

1 混合物と純物質

●●● チェックポイント ●●●

1 混合物と純物質

(1) 混合物

2種類以上の物質が混ざりあったもの。

(2) 純物質

単一の物質からできているもの。

2 混合物の分離と精製

(1) 分離

混合物から純物質を取り出す操作。

(2) 精製

不純物を含む物質の純度を高める操作。

3 分離と精製の方法

(1) ろ過

液体と固体の混合物から、ろ紙などを用いて液体から固体を分離する操作。



■混合物の例

海水、水溶液、不純物を含んだ物質など

■純物質の例

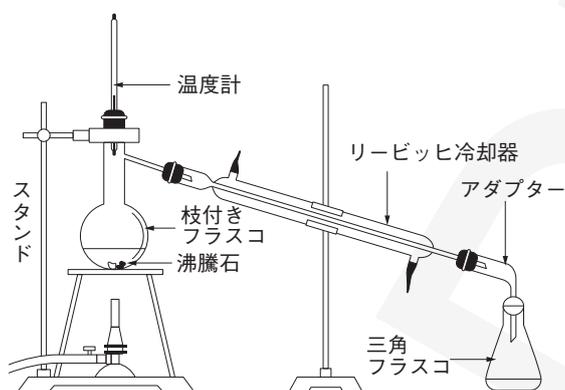
水素 H_2 、酸素 O_2 、水 H_2O 、二酸化炭素 CO_2 など

(2) 蒸留・分留

液体を含む混合物を加熱して沸騰させ、発生した気体を冷却することで、混合物中の沸点の低い純物質を分離する操作。

蒸留のうち、沸点の異なる液体どうしの混合物を加熱して、沸点の低い方の物質を気体にして分離する操作を**分留**という。分留は、原油からガソリンや灯油などを分離するときなどに用いられる。

・蒸留装置の例



(3) 再結晶

不純物を含む固体を液体に溶かして、温度による溶解度の変化を利用して純物質の結晶を得る操作。

(4) 昇華による精製

ヨウ素やナフタレンなど、昇華しやすい物質を含む混合物において、加熱して昇華しやすい物質をいったん気体にし、冷却して固体に戻すことで分離する操作。

(5) 抽出

溶媒に対する溶解度の差を利用して、混合物から溶媒へ特定の物質を溶かし出して分離する操作。

(6) クロマトグラフィー

ろ紙やシリカゲルなどの吸着剤において、各成分の吸着される強さの違いを利用して液体の混合物を分離する操作。

特に、ろ紙を用いる方法をペーパークロマトグラフィーという。

■溶解度

一定の質量の液体に溶ける固体の質量の最大値。

■昇華

固体が液体にならずに直接気体になる状態変化。

■溶媒

水など、混合物で固体が溶けている液体。

例題と解法

1 次のア～カを純物質と混合物に分類せよ。

- | | | |
|--------|----------|-----------------|
| ア 窒素 | イ アンモニア水 | ウ 海水 |
| エ 硫化水素 | オ ダイヤモンド | カ 純度 90% のナトリウム |

【解法】 単一の物質でできているものを純物質という。純物質には、窒素のような 1 種類の元素からなる物質（単体）と、硫化水素のように 2 種類以上の元素からなる物質（化合物）がある。

また、2 種類以上の物質が混ざりあったものを混合物という。アンモニア水のような水溶液は、アンモニアと水の混合物である。海水も水に塩化ナトリウムなどが溶けた混合物である。

単一の純粋な物質でできているものが純物質であるから、不純物を含むものは混合物である。

【解答】 純物質：ア、エ、オ 混合物：イ、ウ、カ

2 次の(1)～(3)の操作の名称を答えよ。

- (1) 砂糖水を加熱して水を水蒸気にし、水蒸気を冷却して水を分離する。
- (2) ガラス片の混じった水を、ろ紙を用いてガラス片と水に分離する。
- (3) お茶の葉に熱湯を注ぐと、お茶の葉の特定の成分が熱湯に溶け出す。

【解法】 (1) 水などの液体を含む混合物を加熱して沸騰させて、気体の状態で取り出し、冷却して液体にする操作を蒸留という。

(2) 粒子の大きさの違いを利用して、ろ紙などを用いて分離する操作をろ過という。

(3) 水などの溶媒への温度による溶解度の違いを利用して、特定の物質だけ取り出す操作を抽出という。

【解答】 (1) 蒸留 (2) ろ過 (3) 抽出

■単体と化合物

1 種類の元素からなる物質を単体、2 種類以上の元素からなる物質を化合物という。

■ダイヤモンド

炭素 C による正四面体構造をした純物質である。

3 次のア～エのうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 砂と水の混合物はろ過で水を分離できるが、塩化ナトリウム水溶液はろ過では分離できない。

イ エタノールより水のほうが沸点が低いので、エタノール水を加熱すると水が水蒸気になり、水蒸気を冷却することで分離できる。

ウ 水の温度が低いとき、硝酸銅(II)よりも硝酸カリウムのほうが水に溶けにくいので、硝酸銅(II)が少し混じった硝酸カリウムを水に溶かして、水の温度を下げると、硝酸カリウムが結晶となって生じる。

エ ヨウ素を含むヨウ化カリウム水溶液に、水よりヨウ素が溶けにくい液体を加えて混ぜると、ヨウ素を分離できる。

【解法】 ア ろ過はろ紙の繊維のすき間より大きな物質を、ろ紙でこして分離する方法である。塩化ナトリウムが水に溶けると、ろ紙の繊維のすき間より小さくなる。

イ 分留は液体どうしの混合物の沸点の差を利用する。エタノールは水より沸点が低いので、エタノール水を加熱するとエタノールが気体となって分離できる。

ウ 再結晶は物質の溶解度の差を利用する。水の温度を低くすると、硝酸銅(II)に比べて硝酸カリウムの溶解度は小さくなり、結晶が生じる。

エ 抽出は溶媒への溶解度の差を利用する。ヨウ素を含むヨウ化カリウム水溶液に、ヘキサンのような水よりヨウ素が溶けやすい液体を加えて混ぜると、ヨウ素がヘキサンに溶けて分離できる。

【解答】 イ, エ

■沸点

水が沸騰して気体になる温度。

■溶解度

一定の質量の液体に溶ける固体の質量の最大値。

■溶媒

水など、混合物で固体が溶けている液体。

基本問題

1 次のア～カを純物質と混合物に分類せよ。

- | | | | | | |
|---|-------------|---|-----|---|--------|
| ア | メタン | イ | 空気 | ウ | 水素 |
| エ | 水酸化ナトリウム水溶液 | オ | 自然塩 | カ | ドライアイス |

純物質 _____

混合物 _____

2 次の(1)～(3)の操作を行って純物質を分離するとき、分離する方法として正しいものは○、誤っているものは×と答えよ。

- (1) 石灰水から水を分離するには、ろ紙で石灰水をこす。
- (2) 原油からいくつかの成分を分離するには、各成分の沸点の差を利用する。
- (3) 不純物を含む固体のヨウ素から純粋なヨウ素を得るには、温めてヨウ素を昇華させ、気体になったヨウ素を冷却する。

(1) _____ (2) _____ (3) _____

← ヒント →

- (1) 石灰水は水酸化カルシウム水溶液であり、水酸化カルシウムが水に溶けたとき、ろ紙の繊維のすき間より小さくなる。

3 次の文章中の () にあてはまる語句を下のア～カのうちから1つずつ選び、記号で答えよ。

混合物から純物質を分離するには、さまざまな方法がある。

砂の混じった水を砂と水に分離するとき、砂と水の混合物をろ紙でこすと、ろ紙の上に砂が残る。この方法を (①) という。

塩化ナトリウムを溶かした水 (食塩水) の場合、ろ紙でこしてもろ紙の上には塩化ナトリウムは残らない。この場合、食塩水を加熱して食塩水中の水を水蒸気にし、水蒸気を冷却すると水を得ることができる。この方法を (②) という。

エタノール水のように液体どうしの混合物を分離するとき、エタノール水を加熱して水よりも沸点の低いエタノールを気体にし、気体のエタノールを冷却して液体のエタノールを得る。この方法を (②) の中でも特に (③) という。

ア ろ過

イ 再結晶

ウ 蒸留

エ 分留

オ 昇華

カ 抽出

① _____ ② _____ ③ _____

← 参考 →

1気圧では、水の沸点は100℃、エタノールの沸点は78℃であり、エタノール水を加熱すると、エタノールが水より先に気体になる。

応用問題

1 次のア～オのうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア 海水を電気分解して得た塩化ナトリウムは純物質である。
- イ 砂糖が入っていない炭酸水は純物質である。
- ウ 空気中で水素を完全燃焼させて生じるのは純物質である。
- エ 塩化水素を水に溶かしてできる塩酸は混合物である。
- オ 塩化ナトリウムは塩素とナトリウムの混合物である。

2 次の(1)～(3)について、混合物から純物質を分離する最も適当な方法を、下のア～オのうちから1つずつ選び、記号で答えよ。

- (1) 不純物を含んだ固体のナフタレンから純粋なナフタレンを得る。
- (2) 硝酸銅(II)が少し混じった硝酸カリウムから純粋な硝酸カリウムを得る。
- (3) ヨウ素を含むヨウ化カリウム水溶液に、水よりもヨウ素が溶けやすい液体を混ぜて、純粋なヨウ素を得る。

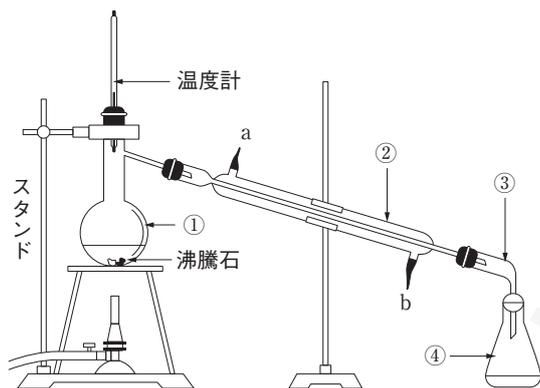
- | | | |
|-----------|------|------|
| ア 再結晶 | イ ろ過 | ウ 蒸留 |
| エ 昇華による精製 | オ 抽出 | |

(1) _____ (2) _____ (3) _____

← ヒント →

- (1) 固体のナフタレンは、温めると液体にならずに直接気体になる。

3 次の装置について、下の(1)~(3)の間に答えよ。



- (1) この装置を用いて行う混合物の分離方法の名称を答えよ。
- (2) この装置の①~④の名称をそれぞれ答えよ。
- (3) 生じた蒸気を冷却して液体にするために②に冷却水を流すが、冷却水を流す向きは a → b, b → a のいずれか。

← ヒント →

- (3) ②の実験器具に長時間冷却水が流れないと、生じた蒸気を冷却して液体にすることができない。

(1) _____

(2) ① _____ ② _____

③ _____ ④ _____

(3) _____

2 単体と化合物

●●● チェックポイント ●●●

1 原子と元素

(1) 原子

通常の実験では分けられない、物質を構成している最小の粒子。

(2) 元素

物質を構成する原子の種類。現在、110種類ほど知られており、元素記号を用いて表すことができる。

(3) 単体

1種類の元素からなる物質。

(4) 化合物

2種類以上の元素からなる物質。

(5) 同素体

同じ元素からなる単体どうしで、互いに性質の異なる物質。

2 成分元素の検出

(1) 炎色反応

特定の元素を含む物質を炎に入れたとき、特有の色を発する反応。次の物質が炎色反応を示すことが知られている。

リチウム(赤色)、ナトリウム(黄色)、カリウム(赤紫色)、カルシウム(橙赤色)、ストロンチウム(深赤色)、バリウム(黄緑色)、銅(青緑色)

(2) 沈殿による検出

特定の元素を含む物質どうしを反応させると、沈殿物が生じることを利用して検出する。

(3) 気体の発生による検出

物質どうしを反応させたときに生じる気体の成分を調べることで、物質中の元素を特定する。

3 物質の三態

(1) 物質の三態

固体・液体・気体の三つの状態。

(2) 融解・凝固

固体の物質が液体になる状態変化を融解といい、液体の物質が固体になる状態変化を凝固という。

■単体の例

酸素 O_2 、水素 H_2

■化合物の例

二酸化炭素 CO_2 、水 H_2O

■同素体の例

酸素 O_2 とオゾン O_3

黄リンと赤リン

ダイヤモンドと黒鉛

(3) 蒸発

表面付近の液体が気体になる現象。

(4) 沸騰・凝縮

表面だけでなく、内部の液体も気体になる状態変化を沸騰といい、気体が液体になる状態変化を凝縮という。

(5) 昇華

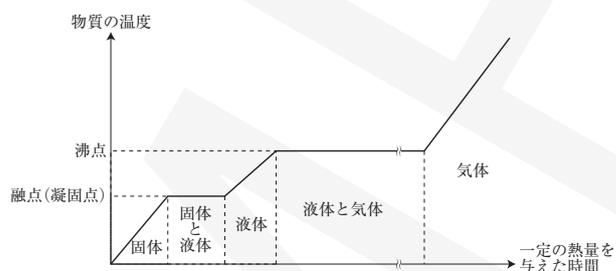
固体が液体にならずに直接気体になる状態変化。

(6) 融点（凝固点）

固体が融解する温度を融点、液体が凝固する温度を凝固点といい、純物質の場合、融解が始まってから完全に液体になるまでの間や、凝固が始まって完全に固体になるまでの間は、温度が一定である。

(7) 沸点

液体が沸騰する温度を沸点という。純物質の場合、沸騰が始まってから完全に気体になるまでの間や、凝縮が始まって完全に液体になるまでの間は、温度が一定である。



(8) 状態変化と熱運動

固体を加熱すると物質を構成する粒子の熱運動が激しくなり、融点でとけて液体になる。液体を加熱すると粒子の熱運動がさらに激しくなり、沸点で沸騰して気体になる。

4 絶対温度

(1) 絶対零度

理論上、物質が最も低くなる温度。約 -273°C

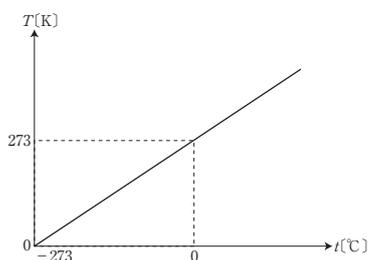
(2) 絶対温度

-273°C を基準として、セルシウス温度（セ氏温度）と目盛りの間隔を同じにとった温度。単位はケルビン（記号 K）。

(3) 絶対温度とセルシウス温度の関係

絶対温度 $T[\text{K}]$ 、セルシウス温度 t [$^{\circ}\text{C}$] の関係は次のようになる。

$$T = t + 273$$



■昇華する物質の例

ドライアイス、ヨウ素、ナフタレンなど。

■融点と凝固点

融点と凝固点は同じ温度である。

■絶対零度

より正確には -273.15°C である。

例題と解法

1 次のア～カについて、下の(1)～(2)の間に答えよ。

- | | |
|-------------|-----------------|
| ア 硫酸, 硫化水素 | イ 二酸化炭素, ドライアイス |
| ウ 窒素, 二酸化窒素 | エ 斜方硫黄, ゴム状硫黄 |
| オ 黄リン, 赤リン | カ 塩素, 塩化水素 |

- (1) 両方とも化合物であるものをすべて選び、記号で答えよ。
 (2) 互いに同素体であるものをすべて選び、記号で答えよ。

【解法】 (1) 単体と化合物に分けると、次のようになる。

単体：窒素, 斜方硫黄, ゴム状硫黄, 黄リン, 赤リン, 塩素

化合物：硫酸, 硫化水素, 二酸化炭素, ドライアイス, 二酸化窒素, 塩化水素

(2) 同素体とは、同じ元素からなる単体どうしで、互いに性質の異なる物質である。

斜方硫黄とゴム状硫黄は硫黄の同素体であり、構造が異なる。

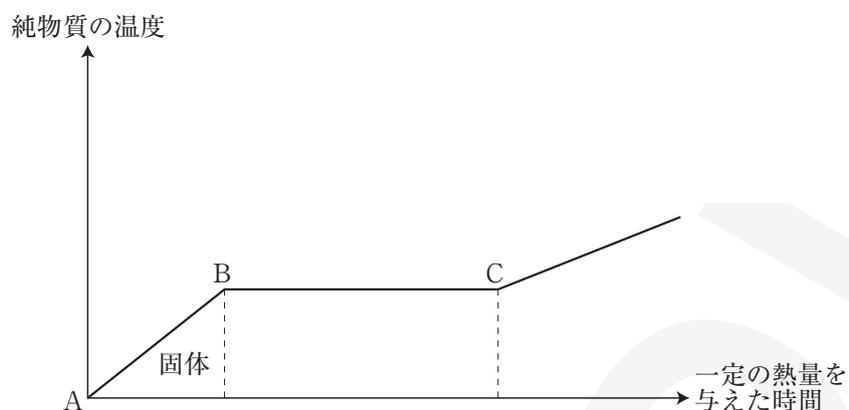
黄リンと赤リンはリンの同素体であり、黄リンは猛毒であるが、赤リンは毒性は少ない。

【解答】 (1) ア, イ (2) エ, オ

■ドライアイス

二酸化炭素の固体。

2 次のグラフは純物質に一定の熱量を与え続けたときの時間と温度の関係を表したものである。このグラフについて、下の(1)~(4)の間に答えよ。



- (1) BC間で起こっている状態変化の名称を答えよ。
- (2) BC間の物質の状態を答えよ。
- (3) BC間の温度の名称を答えよ。
- (4) 時間が経過するにつれて、物質を構成する粒子の熱運動はどうかを答えよ。

[解法] (1) 固体がとけて液体になる状態変化を融解という。
 (2) 融解しているときは、固体と液体の共存状態にある。
 (3) BC間は物質が融解している状態で、融解する温度を融点という。
 (4) グラフより、時間を経過するにつれて物質の温度が上がり、固体→固体と液体の共存状態→液体と状態変化しているので、物質を構成する粒子の熱運動は激しくなっている。

[解答] (1) 融解 (2) 固体と液体の共存状態 (3) 融点
 (4) 激しくなっている。

■融点と沸点

純物質では、融解や沸騰しているときは、温度が一定になり、その温度をそれぞれ融点、沸点という。

基本問題

1 次のア～カを単体と化合物に分類せよ。

- | | | |
|---------|---------|----------|
| ア 水 | イ ナトリウム | ウ 酸素 |
| エ 二酸化炭素 | オ 硫酸 | カ ダイヤモンド |

単体 _____

化合物 _____

2 次のア～カのうち、互いに同素体であるものをすべて選び、記号で答えよ。

- | | |
|----------------|---------------|
| ア 水と水蒸気 | イ 塩素と塩化水素 |
| ウ ダイヤモンドと黒鉛 | エ 一酸化炭素と二酸化炭素 |
| オ アンモニアとアンモニア水 | カ オゾンと酸素 |

3 次の(1)～(4)の元素を含む水溶液を白金線につけて炎の中に入れたとき、炎は何色になるかを答えよ。

- (1) カリウム
- (2) カルシウム
- (3) リチウム
- (4) 銅

(1) _____ (2) _____

(3) _____ (4) _____

◀ ヒント ▶

ダイヤモンドは、炭素Cによる正四面体構造の物質。

◀ ヒント ▶

同素体とは、同じ元素からなる単体どうしで、互いに性質の異なる物質。

4 次の文章中の () にあてはまる語句を答えよ。

氷を加熱するとやがて水になる。このように、固体が液体になる状態変化を (①) といい、(①) する温度を (②) という。逆に、液体が固体になる状態変化を (③) といい、(③) する温度を (④) という。

① _____ ② _____

③ _____ ④ _____

5 次の(1)~(3)の間に答えよ。

- (1) セルシウス温度で 0°C は絶対温度では何 K か。
- (2) 絶対温度で 300K はセルシウス温度で何 $^{\circ}\text{C}$ か。
- (3) 絶対温度が 10K 上昇すると、セルシウス温度は何 $^{\circ}\text{C}$ 上昇するか。

← ヒント →

- 273°C を 0K とするのが、絶対温度。

(1) _____ (2) _____ (3) _____

応用問題

1 次のア～オのうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア 2つ以上の原子からなる粒子による物質を化合物という。
- イ 1種類の単体を反応させたとき、別の単体が生じることがある。
- ウ 構成元素の異なる2種類の単体を反応させたとき、化合物が生じる。
- エ 1種類の化合物を反応させたとき、単体が生じることがある。
- オ 同素体はすべて単体である。

2 次の(1)～(3)の実験で、物質Ⅰ～Ⅲより検出される元素として最も適当なものを、下のア～カからすべて選び、記号で答えよ。

- (1) 物質Ⅰの水溶液を白金線につけて炎に入れたところ、炎が黄色になった。
- (2) 物質Ⅱの水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿が生じた。
- (3) 物質Ⅲに塩酸を加えると気体が発生し、気体を石灰水に通すと白色沈殿が生じた。

- | | | |
|---------|--------|------|
| ア ナトリウム | イ バリウム | ウ 銅 |
| エ 炭素 | オ 酸素 | カ 塩素 |

(1) _____ (2) _____ (3) _____

← ヒント →

- (2) 白色沈殿は塩化銀である。
- (3) 発生した気体は二酸化炭素である。

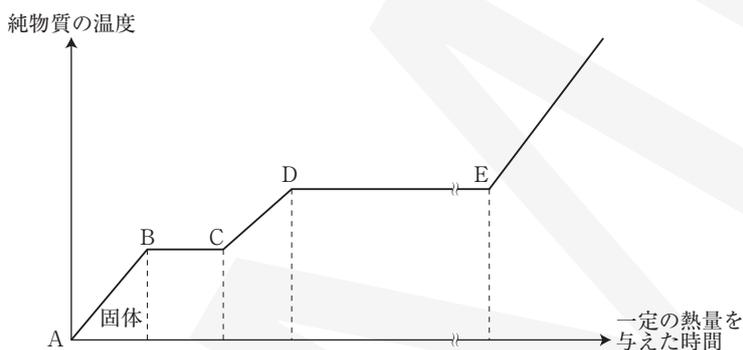
3 次のア～オのうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア 液体が蒸発しはじめる温度を沸点という。
- イ 融点より凝固点のほうが低い。
- ウ エタノール水が液体から気体になる間は、温度が一定である。
- エ 常温で固体のナフタレンは、温めると昇華して気体になる。
- オ 固体・液体・気体では、構成粒子の熱運動の激しさが異なる。

◀ ヒント ▶

- ア 蒸発と沸騰の違いを考える。
- ウ エタノール水はエタノールと水の混合物である。

4 次のグラフは純物質に一定の熱量を与え続けたときの時間と温度の関係を表したものである。このグラフについて、下の(1)～(4)の間に答えよ。



- (1) DE 間で起こっている状態変化の名称を答えよ。
- (2) DE 間の物質の状態として最も適当なものを、次のア～ウのうちから 1 つ選び、記号で答えよ。
 - ア 液体のみ イ 液体と気体が共存している
 - ウ 気体のみ
- (3) DE 間の温度の名称を答えよ。
- (4) 分子の熱運動がいちばん激しい状態として最も適当なものを、AB, CD, DE のうちから 1 つ選んで答えよ。

(1) _____ (2) _____

(3) _____ (4) _____

3 原子の構造

●●● チェックポイント ●●●

1 原子の構造

原子 $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{陽子：正の電荷を帯びた粒子。} \\ \text{中性子：陽子とほぼ同じ質量をもち、電荷をもたない粒子。} \end{array} \right. \\ \text{電子：負の電荷を帯びた粒子。質量は陽子の約 1840 分の 1。} \end{array} \right.$

原子核のまわりの一定の電子軌道をまわっている。

2 原子番号・質量数・同位体

- (1) 原子番号 原子核中の陽子の数。この数が元素の種類を決定する。
- (2) 質量数 原子核中に含まれる陽子の数と中性子の数の和。
- (3) 同位体 原子番号（陽子の数）が同じで、質量数の異なる原子。

3 原子の電子配置

- (1) 電子殻 原子中の電子は、原子核のまわりのいくつかの軌道に存在する。この軌道を電子殻といい、内側から K, L, M, N, ……殻とよぶ。
- (2) 各電子殻の電子の最大収容数 K, L, M, N, ……殻に入ることのできる電子の数の最大値はそれぞれ 2, 8, 18, 32, ……個である。
- (3) 閉殻 電子殻に最大の電子の数だけ入っている状態を閉殻という。このとき、電子配置が最も安定している。また、最外殻（いちばん外側の電子殻）の電子の数が 8 個のときも閉殻とよぶ場合がある。
- (4) 価電子 最外殻に存在する電子。希ガスの場合は 0 とする。原子の性質と関連が深く、原子がイオンになったり、他の原子と結合するとき重要な役割をする。

← 注意 →

原子中の陽子の数と電子の数は等しい。

■原子記号の添字の位置と意味すること

質量数……12
原子番号…6 C

O_2 ……分子中の原子の数

Ca^{2+} ……イオン価数と種類

第 3 周期までの原子の電子配置と価電子の数（●は電子を表す）

第 1 周期								
第 2 周期								
第 3 周期								
価電子の数	1	2	3	4	5	6	7	0

4 イオン

- (1) **イオン** 原子または原子団が電子を放出したり、受け取ったりして陽子の数と電子の数が異なる粒子。
- (2) **価数** イオンになるとき、放出したり受け取ったりした電子の数。
- (3) **陽イオン** 電子を放出して、正の電荷を帯びた粒子。価電子の数が1個のとき1価の陽イオンに、2個のとき2価の陽イオンになりやすい。
- (4) **陰イオン** 電子を受け取って、負の電荷を帯びた粒子。価電子の数が7個のとき1価の陰イオンに、6個のとき2価の陰イオンになりやすい。
- (5) **イオン化エネルギー** 原子の最外殻にある電子を引き離すのに必要なエネルギー。イオン化エネルギーが小さい原子ほど陽イオンになりやすい。
- (6) **電子親和力** 原子が電子を受け取って、イオンになるときに放出されるエネルギー。電子親和力が大きい原子ほど陰イオンになりやすい。

5 元素の周期律と周期表

- (1) **周期律** 元素を原子番号の順に並べると、原子の性質が周期的に変化すること。
- (2) **周期表** 元素の周期律にもとづいて、性質のよく似た元素が縦の列に並ぶように、元素を原子番号順に配列した表。
- (3) **族と周期** 周期表の縦の列を族という。同じ族の元素どうしを同族元素といい、性質が似ている。また、横の列を周期という。
- (4) **典型元素と遷移元素** 1, 2族と12~18族の元素を典型元素、それ以外の元素を遷移元素という。
- (5) **金属元素と非金属元素** 単体が金属の性質を示す元素を金属元素、金属の性質を示さない元素を非金属元素という。

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2														非	金	属	元	素
3																		
4																		
5								金	属	元	素							
6																		
7																		

- (6) **周期表とイオンのなりやすさ** 周期が同じであれば左へ行くほど陽イオンになりやすく、右に行くほど陰イオンになりやすい。また、同族元素ならば、下に行くほど陽イオンになりやすく、上に行くほど陰イオンになりやすい。ただし、18族の元素は安定した電子配置である。

■アルカリ金属

水素を除く1族元素。1価の陽イオンになりやすい。

■アルカリ土類金属

ベリリウム、マグネシウムを除く2族元素。2価の陽イオンになりやすい。

■ハロゲン

17族元素。1価の陰イオンになりやすい。

■希ガス

18族元素であり、一般に他の原子と反応せず、単原子分子として存在する。

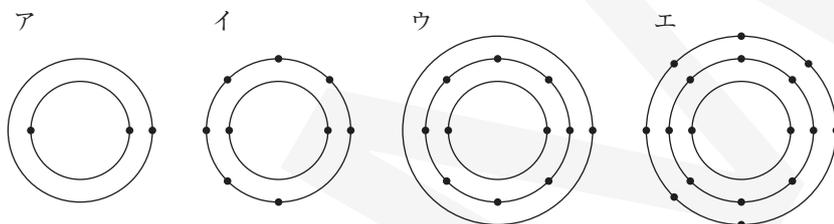
例題と解法

1 Co^{2+} には25個の電子が存在する。質量数59のコバルト原子 Co の陽子の数と中性子の数はいくらか。

【解法】 ① 質量数 = 陽子の数 + 中性子の数 の関係を用いればよい。
 ② 原子の電子の数は陽子の数に等しいが、この場合 Co^{2+} は2価の陽イオンであるから、電子の数は陽子の数より2個少ないことに注意する。
 陽子の数 = $25 + 2 = 27$
 中性子の数 = 質量数 - 陽子の数 = $59 - 27 = 32$

【解答】 陽子の数：27 中性子の数：32

2 次のア～エは、中性の原子の電子配置を示したものである。下の(1)～(3)の間に答えよ。



- (1) エの元素記号を答えよ。
- (2) 第2周期の元素の電子配置をすべて選び、記号で答えよ。
- (3) イオンになるとき陽イオンになるものをすべて選び、記号で答えよ。

【解法】 (1) 中性の原子の電子配置であり、電子の数が17個なので、原子番号17の塩素 Cl とわかる。
 (2) 原子番号3～10の元素が第2周期である。
 (3) 最外殻の電子を放出して希ガスと同じ電子配置になり、陽イオンとなる。

【解答】 (1) Cl (2) ア, イ (3) ア, ウ

← 注意 →

イオンになっても、原子核中の陽子の数は変わらない。変化するのは電子の数である。中性の原子のときと比べて、

- 陽イオン；電子の数が少ない
- 陰イオン；電子の数が多

← 考え方 →

中性の原子の電子配置なので、電子の数が原子番号に等しい。

3 次の周期表に関して、下の(1)~(4)の問に答えよ。

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1																			
2	■	■																	
3	■	■											■						
4														■	■			a	
5														■	■	■			
6														■	■	■	■		
7																			

- (1) 第1周期を除いた1族の元素の名称を答えよ。
- (2) ■の元素の名称を答えよ。
- (3) aは典型元素と遷移元素のうちいずれかを答えよ。
- (4) 18族の価電子の数を答えよ。

【解法】 (1) 1族はアルカリ金属とよばれる。ただし、第1周期の水素Hを除く。

(2) 元素は金属元素と非金属元素に分類することができる。

(3) 典型元素は1, 2族と12~18族の元素、遷移元素はそれ以外の元素である。

(4) 18族元素は電子配置が安定しているので、価電子の数は0とする。

【解答】 (1) アルカリ金属 (2) 金属元素 (3) 典型元素 (4) 0

■ 18族の最外殻電子数

第1周期のヘリウムは2個、それ以外は8個であり、電子配置が安定している。

基本問題

1 次の文章中の () にあてはまる語句を答えよ。

He, Ne, Ar, Xe などの元素は, (①) とよばれる。最外殻の電子は, He だけは 2 個であるが, 他の原子ではすべて (②) 個であり, 安定な電子配置をもつ。このような最外殻の電子配置の状態を (③) という。これは非常に安定な電子配置であり, イオンになりにくく, 結合しにくいので, 常に (④) 原子分子になる。

① _____ ② _____

③ _____ ④ _____

2 質量数 40 のカルシウム原子があり, カルシウムの原子番号は 20 である。

このカルシウム原子について, 次の(1)~(4)の間に答えよ。

- (1) 原子核中の陽子の数はいくらか。
- (2) 原子核中の中性子の数はいくらか。
- (3) 原子核のまわりの電子の数はいくらか。
- (4) イオンになったとき, 陽イオン, 陰イオンのどちらになりやすいか。また, 何価のイオンになりやすいか。

(1) _____ (2) _____ (3) _____

(4) _____

← ヒント →

質量数 = 陽子の数 + 中性子の数

また, 原子番号は陽子の数に等しい。

3 次の表は周期表の第2周期から第4周期までの典型元素を示している。これに関して、下の(1)~(6)の問に答えよ。

周期 \ 族	1	2	...	13	14	15	16	17	18
2	a	Be		B	b	N	c	d	Ne
3	e	f		g	Si	P	h	i	Ar
4	j	Ca		Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

- (1) a ~ j に示される元素を元素記号で記せ。
- (2) Ga 原子において、(ア) 原子番号 (イ) 価電子の数はいくらか。
- (3) j の電子配置を、K, L, M, ……殻の順に答えよ。
- (4) 18 族元素 Ne, Ar, Kr の最外殻の電子の数を答えよ。
- (5) a ~ j のうち、最も陽イオンになりやすい元素を記号で答えよ。
- (6) a ~ j のうち、最も陰イオンになりやすい元素を記号で答えよ。

◀ ヒント ▶

- (5) 周期表の左下の元素ほど陽イオンになりやすい。
- (6) 18 族を除いて、周期表の右上の元素ほど陰イオンになりやすい。

(1) a _____ b _____ c _____

d _____ e _____ f _____

g _____ h _____ i _____

j _____

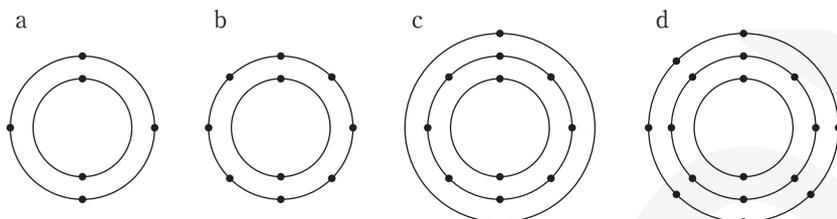
(2) (ア) _____ (イ) _____

(3) _____

(4) _____ (5) _____ (6) _____

応用問題

1 次の図は4つの中性の原子 a, b, c, d の電子配置を示したものである。これらについて誤っているものを、下のア～エのうちからすべて選び、記号で答えよ。



- ア a, b, c, d の原子番号はそれぞれ 6, 10, 11, 17 である。
- イ a は周期表の 16 族元素である。
- ウ d は a, b, c いずれとも化合物をつくらない。
- エ d の同位体のうち質量数 35 のものは、中性子 18 個をもっている。

← ヒント →

- ア 原子番号は陽子の数に一致する。また、電気的に中性の原子の場合、電子の数に一致する。
- イ 周期表の族番号の一の位の数字は、価電子の数に一致する（18 族を除く）。
- ウ 他の原子と結合しないのは、電子配置が閉殻になっている場合である。

2 天然に存在する塩素原子には ^{35}Cl と ^{37}Cl の 2 つの同位体が、ほとんど一定の割合で存在している。次の(1)~(4)の (①) ~ (④) にあてはまる数値を答えよ。

- (1) ^{35}Cl および ^{37}Cl の原子番号はいずれも (①) である。
- (2) ^{35}Cl の原子核内に存在する陽子の数は (②) である。
- (3) ^{37}Cl の原子核内に存在する中性子の数は (③) である。
- (4) ^{35}Cl および ^{37}Cl の最外殻にある電子数はいずれも (④) である。

① _____ ② _____
 ③ _____ ④ _____

3 次の表は、周期表の一部を示したものである。表の元素について下の(1)~(4)の間に答えよ。

1	2	...	13	14	15	16	17
Li	Be		B	C	N	O	F
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl

- (1) 金属元素をすべて選び、元素記号で答えよ。
- (2) 周期表の族番号と、表に示した元素の最外殻電子数の間には、どのような関係があるか。
- (3) 炭素と性質が最もよく似た元素を、元素記号で答えよ。
- (4) 表のフッ素、塩素の右側には、どんな性質の元素があるか。次のア~エのうちから1つ選び、記号で答えよ。
- ア フッ素、塩素よりさらに陰イオンになりやすい元素がある。
- イ 化学的に安定で、他の元素とほとんど反応しない元素がある。
- ウ 元素の中で最も激しい反応性をもった元素がある。
- エ 陽イオンにも陰イオンにもなりやすい元素がある。

◀ ヒント ▶

- (4) 周期表で17族の右側は、18族の希ガスである。

(1) _____

(2) _____

(3) _____

(4) _____

●●● チェックポイント ●●●

1 イオン結合

(1) イオン結合

陽イオンと陰イオンが静電気力によって互いに引きあってできた結合。

(2) イオン結晶

陽イオンと陰イオンが、イオン結合によって規則正しく並んでできた結晶。

(3) 組成式

結晶を構成する元素の原子の個数を、最も簡単な整数比で元素記号を用いて表した式。

2 電子式と構造式

(1) 電子式

元素記号のまわりに、最外殻の電子を・で表したもの。共有結合は電子式を用いて表すことができる。

(2) 構造式

原子間の共有結合を、価標を用いて表したもの。

3 共有結合

(1) 分子式

いくつかの原子が結びついてできた分子を、原子の種類と数で表した式。例えば、水分子 H_2O は、水素原子 H 2 個と酸素原子 O 1 個からなる。

(2) 共有結合

原子間で価電子を共有してできる結合。原子内にある 1 個の電子を不対電子、不対電子 2 個を原子間で共有してできた電子の対を共有電子対、共有結合の関与していない電子の対を非共有電子対という。

(3) 単結合・二重結合・三重結合

共有電子対が 1 対の共有結合は単結合、2 対は二重結合、3 対は三重結合という。

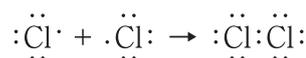
(4) 配位結合

共有結合のうち、不対電子ではなく非共有電子対を 2 個の原子で共有する結合。

■イオン結合の組成式の例

塩化ナトリウム NaCl の結晶には、ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が 1 : 1 の割合で存在する。

■共有結合の例



■単結合・二重結合・三重結合の例

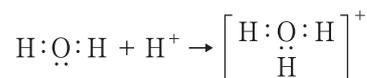
単結合： $\text{H}-\text{H}$

二重結合： $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

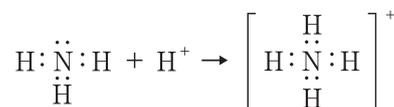
三重結合： $\text{N}\equiv\text{N}$

■配位結合の例

オキソニウムイオン H_3O^+



アンモニウムイオン NH_4^+



(5) 電気陰性度

共有結合において電子を原子核に引きつける強さを相対的に表したものを電気陰性度といい、希ガスを除く周期表の右上の非金属元素ほど、電気陰性度が大きい。

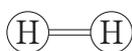
(6) 極性

共有結合において、電子が一方の原子に偏った状態を極性があるといい、極性のある分子を極性分子という。また、極性のない分子を無極性分子という。

(7) 分子の構造

分子は平面的な構造のものだけでなく、立体的な構造のものも存在する。

水素 H_2



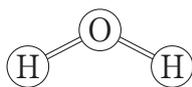
直線形

二酸化炭素 CO_2



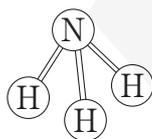
直線形

水 H_2O



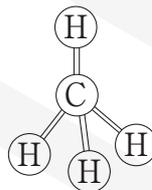
折れ線形

アンモニア NH_3



三角錐形

メタン CH_4



正四面体形

← 参考 →

左の例では、

無極性分子： H_2 , CO_2 , CH_4

極性分子： H_2O , NH_3

となる。

4 金属結合

(1) 金属結合

金属では、原子の価電子は金属の中を自由に動き回ることができ、電気伝導性が高い。このような結合を金属結合といい、金属の中を自由に動き回る電子を自由電子という。金属を元素記号で表すときも組成式を用いる。

(2) 展性

金属を薄く広げられる性質。

(3) 延性

金属を引き延ばすことができる性質。

例題と解法

1 次の表は周期表の一部を示している。この表を参考にして下の(1), (2)の間に答えよ。

族 \ 周期	1	2	...	13	14	15	16	17	18
1	H								He
2	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar

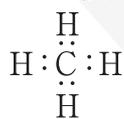
- (1) F について、電子式を下の Ne の例にならってかけ。
- (2) ア O 2 個 イ C 1 個と Cl 4 個 ウ H 3 個と N 1 個 からできる安定な化合物を 1 種類考え、それぞれの化合物において原子が結合するときの最外殻電子の配置を、次に示した CH₄ の例にならって図に示せ。

【例】

Ne 1 個



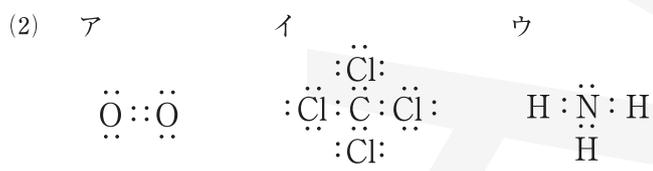
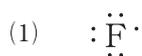
H 4 個と C 1 個



【解法】 (1) 電子式では最外殻の電子を示す。

(2) O と O は二重結合, C と Cl, H と N は単結合である。

【解答】



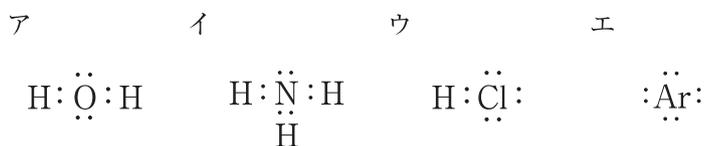
← 考え方 →

- (2) 単結合では、電子を 1 個ずつ出して原子間には・が 2 個ある。
- 二重結合では、電子を 2 個ずつ出して原子間には・が 4 個ある。

2 次のア～エを非共有電子対の多いものから順に並べよ。

ア 水 イ アンモニア ウ 塩化水素 エ アルゴン

〔解法〕 それぞれの電子式をかいてみることに。



〔解答〕 エ, ウ, ア, イ

3 次のア～エの結合の名称をそれぞれ答えよ。

- ア 結晶には自由電子が存在して、電気伝導性や延性、展性がある。
- イ 正または負に帯電した原子間の静電気力によって結合する。
- ウ 2個の原子が不対電子を出しあい、共有して結合する。
- エ 非共有電子対を2個の原子が共有して結合する。

〔解法〕 ア 金属結晶では、原子の価電子が結晶内で自由に動き回ることができる。これを自由電子という。

イ 陽イオンは正に帯電し、陰イオンは負に帯電して、静電気力によって結合する。

ウ 共有結合では、2個の原子の不対電子を共有して共有電子対となる。

エ 共有結合の中でも、非共有電子対を2個の原子で共有する結合を配位結合という。

〔解答〕 ア 金属結合 イ イオン結合 ウ 共有結合

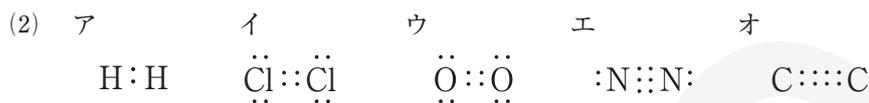
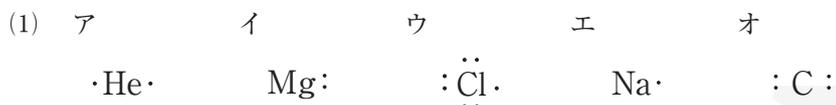
エ 配位結合 (共有結合)

■非共有電子対

電子対のうち、共有結合に関与していない電子対。

基本問題

1 次の各原子および物質の電子式のうち、誤っているものをすべて記号で答えよ。



(1) _____ (2) _____

2 次の文章中の () にあてはまる適当な語句, 数を答えよ。

原子番号 (①) のマグネシウムは (②) 個の電子を失って (③) 価の陽イオンになり, 希ガスの (④) と同じ電子配置になりやすい。原子番号 (⑤) の塩素は, (⑥) 殻に (⑦) 個の電子があり, (⑥) 殻に電子を得て, (⑧) 価の陰イオンになりやすい。塩化マグネシウムの結晶はこれら 2 種のイオンが (⑨) 力によって結合している。このような結合を (⑩) という。

① _____ ② _____ ③ _____

④ _____ ⑤ _____ ⑥ _____

⑦ _____ ⑧ _____ ⑨ _____

⑩ _____

◀ ヒント ▶

電子式中の \cdot の数は, 各原子の最外殻の電子の数の和である。

- 3 次のア～エのうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。
- ア 共有結合では、電子が対となって2個の原子間で共有している。
 - イ 共有結合では、2つの原子間に共有電子対が2対や3対のものもある。
 - ウ 2つの原子間の共有結合では、すべての価電子を共有している。
 - エ 共有結合によって、各原子は一般に希ガスと同じ電子配置をとっている。
-

- 4 金属や金属結合に関する記述として誤っているものを、次のア～オのうちからすべて選び、記号で答えよ。
- ア 2個の金属原子間で電子を共有して結合している。
 - イ 元素記号を用いるときは、組成式で金属の種類を表す。
 - ウ 電気伝導性が高い。
 - エ ハンマーなどでたたくと、すぐ細かく割れる。
 - オ 細長く引き延ばすことができる。
-

■組成式

結晶を構成する元素の原子の個数を、最も簡単な整数比で元素記号を用いて表した式。

応用問題

1 原子番号 20 までの元素からなり、陰イオンと陽イオンの組成比が、1:1 であり、陰イオンの電子数がネオンと同じであり、陽イオンの電子数がアルゴンと同じである化合物の化学式をすべて答えなさい。

← ヒント →

陰イオン、陽イオンの組成比が 1:1 ということは、両イオンの価数の絶対値が同じであることを意味する。

2 原子に関する記述として誤っているものを、次のア～カのうちからすべて選び、記号で答えよ。

- ア Na と Cl はイオン結合によって結晶になる。
- イ H_2O と H^+ がイオン結合をして H_3O^+ になる。
- ウ Ar は同じ希ガスである Ne と共有結合しやすい。
- エ 2 個の Cl が共有結合をして Cl_2 になる。
- オ Mg は金属結合によって結晶になる。
- カ Al の結晶には自由電子が存在する。

3 次のア～オの分子またはイオンのうち、非共有電子対が3対あるものを1つ選び、記号で答えよ。

ア H_2 イ NH_3 ウ CH_4 エ Cl^- オ OH^-

← 考え方 →

電子式をかいて、どのように共有結合するかを考える。

4 次の(1)～(5)の分子の立体構造を下のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。また、極性分子か無極性分子のいずれであるかを答えよ。

- (1) 塩化水素
- (2) 酸素
- (3) メタン
- (4) アンモニア
- (5) 水

ア 直線形 イ 折れ線形 ウ 三角錐形 エ 正四面体形

(1) _____

(2) _____

(3) _____

(4) _____

(5) _____

実戦問題①

1 次の表は、水 100g に溶ける硝酸カリウムと塩化カリウムの質量の最大値である。いま、不純物として少しの塩化カリウムを含んだ硝酸カリウム 35g を、熱水 100g に溶かした。この水溶液をゆっくりと冷やしたところ、温度 20℃を下回った直後に水溶液に結晶が析出した。下の(1)~(3)の間に答えよ。

(各 5 点)

温度 [℃]	0	20	40	60	80
硝酸カリウム [g]	13	32	64	109	169
塩化カリウム [g]	28	34	40	46	51

- (1) このような混合物の分離方法の名称を答えよ。
- (2) 生じた結晶は、硝酸カリウムと塩化カリウムのうちのいずれかを答えよ。
- (3) 溶かす前の物質に含まれている硝酸カリウムと塩化カリウムの質量を、答えよ。

(1) _____

(2) _____

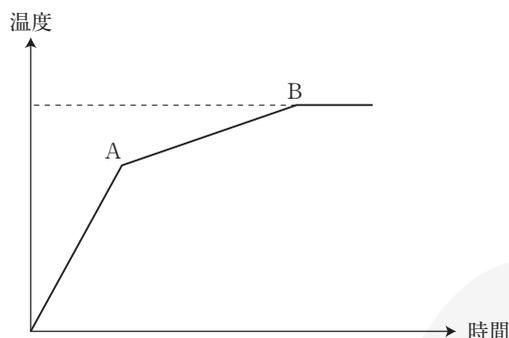
(3) _____

← フィードバック →

P.5 チェックポイント 3(3)

2 次のグラフは、液体のエタノールと水の混合物を一定の熱量で加熱したとき、加熱し始めてからの時間と温度の関係を表したグラフである。エタノールの沸点は 78°C 、水の沸点は 100°C として、下の(1)~(3)の間に答えよ。

(各 5 点)



- (1) 液体どうしの混合物の沸点の違いを利用して、混合物を分離する方法の名称を答えよ。
- (2) 点 B の温度を答えよ。
- (3) AB 間で、エタノールと水はそれぞれどのような状態と考えられるか。次のア~ウのうちから一つずつ選び、記号で答えよ。

ア 液体 イ 気体 ウ 液体と気体の共存状態

(1) _____

(2) _____

(3) _____

← フィードバック →

P4 チェックポイント 3(2)

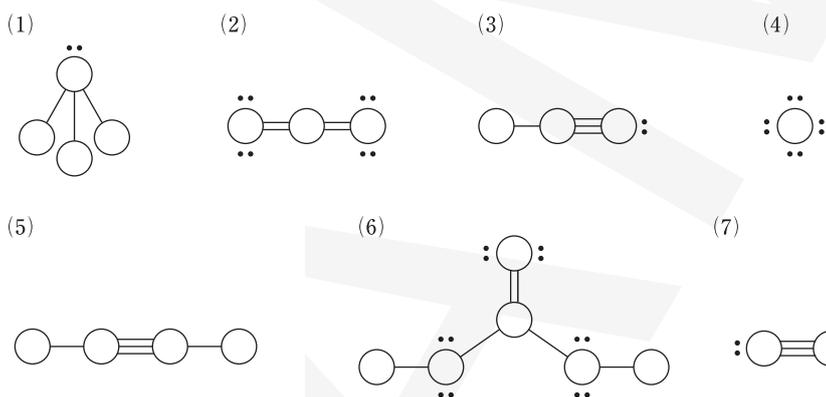
P12 チェックポイント 3

3 次のア～サのうち、誤っているものを3つ選び、記号で答えよ。(12点)

- ア 原子核の陽子の数と、電子の総数とは等しい。
- イ 原子番号が7, 15, 33の元素は同族の元素である。
- ウ 同位体の質量数は、中性子の数と陽子の数の和である。
- エ 質量数13の炭素原子は7個の陽子がある。
- オ マグネシウム原子は, K殻に2個, L殻に8個, M殻に2個の電子がある。
- カ 原子番号が11と17の元素の原子は, 共有結合をする。
- キ アンモニア分子の窒素原子と水素原子の結合は共有結合である。
- ク メタンと二酸化炭素における炭素の原子価は, ともに4である。
- ケ 硫化水素と二酸化硫黄における硫黄の原子価は, ともに2である。
- コ ダイヤモンドは炭素原子の共有結合でできている。
- サ 塩化カリウムはイオン結晶をつくる。

_____ , _____ , _____

4 次の模式図で、白丸は原子核または原子核に最外殻電子以外の電子を含めたものを、黒点は共有結合に使われていない最外殻電子を、そして直線は価標を示すものとする。(1)～(7)の分子は、原子番号1から10までの原子(ただし、リチウムを除く)だけからつくられているとする。それぞれの分子式を答えよ。(各4点)



(1) _____ (2) _____ (3) _____

(4) _____ (5) _____ (6) _____

(7) _____

← フィードバック →

P20 チェックポイント1～3

← ヒント →

原子1個が共有結合のときに使う
不対電子の総数を原子価という。

← フィードバック →

P30 例題と解法1

P32 基本問題1

← ヒント →

非共有電子の数から、何族の元素
であるかが推定できる。

5 次の周期表中の元素に関連した下の(1)~(6)にあてはまるものをすべて答えよ。(各5点)

周期 \ 族	1	2	...	13	14	15	16	17	18
1	H								He
2	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar

- (1) 1 ~ 17 族において、電気陰性度が最大である元素の元素記号。
- (2) 最も強い陽性を示す原子の元素記号。
- (3) 1 価の陽イオンになるときのイオン化エネルギーが最大である原子の元素記号。
- (4) 2 価の陽イオンになったとき、電子の数が 10 個となる原子の元素記号。
- (5) P のすぐ下欄に入れるべき元素を X としたとき、その水素化物の化学式。
- (6) 原子番号 10 の原子と同じ電子配置の 2 価のイオンとなる原子の元素記号。

(1) _____ (2) _____ (3) _____

(4) _____ (5) _____ (6) _____

← フィードバック →

P21 チェックポイント 4

← ヒント →

陽イオンのなりやすさを陽性、陰イオンのなりやすさを陰性という。