

## 物質の構成

思考



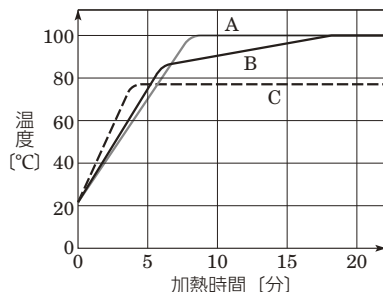
**1 純物質・混合物の沸点** 図は水、エタノール、水とエタノールの混合物を加熱したときの、加熱時間と温度の関係を表したものである。次の問いに答えよ。

(1) 図のA・B・Cは水、エタノール、混合物のどれを示したもののか。

A [ ], B [ ], C [ ]

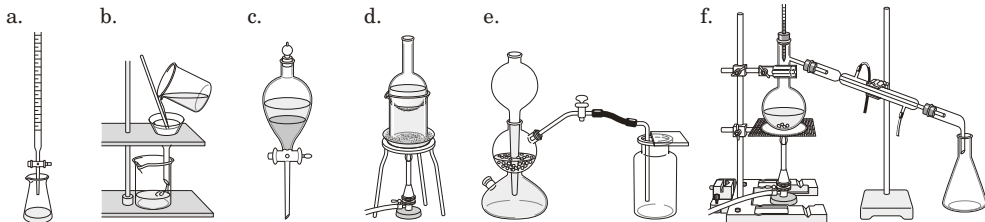
(2) 図で加熱時間が18分を過ぎた後、Bを加熱している容器に含まれると考えられる物質は何か。理由とともに答えよ。

[ ]



知識

**2 分離の方法** 図のa～fは、いろいろな実験器具を用いた装置図である。次の問いに答えよ。



(1) 次の分離操作①～③を行うときに用いる実験器具として適するものをa～fから1つ選べ。

①海水から純水を取り出す。 [ ]

②ガラス片の混じったヨウ素  $I_2$  からヨウ素を取り出す。 [ ]

③ヨウ素とヨウ化カリウム KI の水溶液からヨウ素を取り出す。 [ ]

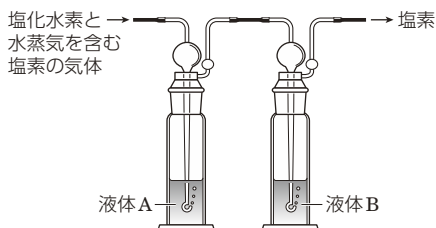
(2) c. の実験器具を何というか。 [ ]

知識



**3 不純物の除去法** 次の文章を読み、問いに答えよ。

実験室で塩素  $Cl_2$  を発生させたところ、得られた気体には、不純物として塩化水素  $HCl$  と水蒸気が含まれていた。図のような装置で、2つのガラス容器(洗気びん)に液体Aと液体Bを入れ、順次この気体を通すことで不純物を取り除き、塩素のみを得た。これらのガラス容器に入れた液体Aと液体Bは濃硫酸と水のいずれかである。ただし、濃硫酸は気体から水蒸気を除くために用いた。また、塩化水素は水に溶けやすく、塩素は一部が水と反応する性質をもつ。



(1) 液体Aと液体Bはそれぞれ何か。 A [ ], B [ ]

(2) 液体Aと液体Bの容器を入れ替えると、不純物の一方をきちんと取り除くことができなくなる。それは何か。 [ ]

思考

4 実験方法の検討 砂，食塩，ヨウ素の混ざったものから，それぞれを分ける方法を検討して記述せよ。ただし，「純水」，「加熱」，「ろ過」の語を使うこと。

知識

5 元素と単体 次の記述の下線部の語は，それぞれ元素と単体のどちらの意味で使われているか。

- (1) 液体にした空気から窒素を分離する。 [ ]
- (2) 牛乳にはカルシウムが豊富に含まれている。 [ ]
- (3) オゾンは酸素の同素体である。 [ ]
- (4) ナトリウムと水を反応させると，水酸化ナトリウム NaOH と水素  $H_2$  ができる。 [ ]
- (5) 食塩水を電気分解すると塩素が発生する。 [ ]
- (6) ワカメやひじきなどの海藻にはヨウ素が多く含まれている。 [ ]

知識

6 単体と化合物 次の各物質を a ～ c に分類して，記号で答えよ。

- (1) 水 [ ] (2) 二酸化炭素 [ ] (3) 塩酸 [ ]
- (4) アルゴン [ ] (5) エタノール [ ] (6) 金 [ ]
- (7) 石灰水 [ ] (8) 塩素 [ ]
- a. 単体    b. 化合物    c. 混合物

知識

7 同素体 同素体に関する次の問いに答えよ。

- (1) 同素体とは何か。簡潔に説明せよ。  
[ ]
- (2) 次の a ～ f から，同素体であるものの組み合わせをすべて選べ。  
a. 酸素とオゾン    b. 黒鉛と亜鉛    c. 黄リンと赤リン  
d. 一酸化炭素と二酸化炭素    e. 斜方硫黄と単斜硫黄    f. 銀と銅  
[ ]

知識

8 同素体の特徴 次の同素体に関する記述のうち，誤りを含むものを a ～ d から 1 つ選べ。

- a. 同素体どうしは，温度・圧力の変化で互いに移り変わることがある。
- b. 同素体は，化学的性質は同じであるが，物理的性質が異なる。
- c. 同素体は，単体にだけ存在し，化合物には存在しない。
- d. 酸素とオゾンは同素体である。
- [ ]

知識

9 成分元素の検出 次の操作で検出できる元素は何か。元素記号で答えよ。

- (1) 炭酸水素ナトリウムを加熱し、生じた気体を石灰水に通じたところ、白濁した。  
[ ]
- (2) 水溶液を白金線につけて、ガスバーナーに入れたところ、炎の色が青緑色になった。  
[ ]
- (3) 水溶液に硝酸銀水溶液を加えたところ、白色沈殿を生じた。  
[ ]
- (4) 炭酸水素ナトリウムを加熱し、生じた液体を硫酸銅(Ⅱ)無水物の白色結晶につけたところ、青色に変化した。  
[ ]

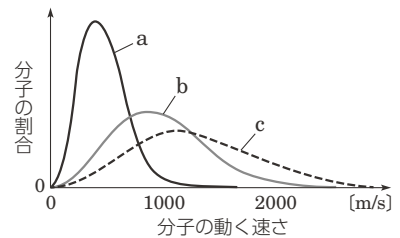
思考

化学  
グラフ

10 熱運動 図は気体の窒素分子の速さの分布である。次の問いに答えよ。

- (1) 次の文章の [ア] ~ [エ] にあてはまる語句を答えよ。

温度が高くなると、速く動く気体分子の割合が [ア] くなるので、分子の平均の速さは [イ] くなるが、すべての分子が同じ [ウ] をもっているわけではない。また、分子は温度が [エ] いほど、速く拡散する。



ア[ ], イ[ ]  
ウ[ ], エ[ ]

- (2) 最も温度が高いのはグラフ a ~ c のどれか。  
[ ]

思考

化学

11 絶対温度 物質の温度は日常生活で使っているセルシウス温度だけでなく、絶対温度で表すこともある。次の問いに答えよ。

- (1) 次の温度はそれぞれ何 K か。

①  $-273^{\circ}\text{C}$  [ ]    ②  $0^{\circ}\text{C}$  [ ]    ③  $15^{\circ}\text{C}$  [ ]  
④  $27^{\circ}\text{C}$  [ ]    ⑤  $100^{\circ}\text{C}$  [ ]

- (2) 次の温度はそれぞれ何  $^{\circ}\text{C}$  か。

①  $0\text{ K}$  [ ]    ②  $100\text{ K}$  [ ]    ③  $273\text{ K}$  [ ]  
④  $310\text{ K}$  [ ]    ⑤  $2000\text{ K}$  [ ]

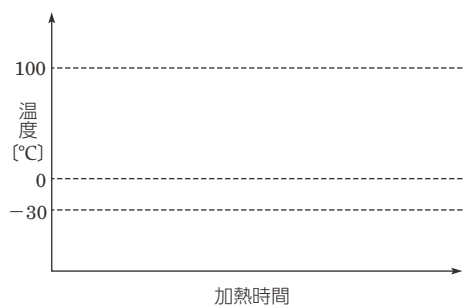
思考

グラフ

12 状態変化と温度変化  $-30^{\circ}\text{C}$ の氷を穏やかに加熱すると、途中で水に変化し、さらに加熱を続けると、沸騰してすべて水蒸気となった。次の問いに答えよ。

- (1)  $-30^{\circ}\text{C}$ の状態から沸騰が終わるまでの加熱時間と温度の関係を、右の図に概形で表せ。ただし、図中の  $100^{\circ}\text{C}$ と  $0^{\circ}\text{C}$ の破線は、それぞれ状態が変化する温度を示している。

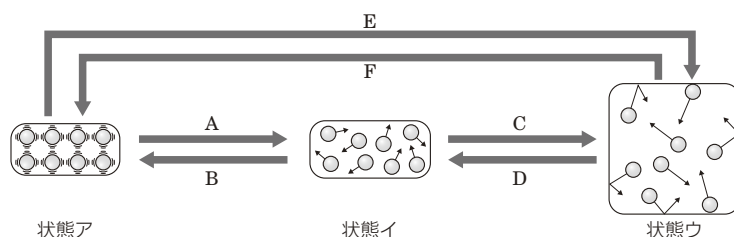
- (2) グラフの傾きが変わる点から次に傾きが変わる点までの物質の状態を、次の a ~ d からそれぞれ選び、(1)でかいたグラフの該当するところに記号で書き込め。



- (3) グラフの傾きが0になるのは物質の状態が(2)のa～dのどのときか。2つ選べ。また、そのときに起きている現象と、そのときの温度のことをそれぞれ何というか。

②記号[ ], 現象[ ], 温度[ ]

**13 熱運動と状態変化** 図は物質の状態変化を模式的に示したものである。次の問いに答えよ。

$$\mathbf{E}[\quad] \quad \mathbf{F}[\quad]$$


(3) 粒子の熱運動が最も穏やかなのは状態ア～ウのどれか。 [                      ]

(4) 寒い日に部屋の窓ガラスの内側に水滴がつき、くもった。この現象は A ~ F のどれに関連しているか。1 つ選べ。

[ ]

## 物質の構成の解答

- 1 (1) A : 水 B : 混合物 C : エタノール  
(2) 水だと考えられる。18 分以降の B の温度は水の沸点であるから。

**指針** グラフの傾きが変化したところから沸騰が始まる。また純物質の沸点は一定で、混合物の沸点は一定ではない。

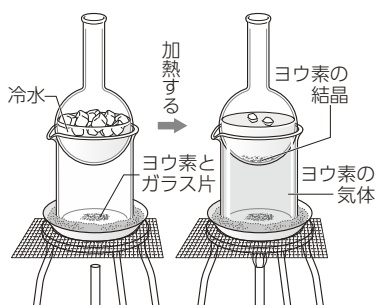
**解説** (1) 水の沸点が  $100^{\circ}\text{C}$  なので A, もう 1 つの純物質であるエタノールが C, 沸点の温度が変化している B は混合物とわかる。

(2) B の混合物を沸騰させ続けると、沸点が低いエタノールのほうが先に多く蒸発し、混合物中の水の割合が大きくなり、やがてほぼ水だけが残る。

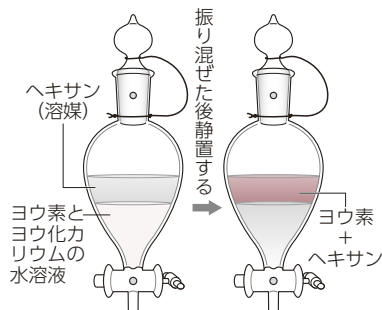
- 2 (1) ① f ② d ③ c (2) 分液ろうと

**指針** 分離に使う器具と、その方法を確認しよう。

**解説** (1) ① 海水から純水を取り出す方法は蒸留。  
② ガラス片の混じったヨウ素  $\text{I}_2$  を分離する方法は昇華法。



③ ヨウ化カリウム  $\text{KI}$  水溶液に溶けたヨウ素は、ヘキサンなどの有機溶媒で抽出する。



(2) 混ざり合わない 2 種類の溶媒を使って抽出するときは、分液ろうとを使う。

- 3 (1) A : 水 B : 濃硫酸 (2) 水 (水蒸気も可)

**指針** 濃硫酸、塩化水素や塩素の性質など問題に与えられた条件をもとに考えてみよう。

**解説** (1)(2) A が水で、B が濃硫酸の場合、まず、水に一番溶けやすい塩化水素  $\text{HCl}$  が溶けて除去できる。水蒸気は水と接して液体に戻るが、再び蒸発して水蒸気として塩素  $\text{Cl}_2$  とともに次のガラス容器に移動する。次に、B の濃硫酸により水蒸気を取り除かれると、塩素

のみを取り出すことができる。

A と B を入れ替えた場合、A で水蒸気が除去され、B には塩素と塩化水素が移動する。B の水に塩化水素が溶けて除去されるが、B の水がわずかに蒸発するので、水蒸気も混ざった塩素が出てくることになる。

- 4 はじめに混合物を加熱して、昇華によりヨウ素を取り出す。次に残ったものに純水を加えてろ過を行い、砂を取り出す。最後に、残ったろ液を蒸留して、(または、蒸発皿に入れて加熱して水分を蒸発させて、) 食塩を取り出す。

**指針** できるだけ他の物質(ここでは水)が増えないように分けられる順番を考えてみよう。

**解説** はじめに純水を加えると、ヨウ素  $\text{I}_2$  もわずかに水に溶けて食塩とともにろ液中に残ってしまう。

- 5 (1) 単体 (2) 元素 (3) 元素 (4) 単体 (5) 単体 (6) 元素

**指針** 「元素」は成分を表し、「単体」は物質そのものを表す。

**解説** (1) 分離した「窒素」は物質そのものである。  
(2) 含まれている「カルシウム」は成分である。  
(3) オゾンは「酸素」という元素(成分)の同素体である。(「オゾンと酸素は互いに同素体である。」としたときの「酸素」は単体の意味で用いられている。)  
(4) 「ナトリウム」は反応に使われているので物質である。  
(5) 発生する「塩素」は物質である。  
(6) 含まれている「ヨウ素」は成分である。

- 6 (1) b (2) b (3) c (4) a (5) b (6) a (7) c (8) a

**指針** 単体・化合物はともに「純物質」なので、1 つの化学式で表せるが、混合物は 1 つの化学式では表せない。

**解説** それぞれの物質が化学式で表せるかを考えて、1 種類の元素からなるものであれば「単体」、2 種類以上の元素からできていれば「化合物」、1 つの化学式では表せないものが「混合物」と考える。

- (1)  $\text{H}_2\text{O}$  (2)  $\text{CO}_2$  (3) 塩化水素  $\text{HCl}$  の水溶液  
(4)  $\text{Ar}$  (5)  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (6)  $\text{Au}$   
(7) 水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の水溶液 (8)  $\text{Cl}_2$

- 7 (1) 同じ 1 種類の元素からなる性質の異なる単体  
どうしのこと。  
(2) a, c, e

**指針** 「同じ」元素からなる単「体」が同素体で、同素体が存在する代表的な元素は S, C, O, P である。

**解説** (2) 化学式で表してみると、違いがわかりやすくなるものもある。例えば、b は C と Zn となり、同素体ではないことがわかる。d は  $\text{CO}$  と  $\text{CO}_2$ , f は Ag と Cu。

8 b

**指針** 同じ1種類の元素からなる性質の異なる単体どうしが同素体である。

**解説** 「化学的性質」とは、他の物質と反応するとき何が生じるかや、反応のしやすさといった性質で、「物理的性質」とは、融点や沸点、密度や色などのことを指す。

9 (1) C (2) Cu (3) Cl (4) H

**指針** 代表的な「成分元素の検出方法」を確認しよう。

**解説** (1) 石灰水を白濁させる気体は二酸化炭素  $\text{CO}_2$  なので、生じた気体に炭素 C または酸素 O が含まれていることになる。しかし、そのうち酸素は、空気中のものが反応したことによって二酸化炭素が生じていることもあり、もとの物質に酸素が含まれていたとは言い切れない。したがって、この方法で検出できる元素は炭素 C である。

(2) 炎色反応で炎の色が青緑色を示す元素は銅 Cu である。

(3) 硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  水溶液を加えて生じる白色沈殿は塩化銀  $\text{AgCl}$  で、硝酸銀水溶液中の銀イオン  $\text{Ag}^+$  と、それを加えた水溶液中の塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  により生成する。このことから、水溶液には塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  が含まれていることがわかり、元素としては塩素 Cl を検出できる。

(4) 硫酸銅(II)無水物  $\text{CuSO}_4$  を青色に変える液体は水  $\text{H}_2\text{O}$  なので、生じた液体には水素 H または酸素 O が含まれていることになる。しかし、酸素は空気中のものが反応していることもあり、もとの物質に酸素が含まれていたとは言い切れない。したがって、この方法で検出できる元素は水素である。

10 (1) ア:多 イ:速 ウ:速さ エ:高 (2) c

**指針** 温度が高いほど分子の動く平均の速さが速くなる。

11 (1) ① 0 K ② 273 K ③ 288 K ④ 300 K

⑤ 373 K

(2) ①  $-273^\circ\text{C}$  ②  $-173^\circ\text{C}$  ③  $0^\circ\text{C}$  ④  $37^\circ\text{C}$

⑤  $1727^\circ\text{C}$

**指針** 絶対温度  $T$  とセルシウス温度  $t$  の関係は  $T(\text{K}) = 273 + t(^{\circ}\text{C})$  である。

**解説** (1) ①  $T = 273 + (-273) = 0 \text{ K}$

②  $T = 273 + 0 = 273 \text{ K}$  ③  $T = 273 + 15 = 288 \text{ K}$

④  $T = 273 + 27 = 300 \text{ K}$  ⑤  $T = 273 + 100 = 373 \text{ K}$

(2) ①  $0 = 273 + t$  よって、 $t = 0 - 273 = -273^\circ\text{C}$

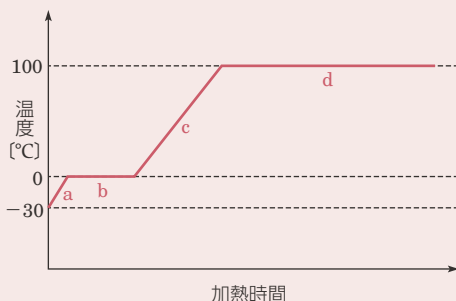
②  $100 = 273 + t$  よって、 $t = 100 - 273 = -173^\circ\text{C}$

③  $273 = 273 + t$  よって、 $t = 273 - 273 = 0^\circ\text{C}$

④  $310 = 273 + t$  よって、 $t = 310 - 273 = 37^\circ\text{C}$

⑤  $2000 = 273 + t$  よって、 $t = 2000 - 273 = 1727^\circ\text{C}$

12 (1) (2)



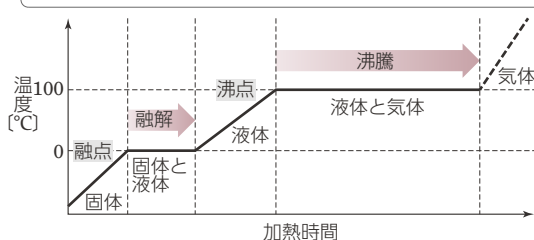
(3) ① 記号: b 現象: 融解 温度: 融点

② 記号: d 現象: 沸騰 温度: 沸点

(①, ②は順不同)

(4) 加えた熱が状態変化に使われているため温度が変化しない。

**指針** 純物質では、状態変化が起こっている間は温度が一定に保たれる。




**解説** (1)(2) 純物質を加熱すると、それぞれの状態のときは温度が上昇するが、状態変化が起こり始めると、温度は一定になり、2つの状態が共存した状態になる。

(3) 水(氷)は  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとでは、融解は  $0^\circ\text{C}$  で起こり、沸騰は  $100^\circ\text{C}$  で起こる。固体が融解するときの温度を融点、液体が沸騰するときの温度を沸点という。問題に圧力の条件が与えられていないときは、通常  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとであると考えてよい。

(4) 固体は、粒子が引力により集合して互いに位置を変えることができない状態であるが、加熱により熱運動が大きくなると、次第に粒子間の距離が大きくなり、粒子間の引力が弱まる。すると、粒子どうしが互いに位置を変えることができるようになる。この状態が液体である。固体が液体に状態変化している間に加えられている熱は、粒子間の距離を大きくしたり、互いの引力を弱めることに使われている。

液体から気体への変化(蒸発)は液体の表面で起こり、加えられた熱は粒子間の距離をより大きくし、互いの引力もほとんど働かない状態にすることに使われている。沸騰が起こっているときは、液体の内部でも粒子間の距離が大きくなり、気体になった粒子がうまれている。

**13** (1)A：融解 B：凝固 C：蒸発 D：凝縮  
E：昇華 F：凝華  
(2)ウ (3)ア (4)D

 **指針** 各状態での構成粒子は、固体：「位置を変えず集合している」、液体：「位置を変えて集合している」、気体：「集合せず飛びまわっている」。

**解説** (1)(2) 図から、アが固体、イが液体、ウが気体の状態を表しているとわかる。

(3) 固体の状態が最も熱運動が穏やかである。

(4) 室内の空気に含まれる水蒸気が冷たい窓ガラスに触れて冷やされると、凝縮して水になる。それが集まって水滴になる。