



●純物質と混合物●

① 純物質と混合物

① 純物質…1種類の純粋な物質

純物質は融点や沸点，密度などの性質が一定である。

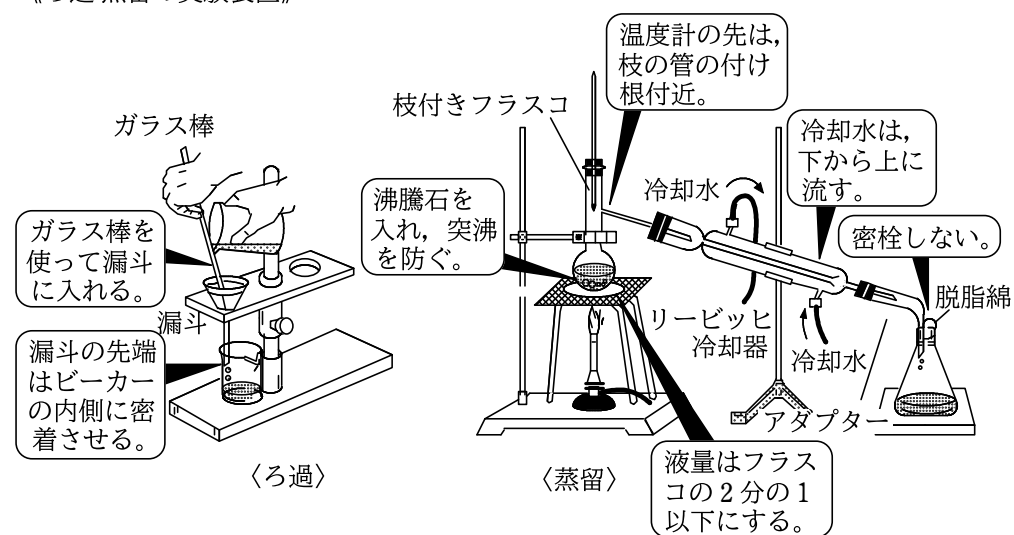
② 混合物…2種類以上の純物質が混じり合っできた物質

混じる純物質の割合によって，融点や沸点などの性質が変化する。

② 混合物の分離

- ① ろ過…ろ紙などを使って，液体に混ざっている固体を分離する操作
- ② 蒸留…液体の混合物を加熱し，生じた蒸気を冷却して分離する操作
- ③ 分留…液体の混合物を加熱し，沸点の差によって分離する操作
- ④ 再結晶…温度による溶解度の差を利用して分離する操作
- ⑤ 抽出…ある成分物質だけを溶かす物質を利用して分離する操作
- ⑥ 昇華…固体の混合物から，直接気体になりやすい物質を分離する操作
- ⑦ クロマトグラフィー…物質の吸着力の差を利用して分離する操作

《ろ過・蒸留の実験装置》



1. 混合物の分離

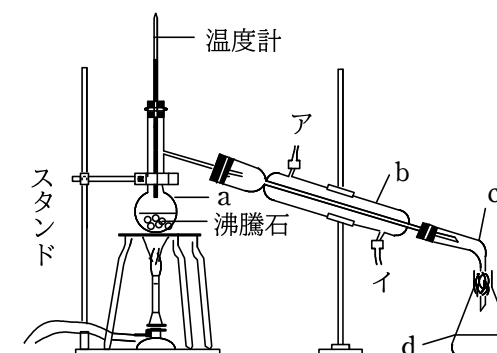
① 次の(1)～(5)を行うには，ア～オのどの操作が適当か。

- (1) 海水から純水を得る。
- (2) 炭酸カルシウムの沈殿を水から取り出す。
- (3) ヨウ素と鉄粉の混合物を加熱してヨウ素を蒸発させ，冷却してヨウ素を得る。
- (4) 不純物を含む硝酸カリウムの結晶から，純粋な硝酸カリウムの結晶を得る。
- (5) 熱湯を注いで，お茶の成分を溶かしだす。

ア ろ過 イ 蒸留 ウ 抽出 エ 再結晶 オ 昇華

② 図は蒸留装置の一例である。

- (1) 器具(a)～(d)の名称を答えよ。
- (2) 温度計の位置が正しくない。どのようにすればよいか。
- (3) 冷却水を流す向きは
① ア→イ ② イ→ア
のいずれが適当か。
- (4) 沸騰石を加える理由を答えよ。



●元素と単体・化合物●

1 元素・単体・化合物

① 元素…物質を構成している原子のこと。現在、約110種類の元素が知られている。

例 水は水素と酸素の元素からできている。

② 単体…1種類の元素からなる物質。

例 窒素 N_2 ，アルゴン Ar ，水素 H_2

③ 化合物…2種類以上の元素が結合して物質。

例 二酸化炭素 CO_2 ，水 H_2O

④ 同素体…同じ元素からなる単体で、性質の異なる物質を、たがいに同素体という。

例 ダイヤモンドもシャーペンの芯(黒鉛)も炭素 C からなる単体だが性質が違う。

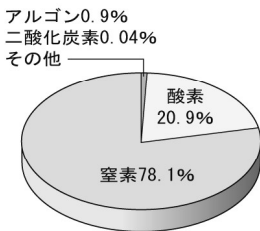
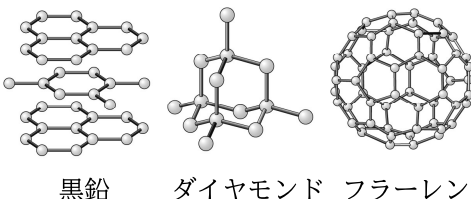
《おもな同素体》

硫黄 S …単斜硫黄，斜方硫黄，ゴム状硫黄

炭素 C …ダイヤモンド，黒鉛，フラーレン

酸素 O …酸素 O_2 ，オゾン O_3

リン P …黄リン，赤リン



空気中に含まれる成分比(体積比)

2 元素の検出

① 炎色反応

ナトリウム Na ，カルシウム Ca ，などの元素を含んだ化合物やその水溶液を炎の中に入れると，それぞれの元素に特有の色を示す。これを炎色反応という。炎の色によりどの成分元素が含まれるかがわかる。

《炎色反応を示す物質は色とともに覚えよう》

リチウム Li …赤

ナトリウム Na …黄

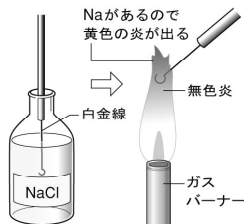
カリウム K …赤紫

銅 Cu …青緑

カルシウム Ca …橙赤

ストロンチウム Sr …深紅

バリウム Ba …黄緑



【覚え方】

Li ：赤 Na ：黄 K ：紫 Cu ：緑 Ca ：橙赤(とうせき) Sr ：紅 Ba ：緑

リアカー な き K 村 動 力 借 り よ う と も す る も く れ な い 馬 力

② 沈殿反応

[1] 食塩水に硝酸銀水溶液を加えると白色の沈殿が生じる。 $\rightarrow \text{Ag}^+$ ， Cl^- の存在がわかる。

[2] 石灰水に二酸化炭素を通すと白濁する。(白い沈殿が出る) $\rightarrow \text{CO}_2$ の存在がわかる。

2. 元素・単体

① 次の物質を単体，化合物，混合物に分類せよ。

(a) 二酸化炭素

(b) ゴム状硫黄

(c) 灯油

(d) 塩酸

(e) エタノール

(f) 赤リン

② 次の文中の下線の語句は，それぞれ「元素」・「単体」のどちらを表すか。

(1) 水素は，すべての気体の中で最も軽い。

(2) 地殻全体の質量の約 47 % は酸素である。

(3) 家庭燃料として用いられるプロパンは，炭素と水素からなる化合物である。

(4) 塩素は酸化力が強いのでプールや水道水の殺菌に利用されている。

(5) 発育期にはカルシウムの多い食品を摂るように心がけるべきである。

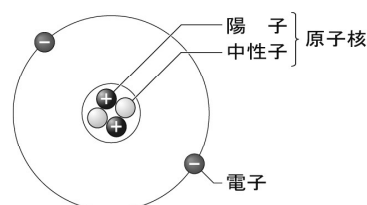
③ ある物質の水溶液を白金線の先につけてガスバーナーの外炎に入れると，炎の色が黄緑色に変化した。また，この水溶液に硝酸銀水溶液を加えたところ，白色の沈殿を生じた。この物質に含まれると推定される元素を2つ，元素記号で記せ。



●原子とその構造●

1 原子の構造

① 原子の大きさと構造



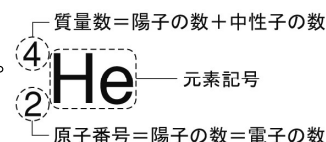
※各粒子の質量の関係

陽子の質量 $\approx$ 中性子の質量

電子の質量 $\approx$ 陽子の質量 $\times \frac{1}{1840}$

② 原子番号・質量数

- 原子番号…原子核内の陽子の数。電子の数にも一致。
- 質量数…陽子の数を中性子の数の和



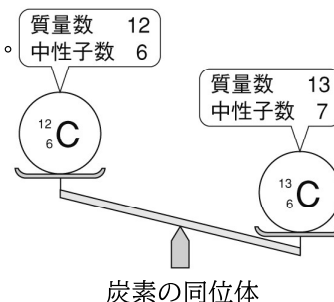
2 同位体

① 同位体…原子番号が同じで、質量数が違う原子のこと。

同位体どうしは中性子の数だけが異なり、
 同位体どうしの化学的性質はほぼ等しい。

《同位体》

同じもの：原子番号，陽子の数，元素
 違うもの：質量数，中性子の数，質量



自然界に存在する同位体の割合は，多くの元素で決まっていて，
 その存在比(原子の数の百分率)は一定である。

例： ${}^{12}_6\text{C} \cdots 98.93$ ${}^{13}_6\text{C} \cdots 1.07$

② 放射性同位体(ラジオアイソトープ)

原子核が不安定で，自然に放射線を出して，別の原子核に変わる同位体のこと。

3. 原子を構成する粒子

① 次の原子を構成する陽子・中性子・電子の数を書け。

- (1) ${}^{13}_6\text{C}$ 陽子[], 中性子[], 電子[]
 (2) ${}^{23}_{11}\text{Na}$ 陽子[], 中性子[], 電子[]
 (3) ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 陽子[], 中性子[], 電子[]

② 天然の酸素には ${}^{16}\text{O}$ ， ${}^{17}\text{O}$ ， ${}^{18}\text{O}$ の3種が，天然の水素には ${}^1\text{H}$ ， ${}^2\text{H}$ の2種が存在する。 これらを組みあわせて H_2O をつくった場合，何種類出来上がるか答えよ。

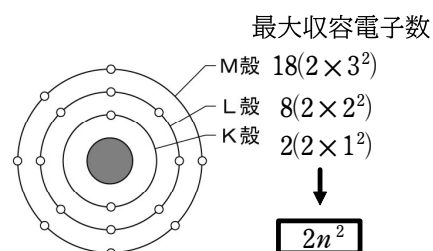


●原子・イオンの電子配置●

① 電子配置

① 電子殻

電子は、原子核の周りにおける電子殻という層を運動している。電子殻は内側から、K殻、L殻、M殻、N殻…と呼ばれる。
K殻 $n=1$ 、L殻 $n=2$ 、M殻 $n=3$ とすると最大電子数は $2n^2$ と表される。



② 電子配置…原則、電子は原子核の内側(K殻)から順に入る。

《注意したい電子配置 $_{19}\text{K}$ 、 $_{20}\text{Ca}$ 》

M殻は18個まで電子が入れるがカルシウムCaの場合

K殻：2 L殻：8 M殻：8 N殻：2

となる。

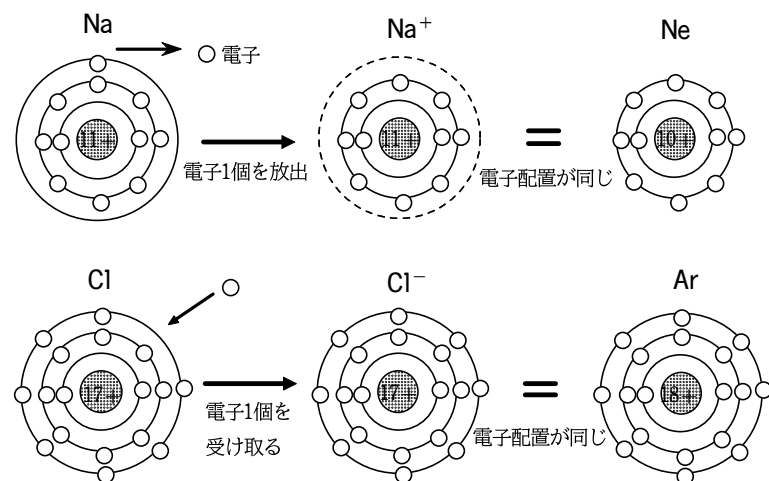
③ 価電子…原子の最も外側の電子殻に入っている電子の数(1～7個)

価電子は化学反応にかかわる電子なので、価電子の数が同じ原子どうしは化学的性質が似ている。

④ 貴ガスの電子配置

貴ガス：18族の元素。最外殻電子がHeは2個、Ne、Ar…は8個で、電子配置が安定している。そのため他の元素と化合物を作りにくく、化学的に安定。
不活性ガスともいう。希ガスの価電子の数は0とする。

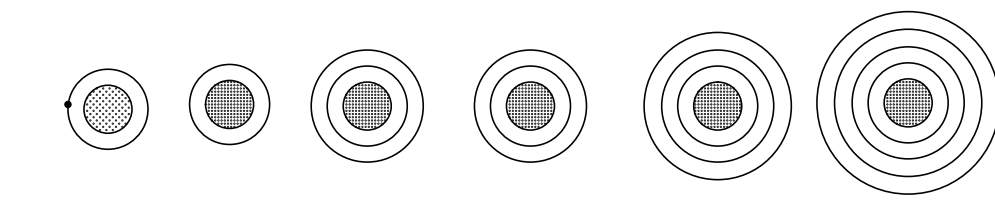
② イオンの形成



4. 電子配置のモデル

次の電子配置のモデルに、例にならって電子を・で書け。また、価電子の数を答えよ。

(例) 水素 (1) He (2) C (3) Ne (4) Mg (5) Ca





●イオンからなる物質●

【陽イオン】

1価	水素イオン H^+	ナトリウムイオン Na^+	カリウムイオン K^+
	銀イオン Ag^+	アンモニウムイオン NH_4^+	
2価	カルシウムイオン Ca^{2+}	マグネシウムイオン Mg^{2+}	バリウムイオン Ba^{2+}
	銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+}	鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+}	亜鉛イオン Zn^{2+}
3価	鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+}	アルミニウムイオン Al^{3+}	

【陰イオン】

1価	塩化物イオン Cl^-	フッ化物イオン F^-	
	水酸化物イオン OH^-	硝酸イオン NO_3^-	酢酸イオン CH_3COO^-
2価	酸化物イオン O^{2-}	硫化物イオン S^{2-}	
	硫酸イオン SO_4^{2-}	炭酸イオン CO_3^{2-}	
3価	リン酸イオン PO_4^{3-}		

組成式のつくり方

陽イオンの価数×陽イオンの個数＝陰イオンの価数×陰イオンの個数

《組成式の書き方》

- ・陽イオンを先に、陰イオンを後にかく。
- ・イオンの個数は右下に小さくかく。
- ・他原子イオンの場合は、()をつける。

例 Al^{3+} と SO_4^{2-} の場合 $Al_2(SO_4)_3$

《組成式の読み方》

- ・陰イオンを先に、陽イオンを後に読む。
- ・陰イオンが、「…化物イオン」の場合、「…化～」と読む。
- ・陰イオンが、「…酸イオン」の場合、「…酸～」と読む。

例 塩化物イオンとカリウムイオンの場合： KCl 「塩化カリウム」

例 硫酸イオンとアルミニウムイオンの場合： $Al_2(SO_4)_3$ 「硫酸アルミニウム」

【参考】 周期表の位置によって、1価、2価になりやすいイオンが決まっている。

1	2		13	14	15	16	17	18
H								He
Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca							

1価の陽イオンになりやすい 2価の陽イオン 2価の陰イオン 1価の陰イオン

5. 組成式

次の問いに答えよ。

(1) 次のイオンからできている物質の組成式と名称を書け。

- (ア) Na^+ と S^{2-} 組成式[], 名称[]
- (イ) Mg^{2+} と NO_3^- 組成式[], 名称[]
- (ウ) NH_4^+ と Cl^- 組成式[], 名称[]
- (エ) Al^{3+} と SO_4^{2-} 組成式[], 名称[]

(2) 次の化合物の組成式を書け。

- (ア) 水酸化カルシウム []
- (イ) 酸化アルミニウム []
- (ウ) 硫酸マグネシウム []
- (エ) 炭酸ナトリウム []



●原子とイオンの大きさ●

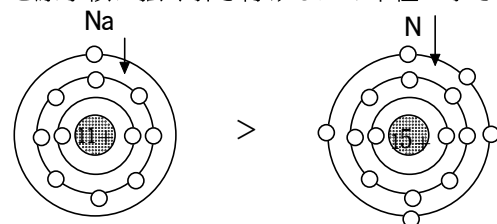
1 原子の大きさ

① 同じ族の元素…原子番号が大きい元素ほど大きい。

同族の原子では、価電子が同じだが、原子番号が大きいほど価電子が外側の電子殻に配置されるため、原子番号が大きい元素ほど半径は大きい。

② 同じ周期の元素…原子番号が大きい元素ほど小さい。

同周期の原子は、最外殻が同じだが、原子番号が大きいほど陽子の数が増え、最外殻の電子を原子核に強く引き付けるため半径が小さくなる。

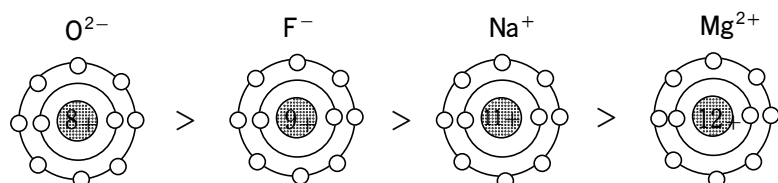


2 イオンの大きさ

① 同族元素のイオン…周期表の下にあるものほど大きくなっていく。

② 同じ電子配置のイオン…イオン半径は、原子番号が大きいほど小さい。

陽子の数が増え、電子が強く原子核にひきつけられるため



3 イオン化エネルギーと電子親和力

① イオン化エネルギー

原子から電子を1個取り去り、1価の陽イオンとするのに必要なエネルギー。

イオン化エネルギーが小さいほど陽イオンになりやすい。

② 電子親和力

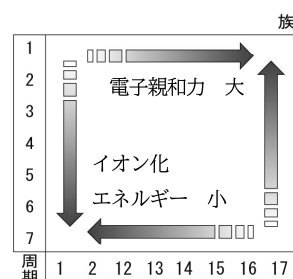
原子が電子1個を受け取り、1価の陰イオンとなるときの放出されるエネルギー。

電子親和力が大きいほど陰イオンになりやすい。

《周期表との関係》

① イオン化エネルギーは周期表の左側の元素ほど、下側の元素ほど小さい傾向がある。

② 電子親和力は周期表の右側の元素ほど、上側の元素ほど大きい傾向がある。



6. 原子とイオンの大きさ

① 次の組合せのうち、原子半径またはイオン半径が大きいほうをそれぞれ選べ。

(1) Li C (2) Li Na (3) Cl^- Ca^{2+} (4) O^{2-} S^{2-}

② 次の原子について、(1), (2)にあてはまるものを選べ。

Li Be B C N O F Na

(1) イオン化エネルギーの最も小さい原子

(2) 電子親和力の最も大きい原子



●分子からなる物質●

1 分子

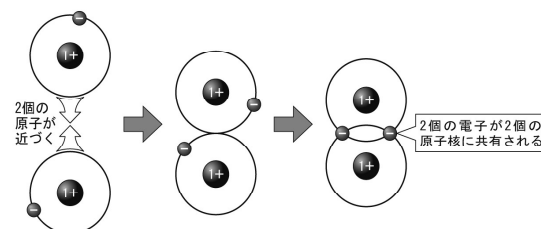
- ① 分子結晶…分子間にはたらく力(分子間力という)によってできた結晶
- ② 分子式…分子を構成している原子の元素記号と原子の数を表した式。

例 ドライアイス CO_2 ヨウ素 I_2 グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ナフタレン

2 共有結合と分子の形成

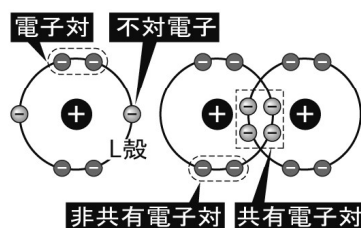
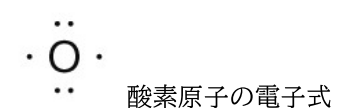
共有結合

原子が互いにいくつかの価電子を共有する結合。有結合した後の原子の電子配置は安定な希ガス元素の電子配置となる。



3 共有結合と電子式

- ① 電子式…価電子を記号「・」で示し、元素記号のまわりにかいた式
- ② 共有電子対…共有結合をつくっている電子の対(組み)
- ③ 非共有電子対…共有結合に使われていない電子対
- ④ 不対電子…結合する前に対になっていない電子。



4 構造式と分子の構造

- ① 構造式…分子中の原子間の1組の共有電子対を1本の線で表した化学式。
その線を価標という。
- ② 単結合…1組の共有電子対による共有結合
- ③ 二重結合…2組の共有電子対による共有結合
- ④ 三重結合…3組の共有電子対による共有結合
- ⑤ 原子価…原子がもっている価標の本数。原子の不対電子の数と同じ。

《覚えておくべき原子価》

1 価 水素 フッ素 塩素
H- F- Cl-

2 価 酸素 硫黄
-O- -S-

3 価 窒素
-N-

4 価 炭素 ケイ素
-C- -Si-

8. 電子式・構造式

以下の分子を構造式と電子式で表せ。

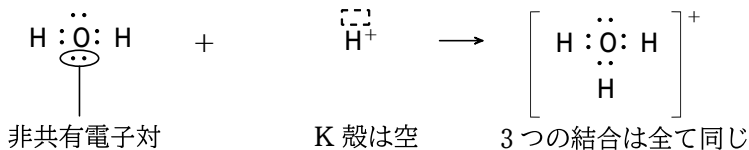
- (1) H_2 (2) HCl (3) F_2 (4) H_2S (5) N_2 (6) NH_3
 (7) CO_2 (8) CH_4 (9) CCl_4 (10) C_2H_6 (11) C_2H_4 (12) C_2H_2

●分子からなる物質●

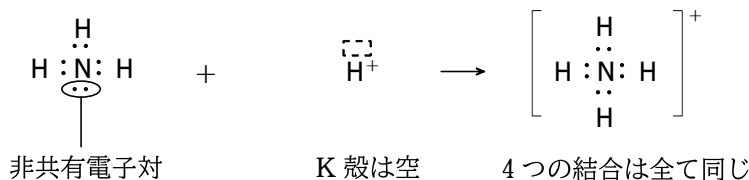
5配位結合

①配位結合

一方の原子の非共有電子対を，他の原子と共有することによってできた共有結合
 オキソニウムイオン H_3O^+



アンモニウムイオン NH_4^+



6共有結合の物質

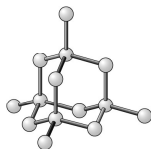
共有結合の結晶…非常に多くの非金属元素の原子が次々に共有結合してできた結晶

例 黒鉛C ダイヤモンドC 二酸化ケイ素 SiO_2 ケイ素Si

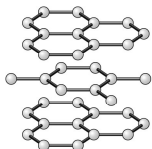
《ダイヤモンドと黒鉛》

	ダイヤモンド	黒鉛
化学結合	4個の価電子がすべて共有結合	4個の価電子のうち3個が共有結合
状態	無色・透明	黒色・不透明
硬さ	非常に硬い	やわらかい・薄くはがれる
伝導性	なし	あり

※伝導性；電気の通しやすさのこと



ダイヤモンド
(正四面体構造)



黒鉛

9. オキソニウムイオン・アンモニウムイオン

次の文の〔 〕に適当な語句を入れ，文を完成せよ。ただし，(エ)は「つく」「つかない」のいずれかを答えよ。

オキソニウムイオン H_3O^+ は，水分子 H_2O のア〔 〕原子がもっている二組のイ〔 〕のうちの1つに，水素イオン H^+ がウ〔 〕結合してできたものである。(ウ)結合した水素原子Hと酸素原子Oに結合していた2つの水素原子とは，区別がエ〔 〕。

アンモニウムイオン NH_4^+ は，アンモニア分子 NH_3 のオ〔 〕原子がもっている一組の(イ)に水素イオンが(ウ)結合してできたものである。



●分子の極性と分子間にはたらく力●

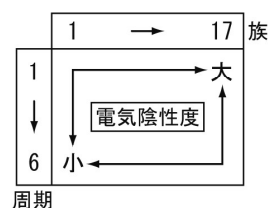
1 電気陰性度と極性

① 電気陰性度

共有結合している原子間で、共有電子対を引きつけようとする強さを電気陰性度という。18族(希ガス)を除き、周期表の右上の元素ほど大きく、左下の元素ほど小さい。

② 極性

共有結合間では、電気陰性度の大きいほうに、共有電子対が引き寄せられる。このときの電荷の偏りを極性という。



2 分子の極性

① 極性分子…結合の極性により、全体として電荷の偏りがある分子

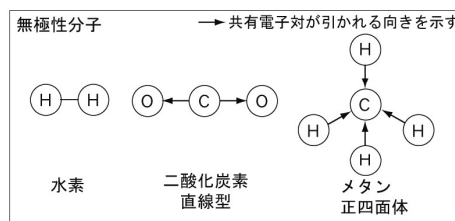
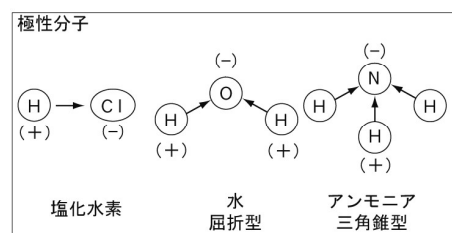
② 無極性分子…分子全体として電荷の偏りがない分子

③ 分子の形

直線形： O_2 HCl CO_2 折れ線形： H_2O 三角錐形： NH_3 正四面体形： CH_4

④ 分子の形と極性

- ・ 単体⇒原子間に電気陰性度の差がないため、無極性分子
- ・ 2種類の原子からなる分子⇒原子が異なるので電気陰性度の差があり、極性分子
- ・ 3種類以上⇒対称構造(直線・正四面体)なら無極性分子，
非対称構造(折れ線・三角錐)なら極性分子



10. 分子の形と極性

次の分子式で表される分子の形を答えよ。またこれらの分子は、極性分子か、無極性分子か。

(ア) O_2 (イ) H_2O (ウ) CO_2 (エ) NH_3 (オ) CH_4



●分子の極性と分子間にはたらく力●

③分子間にはたらく力

①ファンデルワールス力

極性の有無に関わらず、すべての分子間にはたらく弱い力。

ファンデルワールス力・水素結合をまとめて分子間力という。

②水素結合

電気陰性度が大きな原子N, O, Fの間に、H原子を挟んでできる結合

例 水素結合をもつ分子 NH_3 H_2O HF

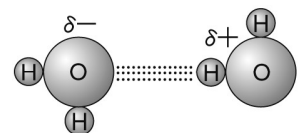
③分子間力と沸点

分子からなる物質では、その構成分子の分子間力が大きいほど、沸点・融点は高くなる。

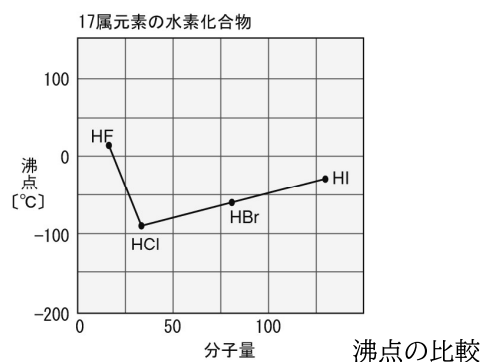
- ・ 分子が重いほど分子間力が強くなり、沸点・融点が高くなる。
- ・ 無極性分子より極性分子の方が沸点・融点が高い。
- ・ 水素結合をもつ分子は分子の重さが小さくても沸点が異常に高い。

《結合の強さの比較》

共有結合>イオン結合>金属結合>>水素結合>極性分子間の力>ファンデルワールス力



水の水素結合



11. 化学結合と沸点

次の(1)~(6)の物質の組合せのうち、沸点の高いほうの物質を選べ。

- (1) F_2 と NaCl (2) I_2 と SiO_2 (3) HCl と Cu
 (4) NaCl と C_4H_{10} (5) F_2 と HCl (6) CO_2 と H_2O



●金属結合と金属・結晶のまとめ●

1 金属結合

① 金属結合

金属原子の価電子が自由電子として金属内を動きまわり、金属原子を互いに結びつける結合

② 金属結晶

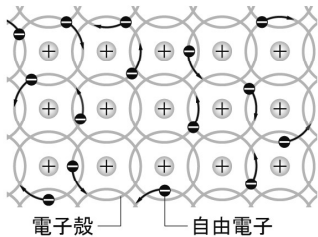
金属結合によって金属が規則正しく配列した結晶

③ 金属結晶の性質

- (1) 金属光沢がある。
- (2) 熱・電気を良く通す。
- (3) 展性・延性をもつ。

※展性：たたくと割れないで薄く広がる性質

延性：引っばると長く伸びる性質



2 結晶の性質

	非金属元素の原子		金属元素の原子	
	共有結合	陰イオン	陽イオン	金属結合
	共有結合	分子	イオン結合	
		分子間力		
	共有結合の結晶	分子結晶	イオン結晶	金属
結合方法	原子どうしが共有結合で結合する	原子どうしが共有結合で分子をつくり、分子間にはたらく引力によって結びつく	陽イオンと陰イオンがイオン結合で結合する	原子どうしが金属結合で結合する
結晶の例	ダイヤモンド C 黒鉛 C	ヨウ素 I ₂ ドライアイス CO ₂	塩化ナトリウム NaCl 炭酸カルシウム CaCO ₃	銅 Cu, 鉄 Fe 銀 Ag
化学式	組成式	分子式	組成式	組成式
沸点 融点	非常に高い	低いものが多い (昇華するものもある)	高い	高いものが多い
電気 伝導性	なし (黒鉛は例外)	なし	なし (水溶液や液体はあり)	あり
その他の 特徴	非常に硬い (黒鉛は例外)	やわらかく、 くだけやすい	硬くて、もろい	展性・延性に富む

12. 結晶の性質

次の(1)～(4)の結晶を作る物質を、A群のa～hからそれぞれ2つ選べ。またその性質をB群のア～エからそれぞれ選べ。

- (1) イオン結晶 (2) 分子結晶 (3) 共有結合の結晶 (4) 金属結晶

【A群】

- a ダイヤモンド b 銅 c カルシウム d 塩化ナトリウム
e ナフタレン f 二酸化ケイ素 g ドライアイス h 炭酸カルシウム

【B群】

- ア 融点が低く、もろい
イ 融点が非常に高く、硬い
ウ 電気をよく通し、展性・延性に富む。
エ 結晶のままでは電気を通さないが、水にとかしたものは電気をよく通す。