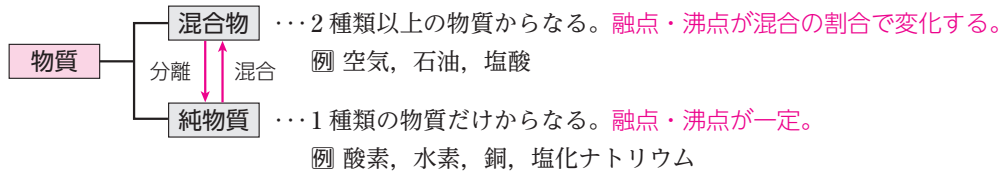


# 物質の成分と構成元素

Step1 2 3 4

## 1 混合物の分離

### 1. 混合物と純物質



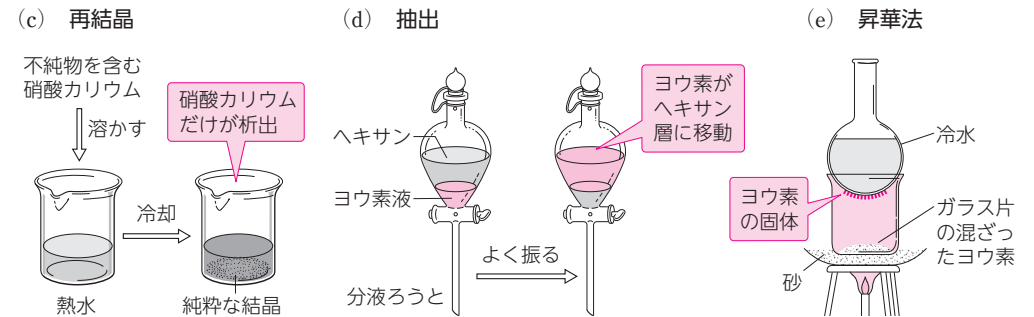
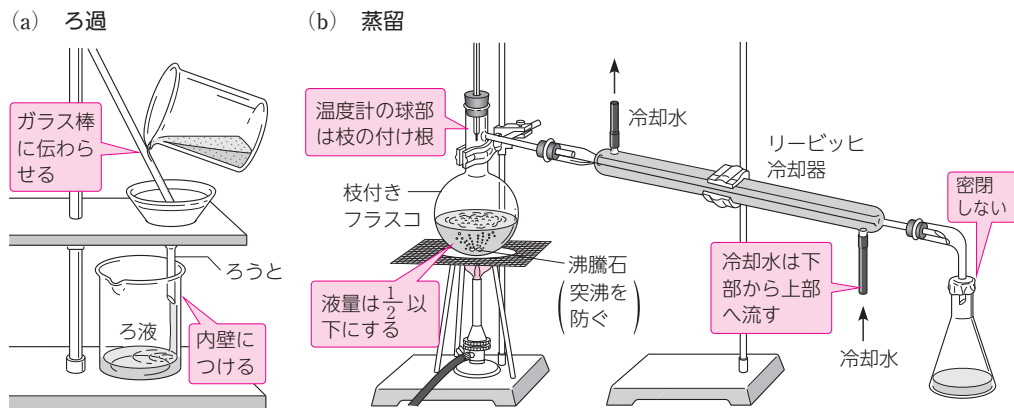
### 2. 混合物の分離・精製

混合物から目的の物質を取り出す操作を**分離**、物質をより純粋なものにする操作を**精製**という。分離・精製は、混合物に含まれる物質の性質の違いを利用して行われる。

分離法	方法や原理	分離の例
ろ過	ろ紙を用いて液体と固体を分離。	砂の混ざった海水から砂だけを取り出す。
蒸留	溶液を沸騰させ、蒸気を冷却して液体として分離。	海水から純水を得る。
分留	沸点の違いを利用して、液体どうしを分離。	石油からガソリンなどの成分を取り出す。
再結晶	少量の不純物を含む固体を熱水に溶かし、これを冷却して結晶として分離。	少量の硫酸銅(II)五水和物を含む硝酸カリウムから硝酸カリウムだけを取り出す。
昇華法	混合物を加熱し、昇華 <sup>①</sup> して生じた気体を冷却して再び固体として分離。	ガラスの混ざったヨウ素から、ヨウ素だけを取り出す。
抽出	混合物に適当な液体を加えて、特定の物質を溶かし出して分離。	ヨウ素液にヘキサンを加えて、ヨウ素を取り出す。
クロマトグラフィー <sup>②</sup>	ろ紙などへの吸着力の違いを利用して物質を分離。	水性サインペンのインクをろ紙につけて、水を用いてインクの色素を分離。

① 固体から直接気体になる変化。ドライアイスやヨウ素などは昇華しやすい。

② ろ紙を用いた場合を特に**ペーパークロマトグラフィー**という。



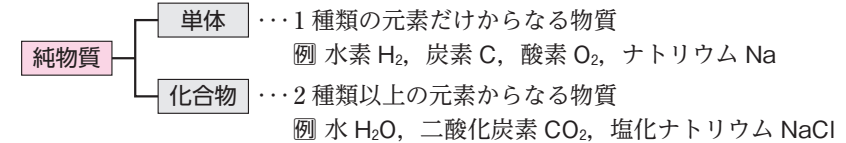
## 2 物質を構成する元素

1. **元素** 物質を構成する基本的な成分。118種類存在する。元素のラテン語名などの頭文字や、それに小文字をかき添えた**元素記号**で表される。元素は、原子の種類を表す。

**Na**  
1文字目 2文字目は大文字  
は小文字  
元素記号

例 水素 H, 炭素 C, 酸素 O, ナトリウム Na, 塩素 Cl

### 2. 単体と化合物



3. **同素体** 同じ元素からなる単体で、性質が異なるものを**同素体**という。

元素	同素体の例
硫黄 S	斜方硫黄, 単斜硫黄, ゴム状硫黄
炭素 C	ダイヤモンド, 黒鉛, フラーレンなど
酸素 O	酸素, オゾン
リン P	黄リン, 赤リン

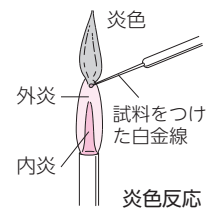
**クローズアップ**  
同素体は、**同じ元素**からなる**単体**  
同素体の例として、SCOP(スコープ)は確実に覚えておこう。

### 4. 成分元素の確認

(a) **炎色反応** 物質を炎の中に入れたとき、元素に特有の発色が見られる現象。

**クローズアップ** 炎色反応  
次の元素の炎色は覚えておこう。

Li	Na	K	Ca	Sr	Ba	Cu
リチウム	ナトリウム	カリウム	カルシウム	ストロンチウム	バリウム	銅
赤色	黄色	赤紫色	橙赤色	赤(紅)色	黄緑色	青緑色



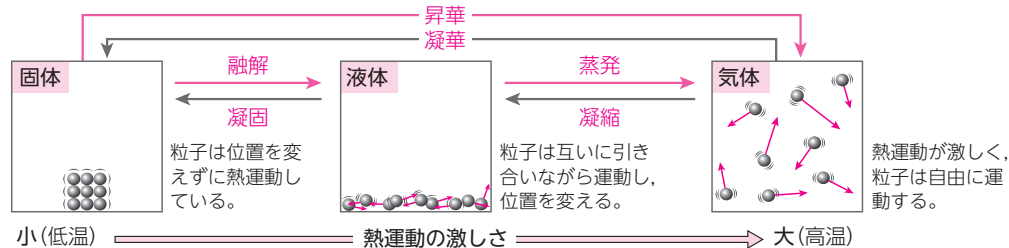
(b) **沈殿の生成や色の変化を伴う反応**

元素	方法	結果
炭素 C	二酸化炭素 CO <sub>2</sub> に変えたのち、石灰水に通じる。	白濁する(炭酸カルシウム CaCO <sub>3</sub> が生成)。
水素 H	水 H <sub>2</sub> O に変えたのち、硫酸銅(II)無水塩 CuSO <sub>4</sub> (白色)に触れさせる。	青色に変化する(硫酸銅(II)五水和物 CuSO <sub>4</sub> ・5H <sub>2</sub> O が生成)。
塩素 Cl	硝酸銀 AgNO <sub>3</sub> 水溶液を加える。	白色沈殿を生じる(塩化銀 AgCl が生成)。

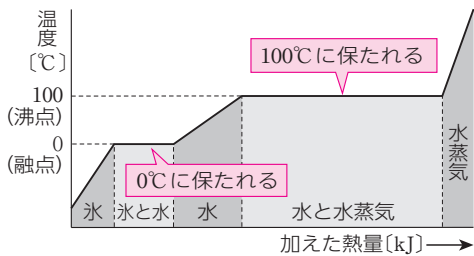


### 3 物質の三態と熱運動

- 熱運動** 構成粒子の振動や直進などの運動。熱運動は気体状態が最も激しい。また、同じ状態でも温度が高いほど熱運動は激しく、粒子のもつエネルギーは大きい。
- 物質の三態** 構成粒子の集合状態の違いによる、固体、液体、気体の3つの状態。
- 状態変化** 温度や圧力の変化で起こる三態間の変化。状態変化は**物理変化**である。



- 加熱による水の状態変化** 一定量の水に一定量の熱量を加え続けたときの温度変化(下図)。



**クローズアップ**

0°Cに保たれる⇒氷を構成する水分子の規則正しい配列をくずすためだけに熱が使われる。  
100°Cに保たれる⇒水分子を蒸発させるためだけに熱が使われる。

#### クローズアップ +α 絶対温度 発展

−273.15°Cですべての粒子の熱運動が停止し、この温度を**絶対零度**という。熱運動の激しさを表す尺度として、絶対零度を0とした温度である**絶対温度**が用いられる。単位：ケルビン(記号 K)

### Check 次の文中の( )に適切な語句、元素記号、数字を入れよ。

- 1種類の物質だけからなる物質を(ア)という。一方、空気や海水のように2種類以上の物質が混じり合っていてできている物質を(イ)という。
- 物質を構成する基本的な成分を(ウ)といい、元素記号で表される。たとえば、水素は(エ)、鉄は(オ)となる。
- 水素や酸素のように1種類の元素からなる物質を(カ)という。水や二酸化炭素のように2種類以上の元素からなる物質を(キ)という。
- 物質を炎に入れたとき、その成分元素に特有の発色が見られる現象を(ク)という。
- 物質には固体・液体・気体の3つの状態があり、これらを物質の(ケ)という。また、(ケ)間の変化を(コ)変化という。

- (ア) 純物質  
(イ) 混合物
- (ウ) 元素  
(エ) H  
(オ) Fe
- (カ) 単体  
(キ) 化合物
- (ク) 炎色反応
- (ケ) 三態  
(コ) 状態

### 基本例題 1 混合物の分離

関連問題 5

次の(1)～(4)の分離・精製を行うために最も適当な操作を下から選び、記号で答えよ。

- 塩化ナトリウム水溶液から水を分離する。
- 砂の混じった塩化ナトリウム水溶液から砂を分離する。
- 少量の硫酸銅(Ⅱ)五水和物を含む硝酸カリウムを精製する。
- ヨウ素と砂の混合物から、ヨウ素だけを取り出す。  
(ア) ろ過 (イ) 昇華法 (ウ) 蒸留 (エ) 再結晶

**解説** (1) 塩化ナトリウム水溶液を加熱すると、水は水蒸気になる。これを冷却すると、再び液体の水にもどる。このとき、塩化ナトリウムは蒸発しないので、水だけを取り出すことができる。  
(2) 混合物をろ過すると、水に溶けない砂がろ紙に残る。  
(3) 混合物を熱水に溶かしたのち冷却すると、溶解度の変化の大きい硝酸カリウムが析出する。硫酸銅(Ⅱ)は少量なので、水に溶けたままである。  
(4) ヨウ素は昇華しやすく、砂は昇華しにくいので、昇華法によって分離できる。

#### アドバイス

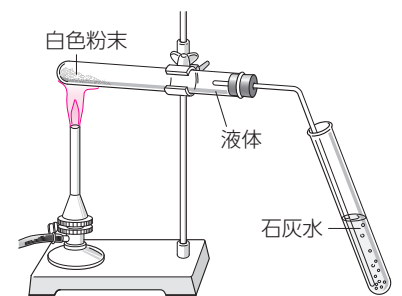
混合物の分離・精製には、ろ過、蒸留、分留、再結晶、昇華法、抽出、クロマトグラフィなどがある。具体例を通して操作法や原理などを理解しておくこと。

**解答** (1) (ウ) (2) (ア) (3) (エ) (4) (イ)

### 基本例題 2 構成元素の確認

関連問題 7, 8

ある白色粉末がある。この粉末の一部を水に溶かし、  
①炎色反応を調べると、炎は黄色を示した。次に、残りの粉末を、図のように加熱すると、気体が発生し、  
②生じた気体を石灰水に通じると白濁した。また、試験管の口付近に③生じた液体を硫酸銅(Ⅱ)無水塩に滴下すると青色に変化した。



- 下線部②の気体、③の液体はそれぞれ何か。
- 下線部①～③で確認できる元素を、次から選べ。  
Na K H C Cl

**解説** (1) 下線部②で、石灰水を白濁させるので、その気体は二酸化炭素  $\text{CO}_2$  である。③で、硫酸銅(Ⅱ)無水塩(白色)を青色に変えるのは水  $\text{H}_2\text{O}$  である。  
(2) 下線部①の炎色反応で黄色を呈するのはナトリウム Na である。下線部②で生じた気体は二酸化炭素であり、炭素 C が確認できる。下線部③で生じた液体は水であり、水素 H が確認できる。

**解答** (1) 気体：二酸化炭素 液体：水  
(2) ① Na ② C ③ H

#### アドバイス

構成元素は、炎色反応による炎の色、石灰水の白濁(炭素 C)、硫酸銅(Ⅱ)無水塩の青変(水素 H)、硝酸銀水溶液による白色沈殿の生成(塩素 Cl)などで確認できる。

**基本問題**

知識

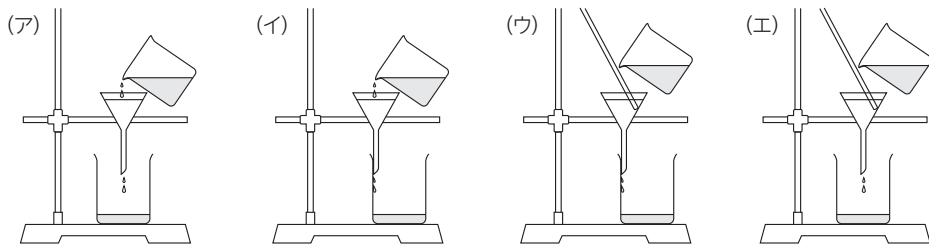
1 **混合物・単体・化合物** 次の(ア)～(コ)の物質について、下の各問いに答えよ。

- (ア) 酸素 (イ) 二酸化炭素 (ウ) 空気 (エ) 塩酸  
 (オ) 海水 (カ) 石油 (キ) 黒鉛 (ク) アンモニア  
 (ケ) 鉄 (コ) 塩化ナトリウム

- (1) 混合物をすべて選び、記号で記せ。  
 (2) 単体をすべて選び、記号で記せ。  
 (3) 化合物をすべて選び、記号で記せ。

知識実験

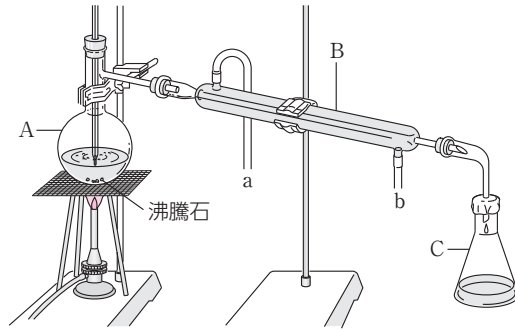
2 **ろ過** ろ過の方法として最も適当なものを、次の(ア)～(エ)のうちから選べ。



知識実験

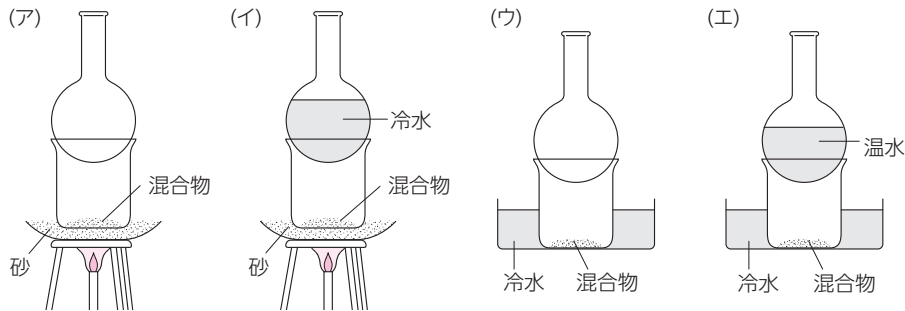
3 **蒸留** 図は、蒸留によって海水から水を分離する実験装置である。

- (1) 図中の A～C の器具の名称を記せ。  
 (2) 図には、不適当な部分が 1 か所ある。どこをどのようにすればよいか。  
 (3) 冷却水を流す方向は、次のどれが正しいか。記号で記せ。  
 (ア) a から b (イ) b から a  
 (4) 沸騰石を入れる理由を簡潔に記せ。



知識実験

4 **昇華法** 塩化ナトリウムが混ざったヨウ素がある。これをビーカーに入れ、昇華法によってヨウ素を分離したい。実験装置として最も適当な図を選べ。



知識

5 **混合物の分離** 次の(1)～(4)の操作と関連する分離法の名称を下から選び、記号で答えよ。

- (1) 少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムから純粋な硝酸カリウムを得る。  
 (2) 液体にした空気の色をゆっくりと上げていき、窒素と酸素を分離する。  
 (3) 水性のサインペンのインクをろ紙の下端に付けて水に浸し、含まれる色素を分離する。  
 (4) 紅茶の茶葉に熱湯を加え、含まれる成分を湯に溶かし出す。  
 (ア) 分留 (イ) 再結晶 (ウ) 抽出 (エ) クロマトグラフィー

知識

6 **同素体** 互いに同素体の関係にある組み合わせを、次のうちから 2 つ選べ。

- (ア) 水と水 (イ) 一酸化炭素と二酸化炭素 (ウ) 赤リンと黄リン  
 (エ) 鉛と亜鉛 (オ) 酸素とオゾン (カ) 水と過酸化水素

知識

7 **炎色反応** 次の元素を含む物質が示す炎色反応の色を下から選び、それぞれ記号で答えよ。

- (1) リチウム Li (2) ナトリウム Na (3) カリウム K  
 (4) カルシウム Ca (5) 銅 Cu  
 (ア) 黄色 (イ) 赤色 (ウ) 赤紫色 (エ) 青緑色 (オ) 橙赤色

思考

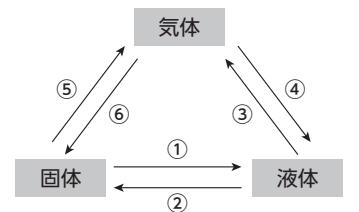
8 **成分元素の検出** 次の(1)～(4)の文章から下線部の物質に含まれると推定される元素はそれぞれ何か。成分元素の名称を記せ。ただし、(4)については、考えられる元素をすべて記せ。

- (1) メタンを燃焼させると気体が発生し、生じた気体を石灰水に通じると白濁した。  
 (2) みそ汁が吹きこぼれたとき、ガスの炎の色が黄色になった。  
 (3) 食塩水に硝酸銀水溶液を加えると、白色の沈殿が生じた。  
 (4) 重曹を、空気を遮断して加熱したところ、気体と液体が生じた。気体を石灰水に通じたところ、白濁し、生じた液体を硫酸銅(II)無水塩に触れさせたとところ青くなった。反応後に残った固体を水に溶かして、白金線の先を浸してガスバーナーの外炎にかざしたところ、黄色い炎が観測された。

知識

9 **物質の三態** 図は、物質の三態と三態間の状態変化の関係を示したものである。次の各問いに答えよ。

- (1) 図中の①～⑥の状態変化の名称をそれぞれ記せ。  
 (2) ⑤の変化を生じやすい物質を 1 つ、物質名で記せ。  
 (3) 物質の三態のうち、熱運動の最も激しい状態はどれか。



思考

10 **状態変化** 次の(1)～(5)の記述に最も関連のある状態変化は何か。それぞれ名称を記せ。

- (1) 水を室温で放置しておくと、とけて水になった。  
 (2) 寒い戸外から暖かい部屋に入ると、眼鏡がくもった。  
 (3) アイスクリームを入れた箱にあったドライアイスが小さくなっていた。  
 (4) 冷凍庫の製氷皿に水でぬれた指で触れると、指が氷にくっついた。  
 (5) 朝に干した洗濯物が、昼過ぎには乾いていた。



### 標準例題 1 元素と単体

関連問題 15

次の文中の下線部の名称が、「元素」の意味で用いられているものを3つ選び、記号で記せ。

- (ア) 水や塩化水素には水素が含まれる。
- (イ) 水素と酸素を反応させると、水を生じる。
- (ウ) 人間の血液中には、鉄が含まれている。
- (エ) 負傷者が酸素吸入を受けながら、救急車で運ばれていった。
- (オ) 地殻の約46%は、酸素からできている。

**解説** (ア) 水  $H_2O$  は水素 H と酸素 O、塩化水素  $HCl$  は水素 H と塩素 Cl からなる化合物である。下線部は物質を構成する成分としての水素を表しており、元素である。  
 (イ) 水は、 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  の反応で、気体の水素  $H_2$  と酸素  $O_2$  から生じる。この水素は具体的な物質を表し、単体である。  
 (ウ) 血液には、鉄元素を含むヘモグロビンが含まれており、金属の鉄そのものが含まれるのではない。したがって、元素である。  
 (エ) 酸素吸入の酸素は、酸素  $O_2$  の気体を表し、単体である。  
 (オ) 地殻を構成する成分としての酸素を表しており、元素である。地殻中に気体の酸素  $O_2$  が46%含まれているのではない。

#### アドバイス

元素と単体は同じ名称でよばれることが多く、注意が必要。  
**元素**…物質を構成する基本的な成分を表す。  
**単体**…実際に存在する具体的な性質をもつ物質を表す。  
 「気体の〜」「金属の〜」などを名称の前につけても意味が通じるなら単体。

**解答** (ア), (ウ), (オ)

### 標準問題

知識

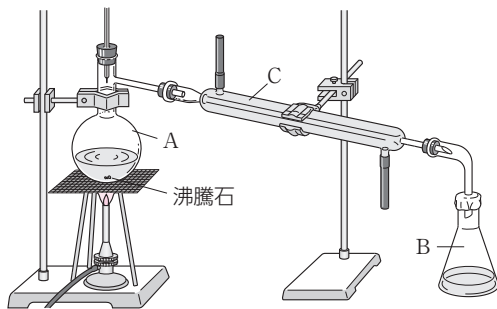
**11 物質の分類** 次の a, b にあてはまるものを①～⑥のうちから1つずつ選べ。

- a 純物質であるもの (15 センター追試)  
 ① 石油 ② オリーブ油 ③ セメント ④ 炭酸水 ⑤ 空気 ⑥ ドライアイス
- b 単体でないもの (15 センター本試 改)  
 ① 黒鉛 ② 単斜硫黄 ③ 水銀 ④ 赤リン ⑤ オゾン ⑥ 水

思考実験

**12 蒸留装置** 図の蒸留装置を用いて、塩化ナトリウム水溶液から蒸留水を得た。次の文中の下線部の記述が正しいものを1つ選べ。

- ① 温度計は、器具 A の液体の中に差しこむ方がよい。
- ② 沸騰石は、器具 A の中の液が急激に沸騰するように入れてある。
- ③ 器具 A の中に入れる液体の量は、半分以下が適当である。
- ④ 蒸留水を集めるときは、器具 B を密栓しなければならない。
- ⑤ 冷却器 C に入れる水は、上から下に向かって流す。



(15 中村学園大)

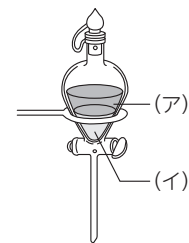
**13 身のまわりの化学** 下線をつけた操作が、目的のための操作として誤りを含むものすべてを選べ。

- ① ガソリンを取り出すために、原油をろ紙でろ過した。
- ② コーヒーをいれるために、粉碎したコーヒー豆にお湯を注いで抽出した。
- ③ 洋服を害虫から守るために、タンスの中でナフタレンからできている防虫剤を昇華させた。
- ④ 純粋な水を取り出すために、海水を蒸留した。
- ⑤ 飲料水を冷やす水をつくるために、水を分留した。

(20 駒沢大)

思考実験

**14 ヨウ素の分離** 無色のヨウ化カリウム水溶液にヨウ素を溶かすと、褐色の溶液となった。この溶液を図のガラス器具に入れ、水と溶けあわないヘキサン(密度  $0.65 \text{ g/cm}^3$  の液体)を加えてよく振ったのち静置すると、上層が濃い赤紫色、下層が薄い褐色になった。ただし、この操作でヨウ化カリウムは水溶液から移動しない。



- (1) この分離操作を何というか。また、このガラス器具の名称を記せ。
- (2) ヘキサン層は、図中の(ア)、(イ)のいずれか。
- (3) ヨウ素は、ヨウ化カリウム水溶液とヘキサンのどちらにより溶けやすいと言えるか。

思考

**15 元素と単体** 次の文中の下線部は、「元素」、「単体」のいずれの意味で用いられているか。

- (1) 水を電気分解すると、水素と酸素に分解される。
- (2) メタンは、水素と炭素を成分として含む化合物である。
- (3) アルミニウムは、ボーキサイトから生成される。
- (4) アンモニアは、窒素と水素を反応させてつくられる。
- (5) カルシウムは、歯や骨に多く含まれる。

(15 長野保健医療大 改)

思考実験

**16 物質の構成元素** 未知の物質 X に含まれる元素を調べるために次の実験を行った。物質 X に含まれる元素の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥から選べ。

実験 1 物質 X を水に加えてすべてを溶解した。この水溶液を、白金線につけてガスバーナーの外炎に入れたところ、赤紫色の炎になった。

実験 2 物質 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。

- ① Li と C ② Li と H ③ K と H
- ④ K と Cl ⑤ Ca と Cl ⑥ Ca と C

知識グラフ

**17 状態変化** 図は、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで、水を加熱したときの時間と温度の関係を示したものである。

- (1) A ~ E ではそれぞれどのような状態か。  
 (ア) 気体 (イ) 液体 (ウ) 固体  
 (エ) 固体と液体 (オ) 液体と気体
- (2)  $T_1$ ,  $T_2$  の温度を何というか。また、それぞれ何°Cか。
- (3) B で起きている状態変化の名称を記せ。
- (4) A ~ E の状態で、熱運動が最も激しいのはどれか。

